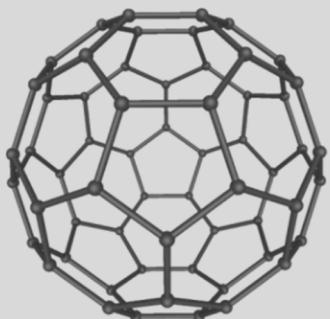


# Proceedings of XXXIII. DidMatTech 2020 Conference

*New Methods and Technologies in  
Education, Research and Practice*

Eötvös Loránd University in Budapest  
Trnava University in Trnava



## Editors

dr. Andor Abonyi-Tóth, PhD., Eötvös Loránd University, Budapest, HU  
prof. Ing. Veronika Stoffová, CSc., Trnava University in Trnava, SK  
doc. dr. hab. László Zsakó, PhD., Eötvös Loránd University, Budapest, HU

ISBN: 978-963-489-244-1

## Introduction

The proceedings book XXXIII. DIDMATTECH 2020 consists of selected contributions from the conference with the same name which took place on June 25th - 26th 2020 at the Faculty of Informatics of Eötvös Loránd University in Budapest. The publication covers several basic current research fields, the results of which were presented in eight sections of the conference. The purpose of these scientific contributions of notable authors – scientists and specialists from Czech, Hungarian, Polish, Slovakian, and Ukrainian 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 proceedings could be recommended primarily for teachers, who are teaching subjects focused on the fields of informatics, information and technologies, and who are possibly using modern didactic digital technologies and ICT in education. It could be also useful for research workers in the above mentioned fields, and also for PhD, postgraduate and gifted students, who can find in it not just interesting information, but also many inspirations for their research and pedagogical activities.

© 2020, The editors and the authors of the contributions

For the content of contributions are responsible their authors.  
The contributions have not undergone editorial and linguistic corrections.  
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.

## Reviewers

|           |             |  |
|-----------|-------------|--|
| Andor     | ABONYI-TÓTH | Eötvös Loránd University, Faculty of Informatics   |
| Mária     | B. NÉMETH   | Hungarian Academy of Sciences and University of Szeged Research Group on the Development of Competencies |
| Péter     | BERNÁT      | Eötvös Loránd University, Faculty of Informatics   |
| Gyöngyi   | BUJDOSÓ     | University of Debrecen, Faculty of Informatics   |
| Krisztina | CZAKÓOVÁ    | János Selye University   |
| Mária     | CSERNOCH    | University of Debrecen, Faculty of Informatics   |
| Tomáš     | GODIŠ       | Trnava University in Trnava  |
| Csaba     | HOLLÓ       | University of Szeged, Faculty of Science and Informatics   |
| Enikő     | ILYÉS       | Eötvös Loránd University, Faculty of Informatics   |
| Zoltán    | ISTENES     | Eötvös Loránd University, Faculty of Informatics   |
| Sándor    | KIRÁLY      | Eszterházy Károly University, Faculty of Informatics   |
| Gergely   | KOCSIS      | University of Debrecen, Faculty of Informatics   |
| Csaba     | KOMLÓ       | Eszterházy Károly University, Faculty of Informatics   |
| András    | LONDON      | University of Szeged, Faculty of Science and Informatics   |
| László    | MENYHÁRT    | Eötvös Loránd University, Faculty of Informatics   |
| Martin    | MÍŠUT       | University of Economics in Bratislava  |
| Ildikó    | PŠENÁKOVÁ   | Trnava University, Faculty of Education  |
| Ján       | STOFFA      | Trnava University in Trnava  |
| Veronika  | STOFFOVÁ    | Trnava University, Faculty of Education  |
| Milan     | ŠTRBO       | Trnava University, Faculty of Education  |
| Igor      | ŠTUBŇA      | Constantine the Philosopher University in Nitra  |
| Tibor     | SZABÓ       | Constantine the Philosopher University in Nitra  |
| Zsanett   | SZABÓ       | Eötvös Loránd University, Faculty of Informatics   |
| Ondrej    | TAKÁČ       | János Selye University   |
| Gábor     | TÖRLEY      | Eötvös Loránd University, Faculty of Informatics   |
| József    | UDVAROS     | János Selye University   |
| Ladislav  | VÉGH        | János Selye University   |

## Contents

### A. Teaching of Informatics

- A1.** Július ALCNAUER: Falošné video a hoax ako aktuálny problém vo vzdelávaní v oblasti IKT (Fake video and hoax as a current issue in ICT education) 8
- A2.** Krisztina CZAKÓOVÁ, Ondrej TAKÁČ: Tvorba reálneho modelu v rámci obsahu predmetu stredoškolskej informatiky (Creation of a real model within the content of the subject of secondary school informatics) 14
- A3.** Lucie BRYNDOVÁ: Möglichkeiten zur prüfung des Informatikverständnisses bei schülern der Grundschule (Possibilities of testing the level of informative thinking for primary school pupils) 22
- A4.** Péter BERNÁT: Teaching introductory programming by creating animations with Scratch 30
- A5.** Silvia NÉMETHOVÁ, Veronika STOFFOVÁ: Dištančné vyučovanie predmetov informatiky a programovania (Distance learning of IT and programming subjects) 40
- A6.** Veronika STOFFOVÁ, Martin ZBORAN: Prezi na tvorbu didaktických aplikácií (Prezi for educational application creation) 53

### B. Teaching of Technical subjects

- B1.** Igor ŠTUBŇA, Anton TRNÍK, Tomáš HÚLAN, Ján ONDRUŠKA: The uncertainty analysis of determination of sound velocity measured by flexural vibrations 67
- B2.** Ladislav RUDOLF, Ján PAVLOVKIN, Daniel NOVÁK: Užití tématu elektráren Slovenska ve výuce technických předmětů (Utilization of the topic of Slovak solar power plants in the teaching of technical subjects) 73

## C. Teaching methodology

- C1.** BAGYURA Gábor, SEBESTÉNY Veronika, TAKÁCS Rita, HORVÁTH Zoltán: Allocated and estimated learning time by students for completing math subjects in ELTE IK BSc [84](#)
- C2.** Gábor TÖRLEY: Teaching methods of information security awareness: the role of engagement [91](#)
- C3.** Hana HYKSOVÁ, Veronika STOFFOVÁ: Softwarové prostředky na podporu on-line vzdělávání (Software resources to support on-line education) [98](#)
- C4.** Ildikó PŠENÁKOVÁ, Peter PŠENÁK, Urban KOVÁČ: Skúsenosti a poznatky z on-line vzdelávania počas pandémie covid-19 (Experience and knowledge from online education during the covid-19 pandemic) [110](#)
- C5.** Ján STOFFA: Cognitive values of terminology in education [119](#)
- C6.** Lenke T. PARÁZSÓ, Tünde LENGYELNÉ MOLNÁR, György STÓKA: Online tanulási környezettel támogatott pedagógustovábbképzési programok hatékonysága (The efficiency of on-line supported in-service teacher training programs) [127](#)
- C7.** Martin MIŠÚT, Mária MIŠÚTOVÁ: Teaching IT subjects online experiences and students' attitudes [149](#)
- C8.** Milan POKORNÝ: Interactive applications for working in a square grid [159](#)
- C9.** Milan ŠTRBO: Aplikácie pre tvorbu interaktívnych učebných materiálov (Applications for the creation of interactive learning materials) [165](#)
- C10.** Natália NEVRELOVÁ: Rozšírená realita ve výuce dětí v primárním vzdělávání (Augmented reality in teaching children in primary education) [173](#)
- C11.** Pál SARMASÁGI: DISC assessment usage in school talent management [183](#)
- C12.** PAPP Gabriella: Az e-tesztek a karantén távoktatásában (E-tests in quarantine distance learning) [203](#)
- C13.** Péter ANTAL: Digitalization and sports: ICT-related challenges in physical education teacher training [213](#)

- C14.** Tibor SZABÓ, Ildikó PŠENÁKOVÁ: Interaktívny učebný materiál ako pomôcka na rozvoj priestorovej predstavivosti žiakov (Interactive learning material as aid for the development of students' spatial imagination) [224](#)
- C15.** Viktória BAKONYI, Zoltán ILLÉS: Real-time and digital solutions in education during emergency situation in Hungary [231](#)
- ## D. Programming
- D1.** Dávid SZABÓ, Zoltán ILLÉS: Real-time vulkan graphics in C# [242](#)
- D2.** Veronika STOFFOVÁ, Veronika GABAĽOVÁ, Mária KARPIELOVÁ: Vyučovanie programovania tvorbou počítačových hier podľa návodu (Teaching programming by creating computer games according to the instructions) [248](#)
- ## E. Robotics
- E1.** Andor ABONYI-TÓTH: Simulation of features of robot generations in primary and secondary school education [258](#)
- E2.** Anikó RUMBUS: Online alkalmazás az oktatásban – Google Jamboard (Online app in education - Google jamboard) [269](#)
- E3.** Bence GAÁL: An overview of robotics kits for public education [281](#)
- E4.** Eva GAŠPAROVÁ: Rozvoj kľučových kompetencií detí predškolského veku prostredníctvom interaktívnej tabule a robotických hračiek [301](#)
- E5.** Ildikó PŠENÁKOVÁ, Marian MINÁRIK: Využitie mikrokontrolera ako učebnej pomôcky (Use of the microcontroller as a teaching device) [312](#)
- E6.** József UDVAROS: Mikrovezérlők és robotok a programozás oktatásban (Microcontrollers and robots in teaching programming) [319](#)
- E7.** SOMOGYI Anikó, KELEMEN András, MINGESZ Róbert: Motion tracking by an Arduino due and Excel [326](#)
- E8.** Tünde LENGYEL MOLNÁR, Réka RACSKÓ, Zoltán SZŰTS: The development of multiliteracy with Lego devices [346](#)

## F. Simulation

**F1.** Márk Z. TÓTH, Veronika STOFFOVÁ: Monte Carlo methods in education

[362](#)

**F2.** Roman HORVÁTH, Soňa HORVÁTHOVÁ, Veronika STOFFOVÁ: Metoda Monte Carlo v praxi (The Monte Carlo method in praxis)

[369](#)

**F3.** Rudolf IZSÁK, Gábor TARKÓ: Web-based interface to Geant4 simulations of radiation and nuclear material

[377](#)

## G. Informatics in various subjects

**G1.** Melánia FESZTEROVÁ: E-learningový kurz zameraný na manipuláciu s chemickými látkami: rozvoj vedomostí študentov (E-learning course for pre-service chemistry teachers: a way to education development)

[389](#)

**G2.** Péter NÉGYESI, Ilona OLÁHNÉ TÉGLÁSI, Réka RACSKÓ: The application of a custom-made mathematical software in order to support problem-solving strategy of high school students

[402](#)

**G3.** Tomáš GODIŠ: Jazykové programy a cudzojazyčné vzdelávanie (Language programs in foreign language teaching)

[408](#)

**G4.** Gergely BENCSIK, Zoltán PÖDÖR: Complex framework to expand the time series analysis possibilities and to determine the reliability of the given correlations

[425](#)

## A. Teaching of Informatics

**A1.** Július ALCNAUER: Falošné video a hoax ako aktuálny problém vo vzdelávaní v oblasti IKT (Fake video and hoax as a current issue in ICT education)

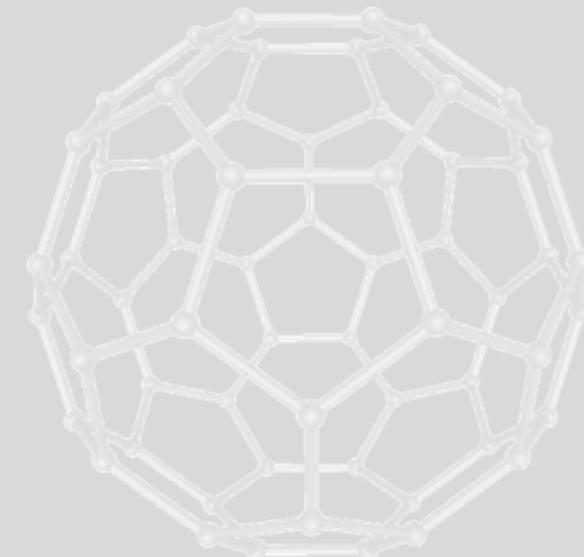
**A2.** Krisztina CZAKÓOVÁ, Ondrej TAKÁČ: Tvorba reálneho modelu v rámci obsahu predmetu stredoškolskej informatiky (Creation of a real model within the content of the subject of secondary school informatics)

**A3.** Lucie BRYNDOVÁ: Möglichkeiten zur Prüfung des Informatikverständnisses bei Schülern der Grundschule (Possibilities of testing the level of informative thinking for primary school pupils)

**A4.** Péter BERNÁT: Teaching introductory programming by creating animations with Scratch

**A5.** Silvia NÉMETHOVÁ, Veronika STOFFOVÁ: Dištančné vyučovanie predmetov informatiky a programovania (Distance learning of IT and programming subjects)

**A6.** Veronika STOFFOVÁ, Martin ZBORAN: Prezi na tvorbu didaktických aplikácií (Prezi for educational application creation)



# FALOŠNÉ VIDEO A HOAX AKO AKTUÁLNY PROBLÉM VO VZDELÁVANÍ V OBLASTI IKT

Július ALCNAUER, SK

**Abstrakt:** Príspevok mapuje súčasné riziká falošných správ v podobe hoaxov a falošných videí. Naznačuje potenciálne dôsledky a zameriava sa na vybrané riziká z pohľadu manažérov cestovného ruchu. Prináša návrhy na začlenenie tejto témy do IKT prípravy študentov a budúcich manažérov. Ďalej uvádzá nové prístupy a dopĺňa odborné vzdelávanie metódami zameranými na aktivizáciu študentov vo vzdelávaní v tejto oblasti.

**Kľúčové slová:** HOAX, Falošné video, IKT, Príprava manažérov,

## FAKE VIDEO AND HOAX AS A CURRENT ISSUE IN ICT EDUCATION

**Abstract:** This paper studies the current risks of fake news and messages in the form of hoaxes and fake videos. It indicates potential consequences and focuses on selected risks from the perspective of tourism managers. It makes suggestions for incorporating this issue into the ICT training of students and future managers. Moreover, it states new approaches and supplementing vocational training with methods aimed at activating students in education in this area.

**Keywords:** HOAX, Fake Video, ICT, Manager Training

### 1 Úvod

Informácie sú súčasťou nášho života a ich správne pochopenie, rozbor a aplikovanie pri rozhodovaní bude kľúčové už v blízkej budúcnosti. Hoaxy a alternatívne spravodajstvo, často ovplyvňované za peniaze, spôsobujú mnohé dôsledky, ktoré si často ani neuvedomujeme. Vplyvy, ktoré vyvolávajú IKT v našom živote často podceňujeme. Preto je potrebné zaradiť do prípravy aj posudzovanie informácií a ich triedenie a to priamo na hodinách informatiky. V súčasnosti sa stretávame aj s novým fenoménom. Vďaka novým počítačovým možnostiam sa objavujú falošné videá a tvorcovia dokážu ľubovoľnému politikovi vložiť do úst text, ktorý nikdy nepovedal. Problémom súčasnosti sú aj „alternatívne spravodajské weby“. Niektoré skupiny používateľov to vnímajú ako pravdu popisujúcu realitu okolo nás. Čo nastane, ak sa začne šíriť masovo spravodajstvo v podobe falošných videozáZNAMOV?

Už dnes nedokážeme pripraviť populáciu na posúdenie fotografií, ktoré sú mierne upravené, či pridané k správe z iného regiónu. Overiť si informácie a rozhodnúť o reálnosti tvrdení bude dôležité pre život v 21. storočí.

Veľkú dôležitosť by mala mať táto téma aj pri odbornej príprave napr. manažérov, ktorí ovplyvňujú úspech firmy a zamestnanosť. Mali by poznáť, aké riziká sú spojené so šírením falošných informácií a sledovať aj ohrozenia, ktoré môžu pochádzať priamo od zamestnancov firmy. Nemali by zabúdať ani na dôsledky, ktoré môže vyvoláť šírenie falošných správ medzi ich zákazníkmi a ako jednoducho je možné v súčasnosti poškodiť dobré meno firmy.

### 2 Súčasný stav a aktuálne riziká falošných informácií

Napriek šíreniu počítačovej gramotnosti a prítomnosti počítačov a internetu v školách už po desiatky rokov sa stále opakuje to, že vyučujeme ovládanie techniky, programov a nie vedu o informáciách. Obvykle dokážeme vysvetliť, ako majú používatelia vyhľadávať informácie, ale iba v minime prípadov je to spojené s témou triedenia, posudzovania informácií a hlavne overovania ich pravdivosti. Veľmi rizikové sú vybrané skupiny používateľov ako napr. mládež, ale aj seniori, učitelia, ba aj manažéri, ktorí často pracujú pod časovým tlakom a s nedostatkom overených informácií.

Veľmi málo pozornosti sa venuje psychologickej stránke posudzovania informácií, kedy si používatelia vyberajú informácie a zdroje, ktoré zapadajú do ich vnímania sveta a toho, čo očakávajú. Súčasnosť, ktorú prežívame, je charakteristická mnohými vplyvmi. Často protichodné správy neumožňujú zjednodušené čierno-biele videnie sveta. Pri objavení sa pandémie, akou bolo ochorenie Covid-19, sa internet stáva platformou, v ktorej sa objavujú rôzne správy a názory. Pri súčasných možnostiach šírenia informácií internetom, nasadzovaní umelej inteligencie a rozborov dát zameraných na marketing, sa napr. na Facebooku vytvárajú automaticky skupiny prívržencov jednostranných názorov, ktorí si v diskusiách navzájom potvrdzujú správnosť svojho vnímania pravdy. Ak k tomu pridáme neschopnosť spoločnosti a právneho systému vyrovnať sa s chronickými luhármami a šíritelmi poplašných správ, tak sa v súčasnej demokratickej spoločnosti nemôžeme udivovať nad prekvapivými výsledkami volieb, či neschopnosťou presvedčiť časť populácie o zdravotných rizikách, potrebe prevencie a pod. Zapaľovanie vysielačov pre mobilné siete 5G je v rozvinutom svete iba malým dôsledkom týchto tendencií.

### 3 Nové riziká a výzvy

Ani pri klasickom šírení pravdivých faktov a informácií pomocou textu, štatistických tabuľiek či grafov sme nedokázali presvedčiť značnú časť používateľov internetu. Boli sme svedkami, že ani ľudia s vysokoškolským vzdelaním nechápu základné štatistické pojmy a často ich pochopenie toho, čo

sa deje, sa vníma cez aritmetický priemer, pričom nechápu jeho nevýhody a dôsledky.

Veľkým rizikom pre budúcnosť je naša tendencia uveriť fotograficky zobrazeným udalostiam. Tá je obvykle vyjadrovaná výrokom: "Ved' som to videl na fotografiu, videu alebo v televízii, a tak to musí byť pravda". Dôležitým faktorom môže byť aj paradox najlepšie vyjadrený vo vtipie, keď dcéra hovorí otcovi, že tieto správy na internete sú vymyslené. On jej odpovedá s údivom, že ako môžu byť vymyslené, ved' píšu presne to, čo si ja myslím. Pri obrazových informáciách v podobe upravených fotografií alebo sfalšovaného videa je pravdepodobné, že malé percento používateľov sa nepodarí nikdy presvedčiť o pravde. Ak si uvedomíme nástup nových možností falošného videa a vytváranie prejavov politikov s vyjadreniami, ktoré nikdy nepovedali, tak sa dostávame k výzvi šírenia lží v takom rozsahu, aké v minulosti nebolo možné. Pri téze, že volné šírenie myšlienok mení spoločnosť, tak doba, ktorá nastáva, sa ani nebude môcť porovnávať s tým, čo spôsobila kníhtlač. Dôsledky nepochopenia sily počítačových technológií zatiaľ iba tušíme.

#### **4 Východiská pre odbornú prípravu informatiky pre neinformatikov**

Aká je v tomto kontexte úloha vyučujúcich, ktorí pripravujú rôzne skupiny používateľov na využívanie IKT? Čo by mali doplniť do svojich vzdelávacích témy, aby aspoň trochu zmenili smerovanie súčasného alarmujúceho vývoja posudzovania pravdivosti internetových informácií? Učitelia by mali sledovať najnovšie riziká a nespoliehať sa na učebné plány, ktoré sa často nemenia aj niekoľko rokov. Zaradzovať aktuálne témy alebo ponechať aspoň 1 tému ako vol'nú, ktorá sa upresní počas školského roka a podľa toho, čo je práve aktuálne alebo čo sa objaví ako akútne problém, na ktorý je potrebné reagovať.

Dôležitým prvkom by mala byť aktivizácia študentov. Prejsť od pasívneho plnenia úloh a osvojovania si postupov k aktívному prístupu. V spolupráci s pedagógom vyhľadávať problémové informácie a zároveň aktívne spolupracovať pri navrhovaní postupov, ako overiť danú informáciu. Vyhladávať služby, ktoré sa venujú overovaniu fotografií a videozáZNAMOV. Už dnes je možné využívať napr. tineye.com a ďalšie služby, kde je možné zistiť, kedy bola daná fotografia prvýkrát publikovaná a v akej súvislosti. Uvedená služba umožňuje tzv. spätné vyhľadávanie obrázkov a dnes eviduje takmer 42 miliárd obrázkov z internetu.

Pri aktívnom prístupe k vyučovaniu je možné využívať aj metódu exploatacie internetových zdrojov (EIZ). Táto metóda spočíva v tom, že učiteľ iba naznačí smerovanie úloh, uvedie niekoľko príkladov a študent sa sám aktívne podielá na dopĺňaní databázy nových informácií, ktoré zhromažďuje a prezentuje. [1]

#### **5 IKT príprava manažérov a špecifická prípravy manažérov pre cestovný ruch**

Pri rozhodovaní v práci sa chyba na rôznych úrovniach organizácie prejaví rozdielne spôsobenou škodou. Nesprávne rozhodnutia často rozhodnú o "prežití" organizácie, kde manažéri pôsobia. Mali by dokázať odhadnúť niektoré trendy. Špecifickú skupinu tvoria manažéri pôsobiaci v oblasti cestovného ruchu. Pracujú s rôznorodými zákazníkmi, ich oblasť je dynamická, denne sa stretávajú s novými problémami. Pokúsime sa upozorniť na niektoré špecifická, ktoré by sa mali zohľadniť v odbornej príprave týchto skupín odborníkov. Predovšetkým je potrebné:

- Aby sledovali sociálne siete a čo sa v mediálnom priestore objaví o ich organizácii. Je potrebné, aby sa naučili pomocou marketingových odborníkov reagovať na správy poškodzujúce ich organizáciu. V rámci toho je dôležité, aby primerane reagovali na kritiku v online priestore a aktívne sa zapájali do diskusie o negatívnych informáciách dotýkajúcich sa ich firmy, či organizácie (prípadne ju aj usmerňovali).
- Aby aj aktívne zverejňovali novinky a šírili priaznivý obraz o svojej firme.
- Aby sledovali a reagovali na videá zobrazujúce negatívne pohľady na nedostatky vo firme. Klasickou ukážkou sú videozáZNAMY hovoriace o údržbe a využívaní hotelových bazénov. V dávnej minulosti sa objavilo video z prímorského hotela, kde zamestnanec namáčal handru na metle do bazéna a utieral ľhou chodník. Počas našej návštevy tohto zariadenia sa naprieč vrcholiacej letnej sezóne žiadny návštevník v bazéne nekúpal. Video malo desaťtisíce zhliadnutí. V ostatnom období sa objavujú záZNAMY z bezpečnostných kamier ukazujúce, ako sa v bazéne kúpe medved', objavil sa aj kúpací sa diviak. ([www.youtube.com/watch?v=tPsFHIJUHig](https://www.youtube.com/watch?v=tPsFHIJUHig))

Navrhujeme pre prax aktívny prístup a súťaž návštevníkov o najlepšie video, požičiavanie vodotesných snímacích zariadení a pomoc návštevníkom napr. pri získaní atraktívnych záberov pomocou dronu, GoPro kamery a pod.

Verejnoscť je pomerne citlivá na informácie o zariadeniach, kde sa ponúkajú služby cestovného ruchu. Hľadanie informácií o spokojnosti klientov a čítanie hodnotení je bežnou súčasťou výberu ubytovania a zájazdu. Klamanie v tejto oblasti sa už objavilo a v zahraničí aj pomerne tvrdo trestalo. Spomeňme prípad z Talianska. Súd rozhadol o treste deväť mesiacov za mrežami a 8000 eurovej pokute pre majiteľa spoločnosti, ktorá písala na internet falošné hodnotenia. [3]

Ako uvádza aj samotný Tripadvisor: "Nákup alebo predaj falošných recenzií – praktika známa ako platené podvodné recenzie – nie je len nečestný, ale v mnohých krajinách aj nelegálny." [4]

Tu si môžeme položiť otázku, či máme pripravenú právnu úpravu aj na postihovanie za falošné videá? Ukážky ich možností a demonštrácie technológie sú známe už viaceru rokov. Supasorn Suwajanakorn predvádzal ukážky na TEDx napr. na [www.youtube.com/watch?v=o2DDU4g0PRo](https://www.youtube.com/watch?v=o2DDU4g0PRo).

Už dnes sa presúva pozornosť mládeže od vyjadrovania sa textovými prostriedkami k vytváraniu videa. Jedným z dôkazov tohto trendu je napr. sociálna sieť TikTok, či popularita vlogerov a pod. Text blogu je nahradzovaný videom vlogera. Od falošných informácií dotýkajúcich sa nášho každodenného života sa odlišujú nebezpečné informácie týkajúce sa nášho zdravia a liečby. Môžeme očakávať, že postupne sa budú objavovať sofistikované nástroje na odhalenie nepravdivých informácií a videí.

V tejto dôležitej oblasti týkajúcej sa zdravia sa napr. objavil už projekt MISDEED, kde v spolupráci s Univerzitou Bar-Ilan v Tel Avive slovenskí informatici z Fakulty informatiky a informačných technológií STU v Bratislave rozpracovali návrh na automatickú detekciu falošných medicínskych informácií. Jeho skrátené zameranie je natol'ko inšpiratívne, že uvedieme aspoň základné body vystihujúce automatickú detekciu, spoluprácu medzi ľudskými expertmi a snahu o zmiernenie dopadov falošných informácií. Tieto zostručnené ciele môžu byť inšpiráciou aj pre ďalšie oblasti: [5]

- Vyvinúť metódy detektie medicínskych falošných a nespolahlivých informácií a spôsobov ich vyvračania.
- Preskúmať možnosti spolupráce medzi ľudskými expertmi (lekármi) a dátovo orientovanými metódami.
- Zmierniť dopad falošných medicínskych informácií.

## 6 Záver

Pri riešení uvedených problémov a návrhu stratégie pre ďalší postup by nemal byť učiteľ informatiky osamotený. Problém je komplexnejší a vyžaduje spoluprácu viacerých vedných oblastí. Od psychológie až po historiu. Vzrušujúce odhalenia a rýchle riešenia alebo hľadanie vinníkov už bolo v minulosti populárne. Ako príklad v latinskom prísloví uvádza Zuzana Panczová v úvode svojej knihy "Fama nihil est celeries" teda "Nič nie je rýchlejšie ako fáma". V dobe používania latinčiny nemali rýchle spojenie a preto by sme mali na toto príslovie v dobe internetu myslieť viac, než kedykol'vek predtým.

Článok bol publikovaný vďaka projektu VEGA 1/0470/18 Ekonomická aktivita turizmu v európskom priestore

## Použitá literatúra

1. ALCNAUER, J. *Výučba informatiky a samostatné osvojovanie poznatkov (EIZ) budúcich manažérov turizmu a hotelierstva*. In XX. DIDMATTECH 2007. Olomouc : Votobia, 2007. s. 264-26, ISBN 80-7220-296-0
2. ALCNAUER, J. *Informatika pre manažérov - nové konštruktivistické prístupy*. In XXVII. mezinárodní kolokvium o řízení vzdělávacího procesu procesu. Brno : Univerzita obrany, 2009. s.7-9, ISBN 978-80-7231-650-2
3. KUBISOVÁ, J. *Klamal ľudí falošnými recenziami*. In [on-line] <[www.aktuality.sk/clanok/623093/klamal-ludi-falosnymi-recenziami-sud-ho-poslal-do-vazenia](http://www.aktuality.sk/clanok/623093/klamal-ludi-falosnymi-recenziami-sud-ho-poslal-do-vazenia)>.
4. Tripadvisor. *Vyšetrovanie v stredobode záujmu: Väzenie za podvodné recenzie*. In: [on-line] <<https://www.tripadvisor.sk/TripAdvisorInsights/w4237>>.
5. MORÓ, R. et al. *MISDEED – Odhal'ovanie medicínskych dezinformácií s využitím tvrdení a expertov*. In: Data a Znalosti & WIKT 2019. Eds. BUTKA, P.-BABIČ, F.-PARALIČ, J. Fakulta elektrotechniky a informatiky Technická univerzita v Košiciach. Košice :2019. s. 97-101. ISBN 978-80-553-3354-0

**Recenzent:** doc. Ing. Štefan Kireta, CSc.

## Kontaktná adresa

PaedDr. Július Alcnauer, PhD.  
Prešovská univerzita v Prešove  
Fakulta manažmentu  
Katedra matematických metód a manažérskej informatiky  
Konštántínova ul. 16  
080 01 Prešov  
Slovensko  
e-mail: alcnauerjulius@gmail.com

# TVORBA REALISTICKÉHO MODELU V RÁMCI OBSAHU PREDMETU STREDOŠKOLSKEJ INFORMATIKY

Krisztina CZAKÓOVÁ, Ondrej TAKÁČ, SK

**Abstrakt:** V súčasnosti je aktuálna otázka spracovania obrazov a tvorby modelov. Moderné technológie sú v týchto snahách veľmi nápadomocné. V našom príspevku sa zameriame na tvorbu 3D modelov malých objektov. Vytvorený 3D model nielenže hodnoverne odzrkadľuje reálny vzhľad objektu, ale je aj jeho metrickým odrazom. Tieto postupy sú relativne dobre implementovateľné aj do vyučovania informatiky, čím vieme zvýšiť záujem žiakov o informatiku a tento predmet sa pre žiakov môže stať aj zaujímavejší.

**Kľúčové slová:** vyučovanie informatiky, modely objektov, aktívne učenie, pix4D, projektové vyučovanie.

## CREATION OF A REALISTIC MODEL WITHIN THE CONTENT OF THE SUBJECT OF SECONDARY SCHOOL INFORMATICS

**Abstract:** At present, the current issue of the shooting and making models. Modern technologies are very helpful in these efforts. In these papers we focus on 3D models of small objects. The created three-dimensional model not only plausibly mirrors the real appearance of the object, but is also its metric reflection. These procedures are quite well implementable in the teaching of informatics, which not only can increase pupils' interest in informatics, but this subject can also become more interesting for students.

**Keywords:** teaching computer science, active learning, project teaching, object models, Pix4D.

### 1 Úvod

Žijeme v znalostnej spoločnosti, pretože znalosť a informácia sa stáva dominantným prvkom nášho každodenného života. Modernými technológiami dokážeme spracovať viac informácií v kratšom čase. Informácia sa tak postupne stráca v splete počítačových programov a moderných technológií. V rámci predmetu informatika dokážeme s pomocou aktivizujúcich metód a pracovných projektov priblížiť žiakom predstavu o tom, ako dospelí skutočne počítače v práci používajú na realizácii riešenia skutočných problémov každodenného života. Aktivizujúce metódy vytvárajú priestor a príležitosti na moderný konštruktivistický poznávací proces, v ktorom žiaci rozvíjajú samostatné, kritické azodpovedné

rozhodovanie a mysenie, svoju tvorivosť a ďalšie vyšše poznávacie funkcie ako svoju digitálnu gramotnosť.

### 2 Postavenie a obsah vyučovania informatiky na strednej škole

Informatika je dynamická a rýchlo sa meniacia oblast'. Učiteľ informatiky musí mať prehľad a ustavične sledovať nové trendy v informatike a digitálnych technológiách a vzdelávať sa v oblasti modernej didaktiky. Predmet informatiky sa na každom stupni vzdelávania dá implementovať ako tvorivý priestor na modernizáciu školy a vzdelávania, ktorý slúži na komplexný rozvoj žiakov v zmysle konštruktivizmu, na rozvoj ich digitálnej gramotnosti a informatickej kultúry. Schopnosť spolupracovať, komunikovať, učiť sa objavovaním a skúmaním vplýva na rozvoj stratégie učenia sa.

Podľa dokumentov medzinárodnej štandardizovanej klasifikácie vzdelávania (ISCED) obsah predmetu informatika pre stredné školy a výchovno-vzdelávací proces smeruje najmä k tomu, aby žiaci: sa oboznámili s rôznymi typmi údajov, s ich zbieraním, uchovávaním, zobrazovaním, spracovaním a prezentovaním; nadobudli schopnosti realizovať jednoduchý výskumný projekt, sformulovať problém, získať informácie z primeraných zdrojov, hľadať riešenia a príčiné súvislosti, sformulovať názor, diskutovať o ňom, robiť závery; si rozvíjali svoje schopnosti kooperácie a komunikácie, aby sa naučili spolupracovať v skupine pri riešení problému, dokázali zostaviť plán práce, špecifikovať podproblémy, zhromaždiť výsledky, zostaviť ich do celkového riešenia; rozvíjali si svoju tvorivosť, logické mysenie, zodpovednosť, húzevnatosť, sebakritickosť a usilovali sa o ďalšie sebavzdelávanie [4].

#### 2.1 Aktivizujúce metódy vo vyučovaní informatiky

Pri výbere vhodných materiálnych prostriedkov, vyučovacích metód a organizačných foriem by mal učiteľ vychádzať z moderných teórií učenia sa orientovaných na žiaka, jeho aktívne objavovanie a učenie sa, rozvoj jeho vyšších myšlienkových operácií (ako sú napr. konštruktivizmus, konštrukcionizmus), ako aj spoluprácu a interaktívne činnosti s podporou moderných digitálnych technológií.

Pri premene školy z tradičnej na modernú by sme mali mať chut' a čas zavádzat' do svojej výučby informatiky čo najviac moderných aktivizujúcich metód (napr. problémovú a projektovú metódu), taktiež viac pútavých organizačných foriem (napr. tvorivé dielne, krúžky, súťaže), a v neposlednom rade moderné didaktické materiálne prostriedky (napr. simulačný a modelovací softvér, mikrosvety, a pod.). Netradičný prístup vo vyučovaní a učení sa viac rozvíja kreativitu žiakov, rozvíja ich nezávislosť, posilňuje ich zvedavosť a pozitívny postoj ku škole aj k učeniu sa [3].

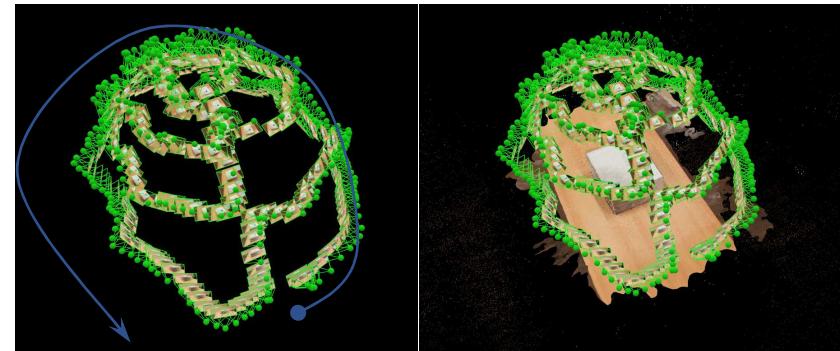
V informatike sa dobre osvedčila projektová metóda, ktorá dovoľuje žiakom pracovať v skupinách a riešiť komplexnú praktickú úlohu (problém, tému) spojenú so životou realitou, ktorá sa dá riešiť praktickou činnosťou. Cieľom je vytvoriť adekvátny produkt - projekt. Priebeh riešenia projektu môžeme rozčleniť do niekoľkých pracovných fáz. Ako prvé je dôležité stanovenie si cieľa (motivovať žiakov, aby sa dokázali stotožniť s cieľom). Následne sa vytvorí plán na riešenie (rozdelí sa zodpovednosť, plán práce, spôsob prezentácie výsledkov). Nasleduje realizácia plánu (realizácia naplánovaných aktivít, zber a spracovanie údajov), ktoré sa na konci projektu vyhodnotia (zverejnenia sa výsledky projektu). Časový rozsah realizácie projektu nám umožňuje realizovať krátkodobé (dve až niekoľko vyučovacích hodín), strednodobé či dlhodobé projekty (viacdňové či týždňové).

Podľa vyššie načrtnutých skutočností a možností, ktoré nám obsah predmetu informatika ponúka, by sme v ďalších kapitolách predstavili (navrhli) vyučovací modul na zavedenie tvorby reálneho modelu v rámci obsahu predmetu stredoškolskej informatiky [2][3].

### 3 Tvorba modelu

Na tvorbu modelu využijeme postupy fotogrametrie. S pomocou fotogrametrie vieme vytvoriť modely objektov len s pomocou fotozáberov. Nie je potrebný žiadny iný mapovací alebo skenovací systém, ako napr. Lidar. V súčasnosti môžeme tvrdiť, že mnoho žiakov stredných škôl (prakticky každý žiak) už disponuje inteligentným mobilným telefónom schopným vytvoriť jednoduché videonahrávky a práve na túto možnosť sa zameriame. Na tvorbu modelov teda nebudem využívať fotografie, ale nasnímané videonahrávky. Prvým krokom je nasnímanie objektu. Objekty môžu byť prakticky ľubovoľne veľké, od malých rozmerov – napr. drobné súčiastky – až po veľké sakrálné stavby. Veľkou otázkou je kvalita vytvoreného modelu. Tá závisí aj od použitého softvérového produktu, ale môžeme ju ovplyvniť taktiež spôsobom získania videosekvencie:

- Musíme mať na zreteli, že model sa bude vytvárať z fotozáberov získaných z nasnímaného videozáznamu. Platí podmienka, že aby bol model kvalitný, prekrytie jednotlivých fotozáberov by malo byť aspoň 2/3. Z toho vyplýva, že videozáznam by nemal byť vytváraný v rýchлом tempе, skôr pomalšie.
- Dôležitý je tiež autofocus. Pri pohybe kamery treba sledovať aj fokusáciu, aby bol snímaný objekt stále ostrý.
- Snímaný objekt musí byť viditeľný zo všetkých strán, aj z vrchu alebo zospodu.



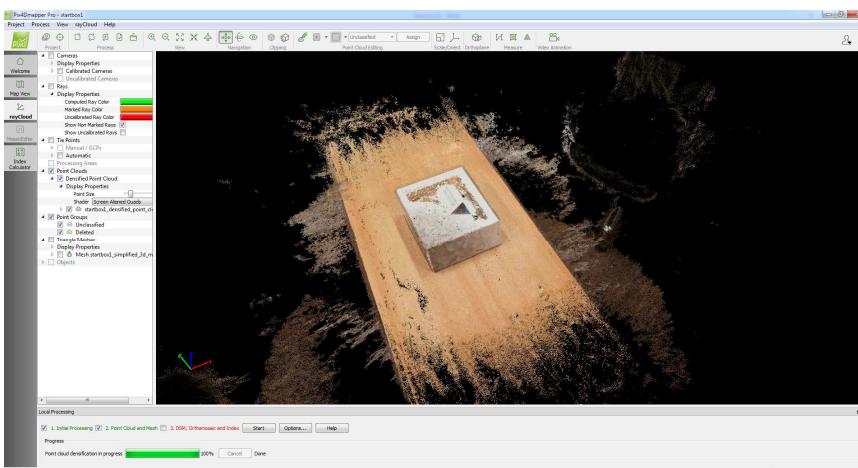
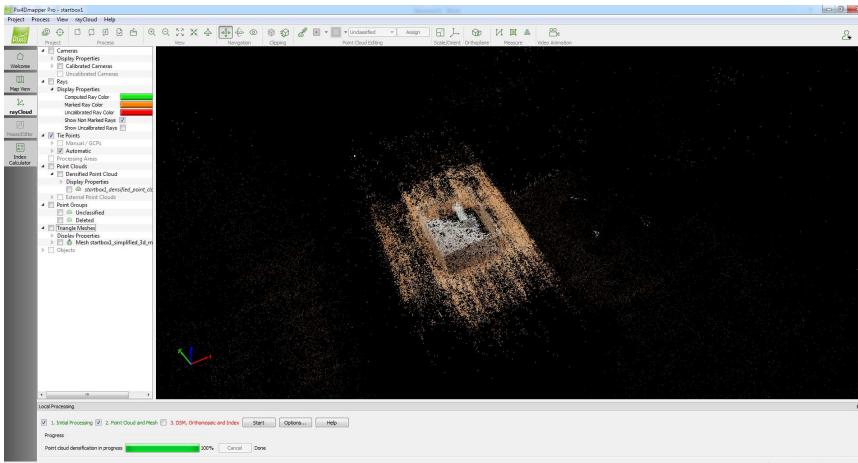
Obrázok 1: Dráha snímania videozáznamu.

Prvým krokom je získanie videzáznamu daného objektu. Na ukážku si zoberme jednoduchý objekt, v našom prípade krabici s textom. Objekt zosnímame postupne zo všetkých strán pohybom okolo objektu. Zboku, pod cca 45° uhlom, aj zvrchu. Pod vedením učiteľa sa žiaci môžu pokúsiť vytvoriť model na základe nedostatočne malého počtu fotozáberov (krátky, rýchle snímaný video) – výsledkom bude deformovaný, zašumený a nekompletný model.

Následne môžeme pristúpiť k volbe vhodného softvéru. V našom prípade sme použili fotogrametrický softvér Pix4Dmapper Pro. Podporuje rôzne druhy kamier, napr. RGB, multispektrálne, alebo termálne. Pix4D mapper Pro umožňuje hlavne desktopové a clouдовé spracovanie, generovanie 3D mračien bodov a ich klasifikáciu, generovanie 3D textúrovaných modelov, ale aj 2D merania a 2D vektorové výstupy. Existuje viacero softvérových produktov, ale nie všetky sú freeware a mnohé sú finančne náročné.

Spomedzi platených produktov nám ako „víťaz“ vyšiel Agisoft, dnes už známi ako Agisoft Metashape. Pix4D mapper Pro má aj ďalšiu, pre nás významnú výhodu – dosahuje veľmi dobré výsledky pri sakrálnych stavbách, aj pri múzejných artefaktoch, teda drobných predmetoch.

V prvom kroku si pri importe videozáznamu musíme nastaviť počet snímok, ktoré softvér automaticky podľa fps vyselektuje z videozáznamu. Dráhu snímania videozáznamu ukazuje obrázok 1. Tu už vidíme aj jednotlivé fotozábery, ktoré softvér vybral z videozáznamu a z ktorých sa model vytvoril. Postupmi fotogrametrie softvér spracuje tzv. tie poits, ktoré ešte nie sú mračnom bodov, ale z nich sa mračno bodov – tzv. point cloud – vytvorí. To už môžeme vidieť na obrázku 2.



Obrázok 2: Tie points – hore a point clouds – dole.

Obrázok 3: Vytvorený model – vľavo, výrazné orezanie tie pointov – v strede  
a následne vytvorený chybný model – vpravo.

Pomocou triangle meshes sa vytvorí model objektu. Ten nemusí byť striktne vždy dokonalý, naopak, často ho je treba ešte dodatočne upraviť. Úpravu vykonáme manuálnym odstránením tie pointov a opäťovným mash-ovaním. Tiež musíme dbať aj na to, že výrazným orezaniu tie pointov môže objekt stratiť celistvosť. Tieto prípady vidíme na obrázku 3. Je dôležité ešte spomenúť, že vyšie prezentovaný model vznikol z celkovo 1 000 fotozáberov.

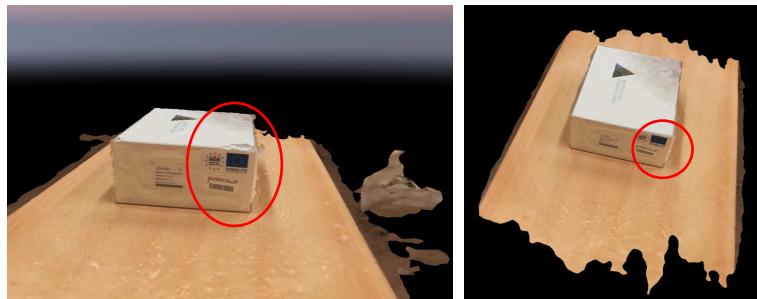


Obrázok 4: Model vytvorený z 500 fotozáberov – vľavo a upravený model – vpravo.

Čas jeho vytvorenia (len výpočty realizované 12adrovým procesorom s 32 GB RAM) je cca 10 – 12 hodín. Preto je vhodné zvážiť aj pomer medzi počtom záberov a časom potrebným na vytvorenie modelu. Všeobecne platí: čím viac záberov, tým kvalitnejší model, ale aj toto tvrdenie má svoje hranice. Pri veľkom počte záberov model bude mať zhoršenú kvalitu. Kde konkrétnie sa táto hranica pohybuje je silne závislé od kvality videozáznamu, osvetlenia, presnosti snímania ale aj veľkosti objektu. V našom prípade by sa negatívne prejavil počet záberov vyšší ako 2 000. V nasledujúcim texte si bližšie ukážeme výsledný model vytvorený z rôzneho počtu fotozáberov.



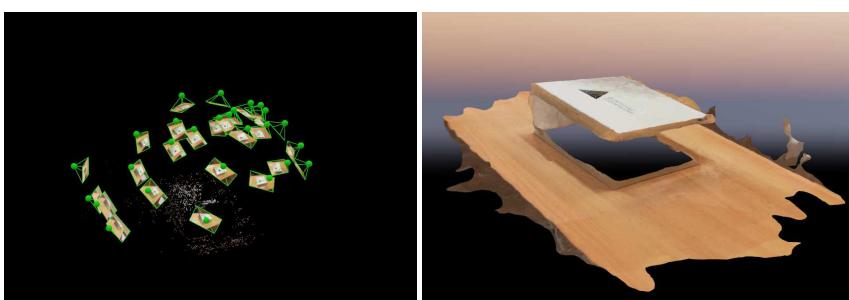
Obrázok 5: Model vytvorený z 250 fotozáberov – vľavo a upravený model – vpravo.



Obrázok 6: Model vytvorený zo 100 fotozáberov – vľavo a upravený model – vpravo.

Z obrázka 6 je vidieť, že počet snímkov 100 je už nedostatočný, keďže model disponuje chybami, ktoré sú viditeľné aj po úpravách. Tieto by sa dali odstrániť ďalšími jemnými úpravami, avšak už hrozí tzv. zvlnenie povrchu. Z obrázka 7 je jasné, že 50 snímkov na tvorbu modelu nepostačuje. Dokonca, na vytvorenie modelu sa ani nedali použiť všetky snímky, keďže softvér medzi nimi nenašiel dostatočný počet totožných bodov. Z 50 snímkov sa mohlo využiť iba cca 27. To ilustruje obrázok 7 vľavo.

Dané postupy sú rovnako dobre aplikovateľné na základných, ale hlavne na stredných školách. V súčasnosti ľahko dokážeme vylúčiť prvky IKT z výchovno-vzdelávacieho procesu a každodenného života. Keďže získanie fotografií a videozáznamu nie je problém (telefóny, tablety...) a ani softvérové vybavenie nie je finančne náročné, aj implementácia do vyučovacieho procesu je lacná, ale pritom efektívna.



Obrázok 7: Model vytvorený z 50 fotozáberov – vpravo a vytvorený model – vpravo.

#### 4 Záver

Tvorba 3D modelov sa v súčasnosti stala veľmi populárnoch. Prispel k tomu rozvoj výpočtovej techniky a nárast výpočtového výkonu. Ukázali sme, že tvorba modelov je jednoducho implementovateľná do vyučovacieho procesu. Má súčasné špecifická (získanie fotografií, snímanie videozáznamov), ale získané výsledky nemusia slúžiť iba ako povinná školská úloha, ale môžu mať aj praktický význam – 3D tlač modelov, archivácia modelov a podobne.

Tento článok vznikol v rámci projektu KEGA: 012TTU-4/2018 – Interaktívne animačno-simulačné modely vo vzdelávaní.

#### Zoznam použitej literatúry

1. Fotogrametrický softvér *Pix4Dmapper Pro*. geopriestor.sk. 2019. [on-line] <[https://www.geopriestor.sk/produkt/fotogrametricky-softver-pix4\\_dmapper-pro/](https://www.geopriestor.sk/produkt/fotogrametricky-softver-pix4_dmapper-pro/)>.
2. FRAŠTIA, M.: *Fotogrametria v mapovaní, stavebníctve, urbanizme a priemysle*. 2019. [on-line] <[https://www.kvk.sk/fileadmin/templates/downloads/Zborn%C3%ADK\\_refer%C3%A1tov\\_ku\\_KS\\_z\\_IG/10\\_Fraštia.pdf](https://www.kvk.sk/fileadmin/templates/downloads/Zborn%C3%ADK_refer%C3%A1tov_ku_KS_z_IG/10_Fraštia.pdf)>.
3. PRÚCHA, J. *Alternativní školy a inovace ve vzdělaní*. Praha : Portal, 2001. ISBN 80-7178-584-9.
4. ŠTÁTNY PEDAGOGICKÝ ÚSTAV. *Štátny vzdelávací program*, Informatika, Príloha isced\_3.
5. TRHAN, O. – FRAŠTIA, M.: Skúsenosti zo spracovania údajov v aplikáciach Photoscan a UAS Master. In *Technológie priestorového modelovania krajiny a objektov – prístupy a aplikácie*. 2014. Bratislava. [on-line] <[https://is.stuba.sk/vv/pub\\_priloha.pl?id=294014](https://is.stuba.sk/vv/pub_priloha.pl?id=294014)>.

Recenzoval: Ing. Ladislav Tóth, PhD.

#### Kontaktná adresa

PaedDr. Czakóová Krisztina, PhD.  
Katedra informatiky, Univerzita J. Selyeho  
Bratislavská cesta 3322, 945 01 Komárno  
e-mail: czakooval@ujs.sk

Ing. Ondrej Takáč, PhD.  
Katedra informatiky, Univerzita J. Selyeho  
Bratislavská cesta 3322, 945 01 Komárno  
e-mail: takaco@ujs.sk

# MÖGLICHKEITEN ZUR PRÜFUNG DES INFORMATIKVERSTÄNDNISSES BEI SCHÜLERN DER GRUNDSCHULE

Lucie BRYNDOVÁ, CZ

**Abstrakt:** Der derzeitige globale Trend zur Umsetzung der Entwicklung des Informatikverständnisses im Lehrplan führt unter anderem zu einer Diskussion über die Bestimmung des Niveaus eines solchen Verständnisses bei Schülern an Grund- und Mittelschulen. Die Entwicklung standardisierter Mittel und Methoden zur Förderung und Erprobung des Informatikverständnisses bei Schülern der Grund- und Sekundärschulen ist eines der aktuellsten pädagogischen Themen weltweit. Ziel dieser Forschung war es, eine Reihe von Aufgaben zu entwickeln, mit denen die Voraussetzungen und Fähigkeiten im Bereich Informatikverständnis (IV) bei Schülern tschechischer Grundschulen unter Anwendung der pädagogischen Robotik als Hilfsmittel geschaffen werden. Die Tschechische Republik überprüft derzeit zusammen mit vielen europäischen Ländern die bestehenden Informatiklehrpläne an Primär- und Sekundärschulen, um die nationale Informatikkompetenz zu erweitern und die Entwicklung des IV in der Grundschulbildung zu integrieren.

**Schlüsselwörter:** Informatikverständnis, Schüler der Grundschule, Informatik in der Grundschule, Überarbeitung des Informatiklehrplans, Prüfung des Informatikverständnisses.

## POSSIBILITIES OF TESTING THE LEVEL OF INFORMATIVE THINKING FOR PRIMARY SCHOOL PUPILS

**Abstract:** The current global trend of implementing the development of computer thinking in curricula brings, among other things, a discussion of determining the development of the level of computational thinking within primary and secondary school students. The Czech Republic, together with many European countries, is currently reviewing existing computing curricula at the primary and secondary level in order to expand national computational literacy and integrate the development of CT into the basic education. The subsequent development of standardized tools and methods for the development and testing of computational thinking in primary and secondary school pupils is one of the most current pedagogical topics in the world context. The aim of this research was to map and describe the prerequisites

for the development of a standardized tool assessing the assumptions of skills in the field of computational thinking in Czech primary school pupils.

**Keywords:** computer thinking, primary school pupils, computer science at primary school, revision of computer science curriculum, testing of computer thinking

## 1 Einleitung

Derzeit verändert sich der weltweite Unterricht der Informatik und Programmierung radikal im Konzept und die Lehrpläne werden überarbeitet. Seit 2006, als Jeannette Wing erstmals das erste Konzept zur Entwicklung des Informatikverständnisses (IV) vorgeschlagen hat und dessen Anwendung als Bildungsbestandteil erwogen wurde, ist das IV Gegenstand einer kontinuierlichen akademischen Debatte. Obwohl die genaue Definition des Informatikverständnisses und seiner Komponenten nach wie vor ein viel diskutiertes und kontroverses Thema ist, hat diese eine Reihe von Ländern zu Bildungsreformen und Lehrplanrevisionen veranlasst.

Mit der Entwicklung des Informatikverständnisses in Schulen stellt sich die Frage nach dessen Prüfung. Seit mehr als einem Jahrzehnt laufen organisierte Initiativen, um Algorithmen sowie die Programmier- und Informatikfähigkeiten bei Schülern an Grund- und Sekundärschülern zu ermitteln. Viele Länder versuchen daher, spezifische diagnostische Mittel zu entwickeln, die sich direkt auf das Testen des IV konzentrieren. In unserer Arbeit konzentrieren wir uns auf die Erstellung von Testfragen, die eine umfassende Prüfung des Informatikverständnisniveaus ermöglichen.

## 2 Gesetzgebende Definition des Informatikverständnisses und dessen Testmöglichkeiten

Allgemein wird das Informatikverständnis als Fähigkeit definiert, mit den Mitteln und Methoden der Informationstechnologie die ideale Lösung für ein Problem zu finden (MSMT, 2019). In der Bildung und Pädagogik gilt das Informatikverständnis im Allgemeinen als Voraussetzung für eine effektive Programmierung, und dessen Entwicklung sollte den Schülern helfen, sich im Informatikbereich weiterzuentwickeln und sich leichter an neue Informationstechnologien anzupassen.

Trotz der Tatsache, dass die genaue Definition des Begriffs IV-Denken seit Jahren Gegenstand internationaler Diskussionen ist, sind sich die meisten Autoren über die Notwendigkeit einig, die Entwicklung des IV in staatlichen Lehrplänen und Bereichen umzusetzen, die mit dem IV-Konzept zusammenhängen (Bocconi, 2018).

Für die Zwecke der Didaktik und staatlichen Gesetzgebung geht man von den Definitionen der CSTA (Computer Science Teachers Association) und ISTE (International Society for Technology in Education) aus, die in Zusammenarbeit mit akademischen Mitarbeitern im Jahr 2010 eine Liste grundlegender Komponenten erstellt haben, die unter dem Begriff IV-Denken zusammengefasst werden können (CSTA & ISTE, 2011). Die grundlegendsten Teile des Informatikverständnisses können schematisch als Fähigkeit zur Algorithmisierung, Zerlegung, Verallgemeinerung, Bewertung und Abstraktion dargestellt werden (Bocconi, 2016).

Spezifische Konkretisierungen sind in der Regel Gegenstand der nationalen Bildungspolitik. Gerade aufgrund der diametralen Unterschiede bezüglich der Herangehensweise an das Informatikverständnis-Konzept zwischen einzelnen Staaten ist es angebracht (Bocconi, 2018), sich zu Ermittlungszwecken des IV-Niveaus in Grundschulen auf die relevanten Bildungsbereiche, erwarteten Ziele und andere angemessene Dokumente zu stützen.

## 2.1 Definieren des Informatikverständnisses und seiner Bereiche

In der Gesetzgebung bedeutet Informatikverständnis normalerweise eine Reihe von Schlüsselkompetenzen und Merkmalen auf dem Gebiet der Informatik, Programmierung und der Lösung komplexer Probleme, die die Schüler während der Grundausbildung erwerben sollten (MSMT, 2014). Ziel der Lehrplanrevisionen, die die Entwicklung des Informatikverständnisses in staatlichen Lehrplänen umsetzen, ist die Erneuerung des Grundbildungsinhalts, um der fortschreitenden Entwicklung digitaler Technologien und den Anforderungen des modernen Arbeitsmarktes gerecht zu werden.

Auch in der Tschechischen Republik sich die Entwicklung von IV-Kompetenzen im nationalen Lehrplan widergespiegelt, nämlich in *Die Strategie der Bildungspolitik in der Tschechischen Republik bis zum Jahr 2020*. In dieser Reform wurden Änderungen des Rahmenlehrplans im Bereich Informatik und ICT an Primär- und Sekundärschulen vorgeschlagen, die den vom Europäischen Parlament und Rat empfohlenen Anforderungen an die digitale Kompetenz entsprechen, einschließlich des Informatikverständnis-Konzepts in der nationalen Grundschulbildung.

Gegenwärtig definiert das Ministerium für Schulwesen, Jugend und Körpererziehung das Informatikverständnis-Konzept als eine Reihe von Computerkompetenzen im Zusammenhang mit dem Einsatz von Technologien, die zur Lösung komplexer Probleme aus einer Vielzahl von Disziplinen bestimmt sind, und die gleichzeitig auch das Verständnis und Denken über natürliche und künstliche Systeme und Prozesse umfassen (MSMT, 2019).

Man kann sagen, dass das Ministerium für Schulwesen, Jugend und Körpererziehung zu einem umfassenderen Informatikverständnis-Konzept tendiert. Dies bedeutet, dass es dieses Informatikverständnis als einen Prozess versteht, der in einer Vielzahl von Lebenssituationen anwendbar ist und daher über ein interdisziplinäres Potenzial verfügt. Es ist daher angebracht, diese These bei der Erstellung der Testfragen in Betracht zu ziehen.

## 2.2. Informatikverständnisniveau

Die meisten Autoren, die sich um die Erstellung des zur Messung der IV-Entwicklung bestimmten Tests bemühen, neigen aufgrund der unklaren Definition des Begriffs Informatikverständnis dazu, die Teilkomponenten des IV zu testen. Eine der Beweggründe für diese Konkretisierung ist die Festlegung didaktischer Ziele, die spezifisch, messbar, machbar, akzeptabel, realistisch und terminiert sind, was ein wichtiger Ausgangspunkt für eine qualitativ hochwertige angewandte Lehre ist.

Die europäischen staatlichen Lehrpläne, einschließlich der oben genannten tschechischen Überarbeitung, basieren im Allgemeinen auf den Definitionen von CSTA & ISTE. Ihr Dokument *Operational Definition of Computational Thinking for K-12 Education* definiert insgesamt sechs Fähigkeiten und Fertigkeiten, die die Grundlage für das IV bilden, wodurch das gesamte Konzept um fünf damit verbundene Merkmale und Einstellungen erweitert wird. Diese relativ weit gefassten Definitionen der IV-Komponenten wurden später von vielen Autoren grundsätzlich zum Testen und Entwickeln der einzelnen IV-Komponenten im schulischen Umfeld überarbeitet und reduziert (CSTA & ISTE, 2011).

Es ist offensichtlich, dass das vom Bildungsministerium vorgestellte tschechische IV-Konzept auf der Definition von CSTA & ISTE basiert. In dem Dokument Kurzdefinition der digitalen Kompetenzen und Informatikverständnisses listet das Ministerium für Schulwesen, Jugend und Körpererziehung insgesamt sechs Bereiche von Fähigkeiten, Fertigkeiten und Einstellungen auf, die ein mit Informatikverständnis arbeitender Schüler zur Lösung der vorgestellten Probleme anwenden sollte. Um einen Test zur Messung der IV-Entwicklung bei Schülern in der ersten Stufe der Grundschule zu erstellen, haben wir diese Bereiche vereinfacht, indem wir deren aktive Wörter und Schlüsselphrasen dargelegt haben.

In der Vergleichstabelle 1 sind die IV-Komponenten gemäß CSTA & ISTE und dem Ministerium für Schulwesen, Jugend und Körpererziehung sowie die Schlüsselwörter und Ausdrücke aufgeführt, die in den entsprechenden Dokumenten gemäß Chen (2017) sowie in den jeweiligen Beschreibungen gemäß Bocconi (2016) verwendet wurden.

| Ministerium für Schulwesen, Jugend und Körpererziehung  |                 |                                    |
|---|-----------------|------------------------------------|
| Ursprüngliche Definition  | Schlüsselwörter | Entsprechender IV-Bereich          |
| (Abstrakte) Formulierung von Problemen hinsichtlich ihrer Lösbarkeit                              | -----           | Abstraktion                        |
| Daten und Informationen gewinnen, aufzeichnen, organisieren, strukturieren und übertragen         | Daten           | Datenverarbeitung                  |
| Zerlegung von Systemen und Prozessen, Aufdeckung ihrer Beziehungen und Modellierung der Situation | Modellierung    | Modellierung                       |
| Formulierung von Verfahren und Lösungen   | Formulierung    | Algorithmisierung                  |
| Formale Beschreibungen erstellen  | Syntax          | Syntax, Programmierung             |
| Testen, Analysieren und Bewerten von betrachteten Lösungen  | Bewertung       | Auswertung, Optimierung, Debugging |

**Tabelle 1:** Definition der Informatikverständniskomponenten

Obwohl die Sichtweise des Ministeriums für Schulwesen, Jugend und Körpererziehung größtenteils das IV-Grundkonzept im weiteren Sinn widerspiegelt und das IV in der Regel als eine Denkweise versteht, die in einer Vielzahl von Disziplinen anwendbar ist, einschließlich von Situationen, in denen keine Programmiersprache verwendet werden muss, ist trotzdem klar, dass die Programmierung einer der Schlüsselbereiche der neuen Reform ist.

Die Syntaxkomponente ist einer der wichtigsten Punkte bei der Einführung der IV-Entwicklung im staatlichen Lehrplan. Aus diesem Grund sollte bei der Erstellung des IV-Tests nicht die Fähigkeit vernachlässigt werden, eine bestimmte formale Programmiersprache verwenden zu können. Diese These wird jedoch durch das inländische Lehrplansystem erschwert, das den Schulen ermöglicht, eine Programmiersprache zu wählen und den Schullehrplan nach ihren individuellen Mitteln und den Fähigkeiten der Lehrer zu erstellen (Klement, 2018).

### 2.3 Möglichkeiten zum Testen des Informatikverständnisses

Eines der Hauptthemen im Rahmen der akademischen Diskussion unter den Informatiklehrern waren in den letzten Jahren die Forschungen, die sich auf die Möglichkeiten zur Bestimmung des Informatikverständnisniveaus bei Schülern konzentrieren. Der europäische Vorreiter in diesem Bereich ist Spanien, wo das Thema der IV-Entwicklung bei Schülern an Grundschulen schon seit 2015 diskutiert wird. Heutzutage gewinnen auch andere Länder im Bereich gezielte Tests zunehmend an Bedeutung, einschließlich der Vereinigten Staaten (Bocconi, 2018).

Derzeit gibt es in der Tschechischen Republik keine systematischen Tests für die IV-Kenntnisse von Schülern, mit Ausnahme einer Untersuchung aus dem Jahr 2018, die sich auf Schüler der neunten Klasse und deren individuelle Wahrnehmung von digitalen Kompetenzen konzentriert hat. Den Ergebnissen dieser Forschung zufolge waren die Schüler von ihren digitalen und rechnerischen Fähigkeiten überzeugt (Klement, 2019). Im Rahmen der Untersuchung wurden jedoch nicht die tatsächlichen Fähigkeiten der Schüler bewertet, sondern nur die individuelle Wahrnehmung ihrer Fähigkeiten.

Im Allgemeinen unterscheiden wir vier Kategorien von Instrumenten, mit denen die IV-Entwicklung bei Schülern bewertet wird, nämlich den didaktischen Test, der aus offenen oder geschlossenen Fragen besteht, die Bewertungsanalyse des Schülerportfolios, das Interview und die Untersuchung (Tang, 2020). Die jeweiligen Herangehensweisen an das IV-Testen unterscheiden sich im Testschwerpunkt und in der Eignung für den Einsatz in verschiedenen Umgebungen.

Die Anwendung des didaktischen Tests mit einer kombinierten Form von offenen und geschlossenen Fragen scheint am besten geeignet zu sein, um den Entwicklungsstand des Informatikverständnisses bei Schülern der Grundschule umfassend zu testen. Didaktische Tests eignen sich für die Notwendigkeit einer schnellen Bewertung der Situation und eines Leistungsvergleichs zwischen Schülern, beispielsweise im Eingangstest. Der bekannteste Test, der sich auf das Informatikverständnis konzentriert, ist der

„Bobřík programování“ /Programmierwettbewerb/, der sich auf die allgemeinen Informatikvoraussetzungen der Schüler konzentriert.

Einige Autoren stellen jedoch die Frage, ob es überhaupt angemessen ist, das Informatikverständnis so zu bewerten, dass man das während des Bildungsprozesses erworbene Wissen der Schüler prüft (Tang, 2020). Sie weisen somit auf die breite Definition des Informatikverständnisses hin, in der dieses in erster Linie als kognitiver Denkprozess verstanden wird, wobei dies in der Bewertung berücksichtigt werden sollte.

### 3 Fazit

Bei der Erstellung eines Tests zur Messung des IV-Niveaus muss nicht nur auf ausländische Testerfahrungen zurückgegriffen werden, die einen umfassenden Überblick über den aktuellen Stand dieses Problems im Bildungsparadigma bieten, sondern gleichzeitig auch auf die relevanten staatlichen Lehrplandokumente.

Im tschechischen Umfeld ist es nicht möglich, sich beim Erstellen eines universellen IV-Tests, der allgemeine diagnostische Eigenschaften beinhaltet, nur auf eine formale Programmiersprache zu konzentrieren. Es bietet sich eine Anwendung alternativer Aufgaben an, welche die universellen Syntaxgrundlagen von Programmiersprachen verwenden, wobei der Schwerpunkt auf der Fähigkeit des Schülers liegt, die Bedeutung und Genauigkeit der Aufgabe zu verstehen.

Eine Analyse der relevanten Quellen zeigt, dass es für eine empirische Untersuchung im Bereich IV vorteilhafter erscheint, eine Kombination der angebotenen Techniken und Methoden zu wählen. Um den Istzustand des IV-Niveaus genauer zu untersuchen, scheint eine kombinierte Prüfung und Anwendung eines diagnostischen Tests die optimale Strategie zu sein.

*Diese Forschung ist Teil einer Arbeit, die vom Internal Grant Competition (IGA) der Palacky University im Rahmen des Stipendiums mit der ID IGA\_PdF\_2020\_005 finanziert wird.*

### References

1. BOCCONI, S., CHIOCCARIELLO, A. AND EARP, J. *The Nordic approach to introducing Computational Thinking and programming in compulsory education.* Report prepared for the Nordic@BETT2018 Steering Group, 2018.
2. BOCCONI, S., CHIOCCARIELLO, A., DETTORI, G., FERRARI, A., ENGELHARDT, K. *Developing computational thinking in compulsory education – Implications for policy and practice,* 2016.
3. CSTA & ISTE. *Operational Definition of Computational Thinking for K-12 Education.* 2011.

4. Klement, M. 2018. Traditional topics for the framework educational programme focused on ICT area, and the perception of these topics by the primary school ninth grade pupils. *Journal of Technology and Information Education*, 10(1), 43-62.
5. MSMT, *Education Policy Strategy of the Czech Republic until 2020.* 2014.
6. MSMT, *Framework educational program for the field of education, 72 – 41 – M/01 Information services.* Prague: MSMT, 2019
7. Tang, Xiaodan, Yue YIN, Qiao LIN, Roxana HADAD a Xiaoming ZHAI. Assessing computational thinking: A systematic review of empirical studies. *Computers & Education.* 2020, 148. DOI: 10.1016/j.compedu.2019.103798. ISSN 03601315.
8. Wing, J. *Computational thinking.* *Communications of the ACM*, 49(3):33–35, 2006.

**Reviewed by:** doc. RNDr. Petr Šaloun, Ph.D.

### Contact address

Mgr. Lucie Bryndová  
University Palacky  
Křížkovského 511/8, 779 00  
Olomouc, Czech Republic  
e-mail: lucie.bryndova01@upol.cz

# TEACHING INTRODUCTORY PROGRAMMING BY CREATING ANIMATIONS WITH SCRATCH

BERNÁT Péter, HU

**Abstract:** In teaching introductory programming, teacher can choose from several major areas depending on the interests and abilities of the students. One of them is creating animations which I will first introduce regardless of the programming language or the problem types. I will then describe in detail the solving methods and language elements needed to solve the three problem types I have defined through the use of the Scratch programming language. These three problem types are simple interactive animations, single-scene and multi-scene animations. Finally, from a didactic point of view, I will generally evaluate teaching introductory programming through creating animations.

**Keywords:** introductory programming, creating animations, Scratch

## 1 Introduction

By the 21st century, public education must adapt to substantial social and technological changes. In addition to the transfer of lexical knowledge, developing key competences is becoming more and more important. Many researchers argue that computational thinking needs to be an essential part of every child's education [1].

An article by Péter Szlávi and László Zsakó gives an overview of the teaching methods that can be used in teaching programming [2]. According to the authors, the problem-type-oriented method is the only one recommended for everyone within public education. It chooses its problems from overlapping problem types so that they gradually introduce new language elements and solving methods while constantly repeat the previous ones.

The problem types of the problem-type-oriented method can be selected from a number of major areas. Choosing an area is called teaching strategy [3]. Possible teaching strategies include turtle graphics, robotics [4], creating animations and game development [5].

In my article, I will first introduce creating animations regardless of the programming language or the problem types. In this section, I will always indicate in parentheses those programming languages among ScratchJr, Scratch and Alice that have the feature mentioned in the text.

I will then describe in detail the solving methods and language elements needed to solve the three problem types I have defined through the use of the

Scratch programming language. These three problem types are simple interactive animations, single-scene and multi-scene animations. The solving methods will be presented in separate sections, while the necessary Scratch language elements will be written in italics.

Finally, from a didactic point of view, I will generally evaluate teaching introductory programming through creating animations.

## 2 Overview of creating animations

Using programming students can create single-scene or multi-scene animations with one or more objects. These objects can be characters and props as well. Because separately controllable objects are required, only object-based (ScratchJr and Scratch) or object-oriented (Alice) programming languages can be used. Some of the educational languages suitable for creating two-dimensional animations (ScratchJr and Scratch), while with others three-dimensional animations can be made (Alice) (Figure 1). In the three-dimensional space, in addition to the objects, the camera that determines the point of view must also be controlled.



**Figure 1:** A two-dimensional animation in ScratchJr,  
and a three-dimensional one in Alice

### 2.1 Properties of objects

The basic properties of objects include their appearance, location, direction, size, and visibility (visible or invisible). The appearance of two-dimensional objects is determined by one (ScratchJr) or more (Scratch) costumes. Multiple costumes usually depict the object in different postures and can be used to animate objects without moving. As for three-dimensional objects, by moving individual parts of their bodies, different postures can be created (Alice).

## 2.2 Actions of objects

Most of the objects' built-in commands are for changing their properties (ScratchJr, Scratch and Alice) or querying them (Scratch and Alice). Whether we are animating an object in place or by moving, the activity is often repetitive, which is usually organized with a counting loop (ScratchJr, Scratch and Alice), or in rare cases with a conditional loop (Scratch and Alice). Complex sequences of actions should be divided into procedures for clarity and reusability (Scratch and Alice). With event handling (ScratchJr, Scratch and Alice) or conditions (Scratch and Alice), animations can be enriched with interactive elements.

## 2.3 Timing actions

Actions of the objects need to be timed precisely. In very simple animations, all activities can be adjusted to the first moment (ScratchJr, Scratch and Alice). However, for more complex animations, this can result in a program that is unclear and difficult to modify later. Instead, it is worth keeping the actions in sync with sending messages between the objects (and the stage) (ScratchJr, Scratch and Alice).

## 2.4 Breaking animation into scenes

In the case of multi-scene animation, there are several ways to change the scene. If separate pages with different objects on them can be created in the programming environment, it is enough to switch to the corresponding page with a single instruction (ScratchJr). If this is not possible, a new scene can be started by changing the background and hiding or showing the appropriate objects (Scratch) in two dimensions, or by moving the camera to a new location in the three-dimensional space (Alice). For the sake of clarity, each scene should be put into a separate procedure (Scratch and Alice).

## 3. Creating animations in the Scratch programming language

In the Scratch<sup>1</sup> programming environment, students can create object-based and event-driven multimedia programs. It has been developed by the American MIT Media Lab since 2002 and its current version is 3.0. It has both online and desktop versions and is free to use.

The objects in Scratch are the movable sprites and the full-screen Stage. The most important properties of the sprites are their place and direction, the costume they are currently wearing (they can have multiple costumes), their size, and their visibility (visible or invisible). The main property of the Stage is its current backdrop (Figure 2).



**Figure 2:** Sprites and the Stage in a Scratch program: the two creatures, the laptop and the space shuttle are sprites in front of the Stage's planet backdrop.

### 3.1 Simple interactive animations

My first problem type includes animations in which the sprites react to a mouse click or a key press by changing their costume or playing a sound. The idea came from the old amusement park shooting-galleries in which, in the event of a hit, the creatures with a mechanical structure had moved for a short time.



**Figure 3:** Emoji maker

### Event handling

For example, the emoji maker shown in Figure 3 is a simple interactive animation, in which user can press keys to toggle between backgrounds and the different looks of the Eyes, Mouth, and Cap sprites in order to create humorous faces. I created the program by transforming the work<sup>2</sup> of a Scratch user.

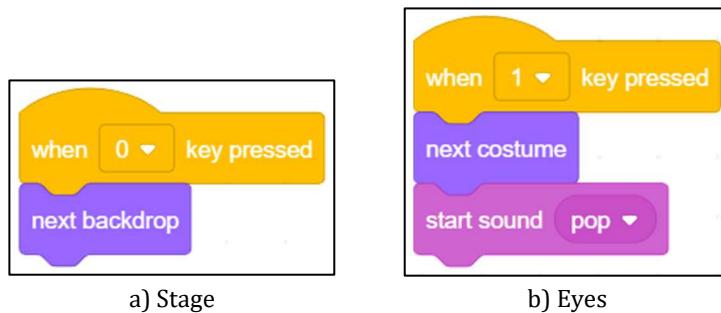
For each image part, two programming language elements are sufficient: the corresponding key press must be detected (*when ... key pressed*), and then the backdrop or costume must be switched (*next backdrop/costume*).

<sup>1</sup> <http://scratch.mit.edu>

<sup>2</sup> <https://scratch.mit.edu/projects/99608650>

<sup>3</sup> <https://scratch.mit.edu/projects/14888671>

In the example, changing parts of the face is accompanied by a sound effect (*start sound ...*) (Figure 4).  
See full program at: <https://scratch.mit.edu/projects/160782087>



**Figure 4:** Pressing the 0 key sets the next backdrop of the Stage, while pressing the 1 key sets the next costume of the Eyes

### Animation with repeated costume changes

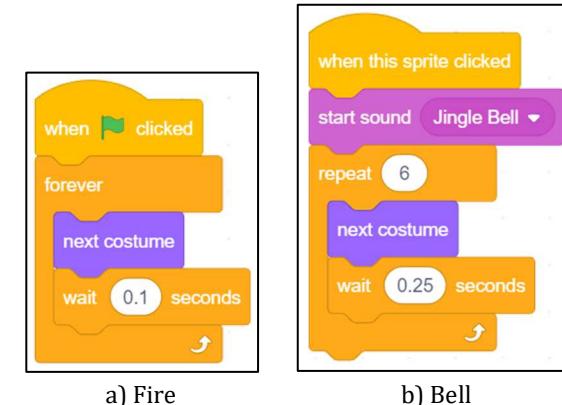
Those interactive animations in which sprites start animating by repeatedly changing their costumes are more spectacular. On the Christmas greeting card in Figure 5, which is also a modified version of a Scratch user's project<sup>3</sup>, the flames of the Fire are constantly dancing in the fireplace, and a mouse click can activate the Bell, which starts ringing, the TV, which shows a short scene of a cartoon, and the Christmas tree, on which the lights start to flash.



**Figure 5:** Interactive Christmas greeting card

Since the start of the program, the Fire constantly changes its different costumes with some delay (*wait ... seconds*) in a *forever* loop. The Bell, with one of its costumes tilted to the left and the other to the right, makes six swings in a counting *repeat* loop when *clicked* (Figure 6). Other objects in the room can be brought to life in a similar way.

See full program at: <https://scratch.mit.edu/projects/160797454>



**Figure 6:** The Fire changes its costumes continuously from the beginning of the animation, and the Bell changes its costumes six times after being clicked.

### 3.2 Single-scene animations

In single-scene animations, moving sprites play some short story. As an example, I created an animated greeting card again. In the ironic scene, the Princess walks over to the Prince, and inquires about her Valentine's Day gift. The gift is quite disappointing, so she leaves offended, while a Happy Valentine's Day greeting text appears (Figure 7).



**Figure 7:** The last moment of the Valentine's Day greeting card

## Moving a sprite in a straight line

In Scratch, *move ... steps* and *glide ... secs to x: ... y: ...* commands can be used to move a sprite in a straight line. *Move* moves the sprite by the distance specified in the parameter in the current direction of the sprite. Because its effect is immediate, it is typically used for short movements, which is then repeated with a counting loop as many times as necessary.

At the beginning of the animation in question, the Princess walks down the stairs in two steps: first from the top to the turn of the stairs, and then to the ground floor, both times in a straight line. Figure 8 shows a part of the program implementing the movement in the first step. After setting the starting position (*go to x: ... y: ...*) and direction (*point in direction ...*), the Princess is *shown* (it disappears at the end of the animation) and then moved to the turn of the stairs with a counting loop. Within the loop, we also alternate between two costumes that depict her with two different postures.

The *glide* command, unlike the *move*, moves the sprite to a specified location regardless of its current location and direction. This movement is continuous, and its duration can be set. However, if the sprite has other tasks during the movement (such as changing the costumes continuously), it can only do so in another procedure that is started simultaneously with the *glide* command and runs in parallel with it. Therefore, in the previous example, using the *move* command seemed more functional.

## Timing actions

Within a scene, it is common that a sprite must do something exactly after another sprite has finished some activity.

For example, the two protagonists of the Valentine's Day greeting card must start a conversation right after the Princess has walked down the stairs. The Princess therefore *sends a broadcast (dialog)* at the right moment in order to have the Prince and herself (*when I receive ...*) start their own procedures of the dialog. Similarly, the Princess must run away exactly after the Prince has finished speaking, so the Prince signals the Princess that it is time to go by another broadcast (*run*). This latter one is also received by the Caption, which causes it to appear (Figure 9).



**Figure 8:** Moving the Princess in a straight line with repeated costume changes



a) Princess



b) Princess



c) Prince

**Figure 9:** After the Princess arrives, she has herself and the Prince start their own procedures of the dialog by broadcasting *dialog*; when the dialog is over the Prince has the Princess run and the caption appear by broadcasting *run*

## Dialog

Finally, dialog is also a common part of a one-scene animation, in which the sprites' sentences need to be timed accurately. While one character says something (*say ... for ... seconds*), the other waits politely and then they change roles. Broadcasting (e.g. *dialog*) can make the two sprites start the dialog at the same time (Figure 9).

See full program at: <https://scratch.mit.edu/projects/396002523>

## 3.3 Multi-scene animations

Animations that tell longer stories typically take place in different locations. In this problem type, breaking the animation into scenes is the novelty. Then, each scene can be implemented as discussed in the previous problem type. For example, the first scene of the science-fiction story shown in Figure 10 takes place in space, while the second one on the surface of a planet.



**Figure 10:** Scene 1 and 2 of the animation "Programmer of planet XOR"

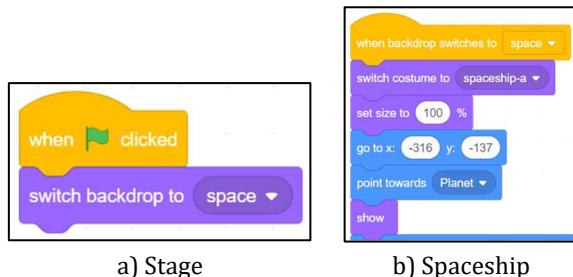
## Scenes

In Scratch, setting of a specific backdrop can be handled as an event (*when backdrop switches to ...*), so scenes can be started by setting the appropriate backdrop (*switch backdrop to ...*).

In the example the Stage sets the space backdrop, causing each sprite to initialize (e.g. appear or disappear depending on whether they have a role in scene 1) (Figure 11), and then their activities within the scene are timed by broadcasting as described in the previous problem type.

Later, the sprite who finishes scene 1 sets the planet backdrop to start scene 2. Scene 2 also consists of initialization and timed activities.

See full program at: <https://scratch.mit.edu/projects/403824010>



**Figure 11:** The Stage starts the first scene by setting the backdrop, which the Spaceship detects and initializes itself

## 4 Evaluation of creating animations

The basic concepts of object-based and object-oriented event-driven parallel programming can be introduced in an illustrative and comprehensible way with educational programming languages suitable for animations.

Among the control structures, the use of the counting loop is motivated, and in rare cases the conditional loop is needed. The use of selections may be necessary in interactive animations, especially if the appropriate event handler is missing from the programming language. Variables are rarely needed.

Creating animations can be appealing particularly for students interested in arts, but not in abstract problems. Keller and Pausch, for example, successfully used programming animations to motivate high school girls [6].

One of the benefits of this teaching strategy is that it can be easily linked to other school subjects: students can bring stories to life, make illustrations or presentations on almost any topic.

Exercises can motivate pair or group work especially if the required images and sounds have to be produced first.

After creating animations, teaching programming can be continued with game development, since games can be considered as interactive animations, during which further important programming concepts can be introduced.

*The research has been supported by the European Union, co-financed by the European Social Fund (EFOP-3.6.2-16-2017-00013, Thematic Fundamental Research Collaborations Grounding Innovation in Informatics and Infocommunications).*

## References

1. WING, J. M. Computational Thinking. *Communications of the ACM*, 2006., p. 33-35.
2. SZLÁVI, P. – ZSAKÓ, L. Methods of teaching programming. In *Teaching Mathematics and Computer Science*. Vol. 1, p. 247-257.
3. ZSAKÓ, L. – BERNÁT, P. Methods of Teaching Programming – Strategy. In *New Methods and Technologies in Education and Practice, XXXTH DIDMATTECH*, 2017., p. 40-52, ISBN: 978-80-568-0029-4.
4. BERNÁT, P. Robotika az általános iskolában és a RoboMind programozási környezet. In *INFODIDACT 2015*. Vol. 8, ISBN 978-963-12-3892-1.
5. BERNÁT, P. Feladattípusorientált játékfejlesztés a Scratch-ben. In *INFODIDACT 2017*. Vol. 10, ISBN 978-615-80608-1-3.
6. KELLEHER, C. – PAUSCH, R. Using storytelling to motivate programming. *Communications of the ACM*, 2007., Vol 50., p. 59-64.

## Contact address

BERNÁT Péter

ELTE Eötvös Loránd University, Budapest, Hungary

Faculty of Informatics, 3in Research Group, Martonvásár, Hungary

E-mail: bernatp@inf.elte.hu

ORCID iD: 0000-0002-3759-264X

# DIŠTANČNÉ VYUČOVANIE PREDMETOV INFORMATIKY A PROGRAMOVANIA

Silvia NÉMETHOVÁ, CZ; Veronika STOFFOVÁ, CZ, SK

**Abstrakt:** Príspevok sa zaobrá možnosťami využitia digitálnych a on-line technológií a interaktívneho edukačného softvéru, elektronických učebníc a tútoriálov v dištančnom vzdelávaní v predmetoch informatiky, hlavne a programovania. Predpokladom efektívneho využívania digitálnych technológií je, že učitelia majú prístup k potrebným technickým zariadeniam a technológiám a majú dostatočnú digitálnu gramotnosť a kompetencie na ich využívanie. To isté sa predpokladá na strane edukanta, čo sa týka jeho technického a technologického vybavenia a tiež jeho používateľských kompetencií a zručností v používaní digitálnych technológií.

**Kľúčové slová:** Programovanie, vyučovanie programovania, edukačný softvér, digitálna technika, on-line technológie, on-line vzdelávanie, dištančné vzdelávanie.

## DISTANCE LEARNING OF IT AND PROGRAMMING SUBJECTS

**Abstract:** The paper deals with the possibilities of digital technology, online technology and interactive educational software for distance education in the teaching of computer science subjects, mainly subjects of programming. A prerequisite for the effective use of digital technologies is that teachers have access to the necessary technical equipment and technologies and have sufficient digital literacy and competence to use them. The same is assumed on the part of the educatees in terms of his technical and technological equipment as well as his user competencies and skills in the use of digital technologies.

**Keywords:** Programming, programming teaching and learning, educational software, digital technologies, online technologies, online education, distance education.

### 1 Úvod

Moderná škola neznamená len vybavenie školy modernými technickými zariadeniami a prístup k moderným vzdelávacím technológiám, ale predovšetkým efektívne využívanie tohto vybavenia na zvýšenie úrovne a efektivity vzdelávania. Vo vyučovaní informatiky a predmetov, ktoré s ňou súvisia to platí dvojnásobne. Nemôžeme predsa učiť o modernej digitálnej

technike, o moderných informačno-komunikačných a iných vzdelávacích technológiách bez ich požívania. Vývoj zreteľne ukazuje, že vplyv technológií na výučbový proces nemožno ignorovať a myslieť si, že dobrému pedagógovi jednoducho stačia teoretické poznatky získané počas vysokoškolskej prípravy a skúsenosti získané praxou (Pokorný, 2018; Koreňová, 2015). Pre moderného učiteľa „držať krok s vývojom“ znamená vnútornú potrebu permanentného celoživotného (samo)vzdelávania.

Technológie je však potrebné využívať efektívne a kvalitne. Je potrebné viest' edukantov vo využívaní technológií tak, aby im pomohli tak v osobnom živote na riešenie každodenných problémov, ako aj odbornom raste a v dosahovaní životných cieľov (Mišút-Pribilová, 2013). V súčasnej dobe sa informatika vyučuje podľa inovovaného štátneho vzdelávacieho programu, ktorý kladie mimoriadny dôraz na digitálnu gramotnosť nielen žiakov, ale kladie vysoké nároky aj na digitálne kompetencie učiteľov.

### 2 Výučba programovania

*Motto: Programovať sa môžeš naučiť len programovaním.  
(Stoffová)*

Programovanie znamená nielen súbor teoretických poznatkov o algoritnoch a programovaní ale aj znalosť programovacieho jazyka, programovacieho prostredia, systému jeho elementov (riadiacich štruktúr vo forme príkazov, ich syntaxe a sémantiky, údajových typov, údajových štruktúr a ich vnútornej implementácii, funkcií a podprogramov atď.) a ich zručné používanie. Programovať sa nenaučíme čítaním kníh o programovaní, ani namemorovaním niektorých algoritmov, príp. ich programových kódov, ale predovšetkým praktizovaním teoretických poznatkov – programovaním. Teda tvorbou optimálnych algoritmov a písaním a implementovaním efektívnych a funkčných programov.

Počas dištančného vzdelávania (z dôvodov pandémie) stúpol počet školení a webinárov, týkajúcich sa vyučovania pomocou IKT a využívania edukačných aplikácií. Tieto webináre poskytovala EduPage či IT akadémia, s ktorou spolupracovali firmy ako Microsoft či Siemens a nabádali učiteľov k využívaniu moderných technológií bez obáv zo zlyhania.

#### 2.1 Vyučovanie/učenie sa programovania s použitím elektronických učebníc

Informatika je veda, ktorá sa neustále vyvíja, mení a prináša novinky. V školstve pre daný predmet preto veľakrát nie sú v ponuke aktualizované učebnice v klasickej forme, keďže nie je jednoduché držať krok s jej rozvojom

a zmenami. Toto je jeden z dôvodov, prečo učitelia siahajú po elektronických učebniciach, ktoré sú jednoduchšie na aktualizáciu a úpravu.

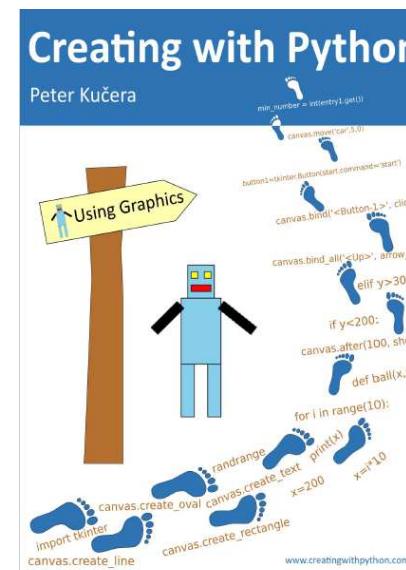
Nielen pri dištančnom vzdelávaní je s pomocou elektronických učebníc jednoduché zadat študentom materiál a cvičenia na preštudovanie. Existuje niekoľko on-line učebníc, ktoré sa venujú programovaniu v rôznych programovacích jazykoch a prostrediach od najnižšieho stupňa vedomostí a skúseností až po profesionálne poznatky. Tieto učebnice sú voľne dostupné vo forme webovej stránky. Je len na autorovi danej stránky či a ako často ju bude aktualizovať, vylepšovať a dopĺňať (Gabal'ová, 2019).

Obrázok 1: On-line učebnica pre programovacie prostredie Baltík

Obrázok 2: On-line učebnica pre programovacie prostredie Lazarus v anglickom jazyku (Némethová, 2019)

Okrem on-line učebníc sú na trhu elektronické učebnice, ktoré je možné si zakúpiť a šíriť v rámci licencie, ktorá je viazaná na meno a počet kópií. Jednou z takýchto učebníc je napríklad Programujeme v Pythone (anglická verzia Creating with Python), ktorú vydal a pravidelne aktualizuje Peter Kučera. Výhodou tejto učebnice je, že okrem učiva a príkladov poskytuje aj riešené príklady vo forme zdrojových kódov, čo by pri klasických učebniciach nebolo možné, prípadne by bolo potrebné si kódy z učebnice ručne prepísat do počítača.

V prípade, že učiteľ nechce počas vyučovania využívať zakúpenú elektronickú učebnicu, má možnosť využívať e-learningové prostredie Moodle so zakúpenou licenciou. Možnou nevýhodou elektronických učebníc je, že nemusia pokrývať témy zahrnuté v tematickom pláne predmetu, nevenujú sa dostatočne jednej téme alebo naopak, jednej téme sa venujú obšírnejšie než iným, témy nie sú vo vhodnom poradí a podobne (Kučera, 2016).

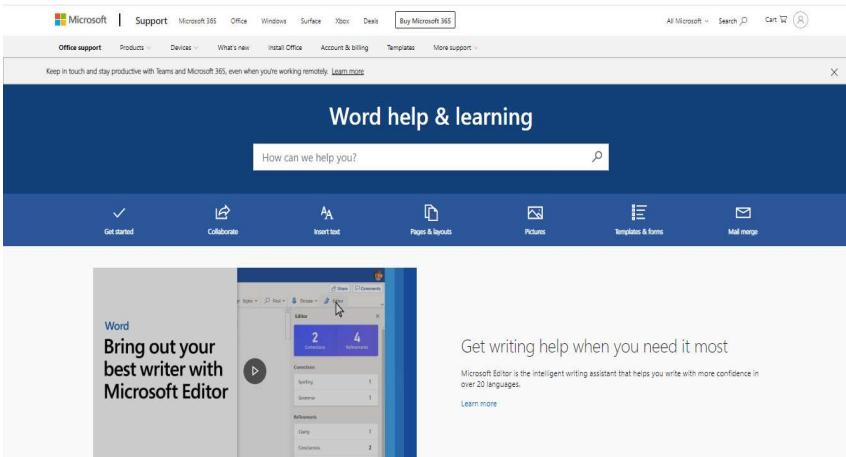


Obrázok 3: Elektronická učebnica pre programovací jazyk Python v anglickom

## 2.2. Programovanie podľa voľne dostupných tutoriálov

Na Internete je veľká ponuka tutoriálov, inými slovami videoprednášok, od učiteľov a odborníkov z praxe k mnohým témam. Tieto tutoriály sa zameriavajú nielen na vyučovanie školských predmetov, ale aj na vysvetlenie a opísanie používateľského prostredia rôznych aplikácií.

Spoločnosť Microsoft tieto tutoriály ponúka pre verejnosť na svojej webovej stránke [www.support.microsoft.com](http://www.support.microsoft.com), kde sa používateľ naučí pracovať s programom od úplných základov.



**Obrázok 4:** Webová stránka Microsoft Support – Word

Mohli by sme povedať, že niektorí učitelia predbehli dobu a vydali sa na cestu on-line výučby ešte pred dištančným vzdelávaním spojeným s „korona“ krízou. Najčastejšie nájdeme tieto tutoriály na platforme YouTube. V ponuke medzi videonahrávkami s populárnoch hudbou môžeme nájsť napríklad tutoriály od Tomáša Mikulovského, učiteľa matematiky na gymnáziu, ktorý sa v jeho nahrávkach venuje rôznym tématom z matematiky. Podobné videonahrávky nájdeme aj od Andreja Blahu, ktorý týmto spôsobom sprístupňuje učivo nielen študentom Fakulty matematiky, fyziky a informatiky Univerzity Komenského v Bratislave, kde pracuje, ale aj širšej učiteľskej a študentskej verejnosti. Fakulta sa rozhodla postupne vytvoriť záznamy z prednášok, dalo by sa povedať tutoriály, k základom programovania v programovacom jazyku Python (Blaho, 2012). Okrem tutoriálov v slovenskom jazyku sa na platforme YouTube nachádza nespočetné množstvo videnahrávok v anglickom či nemeckom jazyku (aj na tému programovanie). V čase krízy a nariadeného dištančného vzdelávania tak učitelia mohli využiť aj túto možnosť vysvetlenia učiva, ktorá je pre softvérové a hardvérové požiadavky skutočne nenáročná.

### 2.3 Vytváranie programov podľa návodov

Ďalším príkladom možnosti učiť sa programovať, prípadne hromadne vyučovať programovanie je tvorba programu podľa pripraveného návodu na zaujímavú tému. Takto vyučovala programovanie Mária Karpielová (2020).pre žiakov základných škôl v rámci kurzu programovania. Stavala pri tom na obľúbenosť počítačových hier medzi detmi a motivovala žiakov získaním schopnosti vytvárať vlastnú počítačovú hru. Tak učila

programovanie. prostredníctvom vytvárania počítačových hier v prostredí Construct 2, čo je softvér na tvorbu hier určený. Internetový kurz programovania hier obsahuje osem podrobnych návodov, v ktorých sa žiaci naučia vytvárať tri typy hier, osvoja si základné herné mechaniky a praktiky, ktoré celý proces optimalizujú.

Pri zostavovaní návodov bol kladený dôraz na identifikovanie kľúčových konceptov programovania v jednotlivých prvkoch hry a na vytvorenie návodov, ktoré by viedli k autonómii edukanta. Efektívnosť kurzu bola meraná schopnosťou žiaka kľúčové prvky vytvárať a schopnosťou pracovať s návodom samostatne. Analýza údajov získaných dotazníkovou metódou ukázala, že väčšina žiakov bola schopná vytvoriť dva z troch testovaných prvkov samostatne. Na konci každého návodu bola výzva, ktorá od žiakov vyžadovala ďalšiu prácu s novými poznatkami. Výskum ukázal, že iba menej ako tretina žiakov sa rozhodla nesplniť ani jednu výzvu na konci návodu, a z tých, ktorí ju splnili, viac než polovica to urobila samostatne.

Návody najprv boli realizované ako prezentácie v softvéri PowerPoint. Aktuálne je to internetový kurz dostupný na adrese: <http://akonaconstruct2.webnode.sk>.

Napriek tomu, že kurz neboli plánovaný na používanie v dištančnej forme vzdelávania, je vhodný aj na takúto formu výučby.

### 2.4 Problémové a projektové vyučovanie programovania

V predmetoch programovania často využívame problémové a projektové vyučovanie. Základy algoritmizácie a programovania na Pedagogickej fakulte Trnavskej univerzity v prvých semestroch vysokoškolského štúdia vyučujeme klasickým spôsobom. V tejto fáze štúdia sa používajú príklady riešení, analýza, porovnanie a vyhodnotenie dvoch alebo viacerých správnych riešení. Pri prechode z jednoduchých úloh na zložitejšie až „ťažké“ sa použiva návrh zhora nadol s vhodnou kombináciou návrhu zdola nahor. Študenti individuálne riešia časti problémov a učia sa, ako je možné problém v počítači reprezentovať údajmi a ako algoritmizovať a formalizovať zápis ich riešenia. Po zvládnutí základov programovania v plnej miere aplikujeme učenie založené na riešení jednoduchších problémov, ktoré vhodným spôsobom spájaním do jedného organického celku a nakoniec vyúsťia do softvérového projektu. Každý študent si ako tému svojho semestrálneho projektu implementuje didaktickú počítačovú hru, alebo didaktickú softvérovú aplikáciu (Stoffová, 2018; Czakóvá, 2014; Feszterová, 2018). Ako motivačný nástroj používame ukážky počítačových hier alebo iných didaktických softvérových aplikácií, ktoré študenti vytvorili v minulých rokoch. Študenti majú k dispozícii určité vzorové riešenia, podproblémov, ktoré sa opakujú v jednotlivých aplikáciách a ktoré môžu využiť v tvorbe svojich individuálnych projektov. Musia ale analýzou implementovaného algoritmu rozpoznať, kde dané

riešenie využiť a ako daný stavebný element prispôsobiť, aby bol „šíty na mieru“ v novej situácii. Každá implementácia interaktívneho softvéru, či už je to počítačová hra alebo iná softvérová aplikácia, má spoločné črty – problémy, ktoré sa dajú vyriešiť ako všeobecné. Majú ale aj vlastné individuálne vlastnosti, ktoré ich odlišujú od ostatných. Pravidlá hry, monitorovanie priebehu hry, výherné stratégie, stratégie na dosahovanie dobrých výsledkov, hodnotenie situácie v hre a vytvorenie optimálnych ďalších krokov, hodnotenie výkonu hráča, definovanie úrovne náročnosti sú vázne individuálne algoritmickej problémky každej počítačovej hry a jej implementácie. Programovanie a implementácia počítačových hier má veľa bežných problémov, ktoré sa riešia pri praktických cvičeniaciach pri súčasnom budovaní knižnice procedúr, funkcií alebo objektov a tried objektov. Študenti môžu tieto funkčné prvky využiť pri vytváraní vlastnej hry. Tieto problémky sa týkajú zabezpečenia interaktivity hry, riadenia dynamických objektov hry pomocou myši, kurzorových klávesov, vytvorenia ponuky, explicitného nastavenia výberu začiatovočných podmienok, vytvorenia nových statických alebo dynamických objektov hry, pozastavenie a zastavenie hry, uloženie stavu, pokračovanie v hre alebo jej načítanie, vytvorenie grafického používateľského rozhrania (GUI), využitie hudby, zvukových sekvencií v hre atď. Každý študent potom prispôsobí tieto univerzálné riešenia implementácií vlastnej hry, prípadne didaktickej aplikácie To ukazuje, že pri vytváraní počítačovej hry programátor používa všetky základné prvky programovacieho (vývojového) prostredia, dátové typy a dátové štruktúry, ktoré sú v ňom dostupné, a tiež prispieva k vytváraniu predprogramovaných prvkov. Vytváraním počítačových hier sa teória programovania spája s vývojom a implementáciou didaktických softvérových aplikácií (Pártová a kol., 2018; Stoffová, 2004.). Študenti tak získavajú dobré skúsenosti s programovaním a spájajú tiež teóriu s praxou. Študenti prezentujú svoje hotové projekty pred spolužiakmi, obhajujú svoje riešenia. Študenti spolu s učiteľmi vyhodnotia zložitosť riešenia. Autori predkladajú projektovú dokumentáciu spolu so svojím projektom, ktorého súčasťou je aj zdrojový kód, špecifikácia a dokumentácia pre vývojárov.

Aj keď problémové a projektové vyučovanie programovania využívame v kombinovanej forme vyučovania (blended learning), osvedčili sa nám aj v dištančnom vzdelávaní.

### 3 On-line výučba informatiky

Online výučba prebiehala na jednotlivých školách na rôznych platformách. Učitelia riešili výučbu a zároveň aj testovanie. Ako prvé začali učitelia používať to, čo bolo pre nich už známe, to čo mali po ruke – EduPage. Nebáli sa možností, ktoré ponúka a ktoré v tradičnej výučbe používali len ojedinele. Vo vyučovaní „dištančnou formou“ mohli použiť prostredie EduPage, nielen na podporu ale aj na realizáciu všetkých fáz vyučovania. Tak prostredie

EduPage sa začalo intenzívne použiť na prezentovanie učebnej látky, na nacvičcovanie učiva a tiež pri testovaní získaných vedomostí.

Otázka  
1. / 18

Connect the network topologies to their definitions:

- Ring every node is connected to every other node
- Mesh connects two nodes directly with a common link
- Star connects node with its exactly two neighbouring nodes
- Point-to-point all nodes are connected to the central hub

Otázka  
2. / 18

In what year was ARPANET created?

a) 1950's

Obrázok 5: On-line test vytvorený v prostredí EduPage

Veronika M. IV. CA ▾

Pokus: 1

Vypracované: 15. máj 2020 13:30

Vyhodnotené: 15. máj 2020 14:03

Stav: Vyhodnotené

Body: 24 2x - 24b - Percentá 1

Skóre: 24 / 24 = 100%

1. What is ARPANET?  
 a) U. S. military's computer network  
 b) A worldwide system of interconnected networks  
 c) Network project which connected American universities SPRÁVNÁ ODPÔVED 1B  
 d) A nickname for The Internet

2. In what year was ARPANET created?

Obrázok 6: Vyhodnotenie on-line testu v prostredí EduPage

Ešte pred dištančným vzdelávaním, ktoré bolo nariadené počas korona krízy, učitelia primárne používali prostredie **EduPage** len na zadávanie známok a komunikáciu so žiakmi a rodičmi. Niektoré školy využívali EduPage aj ako elektronickú triednu knihu. Postupne sa ho naučili používať aj na zadávanie domáčich úloh a tvorbu testov (online testovanie). Výhodou prostredia EduPage pri tvorbe testov je možnosť miešania otázok a odpovedí, tlač testov, uloženie testov pre ďalšie školské roky, priradenie testu konkrétnym triedam

či študentom, zadanie času a termínu testovania a automatické vyhodnotenie správnych odpovedí spojené s automatickým určením známok.

Veľkou výhodou EduPage je možnosť vytvoriť stránku pre konkrétny predmet či učiteľa, na ktorú je možné pridať text a nahrať akýkoľvek súbor (textový dokument, videosekvenciu, odkaz na inú stránku atď.). Prístup na stránku sa môže nastaviť na neobmedzený (bez prihlásenia sa do konta EduPage) alebo s prístupom len po prihlásení. Takisto je možné vytvárať podstránky a meniť ich grafický dizajn.

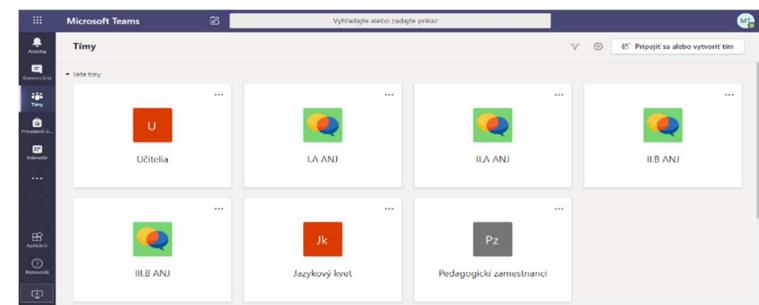
Obrázok 7: Webová stránka predmetu Informatika/Programovanie

Na druhej strane treba pripomenúť, že prostredie EduPage nebolo nikdy vystavené 100%-nému využívaniu zo strany učiteľov a žiakov, keďže sa vyučovanie odohrávalo v triedach a nie on-line. Preto v prvých dňoch „padalo“ a „zamrzalo“ – učitelia museli opakovane zadávať domáce úlohy a odosielat’ správy, pretože systém zlyhal a žiadna zmena sa neuložila. Pre mnohých učiteľov bol tento fakt odradzujúci až odstrašujúci a preto hľadali alternatívnu pre komunikáciu a on-line vyučovanie.

Okrem EduPage sa v školách najčastejšie využíval a stále využíva balík Microsoft Office, z ktorého sa pre on-line vyučovanie využívala hlavne aplikácia **Microsoft Teams**. V prostredí Microsoft Teams má učiteľ možnosť vytvoriť si svoje skupiny (trye), plánovať s nimi stretnutia, počas ktorých zdieľa nielen videonahrávku, ale aj svoju obrazovku a môže tak vyučovať akékoľvek učivo či predmet.

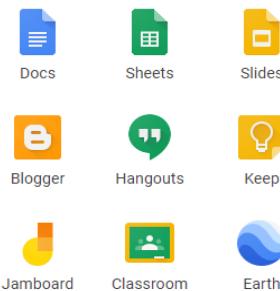
Balík Microsoft Office sa už na Gymnáziu Jána Hollého v Trnave niekoľko rokov využíva na vyučovanie základnej informatickej gramotnosti, žiaci sa učia pracovať s prostredím programov Word, Excel, PowerPoint či Access. Pre žiakov sa v týchto programoch vytvárajú učebné materiály a cvičenia, ktoré sa

dajú jednoducho poslať a zdieľať cez EduPage alebo e-mail. Pri dištančnom vzdelávaní však nastal problém, pretože verziu, s ktorou pracujú žiaci v školách, nemusia mať doma a teda sa líši prostredie a funkcionality daného programu. Môžeme si porovnať prostredie Microsoft Word 2016 a Microsoft Word 97, ktorý žiaci doma stále používajú. Niektoré funkcie nie sú prístupné, prípadne nie sú na rovnakom mieste a žiaci z toho môžu byť zmätení. Rovnako nastáva problém, ak žiak nemá, napríklad z finančných dôvodov, zakúpený balík Microsoft Office a teda nemôže tieto materiály využívať. Spoločnosť Microsoft uviedla na trh možnosť využitia týchto balíkov on-line, čo počas dištančného vzdelávania využili viacerí učitelia a žiaci. Nevýhodou však je, že on-line verzia neponúka všetky funkcie off-line verzie.

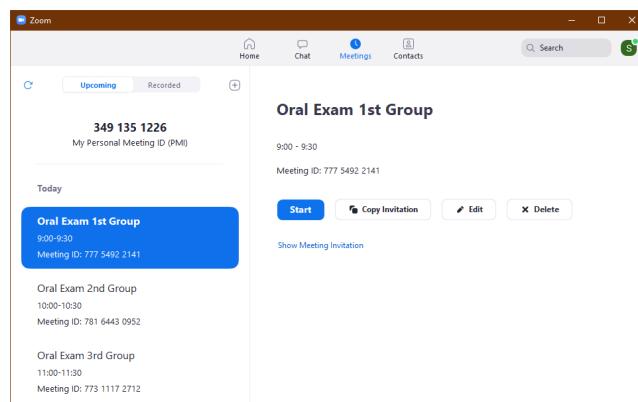


Obrázok 8: Prostredie Microsoft Teams

Ani učitelia a ani žiaci však nemuseli zostať len pri známych aplikáciach a prostrediach, ale mohli siahnúť po niečom novom a nevyskúšanom, čo pre mnohých z nich boli platformy od spoločnosti Google. Tá si už pred niekoľkými rokmi stanovila za svoju ďalšiu prioritu, orientovať sa na podporu elektronického vzdelávania – využiť softvér pre školy. Vytvorili platformu **Google Classroom** (tryeda), ktorá umožňuje tvorbu skupín, v rámci ktorých sa dá komunikovať, vyučovať a posielat’ zadania. Veľkou výhodou platformy Google Classroom je prepojenie Gmail konta s ostatnými platformami, ktoré Google ponúka a teda učiteľ/žiak dokáže pomocou jedného prihlásovacieho mena a hesla využiť hned’ niekoľko aplikácií – Docs, Sheets, Forms atď. Google Docs a Sheets sú obdobou textového a tabuľkového editora od spoločnosti Microsoft ponúkané v online verzii s možnosťou automatického ukladania súborov na cloud (Google Drive). Na testovanie žiakov sa dá využiť prostredie Google Forms, pomocou ktorého sa dajú vytvoriť nielen dotazníky, ale i on-line testy a môžu sa zdieľať aj v prostredí Classroom.



Obrázok 9: Aplikácie od spoločnosti Google



Obrázok 10: Prostredie aplikácie Zoom

Ked'že u nás pretrváva klasická forma vyučovania, kedy učiteľ vysvetľuje nové učivo, žiak si ho zapisuje a potom ho aplikuje v praxi, učitelia zostali tejto forme verní aj počas dištančného vzdelávania. Využívali možnosť byť so žiakmi v kontakte „face-to-face“, aby im učivo vysvetlili a mohli reagovať na ich otázky. Na tieto účely boli využívané aplikácie **Zoom** a **Webex**. Obe aplikácie poskytujú možnosť plánovania hodín, zdieľania videozáznamov, obrazovky, súborov a chatovanie. Veľkou výhodou aplikácie Zoom je možnosť kreslenia na obrazovke, kedy sa môže využiť aktuálne zobrazený materiál, na ktorý sa dá písat, zvýrazňovať časť textu a pod., alebo sa vytvorí virtuálna interaktívna biela tabuľa. Rovnako je výborná možnosť nahrávať on-line hodiny, ktoré sa po ukončení hodiny konvertujú na MP4 súbor, ktorý je možné zdieľať so žiakmi v prípade, že sa hodiny nemohli zúčastniť, vypadlo im internetové pripojenie, zamrzol počítač a pod.

#### 4 Záver

Pandémia nanútené dištančné vzdelávanie skutočne prekvapilo každého učiteľa. Situácia diktovala svoje pravidlá a to, čo bolo doteraz dobrovoľné sa stalo nevyhnutnosťou. Problémy sa riešili za pochodu a klasické vyučovanie bolo nutné pretvoriť na moderné dištančné vzdelávanie. Mnohí pokrokovovo zmýšľajúci učitelia, už predtým využívali možnosti moderných vzdelávacích technológií, aktivizujúce metódy, ktoré umožňujú individualizáciu a personalizáciu hromadného vyučovania. Takýchto učiteľov dištančné vzdelávanie nezaskočilo skôr potvrdilo správnosť a podporilo ich snaženie vytvoriť alternatívny spôsob výučby, kde každý edukant používaním kvalitných výučbových materiálov, moderných vzdelávacích technológií uplatňuje svoje právo na „dobrého múdreho učiteľa“. Takýto spôsob výučby má ale aj svoje nedostatky. Nie každý aktér má vyhovujúce technické a technologické vybavenie a nie každý je rovnako technicky erudovaný a zbehlý v používaní moderných digitálnych technológií (Záhorec a kol. 2020). Bola to ale „veľká skúška pravdy“ o uplatnení digitálnych technológií vo vzdelávaní, o ich funkčnosti, užitočnosti a efektívnosti. Táto situácia a jej intenzívne riešenie prinieslo obrovský pokrok v oblasti rozvoja digitálnej gramotnosti a kompetencií tak edukátorov, ako aj edukantov (a ich rodičov).

Príspevok bol podporený projektami KEGA 012TTU-4/2018: Interaktívne animačno-simulačné modely vo vzdelávaní a KEGA 015TTU-4/2018 Interaktivita v elektronických didaktických aplikáciach a IGA\_Pdf\_2019\_043 s názvom „Analýza vybraných aktuálnich problémov ve výuce informatického zaměřených předmětů s akcentem na on-line technologie“.

#### Literatúra

1. Blaho, A. 2012. Informatika pre stredné školy – Programovanie v Delphi a Lazaruse.2. vydanie. Bratislava: Slovenské pedagogické nakladatel'stvo – Mladé letá, s. r. o.,2012. 144 s. ISBN 978-80-10-02308-0.
2. Brečka, P. – Valentová, M. – Hašková, A. 2019. Development of students' key competences and knowledge through interactive whiteboard. In: Ad Alta: Journal of Interdisciplinary Research, Roč. 9, č. 1 (2019), s. 19-28, ISSN 1804-7890
3. Czakóová, K. 2014. Interaktív alkalmazások és oktatóprogramok fejlesztése. In: Juhász, Gy. – Horváth, K. – Strédl, T. – Árki, Z. (eds.): *Zborník z medzinárodnej vedeckej konferencie Univerzity J. Selyeho – 2014 „Vzdelávanie a veda na začiatku XXI. storočia“ : Sekcie pedagogických vied*. Proceeding of electronic version of reviewed contributions (CD-ROM). Komárno : Univerzita J. Selyeho, 2014. s. 462 - 466. ISBN 978-80-8122-103-3.
4. Feszterová, M. 2018. Interdisciplinary E-learning Course Focused on the Theme of Waste. In. SGEM 2018 : proceedings from 5th International Multidisciplinary Scientific Conference on Social Sciences and Art, volume 5, Albena, 26 August - 1 September 2018. - Albena : STEF92, 2018. - ISBN 978-619-7408-56-0, P. 443-449. . DOI 10.5593/sgemsocial2018/3.

5. Gabaľová, V. 2019. Elektronická učebnica Vybrané kapitoly z programovania v prostredí Lazarus *XXXIIth DIDMATTECH 2019*. Trnava : Trnava University in Trnava, Faculty of Education, 2019, ISBN (on-line) 978-80-568-0398-1
6. Karpieľová, M. 2020. Spracovanie elektronického vzdelávacieho kurzu na vyučovanie programovania v prostredí Construct 2 [Diplomová práca]. Trnavská univerzita v Trnave, Pedagogická fakulta, Katedra matematiky a informatiky. Trnava: TU Pdf, 2020, 129 s.
7. Koreňová, L. 2015. 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, 2015a, pp. 59-64. ISSN 1744-2710. WOS:000389187500004
8. Kučera, P. 2016. Creating with Python. 77 s. ISBN 978-80-972537-3-8.
9. Mišút, M. – Pribilová, K. 2013. Communication impact on project oriented teaching in technology supported education. In: Lecture notes in electrical engineering. - ISSN 1876-1100. - Vol. 152 (2013), p. 559-567.
10. Némethová, S. 2019. Spracovanie elektronického vzdelávacieho kurzu na vyučovanie programovania v prostredí Lazarus. [Diplomová práca] – Trnavská univerzita v Trnave – Pedagogická fakulta – Katedra matematiky a informatiky. Vedúci práce: Veronika Gabaľová, Trnava : Pdf, TU, 2019, 87 s.
11. Partová, E. – Žilková, K. – Gunčaga, J. 2018. Desing of educational applets for increasing children's abilities to recognize patterns. E-learning and smart learning environment for the preparation of new generation specialists, roč. 10, 1. vyd., Katowice: Uniwersytet Śląski w Katowicach, 2018. S. 229-242
12. Pokorný, M. 2018. Interactive elements can increase the efficiency of e-learning course /. In: Advances in education research. - ISBN 978-1-61275-056-9. - ISSN 2160-1070. - S. 173-178.
13. Pšenáková, I. – Szabó, T. 2018. Interactivity in learning materials for the teaching /. In: ICETA 2018. - Danvers : IEEE, 2018. - ISBN 978-1-5386-7912-8. - CD ROM, S. 445-450.
14. Stoffová, V. 2018. How to Create and How to Use Didactic Educational Software. In: *eLearning & Software for Education*. 2018, Vol. 1, p. 487-494
15. Stoffová, V. 2004. Počítač univerzálny didaktický prostriedok. 2004. FPV UKF v Nitre. 172 s. ISBN 80-8050-765-1.
16. Záhorec, J. – Hašková, A. – Munk, M. 2020. Digitálna gramotnosť učiteľov v kontexte ich profesnej prípravy. Bratislava: UK, 2020 (v tlači)

**Recenzovala:** Prof. PaedDr. Alena Hašková, CSc.

## Kontakt

prof. Ing. Veronika Stoffová, CSc., Mgr. Silvia Némethová,  
Pedagogická fakulta Trnavskej univerzity v Trnave  
Priemyselná 4, 917 01 Trnava

Katedra technické a informačné výchovy, Pedagogická fakulta, Univerzita Palackého  
v Olomouci, Žižkovo nám. 5, 771 40 Olomouc, ČR  
NikaStoffova@seznam.cz, silvia.nemethova302@gmail.com

## PREZI NA TVORBU DIDAKTICKÝCH APLIKÁCIÍ

Veronika STOFFOVÁ – Martin ZBORAN, SK

**Abstrakt:** Príspevok sa zaobráva používaním digitálnych technológií v príprave učiteľa na vyučovanie. Predstavuje tvorbu a efektívne využívanie didaktickej aplikácie na podporu vyučovania chémie. Ukazuje ako vytvoriť štruktúrované prezentácie podľa logickej štruktúry spracovanej látky v súlade s možnosťami a funkciami prezentačného softvéru Prezi. Predpokladom efektívneho využívania digitálnych technológií na školách je, že učitelia majú prístup k potrebným technickým zariadeniam a technológiám a majú dostatočnú digitálnu gramotnosť a kompetencie a potrebnú erudovanosť nielen na ich využívanie, ale aj na tvorbu vlastných aplikácií. To isté sa predpokladá na strane edukanta, čo sa týka jeho technického a technologického vybavenia a tiež jeho používateľských kompetencií a zručnosti v používaní moderných digitálnych technológií.

**Kľúčové slová:** Edukačný softvér, digitálna technika, on-line technológie,

## PREZI FOR EDUCATIONAL APPLICATION CREATION

**Abstract:** The paper deals with the use of digital technologies in the preparation of teachers for teaching. It represents the creation and effective use of didactic application to support the teaching of chemistry. It shows how to create structured presentations according to the logical structure of the processed substance in accordance with the possibilities and functions of the presentation software Prezi. A prerequisite for the effective use of digital technologies in schools is that teachers have access to the necessary technical equipment and technologies and have sufficient digital literacy and competences and the necessary methodological erudition not only for their use, but also for creating their own applications. The same is assumed on the part of the educator in terms of his technical and technological equipment as well as his competencies and skills in the use of modern digital technologies.

**Keywords:** Educational software, digital technology, on-line technologies, on-line education, distance education.

## 1 Úvod

Moderná výučba vyžaduje nielen využívanie nových informačných technológií a nových digitálnych didaktických prostriedkov, ale aj didakticky správne spracované softvérové aplikácie a metodicky vhodne realizovaný vzdelávací proces. Správne využitie počítača ako didaktického prostriedku môže výrazne

zvýšiť efektívnosť vyučovacieho procesu (Stoffová, 2004). K inovácii vyučovacieho procesu prispieva aj využitie didaktických aplikácií a vzdelávacieho softvéru. Mnohé štúdie (Petrovič a kol., 2014; Pártová a kol., 2018) poukazujú na to, že už samotné deti na základných školách kladne hodnotia využívanie vzdelávacieho softvéru v edukačnom procese a uprednostňujú vyučovanie rôznych predmetov v počítačovej učebni. K tomu je potrebný dobrý softvér, dostatočná erudícia učiteľa a tiež potrebné digitálne kompetencie a gramotnosť tak učiteľov ako aj žiakov (Záhorec a kol., 2020).

## 1 Multimediálny počítač a digitálne technológie na podporu vzdelávania

Počítač vybavený potrebnými periférnymi a doplnkovými multimediálnymi zariadeniami využívaný vo vyučovacom procese umožňuje nielen názornú prezentáciu, ale aj interaktívnu komunikáciu, zabezpečuje rýchlu spätnú väzbu a je aj silným motivačným činiteľom pre edukantov. Jeho využitie vo vyučovacom procese zapája viacero zmyslov, čo zlepšuje pochopenie, zapamätanie, uchovanie si informácií sprostredkovaných názorným prezentovaním učebnej látky. Podiel jednotlivých zmyslov na objeme priatých informácií je uvedený v tabuľke 1.

**Tabuľka 1** Podiel jednotlivých zmyslov na objeme priatých informácií

| Zmysel | % podielu na priatých informáciách |
|--------|------------------------------------|
| zrak   | 83,0                               |
| sluch  | 11,0                               |
| čuch   | 3,5                                |
| hmot   | 1,5                                |
| chuť   | 1,0                                |

Podobné čísla možno uviesť aj pre zapamätané informácie. Ale tu už je nutné kombinovať zmyslové orgány, ktoré sa podielajú na prijímaní zapamätaných informácií. Najviac informácií je zapamätaných pri kombinácii zraku, sluchu, aktivít za využitia vlastných skúseností a spätej väzby (85%) (Stoffová, 2004). Vo vzdelávaní nám ale ide o aktívne učenie sa, o budovanie poznatkového systému edukanta. Ked' informácie a poznatky sa neukladajú ako izolované encyklopédické poznatky, ale sa usporiadajú, prepájajú sa medzi sebou a zintegrujú do jedného kompaktného komplexného celku – do vedomostného systému, ktorý potom jednotlivec vie aktívne využívať nielen na riešenie štandardných a bežných problémov, ale aj na riešenie nových neštandardných problémov a situácií (Stoffová a kol., 2018; Brečka a kol., 2019).

Účinnosť výučby úzko súvisí s činnosťou a aktivitami účastníkov.

**Vo všeobecnosti si zapamätáme Človek je schopný ...**



**Obrázok 1:** Pyramída skúseností podľa Daleho

Edgar Dale (1969) vyjadril tzv. „Pyramídou skúseností“ postup ako sa vyvíja poznatkový systém človeka – ako sa človek učí – ako človek sa stáva mûdrym. Od pasívneho prijímania informácií, cez ich triedenie, usporiadanie, spracovanie sa dostáva učiaci sa k ich aktívному využívaniu.

## 2 Edukačný softvér

Edukačný softvér (známy aj pod pomenovaním vzdelávací softvér) môže zvyšovať kvalitu vyučovacieho procesu a motivovať žiaka k samoučeniu cez vizuálne a interaktívne prostredie. Môže slúžiť na prezentáciu učiva, na precvičovanie a upevnenie poznatkov a na testovanie získaných poznatkov. Je vhodný pre všetky vekové kategórie a môžeme ho využiť vo všetkých fázach vyučovacieho procesu, aj na individuálne štúdium. Vtedy však musí byť prispôsobený potrebám učiaceho sa a rešpektovať jeho špecifiká.

Ak chceme vytvoriť kvalitný didaktický softvér, nesmieme zabudnúť na dodržiavanie všetkých didaktických zásad, platných štandardov a postupov.

Pri tvorbe sa odporúča nasledovný postup:

1. zozbierať viaceré materiály súvisiace s térou a plánovať programovacie prostredie,
2. vybrať najvhodnejšie materiál a dizajn pre danú aplikáciu (Végh, 2016),
3. vybrať realizačné prostriedky na samotnú tvorbu softvéru,
4. overovať softvér samotným autorom, ale aj používateľmi z praxe,
5. prakticky používať vytvorený softvér a pomocou spätej väzby ho vylepšovať (Stoffová, 2018).

Postup tvorby má iteračný charakter a autor sa veľmi často vracia k predchádzajúcim bodom kvôli spresneniu, doplneniu a vylepšeniu produktu. Didaktická softvérová aplikácia sa vyvíja podľa známeho životného cyklu softvéru. Na základe spätej väzby od používateľov sa vylepšuje, zdokonaluje a spresňuje, kým samotná základná koncepcia nebude zastaraná, príp. už mälo efektívna, nespolahlivá.

Európska norma pre učiteľov zaraďuje do kl'účových kompetencií učiteľa nielen schopnosť pracovať s dostupnými didaktickými softvérmi, ale aj schopnosť didaktický softvér vytvárať. Predpokladá sa znalosť programovania a tvorby softvéru, hlboké predmetné znalosti tvorca a procesu učenia (Stoffová - Horváth, 2018; Feszterová, 2018a, 2018b; Czakóová, 2016).

Aj učitelia neinformatických predmetov môžu vytvoriť bez znalosti programovania interaktívny edukačný softvér v prostrediach, ktoré takúto tvorbu ul'ahčujú a podporujú. Sem možno zaradiť prostriedky na tvorbu didaktických prezentácií PowerPoint, Prezi, Hot Potatoes a pod., ktoré umožňujú interaktívnu, intuitívnu tvorbu aplikácií aj v prípade mälo erudovaného učiteľa (Pšenáková - Szabó, 2018; Pokorný, 2013)

### **3 Možnosti využitia PreziNext ako didaktického edukačného softvéru**

Pri tvorbe prezentácií v prostredí PowerPoint obyčajne používame lineárny postup a lineárnu štruktúru prezentácie učebnej látky. Teda vytvárame sekvenciu snímok, od prvej (titulnej) až po poslednú. Aj pri obmedzených možnostiach tohto softvéru môže skúsený používateľ vytvoriť veľmi pôsobivú aplikáciu, ktorá prekoná aj prirodzenú lineárnu štruktúru a prepojí menšie „informačné“ jednotky do potrebnej štruktúry.

Prostredie Prezi priamo ponúka tvorbu štruktúrovanej prezentácie, teda usporiadanie prezentovaných poznatkov do logickej štruktúry. V štruktúre je viac ciest a jasný je len začiatok a konečný bod. Pohybujeme sa nielen zľava doprava, ale môžeme sa jednoduchšie a rýchlejšie vrátiť späť, **priblížiť detaily**.

Prezentáciu môžeme prechádzať od prvho bodu k poslednému alebo prejsť do ľuboľného bodu prezentácie. Tento nelineárny postup je v mnohých prípadoch vhodnejší, pre tvorca, pre edukanta vizuálne príťažlivejší a pre prezentovanie poznatkov názornejší. Podporuje systematizáciu poznatkov do organického celku. V niektorých prípadoch je ale vhodnejšie aj tu využiť postup lineárny, ak si to vyžaduje logika prezentovaných poznatkov.

Prezentačný softvér Prezi umožňuje vytvoriť prezentáciu v pracovnom prostredí, kde sú na ploche obrazovky viditeľné všetky prvky prezentácie (Anderson - Williams, 2015). Softvér je dostupný on-line, a zadarmo, možno v ňom vytvárať prezentácie a dostupnými funkciemi na úpravu textu a obrázkov. Prezentovať vytvorenú aplikáciu možno iba po prihlásení na vytvorený účet. Pre bežné využitie učiteľom vo vyučovaní je to ale dostačujúce. Platené verzie poskytujú rozšírené a nadstavbové funkcie. Za výhodné považujeme napr. rozšírenú možnosť úpravy obrázkov, vygenerovanie odkazov (link), ktoré umožňujú prezentovať aj bez prihlásenia do účtu a možnosť robiť úpravy a prezentovať v off-line režime, čo je vhodné hlavne pre tvorcov učebných pomôcok.

Najnovšia verzia softvéru PreziNext je na používanie jednoduchšia, pretože obsahuje nové funkcie, ktoré ul'ahčujú prácu a možno nimi revidovať aj prezentácie vytvorené vo verzii Classic. Je založená na novej technológii HTML5, novom jednoduchšom a intuitívnejšom editore.

Vo verzii Classic sú na ploche zobrazovacej jednotky viditeľné všetky prvky, aj keď môžu byť veľmi malé, dajú sa priblížením zväčšiť. Verzia PreziNext je tvorená viacerými vrstvami, ktoré nie sú viditeľné naraz, ale dá sa medzi nimi jednoducho a ľuboľne prechádzať.

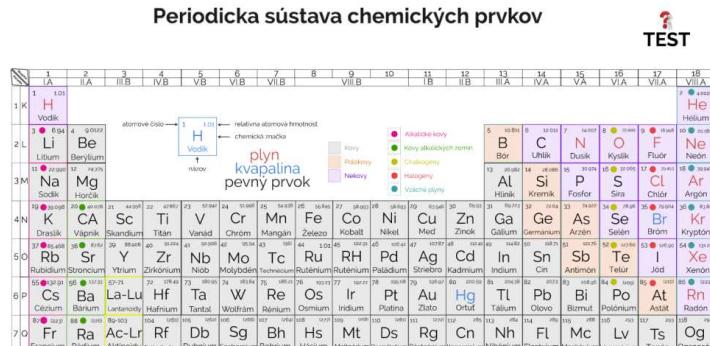
### **4 Opis periodickej tabuľky prvkov v prostredí Prezi**

Naša prezentácia periodickej tabuľky prvkov pozostáva z viacerých vrstiev.

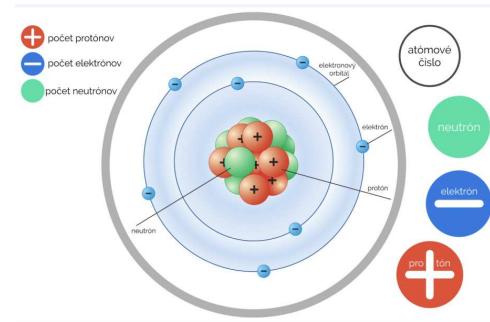
1. **vrstva - úvodná** – predstavuje celkový pohľad na periodickú sústavu prvkov s vyznačením názvu a chemickej značky prvkova, jeho atómovým číslom a relatívnu atómovou hmotnosťou. Chemicke značky prvkov sú farebne rozlíšené podľa skupenstva. Kovy, polokovy a nekovy sú rozlíšené podfarbením a skupinové názvy prvkov sú rozlíšené farebným kolieskom. Súčasťou prvej vrstvy je test na fixáciu vedomostí. Do ďalšej vrstvy sa prechádza kliknutím alebo pootočením kolieska myši na konkrétny objekt alebo možno lineárne postupovať po snímkach kliknutím na šípku v zelenom poli . Do predošej vrstvy sa vrátimo viacerými spôsobmi, pootočením kolieska na myši späť, kliknutím na šípku v ľavom dolnom rohu alebo na predošlú snímku kliknutím na v strede dolnej časti obrazovky (lineárny postup).

## 2. vrstva

- a) kliknutím na vzorovú značku prvku sa dostaneme do druhej vrstvy, kde sa znázorní **štruktúra atómu** a možnosti prechodov do ďalších vrstiev (Obrázok 3).



Obrázok 2 Úvodná vrstva



Obrázok 3 Štruktúra atómu

- vo vrstve **atómové číslo** je definícia atómového čísla a názorné obrázky niektorých atómov (Obrázok 4),
  - vo vrstve **neutrón** je definícia neutrónu (Obrázok 5),
  - vo vrstve **elektrón** definícia elektrónu (Obrázok 6),
  - vo vrstve **protón** definícia protónu (Obrázok 7).
- b) kliknutím na objekt **kovy**, **polokovy**, **nekovy** (Obrázok 8) sa znázorní ich definícia a v nasledujúcej vrstve ich fyzikálne a chemické vlastnosti, kovová väzba a korózia,
- c) kliknutím na objekt jednotlivých skupín prvkov sa znázorní ich charakteristika a v ďalšej vrstve ich vlastnosti (Obrázok 9).

- d) kliknutím na test sa objaví vrstva, ktorá ponúka 4 testovacie jednotky. Každá je zameraná na inú oblasť: značky prvkov, zaradenie prvkov do skupín, chemické reakcie prvkov a mix – zmiešané otázky (Obrázok 10).

Testom prechádzame klikaním na správne odpovede. Ak je odpoveď správna, zobrazí sa, že odpoveď je správna a súčasne sa zobrazí aj nová otázka. Ak je odpoveď nesprávna, objaví sa nápis, nesprávna odpoveď a pokyn vrátiť sa späť (kolieskom na myši alebo kliknutím na šípku ↺ v ľavom dolnom rohu)



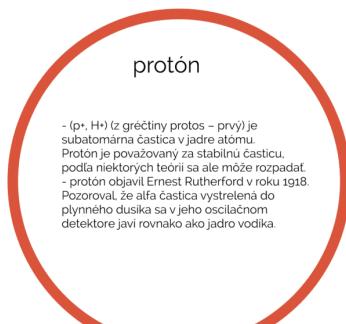
Obrázok 4 Atómové číslo



Obrázok 5: Neutrón



Obrázok 6: Elektrón



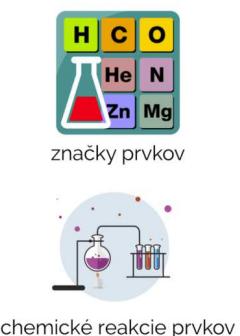
Obrázok 7: Protón



Obrázok 8: Kovy



Obrázok 9: Alkalické kovy



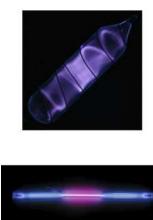
Obrázok 10: Test

- e) kliknutím na konkrétny prvok v periodickej tabuľke sa znázorní jeho názov, počet elementárnych častíc (**protónov**, **neutrónov** a **elektrónov**), skupenstvo, rok objavenia, prípadné izotopy,



Obrázok 11: Vodík

## Vlastnosti



Fyzikálne vlastnosti

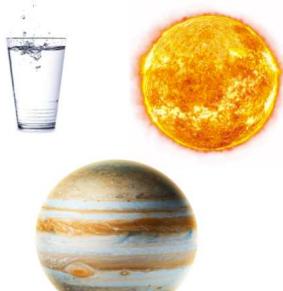
- bezfarebný, ľahký plyn, bez chuti a zápachu. Je značne reaktívny, predovšetkým s kyslíkom a s halogénmi sa zlúčuje veľmi búrlivo aj keď pre spustenie tejto reakcie je potrebná inicializácia (napr. Iskra, ktorá zapálí kyslíkovo-vodíkový plameň).
- vodík vytvára zlúčeniny so všetkými prvками periodickej tabuľky s výnimkou vzácnych plynov, najmä s uhlíkom, kyslíkom, sírou a dusíkom, ktoré tvoria základné stavebné jednotky života na Zemi.

Chemické vlastnosti

## Obrázok 12: Vlastnosti vodíka

- po otvorení vrstvy vlastností sa znázornia **vlastnosti** všeobecné a v ďalšej vrstve fyzikálne a chemické (Obrázok 12),
- vo vrstve **výskyt** sa znázornia najčastejšie formy výskytu (Obrázok 13),
- cez vrstvu **Reakcie** sa dostaneme do vrstiev reakcie prvku s inými prvками alebo zlúčeninami, do vrstvy príprava a do vrstvy výroba prvku a videoukážky vybranej reakcie daného prvku (Obrázok 14),

## Výskyt



Obrázek 13: Výskyt vodíka



Obrázok 14: Reakcie vodíka

## Použitie



Obrázok 15.: Použitie vodíka

- po otvorení vrstvy **Použitie** sa znázornia obrázky, ktoré prezentujú najčastejšie využitie daného prvku (Obrázok 15),
- po otvorení vrstvy **zlúčeniny** sa zobrazia ďalšie vrstvy s najznámejšími zlúčeninami daného prvku (Obrázok 16).

Hydrydy

Hydroxidy

Zlúčeniny

Kyseliny

Voda

Obrázok 16: Zlúčeniny vodíka

## Výskyt

f) kliknutím na objekt lantanoidy za znázornia všetky prvky patriace do danej skupiny,

|                 |              |                    |                 |                    |                   |                   |                     |                  |                     |                  |                 |                 |                   |                   |
|-----------------|--------------|--------------------|-----------------|--------------------|-------------------|-------------------|---------------------|------------------|---------------------|------------------|-----------------|-----------------|-------------------|-------------------|
| 57 La<br>Lantan | 58 Ce<br>Cér | 59 Pr<br>Prazeodym | 60 Nd<br>Neodym | 61 Pm<br>Prometium | 62 Sm<br>Samárium | 63 Eu<br>Európium | 64 Gd<br>Gadolinium | 65 Tb<br>Terbium | 66 Dy<br>Dysprózium | 67 Ho<br>Holmium | 68 Er<br>Erbium | 69 Tm<br>Túlium | 70 Yb<br>Yterbium | 71 Lu<br>Lutécium |
|-----------------|--------------|--------------------|-----------------|--------------------|-------------------|-------------------|---------------------|------------------|---------------------|------------------|-----------------|-----------------|-------------------|-------------------|

Obrázok 17: Lantanoidy

g) kliknutím na objekt **aktinoidy** sa znázornia všetky prvky patriace do danej skupiny,

|                   |                 |                       |              |              |                    |                   |                 |                    |                      |                    |                   |                       |                    |                      |
|-------------------|-----------------|-----------------------|--------------|--------------|--------------------|-------------------|-----------------|--------------------|----------------------|--------------------|-------------------|-----------------------|--------------------|----------------------|
| 89 Ac<br>Aktinium | 90 Th<br>Tórium | 91 Pa<br>Protactinium | 92 U<br>Urán | 93 Neptunium | 94 Pu<br>Plutónium | 95 Am<br>Americum | 96 Cm<br>Curium | 97 Bk<br>Berkélium | 98 Cf<br>Kálifornéum | 99 Es<br>Eisteinum | 100 Fm<br>Fermium | 101 Md<br>Mendeleívum | 102 No<br>Nobeléum | 103 Lr<br>Lawrencium |
|-------------------|-----------------|-----------------------|--------------|--------------|--------------------|-------------------|-----------------|--------------------|----------------------|--------------------|-------------------|-----------------------|--------------------|----------------------|

Obrázok 18: Aktinoidy

V tomto prezentačnom softvéri je možné realizovať aktualizačné úpravy autorom, aj kolegami z praxe.

Toto interaktívnu periodickou tabuľkou sme chceli poukázať na to, že aj bez znalosti programovania možno jednoducho vytvárať učebný materiál pre ľubovoľný predmet, ktorý je možno upravovať, aktualizovať.

## Záver

Moderná organizácia výučby vyžaduje využívanie nových informačných technológií a didaktických prostriedkov. K inovácií vyučovacieho procesu prispieva využívanie vzdelávacieho softvéru. Niektoré štúdie poukazujú na to, že samotné deti na základných školách kladne hodnotia využívanie interaktívneho vzdelávacieho softvéru v edukačnom procese a uprednostňujú vyučovanie rôznych predmetov v počítačovej učebni. V chémii sú populárne simulačné modely, ktoré umožnia realizáciu simulačných experimentov, ktoré sú vizualizované. Sem možno zaradiť bohatú paletu dostupných simulačných modelov na stránke <https://phet.colorado.edu/sk/simulations> (špeciálne pre chémiu <https://phet.colorado.edu/sk/simulations/category/chemistry>). Je užitočné, keď učiteľ vytvára vlastné didaktické aplikácie „šité na mieru“, kde uplatňuje vlastnú tvorivosť, svoje schopnosti a zručnosti a predmetné znalosti a didaktické schopnosti. Je veľmi dôležité, že počas tvorby sa vytvára vzťah k produktu, chut' produkt d'alej rozvíjať, tak do šírky ako aj do hĺbky. Rozvíjanie didaktickej aplikácie do hĺbky podporuje nové trendy v oblasti vzdelávania: učenie sa s porozumením – tzv. deep learning a tiež mastery learning, ktoré vyžadujú nielen prijímanie nových informácií a znalostí ale aj ich transformáciu na poznatky, na ich zpracovanie do poznatkového systému edukanta. Mnohé funkcie prezentačného softvéru Prezi umožňujú tvorbu takýchto prezentácií, ktoré sa skladajú z vrstiev, ktoré majú stále jemnejšiu

rozlišovaciu úroveň a tak podporujú hľbkové učenie sa, ktoré umožňuje ponoriť sa do problematiky, objavovať súvislosti a jemné detaily. Samotná periodická sústava chemických prvkov je presvedčivým príkladom koncentrácie poznatkov o chemických prvkoch v jednom univerzálnom modeli, ktorý má rozsiahly a hlboký informačný obsah. Prispieva k systematizácii poznatkov, umožňuje pochopíť súvislosti, odvodiť z primárnych poznatkov ďalšie – „nové“.

Príspevok bol podporený projektom KEGA 012TTU-4/2018: Interaktívne animačno-simulačné modely vo vzdelávaní.

#### Použitá literatúra:

1. ANDERSON – WILIAMS, R. *MasteringPrezifor Business Presentations*. England. Packt Publishing Ltd. 2015. 340 s. ISBN – 13: 978-1782175094.
2. BREČKA, P. – VALENTOVÁ, M. – HAŠKOVÁ, A.: Development of students' key competences and knowledge through interactive whiteboard. In: Ad Alta: Journal of Interdisciplinary Research, Roč. 9, č. 1 (2019), s. 19-28, ISSN 1804-7890
3. CZAКОVÁ, K. Creation small educational software in the micro-world of small languages. In: *Teaching Mathematics and Computer Science*. 14th volume, issue one, 2016/1, p. 117. Debrecen : University of Debrecen, 2016. ISSN 1589-7389
4. DALE, E. Audiovisual methods in teaching, third edition. New York: The Dryden Press; Holt, Rinehart and Winston, 1969.
5. FESZTEROVÁ, M.: Interdisciplinary E-learning Course Focused on the Theme of Waste. In: *SGEM 2018 : proceedings from 5th International Multidisciplinary Scientific Conference on Social Sciences and Art*, volume 5, Albena, 26 August - 1 September 2018. - Albena : STEF92, 2018. - ISBN 978-619-7408-56-0, P. 443-449. DOI 10.5593/sgemsocial2018/3.
6. FESZTEROVÁ, M.: Interdisciplinary approach and implementation of modern trends into the education in the category waste. In: Journal of Technology and Information Education. - ISSN 1803-537X, Roč. 10, č. 2 (2018), s. 54-64. DOI: 10.5507/jtie.2018.011
7. PETROVIĆ, Z. a kol.: *Implementation of Educational Sotware in Classrooms – Pupils' Perspective*. 2014. Dostupné internete: <https://www.sciencedirect.com/science/article/pii/S1877042815023915> [19.3. 2019]
8. *PreziClassicVsPreziNext*. Dostupné na internete: <https://www.prezijedi.com/prezi-classic-vs-prezi-next> [20.3. 2019]
9. PARTOVÁ, E. – ŽILKOVÁ, K. – GUNČAGA, J.: Desing of educational applets for increasing children's abilities to recognize patterns. E-learning and smart learning environment for the preparation of new generation specialists, roč. 10, 1. vyd., Katowice: Uniwersytet Śląski w Katowicach, 2018. S. 229-242
10. POKORNÝ, M.: Blended learning as an efficient method for discrete mathematics teaching /. In: Advances in education sciences. - ISBN 978-981-07-5946-9. - ISSN 2339-5141. - Vol. 1 (2013), p. 249-252.

11. PŠENÁKOVÁ, I. – SZABÓ, T.: Interactivity in learning materials for the teaching /. In: *ICETA 2018*. - Danvers : IEEE, 2018. - ISBN 978-1-5386-7912-8. - CD ROM, S. 445-450.
12. STOFFOVÁ, V. Počítač univerzálny didaktický prostriedok. 2004. FPV UKF v Nitre. 172 s. ISBN 80-8050-765-1.
13. STOFFOVÁ, V.: How to Create and How to Use Didactic Educational Software. In: *eLearning & Software for Education*. 2018, Vol. 1, p. 487-494.
14. STOFFOVÁ, V. – HORVÁTH, R.: Didactic Computer Games in Teaching and Learning Process. In: *The International Scientific Conference eLearning and Software for Education* (Vol. 1, 2017). "Carol I" National Defence University.
15. STOFFOVÁ, V. – VÉGH, L. – SIAKAS, K.: Using Animations for Improving Learning. In: *Inspire XXIII : Technology in Education*. Ed. P. Marchbank, M. Ross, G. Staples, J. Uhomoibhi, Southampton : Southampton Solent University, 2018, p. 93 – 107. ISBN 987-1-9996549-0-0
16. STOFFOVÁ, V.: Využitie IKT v učiteľskej profesií – Tvorba didaktických aplikácií (Use of ICT in the teacher profession- Creation of didactic applications). In: DRÁBKOVÁ Jindra a Jan BERKI, eds. *Sborník konference Didinfo 2018* [online]. Liberec, 2018. s. 153-162, ISBN: 978-80-7494-424-6, ISSN: 2454-051X. Dostupné z: [http://www.didinfo.net/images/Didinfo/files/Didinfo\\_2018.pdf](http://www.didinfo.net/images/Didinfo/files/Didinfo_2018.pdf)
17. VÉGH, L.: Javascript library for developing interactive micro-level animations for teaching and learning algorithms on one-dimensional arrays. *Acta Didactica Napocensia*, 9(2), 2016), p. 23–32.
18. ZÁHOREC, J., HAŠKOVÁ, A., MUNK, M.: Digitálna gramotnosť učiteľov v kontexte ich profesnejprípravy. Bratislava: UK, 2020 (v tlači)

Príspevok bol podporený projektom KEGA 012TTU-4/2018: Interaktívne animačno-simulačné modely vo vzdelávaní.

**Recenzovala:** Doc. Ing. Melánia Feszterová, PhD.

#### Kontakt

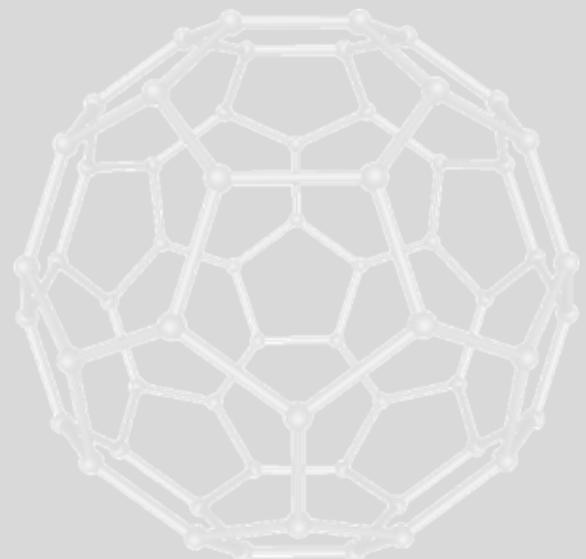
prof. Ing. Veronika Stoffová, CSc.,  
Pedagogická fakulta Trnavskej univerzity v Trnave  
Priemyselná 4, 917 01 Trnava, NikaStoffova@seznam.cz,

PaedDr. Martin Zboran  
Základná škola Stred 44/1 017 01 Považská Bystrica, mazboran@gmail.com

# B. Teaching of Technical subjects

**B1.** Igor ŠTUBŇA, Anton TRNÍK, Tomáš HÚLAN, Ján ONDRUŠKA: The uncertainty analysis of determination of sound velocity measured by flexural vibrations

**B2.** Ladislav RUDOLF, Ján PAVLOVKIN, Daniel NOVÁK: Užití tématu solárních elektráren slovenska ve výuce technických předmětů (Utilization of the topic of slovak solar power plants in the teaching of technical subjects)



## THE UNCERTAINTY ANALYSIS OF DETERMINATION OF SOUND VELOCITY MEASURED BY FLEXURAL VIBRATIONS

Igor ŠTUBŇA, Anton TRNÍK, Tomáš HÚLAN, Ján ONDRUŠKA, SK

**Abstract:** The uncertainty analysis of the measurement of the sound velocity with the help of resonant flexural vibration showed that the relative extended uncertainty ~0.1 % is typical value stated for the resonant method. The main part of the uncertainty originates from the measurement of the diameter of the cylindrical sample. The measuring apparatus was designed and constructed by authors.

**Keywords:** Sound velocity. Uncertainty. Resonant method.

### 1 Introduction

Sound velocity (velocity of the propagation of the longitudinal wave) is frequently measured mechanical parameter of materials. Dynamical methods for measuring the sound velocity are commonly divided into two groups which are broadly classified as pulse ultrasonic methods and resonance methods. The resonance methods are based on the longitudinal or flexural vibration of the sample with simple geometry, e.g. a prism or cylinder with uniform cross-section. The sample can be excited to vibrate at the resonant frequency either by a driver that continuously varies the frequency of the output signal or by a mechanical impact. Most measurements of sound velocity exploit the flexural vibration because of its simple excitation and large amplitude of deflection.

In support of improved science education, universities have been provided with research-grade equipment in the past two decades. It allows to solve small quasi-scientific projects by the students. To complete processing the treatment of the measured data, a new approaching the evaluate errors, so-called uncertainty analysis, is introduced [1, 2, 3].

A measurement result of a physical quantity is never exact and some unknown inaccuracy is always associated with it. According to GUM (Guide for the Uncertainty of Measurements), the analysis of the uncertainty in measurement should be evaluated and the experimental result is complete when it has information on its associated uncertainty [4, 5, 6]. The uncertainty is a parameter that helps to decide whether the obtained result is satisfactory for evaluating its consistency with other similar results.

This article deals with a determination of the sound velocity measured indirectly by a resonant method based on the flexural vibration of the sample

with a uniform circular cross-section. Measurement quantity  $c$  (sound velocity) is a function of other measured quantities  $x_i$  (the length  $l$  and diameter  $d$  of the sample as well as a fundamental resonant frequency  $f$ ). For  $l/d > 20$  the following formula is valid [7]

$$c = 1.12278 \frac{l^2 f}{d} . \quad (1)$$

The objective of this paper is an evaluation of the uncertainty of measurement of sound velocity by the sonic resonant technique based on the flexural vibration.

## 2 Uncertainty analysis

According to GUM, the uncertainty of measurement results is composed of several components of two main categories, A and B. The following description of these uncertainties is taken from [6].

### Type A uncertainties

The type A components of the complete uncertainty are evaluated statistically and the relevant statistical parameter for their evaluation is the standard deviation  $s$ . The standard uncertainty associated with the measured quantity  $x_i$  is

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

where  $n$  is the number of independent measurements,  $\bar{x}$  is an arithmetic mean. The number of independent measurements should be  $\geq 10$ , otherwise, a scaling (coverage) factor must be introduced.

As follows from Eq. (1), to determine the sound velocity, quantities  $l$ ,  $d$ , and  $f$  have to be measured. These quantities are measured with three different measurers: caliper, micrometer and frequency meter. There is no correlation between measured quantities, therefore the standard uncertainty of type A is

$$u_A(c) = \sqrt{\left(\frac{\partial c}{\partial l}\right)^2 u_A^2(l) + \left(\frac{\partial c}{\partial d}\right)^2 u_A^2(d) + \left(\frac{\partial c}{\partial f}\right)^2 u_A^2(f)} , \quad (3)$$

where  $u_A(l), \dots u_A(f)$  are calculated from Eq. (2). The partial derivatives in Eq. (3) are sensitivity coefficients  $A_i$

$$A_l = \frac{\partial c}{\partial l} = 2 \frac{c}{l}, \quad A_d = \frac{\partial c}{\partial d} = -\frac{c}{d}, \quad A_f = \frac{\partial c}{\partial f} = \frac{c}{f} , \quad (4)$$

### Type B uncertainties

The uncertainties of the type B are evaluated from the manufacturer's information, calibration certificates, or expert's estimation. Sources of these uncertainties are different, e.g. inappropriate arranging of the experimental device, defective samples, etc. If is not present a mutual influence between measured quantities, the standard uncertainty of the type B is calculated by a formula

$$u_B(c) = \sqrt{\left(\frac{\partial c}{\partial l}\right)^2 u_B^2(l) + \left(\frac{\partial c}{\partial d}\right)^2 u_B^2(d) + \left(\frac{\partial c}{\partial f}\right)^2 u_B^2(f) + \left(\sum A_j^2 u_B^2(x_j)\right)} \quad (5)$$

where  $u_B(x_j)$  is the estimation of the uncertainty based on other information than statistical. The sensitive coefficients (partial derivatives) are calculated as above. The first 3 terms are connected with the resolutions of the measurers. The last term reflects the uncertainties of another origin but influencing the value of the sound velocity (e.g. mechanical load of the transducer on the sample). To uncover quantitatively these influences, some additional experiments have to be performed or expert evaluation must be to a disposal. For simplicity, we do not consider these uncertainties, therefore, the last term is zero.

If a maximum admissible error (MAE) of the measurer or the measurer resolution  $r$  is known, then the standard uncertainty of the B type is

$$u_B(x_i) = \frac{MAE}{\sqrt{3}}, \quad u_B(x_i) = \frac{r}{2\sqrt{6}} . \quad (6)$$

The first formula in Eq. (6) is used for the digital measurer, the second one for the analog measurer.

### Combined standard uncertainty and expanded uncertainty

The combined uncertainty is defined as a square root of the sum of all uncertainties, shortly for the sound velocity

$$u_c(c) = \sqrt{u_A^2(c) + u_B^2(c)} . \quad (7)$$

Then the measured quantity (sound velocity, in our case) is written as

$$c = \bar{c} \pm u_c(c) . \quad (8)$$

The expanded uncertainty is the combined standard uncertainty multiplied by a coverage factor, which is usually 2. It means that the true value is presumably within the interval  $\bar{c} \pm 2u_c(c)$  with 95 % probability. The result of the uncertainty analysis is written as

$$c = \bar{c} \pm 2u_c(c) . \quad (9)$$

### 3 Example

The uncertainty analysis was performed for a measuring apparatus for determination of the sound velocity of solid materials. The unglazed porcelain cylindrical sample fired at 1350 °C was used for this analysis. The sample was supported horizontally on two soft foam pads which were under nodal points of the fundamental mode of the flexural vibration. The driver was an electrodynamic speaker fed from an oscillator and located under the middle of the sample. The driving was non-contact through the air layer. The receiver was a piezoelectric phonograph cartridge. More details about the experimental device are in [8].

Tab.1 – The length, diameter and resonant frequency

|                    | $l$ [mm] | $d$ [mm] | $f$ [Hz] |
|--------------------|----------|----------|----------|
| mean value         | 139.75   | 10.352   | 2466.5   |
| standard deviation | 0.0142   | 0.0408   | 0.45     |
| $\Delta x_i$       | 0.01     | 0.005    | 1        |
| $u_A(x_i)$         | 0.0045   | 0.0129   | 0.142    |

The length  $l$  was measured by a digital caliper with a resolution of 0.01 mm and the diameter  $d$  was measured by an analogue micrometer with a resolution of 0.01 mm. The resonant frequency  $f$  was measured by a digital counter with an accuracy of 1 Hz. Each quantity ( $l, d, f$ ) was measured 10 times. The results of these measurements are in Tab. 1.

The mean value of the sound velocity is calculated from Eq. (1) as follows

$$\bar{c} = 1.12278 \frac{\bar{l}^2 \bar{f}}{\bar{d}} = 5224.6 \text{ m/s} \quad \text{and } \frac{\Delta c}{\bar{c}} = 0.1 \% \quad (10)$$

where mean values from Tab. 1 were substituted. The obtained numerical value  $\bar{c}$  is typical for quartz porcelain, which is 5200 – 5300 m/s, see e.g. [9]. The sensitivity coefficients (Tab. 2) are calculated from Eq. (4) where the mean values were substituted:

$$A_l \approx 7.47 \times 10^4 \text{ s}^{-1}, A_d \approx -5.05 \times 10^5 \text{ s}^{-1}, A_f \approx 2.12 \text{ m s}^{-1} \text{ Hz}^{-1}. \quad (11)$$

A list of the uncertainties is in Tab. 2. According to Eq. (7), the combined uncertainty becoming from these sources is

$$u(c) = \sqrt{\sum_{j=1}^6 (A_j u_j)^2} = 2.63 \text{ m s}^{-1}, \quad (12)$$

where  $j$  is a number of the line in Tab. 2. The result of measurement (sound velocity  $\pm$  expanded uncertainty) can be written as

$$c = (5224.6 \pm 5.3) \text{ m s}^{-1}. \quad (13)$$

Tab. 2 – List of uncertainties

|   | Uncertainty source  | type | Sensitivity coeff. $A_i$                | Standard uncert. $u(x_i)$       | $A_i u(x_i)$ [m s <sup>-1</sup> ] |
|---|---|------|---|---------------------------------|-----------------------------------|
| 1 | Repeatability of measuring the length, Eq. (1)  | A    | $7.47 \times 10^4 \text{ s}^{-1}$       | $4.5 \times 10^{-6} \text{ m}$  | 0.34                              |
| 2 | Repeatability of measuring the diameter, Eq. (1)  | A    | $-5.05 \times 10^5 \text{ s}^{-1}$      | $1.29 \times 10^{-5} \text{ m}$ | -0.51                             |
| 3 | Repeatability of measuring the frequency, Eq. (1)   | A    | $2.12 \text{ m s}^{-1} \text{ Hz}^{-1}$ | 0.142 Hz                        | 0.30                              |
| 4 | Sample length, MAE of digital caliper 0.01 mm,<br>$u_B(l) = 0.01 / \sqrt{3}$                | B    | $7.47 \times 10^4 \text{ s}^{-1}$       | $5.77 \times 10^{-6} \text{ m}$ | 0.43                              |
| 5 | Sample diameter, resolution of analogue micrometer 0.005 m,<br>$u_B(d) = 0.005 / 2\sqrt{6}$ | B    | $-5.05 \times 10^5 \text{ s}^{-1}$      | $4.33 \times 10^{-6} \text{ m}$ | -2.19                             |
| 6 | Measuring the frequency, MAE of counter 1 Hz,<br>$u_B(f) = 1 / \sqrt{3}$                    | B    | $2.12 \text{ m s}^{-1} \text{ Hz}^{-1}$ | 0.577 Hz                        | 1.22                              |
|   | Standard combined uncertainty of the sound velocity due to directly measured quantities     |      |   |                                 | 2.63 m s <sup>-1</sup>            |

### Conclusion

The uncertainty analysis of the measurement of the sound velocity with the help of resonant flexural vibration showed that the relative extended uncertainty is 0.1 % which is a typical uncertainty stated for the resonant method.

### Acknowledgements:

This work was supported by the grant KEGA 027UKF-4/2019 of the Ministry of Education of the Slovak Republic.

## References

- 1 Baackman, P. Using a meniscus to teach uncertainty in measurement. *The Physics Teacher*, 46 (2008) 100-103.
- 2 Buffler A. – Allies S. – Lubben F. Teaching measurement and uncertainty the GUM way. *The Physics Teacher*, 46 (2008) 539-543.
- 3 Buffler A. – Allies S. – Lubben F. – Campbell B. Introduction to measurement in the physics laboratory. Dpt. of physics, Univ. of Cape Town 2008
- 4 Lauwagie T. – Heylen W. – Roebben G. – Sol H. – Van der Biest O. The uncertainty budget of mixed-numerical-experimental-techniques for the identification of elastic material properties from resonant frequencies. In: *Proc. Conf. ISMA 2004*, Lueven, p. 1313-1323.
- 5 Restivo M.T. – Sousa C. Measurement uncertainties in the experimental field. *Sensors and Transducers*, 95 (2008) 1-12.
- 6 Guide to the expression of uncertainty of measurement.  
<https://www.bipm.org/utils/common/documents/jcgm/JCGM1002008E.pdf>
- 7 Timoshenko S. P. *Vibration Problems in Engineering*. D. Van Nostrand Co. New York 1955.
- 8 Štubňa, I. – Trník, A. – Vozár, L.: Determination of Young's modulus of ceramics from flexural vibration at elevated temperatures. *Acustica united with Acta Acustica*, 97 (2011) 1-7
- 9 Brož J. – Roskovec V. – Valouch M. *Fyzikální a matematické tabulky*. SNTL Praha 1980

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

## Contact address

Department of Physics, Constantine the Philosopher University in Nitra,  
A. Hlinku 1, 949 74 Nitra, Slovakia, e-mail: thulan@ukf.sk

## UŽITÍ TÉMATU SOLÁRNÍCH ELEKTRÁREN SLOVENSKA VE VÝUCE TECHNICKÝCH PŘEDMĚTŮ

Ladislav RUDOLF, CZ, Ján PAVLOVKIN, SK, Daniel NOVÁK, SK

**Abstrakt:** Neustále rostoucí energetické nároky a zmenšující se surovinová základna (s výjimkou uranu) nutí současnou společnost hledat perspektivní způsoby přeměny jiných druhů energie na elektrickou energii. Významné místo náleží tzv. obnovitelným zdrojům, mezi nimiž mají největší potenciál zařízení pro transformaci energie přicházející ze Slunce na Zem. Tato geograficky všudypřítomná energie má totiž největší objem mezi ostatními, její přeměna na elektrickou energii je bezpečná, nejméně zatěžuje životní prostředí, a navíc je stále více dostupná rovněž technologicky. Příspěvek se zabývá všeobecnou teorií slunečního záření a technologií fotovoltaických článků, panelů i modulů. Na základě měření pak specifikuje možnosti solárních elektráren pro různá roční období a meteorologické stavby v konkrétních podmírkách Slovenska. Téma je aktuální a je široce využitelné v technických předmětech.

**Klíčová slova:** Sluneční záření, fotovoltaické články, panely a moduly, sluneční elektrárny.

## UTILIZATION OF THE TOPIC OF SLOVAK SOLAR POWER PLANTS IN THE TEACHING OF TECHNICAL SUBJECTS

**Abstract:** The still increasing energy demands and the shrinking raw material base (with the exception of uranium) are forcing current society to look for promising ways to convert other types of energy into electricity. An important place belongs to the so-called renewable sources, among which devices for the transformation of energy coming from the Sun to the Earth have the greatest potential. This geographically ubiquitous energy has the largest extent among others, its conversion into electricity is safe, it burdens the environment the least, and it is also increasingly technologically available. The paper deals with the general theory of solar radiation and technologies of photovoltaic cells, panels and modules. Based on the measurements, it then specifies the possibilities of solar power plants for different seasons of the year and for meteorological conditions in specific conditions in Slovakia. The topic is current and is widely used in technical courses.

**Keywords:** Solar radiation, photovoltaic cells, panels and modules, solar power plants.

## 1 Úvod

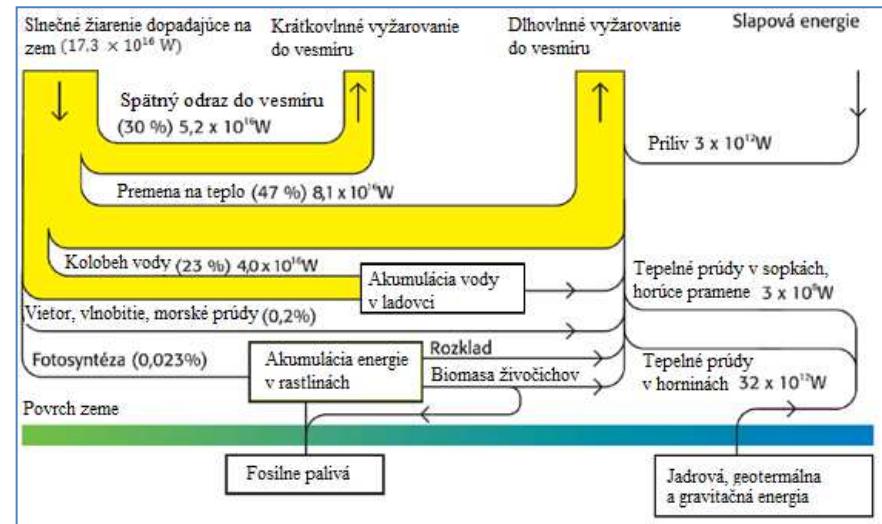
Všetka energia, ktorú spotrebúvame, snáď len s výnimkou jadrovej a geotermálnej energie, pochádza zo Slnka. Fosílné palivá ako uhlíe, ropa či zemný plyn majú pôvod v rastlinných a živočíšnych organizmoch, ktoré by sa bez Slnka a fotosyntézy nezaobišli. Energia vody poháňajúca turbíny vodných elektrární je len dôsledkom kolobehu vody v prírode, poháňaného takisto Slnkom prostredníctvom odparovania vody v oceánoch. Veterné elektrárne využívajú prúdenie vzduchu vyvolané nerovnomerných ohrevom jednotlivých častí atmosféry. Ani drevo či iná biomasa, ktorú využívame na energetické účely, by neexistovalo bez Slnka a fotosyntézy.

Slnčná energia je najdostupnejšia a najčistejšia forma obnoviteľnej energie ktorú môžeme získať. Slnko je v podstate obrovský termojadrový reaktor, v ktorom dochádza k syntéze jadier vodíka na jadrá hélia v tzv. "vodíkovom cykle". Vodíkový cyklus prebieha pri teplote  $10\ 000\ 000\text{ K}$ , čo zodpovedá pomerom vo vnútri Slnka. Termojadrové procesy na Slnku prebiehajú už 5 miliárd rokov. Zásoba vodíka vystačí ešte na ďalších 15 miliárd rokov. Povrchová teplota Slnka je  $6\ 000\text{ K}$ , merný žiarivý výkon  $64\text{ MW}\cdot\text{m}^{-2}$  a celkový žiarivý tok emitovaný Slnkom je  $3,8\cdot10^{26}\text{ W}$ . Počas dňa za bezoblačného počasia dopadá zo Slnka na zemský povrch v priemere  $1\ 000\text{ W}\cdot\text{m}^{-2}$ . Celkovo tak na Slovensku za rok dopadne na vodorovnú plochu približne 950 až 1 200  $\text{kWh}\cdot\text{m}^{-2}$  [1].

Slnčná energia dopadá na povrch Zeme vo forme žiarenia, pričom približne

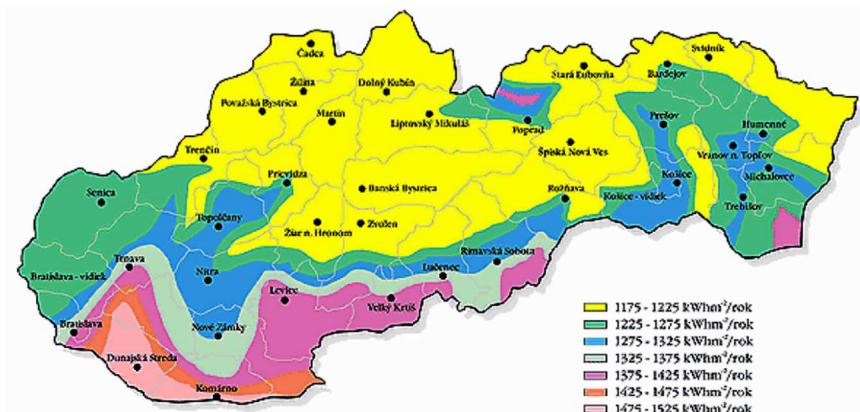
- 30 % žiarenia sa odráža zpäť do medziplanetárneho priestoru,
- 47 % žiarenia pohltí povrch Země,
- 23 % žiarenia sa vynaloží na koloběh vody v přírodě.

Množstvo slnečnej energie, ktorá dopadá za jednu sekundu na plochu jedného  $\text{m}^2$  hornej vrstvy atmosféry Zemi, orientovanou kolmo k slnečným lúčom, sa pohybuje v rozmedzí  $1\ 438$  až  $1\ 345\text{ W}\cdot\text{m}^{-2}$  v závislosti na okamžitej vzdialosti Slnka od Zeme, ktorá ho obieha po eliptickej dráhe. Zem dostáva iba dve miliardtiny z celkovej žiarivosti Slnka ( $180\ 000\text{ TW}$ ). Celková bilancia slnečnej energie prichádzajúcej na naši Zem je schematicky znázornená na obrázku 1.



Obrázek 1: Energetická bilance planety Země [1, s. \*\*\*]

Znečistenie atmosféry bráni prenikaniu žiarenia a spôsobuje znižovanie teploty. Zatímco na Saharu dopadá energie o velikosti  $2\ 900\text{ W}\cdot\text{m}^{-2}$ , v našich zemepisných podmínkach je to výrazne méné (kupř.  $1\ 225\text{ W}\cdot\text{m}^{-2}$  v Žiline,  $1\ 430\text{ W}\cdot\text{m}^{-2}$  v Hurbanovu). Prehľadne jsou hodnoty slunečného záření dopadajícího na území Slovenska zachyceny na obrázku 2.



Obrázek 2: Slnčné žiarenie dopadajúce na územie Slovenska [2, s.36]

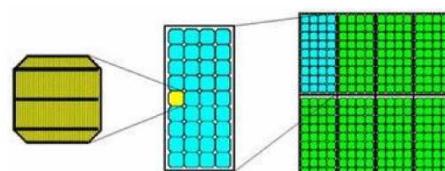
## 1.1 Fotovoltaika

Fotovoltaická premena objevená Becquerelem bola prakticky využitá až roku 1954 pro napájení motoru zavlažovacieho čerpadla v sovětskom kolchoze v Gelendžiku. Významnejší ale bolo využitie tohto jemu na sovětskej družici Sputnik v roku 1958. Účinnosť premeny v obou prípadech však nepresahla 6 %. Fotovoltaický článok je polovodičový článok, ktorý pozostáva z dvoch tenkých vrstiev monokryštalického, polykryštalického alebo amorfného, vysoko čistého kremíka (Si), aktivovaného bórom (B) alebo fosforom (P). Na styku plochy Si s B (alebo s P) vznikne elektrické pole (prechod PN). Pri dopade svetelného žiarenia sa v hmote článku uvoľňujú elektrické náboje (záporné elektróny a kladné diery), ktoré vplyvom poľa vytvárajú na opačnej strane povrchu vrstiev napätie. Vodivými zberačmi sa z nich potom odvádzajú elektrický prúd. Bežný kremíkový článok o ploche 1 dm<sup>2</sup> poskytuje pri prúde 2 A a napäti 0,5 V výkon približne 1 W. Účinnosť bežných článkov je v súčasnosti 12 až 20 %. Najnovšie články s arzenidom gália môžu mať účinnosť dokonca až 26 %. Tenšie články môžu pracovať pri vyššej teplote a majú vyššiu účinnosť.

Perspektívou má článok z amorfného kremíka, pretože je lacný. Najdrahšou časťou článku je sklenený alebo plastový podklad. Nová generácia solárnych článkov HIT (Heterojunction with Intrinsic Thin layer) kombinuje tenkú vrstvu monokryštalického kremíka s vrstvou amorfného kremíka. Panel s rozmermi 1319 x 894 x 35 mm dosahuje maximálny výkon 190 W pri výstupných napätiach 12/24/48 V. Zatiaľ má však len malú účinnosť cca 15 % [4].

## 2 Slneční elektrárny

Slnečné elektrárne mení energiu slnečného žiarenia na elektrickú energiu. Pre získanie väčšieho výkonu je potrebné sérioparalelné prepojiť viac fotovoltaických článkov do tzv. fotovoltaických panelov (vyrábajú sa v niekoľkých výkonových radách od 10 do 300 W). Tyto panely sa potom sdružujú do väčších skupín, nazývaných fotovoltaické moduly. Složenie modulov z panelov a jednotlivých článkov zachycuje obrázek 3.



Fotovoltaický článok Fotovoltaický panel Fotovoltaický modul

Obrázek 3: Složenie modulov z panelov a článkov [3]

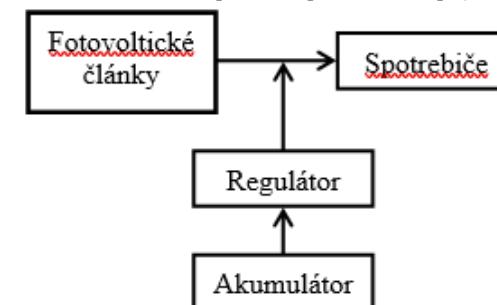
Podle zpôsobu prenosu elektrické energie od fotovoltaických článkov ke spotrebičom (obecné do odběrných míst) rozlišujeme v současnosti čtyři základní druhy obvodového uspořádání solárních elektráren.

**Priame napájanie spotrebičov** zachycené na obrázku 4 sa používá pre jednosmerné spotrebiče s malými příkonky, u nichž by bolo pripojenie na sítě nákladné (napr. drobné elektronické přístroje, vetracie systémy, čerpadlá na plnenie malých nádrží apod.).



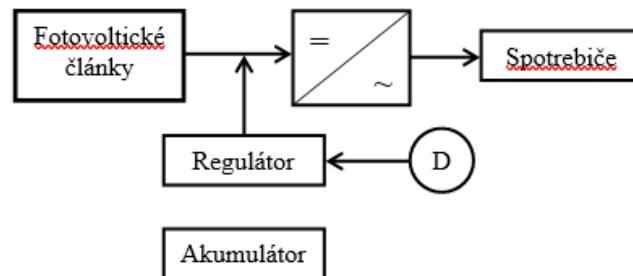
Obrázek 4: Priame napájanie spotrebičov

**Napájanie spotrebičov s podporou akumulátora** zachycené na obrázku 5 sa používá pre signálnu techniku, bóje, osvetlení zahrad, parkovací automaty, zariadenia na diaľniciach, osamelé obydlia, či chaty. Pri konci nabíjania akumulátora obmedzuje regulátor prúdu, alebo odpojí slnečný generátor. Pri nedostatku slnečného žiarenia sa potom spotrebič napája z akumulátora.



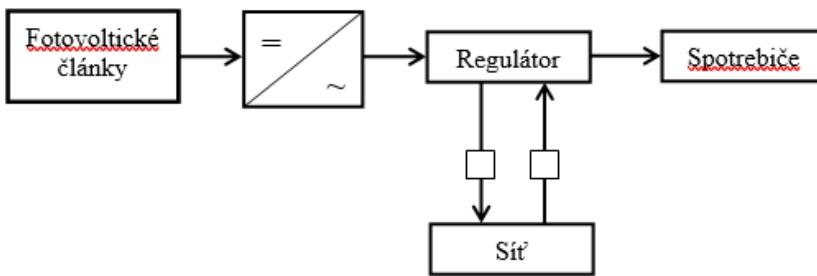
Obrázek 5: Napájanie spotrebičov s podporou akumulátora

**Striedavý systém** zachycený na obrázku 6 sa používá v prípadech, keď nie je viac za sebou idúcich slnečných dní. Pokud vzhledem k tomu nejsou fotovoltaické články schopné dodat dostatek elektrické energie, môže byť spustený generátor jednosmerného napäťia (D) s pohonom na vodu, vietor alebo plyn.



Obrázek 6: Striedavý systém

**Systém pracujúci paralelne so sietou** zachycený na obrázku 7 pracuje ako samostatná elektráreň dodávajúca energiu do elektrorozvodnej siete. Obsahuje súbor fotovoltaických modulov, menič napäťia, regulátor a sietovú ochranu. Pripojenie do siete zvyčajne zabezpečujú dva elektromery, jeden meria slnečnú elektrinu dodávanú do siete a druhý elektrinu, ktorú domácnosť zo siete odoberá. Vyznačujú sa veľkou účinnosťou, pretože všetka vyrobená energia sa spotrebuje priamo na mieste, alebo sa dostáva do siete. Hlavným dôvodom inštalácie je zníženie kupovanej energie zo siete, prípadne finančný zisk z predaja prebytočnej energie. Ak fotovoltaické články nestačia pokryť spotrebú, siet nahrádza batériu a v prípade potreby slúži ako záložný zdroj. Najčastejšie sa používajú systémy s kapacitou 1 až 5 kW, ktoré jsou umiestnené na strechách rodinných domov. Z hľadiska investora je atraktívne budovať väčšie inštalácie, a to na strechách polyfunkčných budov a mimo zastavaného územia, kde slnečné elektrárny dodávají výkon 1 až 5 MW.



Obrázek 7: Systém pracujúci paralelne so sietou

Výkon fotovoltaických elektráren je závislý na účinnosti použitých fotovoltaických článkov, na zemepisné šírce (výška Slunce nad horizontom Země), ročním období (délka dne) a počasí. Prúchodenstvo slnečných paprskov zemskou atmosférou v závislosti na počasí je charakterizovaná v tabuľke 1, kromě toho je však prúchodenstvo ovplyvnéná rovnako mŕou znečistiením ovzduší, takže v průmyslových oblastech prúchodenstvo dále klesá.

Tabuľka 1: Prúchodenstvo slnečných paprskov zemskou atmosférou v závislosti na počasí [4]

| 1000 W.m <sup>-2</sup> | 750 W.m <sup>-2</sup> | 500 W.m <sup>-2</sup> | 250 W.m <sup>-2</sup> | 50 W.m <sup>-2</sup> |
|------------------------|-----------------------|-----------------------|-----------------------|----------------------|
|                        |                       |                       |                       |                      |

### 3 Měření parametrů slunečních elektráren

Měření voltampérových charakteristik se provádí analyzátorem fotovoltaických panelů. Je možno ho provádět přímo v areálu sluneční elektrárny, je tu nutný len prístup ku konektorom solárných panelov. Pro měření byl využit analyzátor fotovoltaických panelov, při čemž při analýze byly vykonávány:

- meranie maximálneho výkonu,
- měření napätia naprázdno,
- měření napätia pre maximálny výkon,
- meranie skratového prúdu,
- meranie prúdu pre maximálny výkon,
- výpočet účinnosti.

Záznam dát proběhl v reálném čase, přičemž byla využita možnosť prenosu dát na číslicový počítač, kde sú hodnoty spracovávané pomocou písliu softvéru. Nastavené parametry jsou specifikované v tabuľke 2.

Téma vystihuje základní možnosti přeměny sluneční energie na elektrickou. Ve vazbě k ochraně životního prostředí má problematika využití v odborných předmětech, zahrnuje obecné principy a hlediska provozu solárních elektráren.

- Tabuľka 2: Nastavené parametry analyzátoru fotovoltaických panelov

| Rozsah               | Rozlišenie | Presnosť  |
|----------------------|------------|---|
| <b>Napätie</b>       |            |   |
| 0 až 10 V            | 0,001 V    | $\pm 1\% \pm (1\% \text{ z } V_{OPEN} \pm 0,1 \text{ V})$   |
| 10 až 60 V           | 0,01 V     | $\pm 1\% \pm (1\% \text{ z } V_{OPEN} \pm 0,1 \text{ V})$   |
| <b>Skratový prúd</b> |            |   |
| 0,01 až 10 A         | 1 mA       | $\pm 1\% \pm (1\% \text{ z } I_{SHORT} \pm 9 \text{ mA})$   |
| 10 až 12 A           | 10 mA      | $\pm 1\% \pm (1\% \text{ z } I_{SHORT} \pm 0,09 \text{ A})$ |
| <b>Prúd</b>          |            |   |
| 0,01 až 10 A         | 1 mA       | $\pm 1\% \pm 9 \text{ mA}$                                  |
| 6 až 10 A            | 10 mA      | $\pm 1\% \pm 0,09 \text{ mA}$                               |

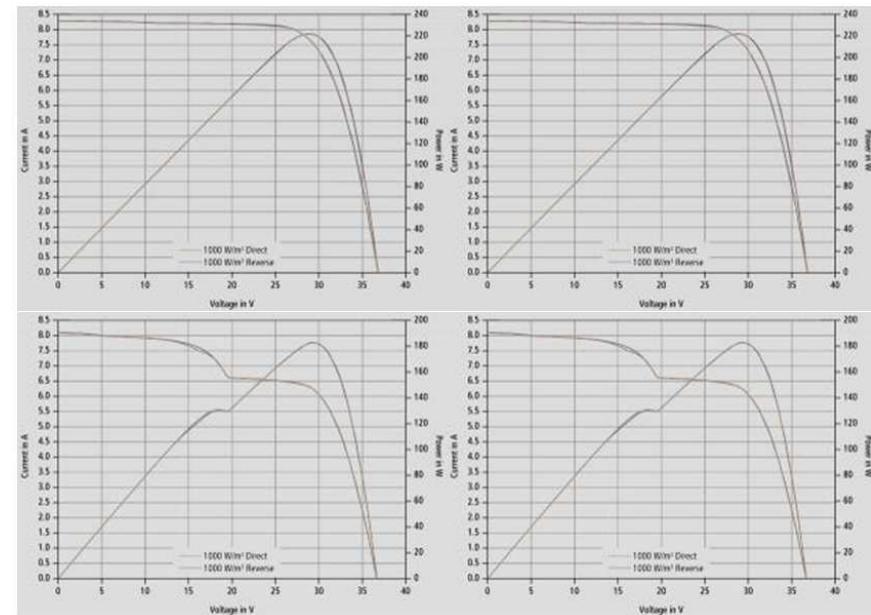
Diagnostika slunečných elektráren probíhá bud' prostredníctvím laboratórnych testov jednotlivých súčasťí v umělých podmínkach nebo priamo na slunečnej elektrárne v dobe jejího reálneho provozu [4].

**Laboratórne testy komponent slunečných elektráren**, majú zväčša význam pre dodávateľov vo fáze pred montážou samotnej fotovoltaickej elektrárne. Výhodou laboratórnych testov je navodenie rovnakých testovacích podmienok na l'ubovoľné výrobky. Tieto podmienky, ako napríklad ožiarenie panelov svetlom intenzity  $1000 \text{ W.m}^{-2}$  a podobne, sú už dnes medzinárodne štandardizované. Skúsenosti z testovania rôznych solárnych panelov, priniesli neskreslený obraz o kvalite jednotlivých výrobcov a typov panelov. Touto metódou je možné včas odhalit' problémové komponenty a tak predísť následným škodám alebo stratám zisku. Testami v podobných pracoviskách boli zistené mnohé nekvalitné dodávky. V minulosti sa napríklad stalo, že niektorí výrobcovia systematicky dodávali aj chybné kusy solárnych panelov pre odberateľov. V súčasnosti je nepravdepodobné, že by to nezachytila ich výstupná výrobná kontrola. Je potešiteľné, že práve vďaka skúsenostiam takýchto nových diagnostických pracovísk a čoraz skúsenejších dodávateľov a montážnikov sa toto darí lepšie eliminovať. Diagnostika bola rozšírená o novú disciplínu, akou je určovanie pravosti (originality) komponentov. Na trhu sa dnes totiž už bežne vyskytujú nekvalitné náhrady nesúce mená svetových výrobcov.

**Diagnostika fotovoltaickej elektrárne počas jej reálnej prevádzky** sa vykonáva obvykle týmito metódami:

- meranie voltampérové charakteristiky fotovoltaických panelov a celých stringov,
- termovíziou,
- vizuálnou kontrolou,
- meraním izolačného stavu,
- štatistickou analýzou dát o prevádzke (najmä o výkone), získanou z meničov.

Meraním voltampérové charakteristiky fotovoltaických panelov, jak je znázornené na obrázku 8, sa dá určiť ich "kondícia", prípadne detektovať ich funkčné poruchy. Postupné znižovanie nameranej krvíky priamo súvisí zo starnutím panelov. Anomálie na krvíke súvisejí s vadami niektorých fotovoltaických článkov. Termovíziou je možné odhaliť velký prechodový odpor v spájkovanom spoji, velký prechodový odpor v konektore, malý paralelný odpor jednotlivých fotovoltaických článkov (teda interný skrat v štruktúre článku), vadnú bypass diódu, popr. rozdiely vo voltampérových charakteristikách jednotlivých FV článkov v jednom module.



Obrázek 8: Voltampérová charakteristika fotovoltaického panelu

#### 4 Záver

Rozdiel v intenzitách slunečného záření medzi najsevernejšími a najjužnejšími oblastmi Slovenska je cca iba 15 %. Z průběhu výkonových křivek změrených v různých ročních obdobích a při různých meteorologických podmínkách vyplývá efektivita činnosti slunečních elektráren. Ročný energetický zisk, respektive množstvo využitého slunečného záření, jsou závislé od účelu a spůsobu využívání získaného tepla, geografické polohy, mikroklimatických podmínek a orientácie kolektorov. V podmínečkách Slovenska sú najlepšie zisky dosahované pri orientácii slnečných kolektorov na juh (juhozápad) s uhlom sklonu pre celoročnú prevádzku cca 45°; vtedy je zaistený optimálny pomér medzi maximálnym využitím záření v zimných mesiacoch, keď je Slnko nízko a zníženým výkonom v letných mesiacoch, keď je Slnko vysoko nad obzorom. Přeměna energie slunečního záření na energii elektrickou je perspektivní pro svou ekologičnost, bezpečnost a stále se snižující pořizovací náklady. Další rozvoj solární energetiky významně závisí taktéž na výzkumu a vývoji v oblasti akumulace elektrické energie tak, aby byl možný její stálý odběr, a to nezávisle na ročním období, počasí a denní době. Uvedené téma má velké uplatnení ve výuce odborných předmětů.

## Reference

1. ILIAŠ, I., et al.: Možnosti využitia slnečnej energie. Bratislava: Energetické centrum, 2006. ISBN 80-969466-0-9.
2. ABSORTIMENT. Fotovoltaika, <http://www.absortiment.sk/fotovoltaika.html>.
3. Atlas využívania obnoviteľných energetických zdrojov na Slovensku, Bratislava 2002 Energetické centrum Bratislava.
4. Národná štúdia energetickej efektívnosti pre Slovenskú republiku 2002-2012, Svetová banka, Energetické centrum Bratislava, KWI Consultants Architects Engineers, EGÚ, VVÚPS NOVA a kol. 2002.
5. <http://www.fae.sk/OEZ/>
6. European Solar Thermal Industry Federation (ESTIF) – [www.estif.org](http://www.estif.org).
7. Koncepcia využívania obnoviteľných zdrojov energie, Vláda SR, Bratislava 2004.
8. Návrh energetickej politiky SR, Ministerstvo hospodárstva SR, Bratislava 2005.
9. Svépomocné solární systémy – příručka projektovaní a stavby solárních systémů, Armin Themessi, Werner Weiss, Veronica, Brno 2003.
10. Príjmy, výdavky a spotreba súkromných domácností SR, Štatistický úrad Slovenskej republiky, Bratislava 2004.
11. Šúri M., Huld T.A., Dunlop E.D. (2005). PVGIS: a web-based solar radiation database for the calculation of PV potential in Europe. International Journal of Sustainable Energy, 24, 2, 55-67. Server PVGIS  
<http://re.jrc.cec.eu.int/pvgis/pv/imaps/imaps-sk.htm>

Reviewed by: doc. Ing. Vladimír Král, Ph.D.

## Contact address

Doc. Ing. Ladislav RUDOLF, Ph.D.  
Ostravská univerzita v Ostravě  
Pedagogická fakulta  
Fráni Šramka 3, 709 00 Ostrava  
Czech Republic  
e-mail: ladislav.rudolf@osu.cz

Ing. Ján PAVLOVKIN, PhD.  
Univerzita Mateja Bela v Banskej  
Bystrici  
Fakulta prírodných vied  
Tajovského 40, 974 01 Banská  
Bystrica  
Slovak Republic  
e-mail: jan.pavlovkin@umb.sk

Doc. JUDr. Ing. Daniel NOVÁK, CSc  
Univerzita Mateja Bela v Banskej  
Bystrici  
Fakulta prírodných vied  
Tajovského 40, 974 01 Banská  
Bystrica  
Slovak Republic  
e-mail: daniel.novak@umb.sk

## C. Teaching methodology

- C1.** BAGYURA Gábor, SEBESTÉNY Veronika, TAKÁCS Rita, HORVÁTH Zoltán: Allocated and estimated learning time by students for completing math subjects in ELTE IK BSc
- C2.** Gábor TÖRLEY: Teaching methods of information security awareness: the role of engagement
- C3.** Hana HYKSOVÁ, Veronika STOFFOVÁ: Softwarové prostředky na podporu on-line vzdělávání (Software resources to support on-line education)
- C4.** Ildikó PŠENÁKOVÁ, Peter PŠENÁK, Urban KOVÁČ: Skúsenosti a poznatky z on-line vzdelenia počas pandémie covid-19 (Experience and knowledge from online education during the covid-19 pandemic)
- C5.** Ján STOFFA: Cognitive Values of Terminology in Education
- C6.** Lenke T. PARÁZSÓ, Tünde LENGYELNÉ MOLNÁR, György STÓKA: Online tanulási környezettel támogatott pedagógustovábképzési programok hatékonysága (The efficiency of on-line supported in-service teacher training programs)
- C7.** Martin MIŠÚT, Mária MIŠÚTOVÁ: Teaching it subjects online experiences and students' attitudes
- C8.** Milan POKORNÝ: Interactive applications for working in a square grid
- C9.** Milan ŠTRBO: Aplikácie pre tvorbu interaktívnych učebných materiálov (Applications for the creation of interactive learning materials)
- C10.** Natália NEVŘELOVÁ: Rozšírená realita ve výuce dětí v primárním vzdělávání (Augmented reality in teaching children in primary education)
- C11.** Pál SARMASÁGI: DISC assessment usage in school talent management
- C12.** PAPP Gabriella: Az e-tesztek a karantén távoktatásában (E-tests in quarantine distance learning)
- C13.** Péter ANTAL: Digitalization and sports: ICT-related challenges in physical education teacher training
- C14.** Tibor SZABÓ, Ildikó PŠENÁKOVÁ: Interaktívny učebný materiál ako pomôcka na rozvoj priestorovej predstavivosti žiakov (Interactive learning material as aid for the development of students' spatial imagination)
- C15.** Viktória BAKONYI, Zoltán ILLÉS: Real-time and digital solutions in education during emergency situation in Hungary

## ALLOCATED AND ESTIMATED LEARNING TIME BY STUDENTS FOR COMPLETING MATH SUBJECTS IN ELTE IK BSC

BAGYURA Gábor, SEBESTÉNY Veronika, TAKÁCS Rita, HORVÁTH Zoltán, HU

**Abstract:** We investigated whether the students who are studying computer science at ELTE on a BSc major how much hours they spend to study mathematical subjects and what they think how much they should. We used an online survey for asking student about these subjects in the second half of their first semester so after they collected their first experiences of mathematical subject related exams. As a result we found that the majority of the students think that they should allocate, on average, one and a half hours more per weeks for learning mathematics than they used to spend for it. Additionally we found that those students who studied mathematic in the secondary school in an intensive form, on average, think that they need less additional time to spend for learning mathematic than students who did not.

**Keywords:** learning time, mathematics learning

### 1 Introduction

Our goal is looking for solutions that can help to decrease the drop out rate in Faculty of Informatics. One possible cause for high attrition rate is the poor math skills and problem solving abilities.[1]

As a first step towards our goal we intended creating a starting point with this investigation to understand why some students can complete the mathematical courses in the first semester in Faculty of Informatics and why others can't. We asked the students, inter alia, about their learning motivation, used learning styles and technics using online survey. In this paper we put the focus on the time that students spend to learning mathematics.

### 2 Method

For gaining the learning time related information what is needed we used an online survey.

Our online survey was filled out by 125 first year students in the second half of their first semester in Faculty of Informatics in ELTE. In that time the students had 3 part exams in that subject so they had feedback about the effectiveness of their learning behaviors.

As a first approach we used the *learning time* phrase as the full time that is allocated for learning mathematics by students.

Related learning time we asked these questions in the survey:

- How many hours on average do you spend in a week for learning mathematics?
- What do you think how many hours needed to allocate for learning mathematics for completing the math courses?

Type of both questions were single-answer multiple choice question with these options: 1-3 hours, 4-6 hours, 7-10 hours, 11-15 hours, >15 hours

We asked the students about their success with the part-exams and whether they learned in the secondary school mathematics in an intensive form. We defined success as passing all part-exams.

### 3 Analysis and results

#### 3.1 Success rate

Figure 1 shows the result of the success related question. Success means that the student passed all the 3 part-exams. The students who had at least one unsuccessful exam represents the failure category. This rate does not represents the success rate of the mathematic course.



Figure 1: Success rate

As we can see on Figure 1, 44 students passed all the part-exams which is 37%. 76 students (63%) answered that had at least one unsuccessful part-exam.

### 3.2 Advanced level math class

In Hungary the students who wants to graduate can learn mathematic at normal and advanced level.

Figure 2 shows the result of the advanced level math class related question. 89 students (72%) attended math class at advanced level and 34 students (28%) didn't.

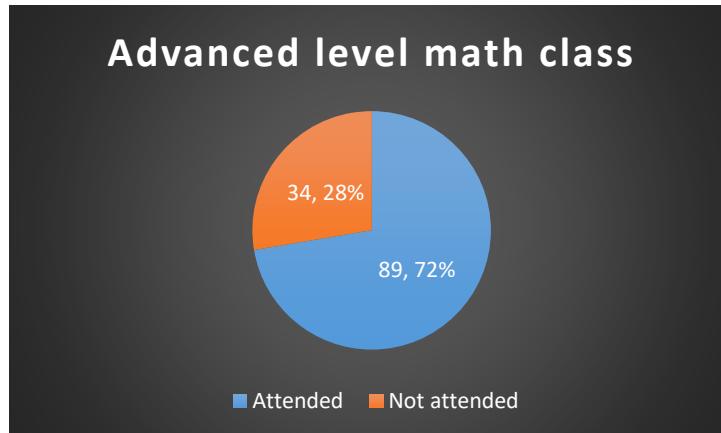


Figure 2: Attendance of advanced level math class in secondary school

### 3.2 Learning time

Figure 3 summarizes the answers of the two learning time related questions. We can see that the number of students who answered that learned on average 1-3 hours per week (58 students 47%) is much more than who thought it is enough (16 students 13%) for completing their first math course at the university. In this interval the difference is 42 answers which is 34%

We investigated the changes between the learning time and the estimated learning time for success per student. We used the selected learning time interval as starting point, and the selected estimation time interval as end point. In order we counted the steps that we had to do from start point to end point. Based on the result of this procedures we created these categories:

-2, -1, 0, 1, 2, 3, 4.

We called these categories simply *differences*. Figure 4 summarize these differences.

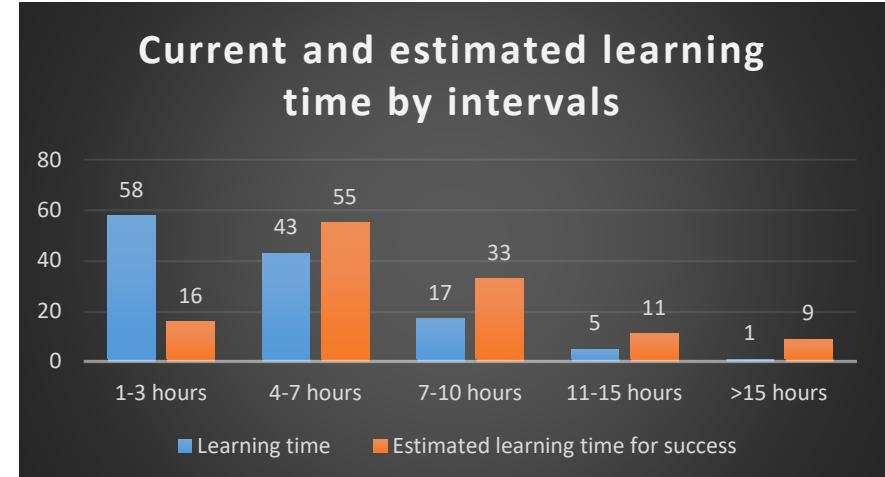


Figure 3: Current and estimated learning time by intervals

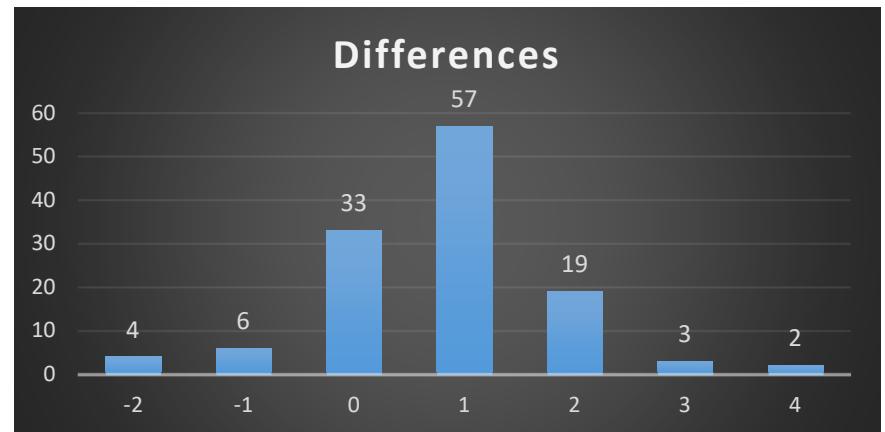


Figure 4: Differences between learning time and estimated learning time

We categorized the result as follows:

- Less time needed for success than actual  
Included differences: -2, -1.  
Included students: 10 (8%)
- There is no need to change for the success  
Included differences: 0.  
Included students: 33 (27%)

- More time needed for success than actual  
Included differences: 1, 2, 3, 4  
Included students: 81 (65%)

From this result we can see that almost two-thirds of the students thought they need to spend more time learning mathematics for the success.

The weighted average of the differences is 0,79. Based on the center of intervals (last interval excluded) and the distance between these centers we counted 2 hours as distance between two consecutive differences. With this value  $0,79 \approx 1,58$  hours per week. We categorized these differences based on success (Figure 5).

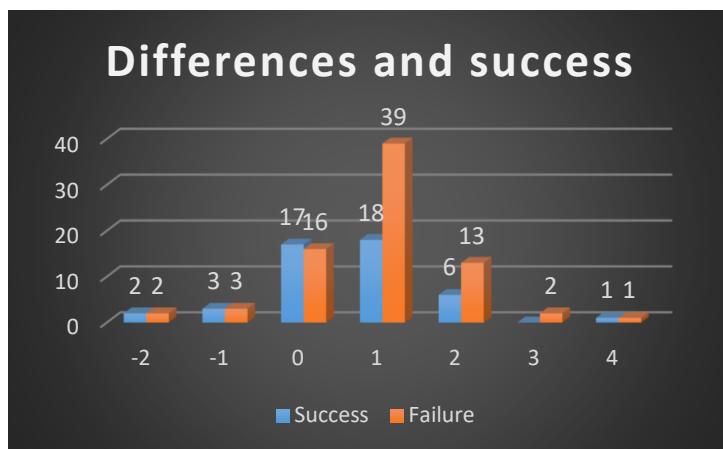


Figure 5: Differences and success

On Figure 5 we can see that 36% of the students who passed all part-exams thinks the time they spent to learning mathematics is the same as needed. In failure category this rate is just 21%. We can see also on this figure that 72% of the not successful students and 53% of successful students thinks they need to learn more than they used to. That is 65% of the all students who answered this question.

We counted the weighted average of the differences in these categories also:

- Successful:  $0,57 \approx 1$  hour 8 minutes
- Not Successful:  $0,92 \approx 1$  hour 50 minutes

We categorized the differences based on attending advanced level math class in secondary school (Figure 6).

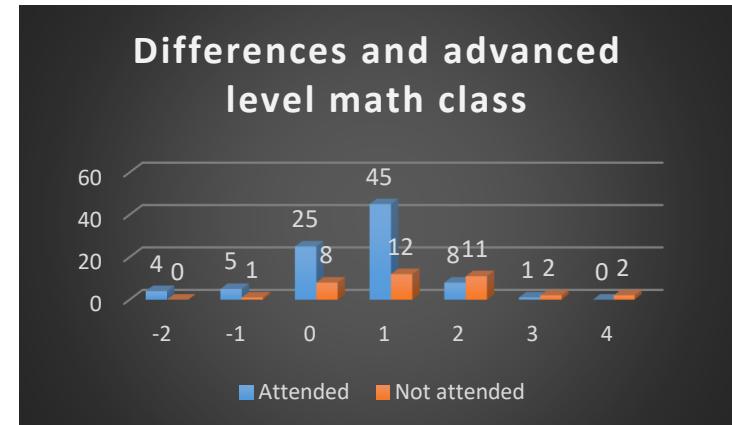


Figure 6: Differences and advanced level math class

We can see on Figure 6 that 39% of the student who attended mathematic class at advanced level in the secondary school thought that they need the same or less time completing their mathematic course than they used to spend it. That means 61% of them thought that they need more time. In the other category, 39% fell to 25% and 61% rose to 75%. If we examine the 61% and the 75% we can see that in the first category (Attended) 51% from the 61% included in difference category 1. In the other category (Not attended) that number is 33% from 75%. Based on these information we assume that the students who attended at advanced level mathematic class in the secondary school can more precisely estimate the time that is needed for learning mathematic.

We counted the weighted average of the differences in these categories also:

- Attended:  $0,57 \approx 1$  hour 8 minutes
- Not attended:  $1,3 \approx 2$  hour 36 minutes

## 5 Discussion

Math and math skills are essential parts of Faculty of Informatics. Based on some existing result[2] we assumed that there is connection between math skills and knowledge and drop out rate. That is why we think it is important developing new methods that can help the freshmen students to manage the difficulties with math courses. In ELTE there is a course which includes learning methodology trainings, held by contemporary students, for helping freshmen students to prepare the difficulties with math courses.

#### 4 Conclusion

Based on our survey we can not distinguish learning time to effective and ineffective parts. The next step could be the investigation methods that could help to uncover more details in this subject. One possibility is the distribution of time across activities [3] that may able to give a more precise value that is near to the academic learning time [4].

What we can see in our results that the 65% of the students who filled the survey thought that they need to learn more mathematics for completing their related course. We think every activity that try to help for the first year students to understand the difficulty of learning mathematics could help them to planning more effectively the learning time.

An other result of these study is the differences between the counted weighted average of the differences in these categories: students who attended advanced level mathematic class in secondary school and who didn't. The students from the latter category estimated more than twice (2 hours 36 minutes) than the students from the first category (1 hour 8 minutes). Behind of this result could be the different amount of learning time and experience. That numbers means that students from the attended category had advantage and they need less modification in their learning behavior for the success. We recommend for the secondary school students who wanted to learn a STEM major to choose math class at advanced level in secondary school. "Choose math so you can get through, not just into college." [5]. For the more accurate result it is needed to investigate this subject with more participants and need to examine other aspects like effectiveness of learning time.

#### References

1. BEAUBOUEF, T., MASON J. (2005) Why the high attrition rate for computer science students: some thoughts and observations. In: *ACM SIGCSE Bulletin*.
2. MOSES, L., HALL, C., WUENSCH, K., DE URQUIDI, K., KAUFFMANN, P., SWART, W., DUNCAN, S., DIXO, G. Are Math Readiness and Personality Predictive of First-Year Retention in Engineering? In: *The Journal of Psychology*, 145:3, 31 March 2011. p. 229-245
3. BRODHAGEN E.M., GETTINGER M. (2012) Academic Learning Time. In: *Seel N.M. (eds) Encyclopedia of the Sciences of Learning*. Springer, Boston, MA
4. STALLINGS, J. Allocated Academic Learning Time Revisited, or Beyond Time on Task. In *Educational Researcher*. Vol. 9 Iss. 11, December 1980. p. 11-16
5. ANDERSEN, E. Why You Should Choose Math in High School. In *Ubiquity* Vol. 7 Iss. 11, March 21 – March 27 2006.

#### Contact address

Gábor Bagyura, ELTE  
2921, Komárom, Nefelejcs utca 4.,  
e-mail:bagyuragabor@hotmail.hu

## TEACHING METHODS OF INFORMATION SECURITY AWARENESS: THE ROLE OF ENGAGEMENT

Gábor TÖRLEY, HU

**Abstract:** There are a wide range of information security awareness delivery methods such as Augmented / Virtual Reality, web-based training materials, online videos, games (online and physical) and “unplugged” methods. This study suggests that those methods are better which could reach a higher level of thinking according to the Bloom's taxonomy. Finding a well-working method is very important because pupils can meet the dangers of the Internet at a very young age.

**Keywords:** Bloom's taxonomy, engagement, information security, delivery methods, teaching methods

#### 1 Introduction

Livingstone et al (2011) [10] lead a survey which investigated key online risks: pornography, bullying, receiving sexual messages, contact with people not known face-to-face, offline meetings with online contacts, potentially harmful user-generated content and personal data misuse. They showed that younger children tend to lack skills and confidence. However, most 11-16 year olds can block messages from those they do not wish to contact or find safety advice online. Around half can change privacy settings on a social networking profile compare websites to judge their quality or block spam. They claim that digital skills training is needed in order to ensure that all children reach a minimum basic standard and to prevent digitally isolated and unskilled children.

The results of PISA 2018 assessment [11] have shown the same: the Hungarian students have performed below the OECD average in reading. Over 25% of Hungarian students performed below Level 2 proficiency in reading. At Level 2, students can identify the main idea in a piece of text of moderate length. Evaluating and reflecting has always been a part of reading literacy. In the era of digital reading, readers are now confronted with ever-growing amounts of information, and must be able to distinguish between what is trustworthy and what is not. This is also a part of information security awareness.

## 2 Literature review

Bloom's taxonomy – which was developed in 1950s – is possibly one of the best known and most widely used models of human cognitive processes. A revised version of the taxonomy was published in 2001 (Fig. 1.) [2].

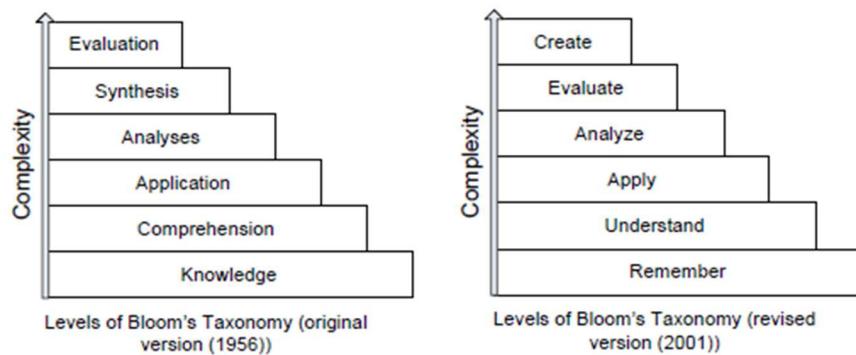


Figure 1: Bloom's Taxonomy, Original and Revised [18]

Learning taxonomies can help describing and categorizing in cognitive, affective and other dimensions, in which an individual operates as part of the learning process. In other words learning taxonomies help us to "understand about understanding". [15]

The following is a brief explanation of each of the six levels of this revised taxonomy:

- Remember – it refers to the rote recall and recognition of the previously learned facts. The learner may not understand what he/she has learned.
- Understand – On this level the learner can use in problem solving and decision making what he/she has understood.
- Apply – The third level builds on the second one by adding the ability to use learned materials in new situations with a minimum of direction.
- Analyse – This level includes the ability to recognise the correspondent parts of a complex system and the understanding of the relationships between the parts and the whole. This means that the learner can break up a complex concept into simpler components in order to better understand its structure.

- Evaluate – Evaluation deals with the ability to judge the value of something based on specified criteria and standards.
- Create – This is the highest level in the taxonomy and refers to the ability to put different parts together in order to conceive an idea or plan which is new to the learner.

Information security awareness (ISA) can be defined as the level of comprehension that users have about the importance of information security best practices. In other words, it is about establishing, promoting and maintaining good security habits [1].

The national curriculum of England [17] set two goals about information technology. All pupils

- can evaluate and apply information technology, including new or unfamiliar technologies, analytically to solve problems
- are responsible, competent, confident and creative users of information and communication technology

Examples on the topic "recommended activities" in the new Hungarian Curriculum Framework (2020) regarding information security [16]:

- getting to know problems in electric communication practice and getting to know and using security settings which can respond to them (Grade 5-8)
- debate on using e-commerce and e-business securely (Grade 9-11)
- analysing the impacts security options regarding social networks (Grade 9-11)
- maintenance and antivirus defence of a digital tool (Grade 9-11)

The English curriculum refers much more on the higher level of Bloom's Taxonomy than the Hungarian curriculum framework. Aims in the English curriculum focus more on practical methods and understanding than knowledge like in the Hungarian curriculum framework. This seems to be a philosophical difference between the two countries' curriculum.

Chou et al [4] identified four core Internet safety areas that teachers should be familiar with:

1. Communication security and safety. This area refers to teaching students how to protect themselves from viruses, hackers, spam (junk mail), and illegitimate commercial transactions, and how to safeguard their confidential information.
2. Information decency and appropriateness. This area concerns how to identify malicious rumours, pornography, sexual solicitation, misleading

advertising, and other offensive content. Also covered are both respects for copyright and ethical use of digital information.

3. Online interpersonal safety. This area refers to all social interactions, including making friends online, meeting net friends in person, cyberbullying, and digital etiquette, especially in the Web 2.0 age in which social networking is the main focus.
4. Computer-/Internet use safety. This is a miscellaneous category involving proper equipment, a good work environment, eyesight protection, and posture.

For most children across Europe (age 9-16), smartphones are now the preferred means of going online. This often means that they have the majority of children reporting using their smartphones daily or almost all the time. [14]

## 2 Delivery methods

Since information security awareness is the ability of recognize or avoid behaviours that would compromise information security, that is why teaching methods cannot base on only lexical knowledge however getting to know the appropriate vocabulary is important. That is why frontal delivery methods should be extended in order to help the pupils not only to understand the vocabulary of ISA but to reach a higher level of thinking according to the taxonomy.

Augmented Reality (AR) / Virtual Reality (VR) and computer games have advantages like effective skill transfer, knowledge acquisition and assessment in real-time, safety of practice, greater engagement because it can be used out of class as well.

Simulation is one of the best ways to learn how somebody can behave in different situations. It can give a safe environment in order to experience consequences of good and bad decisions. Unfortunately, this method is expensive and developing of the virtual environment / game software needs a lot of effort and time. Usually, a school does not have enough resources for that.

Developing a complex computer game is expensive but there are online games with which a pupil can learn different aspects of ISA. A good example is Anti-Phishing Phil [3, 13] With this game, pupils can learn what are those links on which they can click on securely and why. Unfortunately, this game is outdated because there is no mention on https protocol, and it was written in Flash.

Online videos can be a good choice because they can be watched and re-watched as needed. In a classroom situation online videos can be a good introduction before a discussion of a topic. Videos can help to enter into the actors' feeling, understand their situation, etc. There are cartoons for younger

children as well so this method can be used from the very beginning. A very good example on that is Sheeplive project [12].

Originally, "CS Unplugged is a collection of free teaching material that teaches Computer Science through engaging games and puzzles that use cards, string, crayons and lots of running around" [6]. I use "CS unplugged" as a teaching method when I do not use any computer-based method in order to teach concepts on informatics. This method can include games (even table games or situation games), drama methods [9], other activities.

There are great unplugged activities on Code.org [5] on ISA. Most of these activities contains a lesson plan, lesson and teacher videos as well as all of the resources what a teacher need. These activities can be used for first grader pupils as well.

Table (or physical) games can be a good way to support understanding because they can

- engage people,
- give permission to test ideas and ask questions,
- create social environments, which can foster interaction and discussion on the topic of the class. [7]

Usually this kind of games do not require extensive setup or have resource dependencies.

Online quizzes can be a useful tool to measure the understanding of the pupils. It is important that these quizzes should have practical questions which point to situations. A very good example of that is the Phishing Quiz by Jigsaw [8]. This quiz asks the learner to give his/her name and e-mail address (which will not be stored) in order to make the quiz and the situation more personal. All of the tasks are very practical and after every answer, learners can read more on the situation mentioned be the task.

## 3 Conclusion and future work

This paper summarized those delivery methods with examples on ISA which can lead learners not only to get to know the concepts of ISA but to understand, analyse and evaluate them.

It is very important to find and apply teaching methods which can be used for younger children because a big majority of them can face with dangers of the internet and social media. They need "tools" in order to decide what is secure and what is not. Unplugged activities seem to a good way to teach them these concepts from Grade 1.

Students need games (even physical ones) that examine their understanding not only of the concepts but also how to apply them in real life.

Next step of my research is to create a cybersecurity program based on the new Hungarian Curriculum Framework using the above-mentioned methods.

*The research has been supported by the European Union, co-financed by the European Social Fund (EFOP-3.6.2-16-2017-00013, Thematic Fundamental Research Collaborations Grounding Innovation in Informatics and Infocommunications).*

## References

1. ABAWAJY, J User preference of cyber security awareness delivery methods, In: *Behaviour & Information Technology*, 33:3, 237-248, 2013, DOI: 10.1080/0144929X.2012.708787
2. ANDERSON, L. – KRATHWOHL, D. – AIRASIAN, P. – CRUIKSHANK, K. – MAYER, R., PINTRICH, P. – RATHS, J. – WITTRICK, M. *A Taxonomy for Learning, Teaching, and Assessing: A Revision of Bloom's Taxonomy of Educational Objectives*, Complete Edition. Longman 2001
3. Anti-phising game, <https://www.ucl.ac.uk/cert/antiphishing/> Retrieved: 09.06.2020
4. CHOU, C. – PENG, H., Promoting awareness of Internet safety in Taiwan in-service teacher education: A ten-year experience, In: *The Internet and Higher Education*, Volume 14, Issue 1, 2011, Pages 44-53, ISSN 1096-7516
5. CS Fundamentals Unplugged Lessons, <https://code.org/curriculum/unplugged> Retrieved 10.06.2020.
6. CS Unplugged <https://csunplugged.org/en/> Retrieved: 09.06.2020.
7. DENNING, T. – LERNER, A. – SHOSTACK, A., – KOHNO, T.. 2013. Control-Alt-Hack: the design and evaluation of a card game for computer security awareness and education. In *Proceedings of the 2013 ACM SIGSAC conference on Computer & communications security (CCS '13)*. Association for Computing Machinery, New York, NY, USA, 915–928. 2013 DOI:<https://doi.org/10.1145/2508859.2516753>
8. Jigsaw Phishing Quiz, <https://phishingquiz.withgoogle.com/> Retrieved: 10.06.2020.
9. JOZITFEK, ZS. (Ed.) *R.U.In? Drama methods' innovation for inclusive youth communities*, Open Circle Association, 2018
10. LIVINGSTONE, S. – HADDON, L. – GÖRZIG, A. – ÓLAFSSON, K. *Risks and safety on the internet: the perspective of European children: summary*. EU Kids Online, Deliverable D4, EU Kids Online Network, London, UK. 2011
11. OECD 2019. *PISA 2018 Results* (Volume I): What Students Know and Can Do, PISA, OECD Publishing, Paris <https://doi.org/10.1787/5f07c754-en>
12. Sheeplive <https://sheeplive.eu/> Retrieved:09.06.2020
13. SHENG, S. – MAGNIEN, B. – KUMARAGURU, P. – ACQUISTI, A. – CRANOR, L. – HONG, J. – NUNGE, E.. Anti-Phishing Phil: The Design and Evaluation of a Game That Teaches People Not to Fall for Phish. In *Proceedings of the 2007 Symposium On Usable Privacy and Security*, Pittsburgh, PA, July 18-20, 2007.

14. SMAHEL, D. – MACHACKOVA, H. – MASCHERONI, G. – DEDKOVA, L. – STAKSRUD, E. – ÓLAFSSON, K. – LIVINGSTONE, S. – HASEBRINK, U. (2020). *EU Kids Online 2020: Survey results from 19 countries*. EU Kids Online. Doi: 10.21953/lse.47fdeqj01ofo
15. SOUSA, D.A. *How the brain learns*. 3rd edn. Corwin Press 2006
16. *The Curriculum Framework of Hungary* (in Hungarian) (2020) [https://www.oktatas.hu/kozneveles/kerettantervek/2020\\_nat](https://www.oktatas.hu/kozneveles/kerettantervek/2020_nat) (retrieved: 05.06.2020)
17. *The national curriculum of England: Computing* (2013) <https://www.gov.uk/government/publications/national-curriculum-in-england-computing-programmes-of-study/national-curriculum-in-england-computing-programmes-of-study> Retrieved: 04.06.2020.
18. VAN NIEKERK J. – VON SOLMS R. Using Bloom's Taxonomy for Information Security Education. In: Dodge R.C., Futcher L. (eds) *Information Assurance and Security Education and Training*. WISE 2013, WISE 2011, WISE 2009. IFIP Advances in Information and Communication Technology, vol 406. Springer, Berlin, Heidelberg, 2013

**Reviewed by:** Dr. Csaba Holló, PhD.

## Contact address

Gábor Törley, PhD., ORCID: 0000-0002-0496-936  
ELTE Eötvös Loránd University, Faculty of Informatics, 3in Research Group,  
Mátravásár, Hungary  
Address: H-1117 Budapest, Pázmány P. sétány 1/C, Hungary  
e-mail: [gabor.torley@inf.elte.hu](mailto:gabor.torley@inf.elte.hu)

## SOFTWAROVÉ PROSTŘEDKY NA PODPORU ON-LINE VZDĚLÁVÁNÍ

Hana HYKSOVÁ, CZ; Veronika STOFFOVÁ, SK

**Abstrakt, SK:** Príspevok sa zaobrá používaním digitálnej techniky, on-line technológií a interaktívneho edukačného softvéru v dištančnom vzdelávaní na základných a stredných školách. Predpokladom efektívneho využívania digitálnych technológií na školách je, že učitelia majú prístup k potrebným technickým zariadeniam a technológiám a majú dostatočnú digitálnu gramotnosť a kompetencie na ich využívanie. To isté sa predpokladá na strane edukanta, čo sa týka jeho technického a technologického vybavenia a tiež jeho používateľských kompetencií a zručností v používaní digitálnych technológií. Článok referuje aj o tom, ako zvládli učitelia v ČR a SR dištančné vzdelávanie počas pandémie corona-vírusu COVID-19.

**Kľúčové slová:** Edukačný softvér, digitálna technika, on-line technológie, on-line vzdelávanie, dištančné vzdelávanie.

**Abstrakt, CZ:** Příspěvek se zabývá možnostmi používání digitální techniky, on-line technologií a interaktivního edukačního softwaru v distančním vzdělávání na základních a středních školách. Efektivní využívání digitálních technologií na školách předpokládá, že učitelé mají přístup k potřebným technickým zařízením a technologiím a mají dostatečnou digitální gramotnost a kompetence k jejich využívání. Totéž se předpokládá na straně edukanta, co se týče jeho technického a technologického vybavení, a také jeho uživatelských schopností a dovedností v používání digitálních technologií. Článek referuje i o tom, jak učitelé v ČR a SR zvládli distanční vzdělávání během pandemie corona-virusu COVID-19.

**Klíčová slova:** Edukační software, digitální technika, on-line technologie, distanční vzdělávání on-line vzdělávání.

## SOFTWARE RESOURCES TO SUPPORT ON-LINE EDUCATION

**Abstract:** The paper deals with the use of digital technology, on-line technology and interactive educational software for distance education in primary and secondary schools. A prerequisite for the effective use of digital technologies in schools is that teachers have access to the necessary technical equipment and technologies and have sufficient digital literacy and competence to use them. The same is assumed on the part of the educatees in terms of his technical and technological equipment as well as his user

competencies and skills in the use of digital technologies. The article also reports on how teachers in the Czech Republic and the Slovak Republic managed distance learning during the corona-virus pandemic COVID-19.

**Keywords:** Educational software, digital technology, on-line technologies, on-line education, distance education.

### 1 Úvod

Efektívny využívání digitálnich technologií je bezpochyby nezanedbatelnou podmínkou jednak pro uskutečňování kvalitného vzdělávání, a jednak pro plynulý chod školy, atď už při administrativní práci nebo při komunikaci s veřejností, zejména rodičovskou.

Vývoj světa zcela zřetelně ukazuje, že vliv technologií na výukový proces již nelze opomíjet a myslit si, že dobrému pedagogovi prostě stačí, když své jinde získané odborné schopnosti v případě potřeby přenese i na využití technologií (Feszterová, 2018a; Host'ovecký – Prokop, 2018). Mylná je i hodně rozšířená představa, která vede mnoho odpůrců technologií k domnění, že nejlepší pro výchovu dětí je, když jsou do co nejvyššího věku od technologií zcela izolovány (Czakóová, 2016; Partová a kol., 2018b; Pokorný, 2013, 2018; Stoffová – Czakóová, 2019; Végh, 2016; Zboran, 2019).

Technologie ovlivňují svět, myšlení lidí, výukové cíle i vzdělávací prostředí. Lidstvo je v situaci, kdy se bez technologií neobejde ani v osobním životě, ani v životě profesním. Technologie je ovšem třeba využívat efektivně a kvalitně (Feszterová, 2018a; Mišut – Pribilová, 2015; Pártová – Žilková, 2018a; Chráska – Chrásková, 2007). Je třeba vést žáky v užívání technologií tak, aby jim pomohli v osobním růstu a dosažení životních cílů. Totéž se týká i žáků hendikepovaných.

V současné době je realizována „Strategie digitálního vzdělávání“, která je nazývána digitální gramotností. S tímto přichází i změna stávajících Rámcových vzdělávacích programů i Standardu učitele.

Teprve před několika lety začaly v evropských institucích snahy o vytvoření systematického popisu digitálních dovedností a kompetencí, kterými by měli být vybaveni učitelé. Také bylo stále více zřejmé, že ve sbližující se Evropě je nutné hovořit i v této oblasti společnou terminologií. Výsledkem těchto snah je rámec digitálních kompetencí pedagogů DigCompEdu. DigCompEdu je výstupem dlouhodobé výzkumné činnosti Společného výzkumného střediska (Joint Research Centre) Evropské komise.

Zkouškou využívání digitálních technologií učiteli i žáky v on-line výuce bylo období COVID-19. V tomto období došlo od 11. března 2020 k úplnému uzavření škol v celé České republice. Všechny školy řešily on-line výuku. K dané výuce museli žáci i učitelé využít svá zařízení – počítače, notebooky,

tablety i mobilní telefony. U učitelů i žáků došlo v tomto období k výraznému zlepšení v oblasti využívání digitálních technologií ve výuce (Mišút – Pribilová, 2015). Tímto krokem budou třeba v budoucnu ve školách více využívána žákovská zařízení (BYOD).

## 2 On-line výuka ve školách

Neobvyklá situace pro učitele i žáky nastala v České republice v období COVID-19 od 11. března, kdy došlo k úplnému zavření všech škol. Všechny školy musely najednou řešit problém. Jakým způsobem výuku řešit? Jaké prostředky k tomu využít? Jaké prostředí využít? Jakým způsobem žáky aktivně zapojit? Budou mít žáci dostatečné množství techniky? Bude fungovat on-line výuka na mobilních telefonech, tabletech, počítačích či noteboocích? Tyto a podobné otázky si kladli učitelé i ředitelé škol. Každá škola si zvolila svůj postup, svoji strategii. Žádná rada či pomoc od Ministerstva školství, mládeže a tělovýchovy České republiky nebyla. Od začátku dubna začala Česká školní inspekce zjišťovat situaci na školách. Informace k on-line výuce prováděla telefonickým kontaktem ředitele školy a pokládala mu následující otázky:

- Jak se daří komunikace s učiteli, žáky a jejich rodiči?
- Jaká je ve škole digitální podpora distanční výuky?
- Jak se inspirujete v metodách distančního vzdělávání?
- Jak spolupracují učitelé při distančním vzdělávání?
- Jak se daří zapojovat žáky do distančního vzdělávání?
- Jak využívají učitelé digitální techniku?
- Jaké formy podpory digitální techniky distančního vzdělávání využíváte?
- Jak se daří komunikace učitelů se žáky? (jaké aplikace/platformy využívají apod.)
- Jak organizují učitelé obsah distančního vzdělávání? (jaké on-line zdroje využívají apod.)
- Jak učitelé hodnotí výkony žáků při distančním vzdělávání?

Školy očekávaly od Ministerstva školství, mládeže a tělovýchovy či České školní inspekce rady či pomoc. Bylo to zcela obráceně. Místo pomoci a rad si Česká školní inspekce zjišťovala stav na školách a mapovala situaci. Možná teď na základě zkušeností škol vydá Ministerstvo školství, mládeže a tělovýchovy příručku s možnostmi, co školy mohou v oblasti on-line výuky dělat, které platformy mohou využívat apod.

Vzhledem k tomu, že v době psaní článku jsme výsledky průzkumu školní inspekce neměli k dispozici, jsme udělali vlastní průzkum mezi učiteli

základních a středních škol. Rozeslali jsme několik elektronických dotazníků s 12 otázkami na zmapování situace ve školním vzdělávání během pandemie. Výsledky průzkumu jsou v obou státech velmi podobné.

Bohužel omezený rozsah článku neumožňuje průzkum a jeho výsledky analyzovat a podrobně statisticky vyhodnotit. Plánujeme o výsledcích průzkumu napsat samostatný článek do časopisu CEJNTREP. V dalším jen popíšeme některé z odpovědí, které se ve výpovědích učitelů nejčastěji vyskytovaly.

## 3 Možnosti on-line výuky

On-line výuka probíhala na různých školách v různých platformách. Učitelé řešili výuku a zároveň i testování. Ve školách nejčastěji využívali a stále využívají:

- Microsoft Office 365 – Teams (výuka) a Forms (testování).
- Google – Google Classroom (výuka) a EduPage (testování).
- Zoom – výuka.

## 4 Microsoft Office 365 – Teams

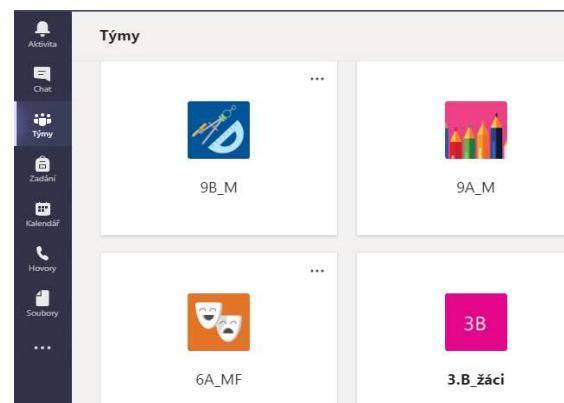
Firma Microsoft nabízí všem školám Office 365 zdarma. Pouze si ověří, že škola je v rejstříku škol. Školy tuto nabídku hojně využívají. Stejně tomu je i v naší škole. Všem učitelům a žákům byly založeny účty. Roztřídily se do skupin dle tříd. Všichni žáci i učitelé mají svůj pracovní e-mail. Zdarma je Word, Excel, PowerPoint, což je velká výhoda při výuce, neboť všichni žáci i učitel pracují ve stejném a nejnovějším prostředí. OneDrive je úložiště o velikosti 5 TB. Nechybí ani Forms na tvorbu kvízů či testů. Nejdůležitější součástí pro on-line výuku je Teams.

### Aplikace



Obrázok 1: Aplikace Office 365

V prostředí Teams si mohou učitelé či žáci vytvořit své týmy. Vloží členy týmu a mohou spolu komunikovat. Ke komunikaci mohou využívat pouze chat nebo se spojí pomocí hovoru.



Obrázek 2. Teams – pracovní skupiny

Učitel prostřednictvím kalendáře naplánuje schůzku. Tím se odešle odkaz na danou schůzku všem účastníkům, kteří se ke schůzce mohou připojit.

Učitel může schůzku nahrávat. Tím vytvoří záznam ze schůzky, který mají všichni žáci k dispozici. Je to obrovská výhoda, neboť žáci, kteří se dané výuky nemohli zúčastnit, si mohou záznam spustit. Žáci se tak mohou v jednotlivých hodinách vracet k různé problematice, které byla řešena. Učitel při výuce sdílí svoji obrazovku, na které může promítat, nevstupují učiteli do výkladu.

## 5 Microsoft Office 365 – Teams a SMART Notebook

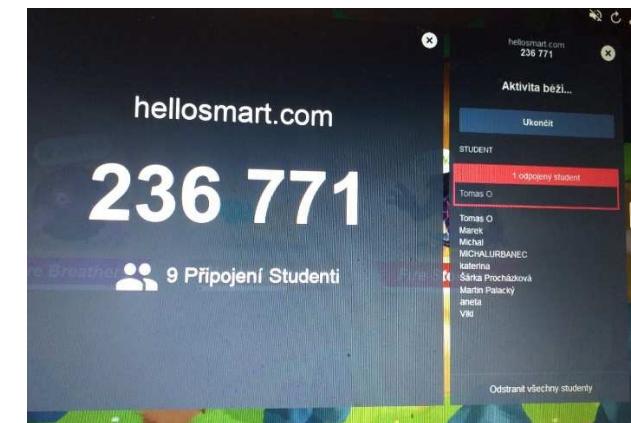
Ve školách v ČR aj SR se využívají různé interaktivní tabule. Jednou z nich je i Smart Board s programem SMART Notebook. Propojení mobilních telefonů, tabletů, notebooků či počítačů žáků při on-line výuce s interaktivní tabulí a programem SMART Notebook je velmi efektivní (Pšenáková – Szabó, 2018).

Interaktivní tabuli můžeme použít k výkladu dané látky, k procvičování pomocí různých aktivit. Velkou výhodou je, že si můžeme v přípravách uložit i odkazy na různé internetové stránky, které potom nemusíme pracně dohledávat. K jednotlivým tématům se můžeme stále vracet. Pokud využíváme pouze klasickou tabuli, tak vše po hodině smažeme a pokud se chceme k učivu vrátit, musíme jej znova napsat. Samozřejmě přípravy, které si vytváříme pomocí tohoto programu, nejsou vždy hotové během chvíliky. Pokud vytváříme výklad látky, využíváme různé grafy a tabulky, práce je to i na několik hodin. Ale tato práce se nám okamžitě vrací, pokud vyučujeme v paralelních třídách. Přípravy můžeme snadno využít i v dalších letech. Úpravy jsou hotové už během chvíliky. Využití cloudových aktivit SMART LAB

zabere na přípravu jen několik málo minut a efektivita v hodině se obrovská. K procvičování těchto cloulových aktivit SMART LAB využíváme bez problémů různá zařízení – počítače, notebooky, tablety i mobilní telefony žáků. Na všech zařízení najednou nám aktivity bez problémů fungují.



Obrázek 3. Aktivita k připojení na zařízení



Obrázek 4. Připojení žáků

Všechny tyto cloudové aktivity, které jsou označeny symbolem - připojit zařízení, lze spustit na počítači, notebooku, tabletu či mobilním telefonu. K daným aktivitám se žáci připojují pomocí webové stránky HELLOSMART.COM a ID učitele, jak je vidět na obrázcích.

Učitel vidí připojená žákovská zařízení. Učitel žákům aktivitu spustí a žáci samostatně na svých zařízeních pracují individuálně, vlastním tempem. Po

dokončení cvičení mají okamžitou zpětnou vazbu o správnosti řešení. Mezi tyto aktivity patří:

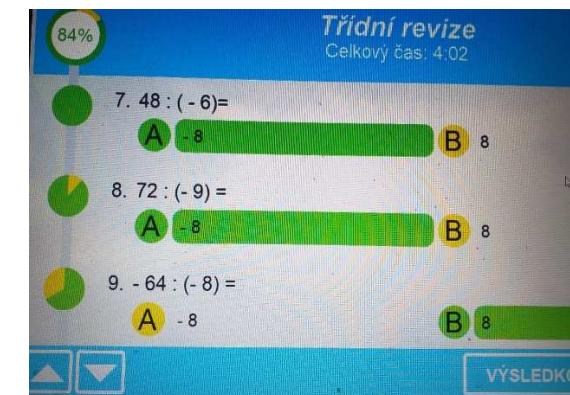
- Vyplnit mezery – studenti přetahují slova nebo čísla do prázdných míst. Tato aktivita učí dedukci, kompozici a trénuje paměť.
- Otočit – kartičky – trénuje paměť a rozšiřuje slovní zásobu.
- Dejte k sobě! – vytváření správných dvojic – aktivita párování, která rozvíjí schopnost korespondenci mezi jednotlivci a trénuje paměť. Tuto aktivitu v hodinách učitelé velmi využívají.
- Seřazení – studenti seřazují položky v pořadí a učí se tak o srovnání, dedukci, posloupnosti a uspořádání. Opět velmi často využívaná aktivita.
- Super řazení – studenti třídí položky do dvou kategorií. Tato aktivita učí klasifikaci a sdružování do skupin. Velmi využívaná aktivita.
- Kvíz s monstry – postupový kvíz s otázkami s výběrem více možností odpovědi a otázkami správně x špatně. Studenti pracují v týmech na jednotlivých zařízeních. Velmi oblíbená aktivita mezi žáky. Tuto aktivitu lze provozovat na tablettech, mobilních telefonech či počítačích. Žáci jsou roztrženi do skupin na základě náhodného výběru počítače. Každý žák odpovídá svým tempem a body za družstvo se sčítají. Poté se odpovědi vyhodnotí, ukážeme si správné odpovědi a vysvětlíme řešení.
- Response 2 – studenti odpovídají na otázky s více možnostmi odpovědí, otázky s výběrem z více možností, otázky typu hlasování/názor, otázky s krátkou odpovědí a otázky s odpovědí správně x špatně. Velmi výhodná aktivita k testování. Tuto aktivitu můžeme využít k anonymním odpovědím k rychlému zopakování učiva. Tato aktivita se velmi často používá k testování. Po skončení testu se žákům objeví rychlé vyhodnocení testu – na které otázky odpověděl správně, na které chybně, na které neodpovídal a vyhodnocení. Všechny tyto odpovědi jsou zaznamenány do tabulky, kterou si učitel uloží. Testy jsou rychlé a okamžitě opravené. Učitel pouze uloží výsledky do počítače. Tuto aktivitu můžeme opět provádět pomocí mobilních telefonů, počítačů či tabletů.
- Zapojte se – studenti používají svá zařízení k zaslání příspěvků nebo obrázků. Brainstormingová aktivita určena k vytváření nápadů.

Dnes se již samostatně interaktivní tabule nevyužívá. Neslouží pouze k výkladu učiva, ale využívá se hlavně spolu se žákovskými zařízeními. Na interaktivní tabuli mohli pracovat maximálně dva žáci. Důležité je zapojení všech žáků ve výuce. Mobilní telefony či tablety může každý žák využívat samostatně. Pracovat mohou na jednotlivých aktivitách samostatně, vlastním tempem. Žáci se učí práci ve skupinách, kterou budou potřebovat v kterémkoli zaměstnání – práce v týmech.

Nejvíce oblíbená aktivita u žáků je Kvíz s monstry neboli Příšerkový kvíz. Žáci jsou k dané aktivitě přihlášeni. Učitel či žáci zvolí, do kolika skupin budou rozřazeni. Každý žák řeší své otázky individuálně na svém zařízení a výsledné body se sčítají v daném týmu. Žáci na svých zařízeních vidí otázky, učitel vidí týmy a jejich úspěšnost při řešení, viz Obrázek 5.



Obrázek 5. Prostředí učitele – Kvíz s monstry

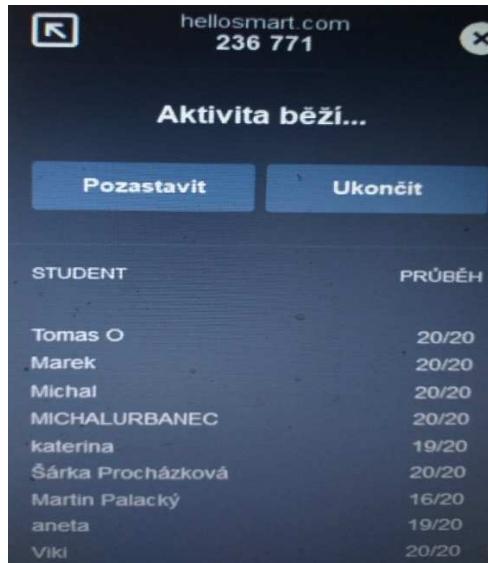


Obrázek 6. Prostředí učitele – kontrola

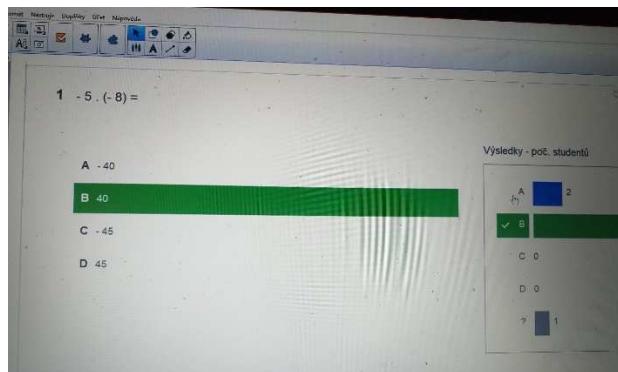
Po vyřešení všech úkolů všech žáků učitel se žáky projde všechny otázky a úkoly a sdělí správné řešení včetně postupu.

Příšerkový kvíz je u dětí velmi oblíbený.

Druhou velmi oblíbenou aktivitou je testování prostřednictvím Response 2. Žáci opět odpovídají na otázky. Učitel na své obrazovce sleduje, jak rychle žáci odpovídají, kolik úkolů mají již splněno.



Obrázek 7. Prostředí učitele – Response 2



Obrázek 8. Prostředí učitele – Response 2 - kontrola

Po dokončení testu okamžitě vědí správné odpovědi a úspěšnost v testu. Odpovědi na jednotlivé úkoly si hned po dokončení testu učitel prochází se žáky.

Tato aktivita je velmi oblíbená i u učitelů. Testy jsou hned opraveny, výsledky můžeme uložit ve formě tabulky.

| Student             | Grade      | # Correct | # Incorrect | # No Response | 1) - 5 . (- 8) | 2) 16 : (- 4) |
|---------------------|------------|-----------|-------------|---------------|----------------|---------------|
|                     |            | =         | =           | =             | =              | =             |
| MICHAL              | 100%       | 20        | 0           | 0             | B              | A             |
| Marek               | 40%        | 8         | 12          | 0             | B              | A             |
| Martin              | 20%        | 4         | 16          | 0             | A              | A             |
| Michal              | 25%        | 5         | 15          | 0             | A              | A             |
| Tomas O             | 60%        | 12        | 8           | 0             | B              | A             |
| Viki                | 90%        | 18        | 2           | 0             | B              | A             |
| <del>aneta</del>    | 95%        | 19        | 1           | 0             | B              | A             |
| <del>katerina</del> | 100%       | 20        | 0           | 0             | B              | A             |
| Šárka               | 100%       | 20        | 0           | 0             | B              | A             |
| <b>Průměr třídy</b> | <b>63%</b> |           |             |               | <b>70%</b>     | <b>90%</b>    |

Obrázek 9. Prostředí učitele – Response 2 – tabulka

#### 4 Závěr

Závěrem můžeme zhodnotit, že používání moderních on-line vzdělávacích technologií v distančním vyučování během pandemie potvrdilo jejich význam a užitečnost i na zvládnutí krizových situací. Mnohé digitální technologie, informační a komunikační systémy, které učitelé měli k dispozici a které nebyly využívány, nyní ožily a jejich uplatnění se stalo nezbytností. Učitelé, kteří tyto nástroje používali bez problémů, vzniklou situaci zvládli. Ti, kteří to dosud ignorovali, byli nuceni je využívat - "učili se za pochodu", "učili se děláním / využíváním". Erudovaní informatici, kteří tyto možnosti používali i předtím a vytvářeli vlastní didaktické aplikace, na otázku: Bylo / je tento (online) způsob vyučování pro Vás náročný? Odpověděli většinou: "Ne, nebyl/není" (Zboran, 2019; Záhorec a kol., 2020).

Většina ale považovala distanční způsob vyučování za časově náročný. Učitelé přípravu elektronických učebních materiálů, on-line úkolů, testů a zkoušení označili za mimořádně náročnou a zatěžující. Školy, učitelé a ani žáci nebyli připraveni na tento druh vyučování. Na základě osobních zkušeností učitelů (respondentů průzkumu) lze říci, že chyběla organizovanost a disciplína. Učitelé přečeoňovali situaci, zadávali mnoho úkolů, očekávali, že žáci nebudou podvádět a budou se průběžně připravovat. Žáci si zase mysleli, že mají prázdniny, bylo třeba je přesvědčovat, aby spolupracovali. Ideálním řešením by bylo, kdyby škola měla vypracovaný nejen plán, jak v případě takové situace postupovat, ale aby byla i vybavena potřebnými technologiemi a aby jejich využívání na zvýšení efektivity vyučování byla běžnou každodenní záležitostí a vnitřní potřebou. Toto řešení však v době, kdy nás šíření viru COVID-19 překvapilo, neměl nikdo a každý se snažil řešit toto po svém. Nejvíce však chyběla informační gramotnost a potřebné digitální kompetence u obou stran - učitelů i žáků/studentů.

Příspěvek vznikl za podpory projektů IGA\_PdF\_2020\_039 "Podpora výzkumných aktivit studentů doktorského studijního programu Didaktika informatiky v oblasti využití vybraných moderních vzdělávacích technologií"; KEGA 012TTU-4/2018: Interaktívne animačno-simulačné modely vo vzdelávaní a KEGA 015TTU-4/2018 Interaktivita v elektronických didaktických aplikáciách.

## Literatúra

1. Czakóová, Krisztina, 2016. Creation small educational software in the micro-world of small languages. In: *Teaching Mathematics and Computer Science*. 14th volume, issue one, 2016/1, p. 117. Debrecen : University of Debrecen, 2016. ISSN 1589-7389
2. Chráska, Miroslav – Chrásková, Marie, 2007. Postoje žáků různých typů středních škol k osobnímu počítači. *Technika–Informatyka–Edukacja (suplement)*. Rzeszów : Uniwersytet Rzeszowski, 17–27.
3. Feszterová, Melánia, 2018a. Interdisciplinary E-learning Course Focused on the Theme of Waste. In: SGEM 2018 : proceedings from 5th International Multidisciplinary Scientific Conference on Social Sciences and Art, volume 5, Albena, 26 August - 1 September 2018. - Albena : STEF92, 2018. - ISBN 978-619-7408-56-0, P. 443-449.. DOI 10.5593/sgemsocial2018/3.
4. Feszterová, Melánia, 2018b. Interdisciplinary approach and implementation of modern trends into the education in the category waste. In: *Journal of Technology and Information Education*. - ISSN 1803-537X, Roč. 10, č. 2 (2018), s. 54-64. DOI: 10.5507/jtie.2018.011
5. Host'ovecký, Marian – Prokop, Pavol, 2018. The relationship between internet addiction and personality traits in Slovak secondary schools students. In *Journal of Applied Mathematics, Statistics and Informatics*, vol. 14, no. 1, 2018, p. 83-101. ISSN 1336-9180. – WOS
6. Mišút, Martin – Pribilová, Katarína, 2015. Measuring of Quality in the Context of e-Learning. In: *Procedia - social and behavioral sciences*. - ISSN 1877-0428. - Vol. 177 (2015), p. 312-319.
7. Mišút Martin – Pribilová Katarína, 2013. Communication impact on project oriented teaching in technology supported education. In: *Lecture notes in electrical engineering*. - ISSN 1876-1100. - Vol. 152 (2013), p. 559-567.
8. Partová, Edita – Žilková, Katarína, 2018a. Mobilné aplikácie na porozumenie pojmu usporiadanie. Magister. Roč. 6, č. 2(2018), s. 37-51.
9. Partová, Edita – Žilková, Katarína – Gunčaga, Ján, 2018b. Desing of educational applets for increasing children's abilities to recognize patterns. E-learning and smart learning environment for the preparation of new generation specialists, roč. 10, 1. vyd., Katowice: Uniwersytet Śląski w Katowicach, 2018. S. 229-242
10. Pokorný, Milan, 2018. Interactive elements can increase the efficiency of e-learning course /. In: *Advances in education research*. - ISBN 978-1-61275-056-9. - ISSN 2160-1070. - S. 173-178.
11. Pokorný, Milan, 2013. Blended learning as an efficient method for discrete mathematics teaching /. In: *Advances in education sciences*. - ISBN 978-981-07-5946-9. - ISSN 2339-5141. - Vol. 1 (2013), p. 249-252.
12. Pšenáková, Ildikó – Szabó, Tibor, 2018. Interactivity in learning materials for the teaching /. In: ICETA 2018. - Danvers : IEEE, 2018. - ISBN 978-1-5386-7912-8. - CD ROM, S. 445-450.
13. Sfoffová, Veronika - Czakóová, Krisztina, 2019. A playful form of teaching and learning using micro-world-based applications In. *Proceedings of the 15th International Scientific Conference: "eLearning and Software for Education : New technologies and redesigning learning spaces*. Volume 1, DOI: 10.12753/2066-026X-19-014, 2019/1, p. 110-115. Bucharest : "CAROL I" National Defence University Publishing House, 2019. ISSN 2066-026X, ISSN-L 2066-026X, ISSN CD 2343 – 7669. (WoS)
14. Végh, Ladislav, 2016. Javascript library for developing interactive micro-level animations for teaching and learning algorithms on one-dimensional arrays. *Acta Didactica Napocensia*, 9(2), 23-32.
15. Záhorec, Ján – Hašková, Alena – Munk, Michal, 2020. Digitálna gramotnosť učiteľov v kontexte ich profesijnej prípravy. Bratislava: UK, 2020 (v tlači)
16. Zboran, Martin, 2019 Využitie počítačových hier vo vyučovaní In *XXXII DIDMATTECH 2019 : New methods and technologies in education and practice* : Ed. V. Stoffová & R. 1. vyd. Trnava University in Trnava 2019, ISBN (on-line) 978-80-568-0398-1

**Recenzovala:** Prof. PaedDr. Alena Hašková, CSc.

## Kontakt

Mgr. Hana Hyksová, prof. Ing. Veronika Stoffová, CSc.  
Katedra technické a informační výchovy, Pedagogická fakulta, Univerzita Palackého v Olomouci, Žižkovo nám. 5, 771 40 Olomouc, ČR  
Pedagogická fakulta Trnavskej univerzity v Trnave  
Priemyselná 4, 917 01 Trnava  
hana.hyksova01@upol.cz  
NikaStoffova@seznam.cz

## SKÚSENOSTI A POZNATKY Z ON-LINE VZDELÁVANIA POČAS PANDÉMIE COVID-19

Ildikó PŠENÁKOVÁ, Peter PŠENÁK, Urban KOVÁČ, SK

**Abstrakt:** V roku 2020 v dôsledku zavedenia núdzového stavu kvôli pandémii koronavírusu boli život a práca na Slovensku obmedzené, v niektorých oblastiach až zablokované. Medzi prvou oblasťou, ktoré pocítilo zmenu bolo školstvo. Školy prešli z prezenčnej výučby na dištančnú formu. Väčšina škôl nebola na takýto spôsob výučby pripravená. V článku prinášame naše skúsenosti s prácou v podmienkach pandémie, a niekoľko rád a postupov, ktoré sa nám v práci pri on-line vzdelávaní osvedčili.

**Kľúčové slová:** výučbový proces, online technológie, konferenčné hovory, Microsoft Teams, Forms

## EXPERIENCE AND KNOWLEDGE FROM ONLINE EDUCATION DURING THE COVID-19 PANDEMIC

**Abstract:** In 2020, due to the introduction of a state of emergency which came as the answer to the coronavirus pandemic, life and work in Slovakia were limited, in some areas even blocked. Among the first areas to feel the change was education. Schools have moved from full-time on-site teaching to distance learning. Most schools were not prepared for this type of teaching. In this article, we present our experience of working in pandemic conditions, and some tips and procedures that have worked for us in our work in online education.

**Keywords:** teaching process, online technologies, conference calls, Microsoft Teams, Forms

### 1 Úvod

V mesiacoch marec až máj roku 2020 sa v dôsledku zavedenia núdzového stavu kvôli pandémii koronavírusu život a práca na Slovensku veľmi zmenili. Boli sme svedkami nečakaného vedľajšieho efektu vznikutej krízy a videli sme ako sa môže digitálna transformácia pod nátlakom zrýchliť [1]. Zmeny sa udiali v súkromnej aj vo verejnej sfére, a neobišli ani základné, stredné, vysoké školy a univerzity, ktoré sú za iných okolností vnímané ako „konzervatívne“ inštitúcie. Práve markantná zmena v práci pedagógov, ktorá sa od nich očakávala na všetkých úrovniach školstva, vytvorila priestor na nečakane

rýchly nástup on-line vzdelávania a zmenila postoj a názory pedagógov na takúto formu výučby.

Sme si istý, že keby sme sa opýtali pred pandémiou pedagógov na ich odhad, kedy budú vyučovať zo svojich domácností on-line, asi najprogresívnejšie odhady by boli roky 2025-30. Napriek tomu, že táto, z určitého pohľadu, nekoncepčná zmena vo výučbovom procese spôsobila veľké problémy pre pedagógov a museli sa s ňou za toto krátke obdobie vysporiadať sami, máme už v krajinе veľké množstvo pedagógov, ktorí už rutinne pracujú s Meet, Zoom, MS Teams a s podobnými softvérovými balíkmi, ako keby to robili už roky.

### 2 Učím z domu a som on-line

Pedagóg na škole vykonáva principiálne všetky úkony, ktoré vykonáva manažér vo firme. Plánuje, organizuje, vede lúďa a kontroluje ich [2]. Všetky tieto aktivity však vykonáva na „neodbornej“ pracovnej sile. Tento problém sa v digitálnom prostredí prejavuje ešte markantnejšie ako za lavicami v škole. Žiaci a študenti sú vo svojich domovoch, majú k dispozícii rôzne digitálne zariadenia, rôznej kvality je aj prístup k internetu, a niektorí takéto možnosti nemajú vôbec. Tento problém sa na Slovensku vyskytuje najčastejšie a v najväčšom rozsahu na úrovni základných škôl. Pri on-line výučbe na univerzitách sme takýto problém nepozorovali.

Ak sa vžijeme do úlohy pedagóga – manažéra, tak asi prvým problémom, s ktorým sme sa stretli v danej krízovej situácii bolo isté rozpadnutie aktuálnych plánov (rozvrhov) školy. Ani najrýchlejšie reagujúce inštitúcie na vzniknutý stav si nemôžu povedať, že isté obdobie neboli v „panike“ z toho, ako sa situácia vyvinula a nevedeli presne aké kroky podniknúť na jej riešenie. Napriek tomu, že univerzity sa dosť rýchlo preorientovali na vyučovanie on-line formou a začali používať rôzne programové balíky určené na dištančné vzdelávanie presné dodržanie vyučovania „podľa plánu“ nebolo možné striktne dodržať. Najčastejším problémom bola nestabilita internetového pripojenia. Počas prezenčnej prednášky nemôže nastáť situácia, že študent stratí pripojenie na internet a nemôže pokračovať v počúvaní prebiehajúceho výkladu pedagóga. V on-line výučbe sme boli svedkami aj takýchto situácií.

V počiatkoch po zatvorení škôl, sme v prvom pláne začali využívať e-mailovú komunikáciu so študentami, a veľmi sa osvedčili konzultácie prostredníctvom programu Skype, najmä ohľadom diplomových a bakalárskych prác. Neskôr sa začali používať programy ako MS Teams, Zoom, ale mnogí, najmä vysokoškolskí pedagógovia, sa pustili do osvojenia používania už zaužívaného systému LMS Moodle.

Pedagóg si však musí dávať pozor, aby nepoužíval veľa rozhraní na poskytovanie informácií pre študentov (Facebook, WhatsApp, Discord,

MS Teams, Google docs, Skype) súčasne. Síce dnešná mladá generácia študentov a žiakov sa dostatočne rýchlo vie naučiť používať nové komunikačné prostredia, ale už len navigácia medzi nimi je dosť náročná najmä na čas. Tento problém sa znásobí pokial' sa študent musí prepínať medzi rôznymi prostrediami pri viacerých predmetoch. Nezabúdajme, že aj pre pedagóga je oveľa lepšie a pohodlnejšie administrovať celú prácu a vyučovanie len pomocou jedného programového rozhrania.

Pedagóg by sa mal prichystať na on-line hodinu tak, aby bolo možné ju aj nahráť, uložiť a následne distribuovať medzi študentov. Veľmi vhodné je používať prezentácie (Power Point, Canva, Google Slides), ktoré zvyšujú názornosť prednášky či cvičenia. Počas vyučovania matematických predmetov, sme používali statické prezentácie, ale po čase sme zistili, že sú nedostatočné a potrebovali sme vytvoriť nejaké rozhranie, ktoré by imitovalo tabuľu. V tomto prípade sa stal vynikajúcim pomocníkom grafický tablet (Obrázok 1) (využívajú ho najmä dizajnéri na úpravu fotiek).



**Obrázok 1:** Grafický tablet

Tablet spolu s vhodnou aplikáciou plne nahradí funkciu tabule. (Ako aplikáciu sme použili One Note z Microsoft 365 [3], ktorý je poskytovaný pre univerzity). Výborné funkcionality tabletu, ktoré prevyšujú možnosti obyčajnej tabule, ako sú zväčšenie a zmenšenie textu, inteligentné rozpoznávanie funkcií z písaného textu a samozrejme „bezprášné“ zmazanie len zvyšujú jej obľúbenosť. Je pravda, že práca s tabletom si vyžaduje trocha učenia, ale spätná väzba od študentov bola veľmi pozitívna a za tú námahu to stojí.

Pri práci z domu musíme myslieť aj na situáciu, keď sa „minie krieda“ a nevydrží internetové pripojenie pedagóga. Žiaľ, v praxi sme to zažili a nebolo to príjemné. Ako tomu predísť? Odporúčame mať prichystaný sekundárny zdroj internetového pripojenia napríklad v podobe mobilnej

siete, alebo inej alternatívy, na ktorý sa pedagóg vie pripojiť v prípade nutnosti (susedova siet'). Pokial' sa úplne stratí pripojenie je vhodné, ak pedagóg nahrá učivo a výklad ako videonahrávku a akonáhle sa obnoví prístup na internet pošle ho do triedy.

Na záver by sme odporučili viesť hodinu akoby bol pedagóg youtuberom. Treba si uvedomiť, že študenti možno celý deň sedia pred počítačom a pozerajú na obrazovku, kde práve prebiehajúca prednáška je už piata a každá bola rovnaká, striedajú sa na nej snímky prezentácie a niekto číta text. Takže sa inšpirujme práve osobami, ktoré sú schopné udržať ľudí pred obrazovkami celé dni často aj bez pauzy a pokúsiť sa vyučovaciu hodinu zaujímavým spôsobom okoreniť.

### 3 Microsoft Teams

Vhodným prostredím na organizovanie počiatočného chaosu pri prechode na on-line formu výučby sa ukázal byť softvér Microsoft Teams [4]. Vďaka nemu je človek schopný viesť hovor aj so stovkou poslucháčov - žiakov a s dostatočnými právomocami dokáže vzájomnú komunikáciu aj ovládať. Zaujímavou a užitočnou funkciou programu je možnosť nahrávania vyučovacej hodiny. Ak si pedagóg svoju prednášku alebo celú vyučovaciu hodinu nahrá, nepotrebuje ju vôbec opakovať pre inú skupinu študentov, ktorí si ju môžu pozrieť hocikedy v prostredí aplikácie, ba dokonca aj študenti, ktorí sa nemohli zúčastniť on-line vyučovania si ju môžu pustiť off-line v čase im vyhovujúcim.

Je pravda, že pritom je treba zmeniť uvažovanie pedagógov, ktorí musia začať vnímať možnosť *asynchronnej výučby* [5], t. j. rozdiel medzi časom vyučovania pedagógom a časom štúdia žiaka. Akonáhle sa zmení vnímanie pedagóga a uvedomí si možnosti, ktoré mu poskytuje on-line priestor, môže upraviť svoj pracovný rozvrh tak, aby lepšie vyhovoval jemu aj študentom, a tak môže znížiť aj stres kladený na študentov. S touto funkciou sa dá veľmi dobre pracovať hlavne na univerzitách.

Pokúsme sa teda priblížiť prácu pedagóga v MS Teams počas krízy, z pohľadu manažérskeho procesu.

#### 3.1 Plánovanie: kalendár v MS Teams

Výbornou pomôckou na plánovanie on-line vyučovania je kalendár [6] v Microsoft Teams. Počas tvorby „rozvrhu on-line hodín“ sme sa študentov opýtali na im najviac vyhovujúci termín cvičenia. Na základe ich späťnej väzby sme vybrali ten, kedy sa väčšina ľudí mohla zúčastniť predmetu a uložili ho do kalendára, ktorý je viditeľný pre každého účastníka tímu (skupiny). Použitie takéhoto prístupu môže byť aj problémové, najmä v prípade, ak pedagóg vyučuje súbežne niekol'ko predmetov a študenti rôznych predmetov si zvolia

rovnaký čas. Tomuto problému môže pedagóg predísť tak, že študentom v rôznych v skupinách ponúkne rôzne termíny vyučovania. Okrem toho si pedagóg musí uvedomiť aj to, že ak navrhne aj iné časy na vyučovanie, ktoré v prezenčnom rozvrhu neboli, mohlo by dôjsť ku kolízii s termínom iného predmetu, čo by mohlo mať za následok zniženie návštevnosti oboch predmetov. Ak je to možné, najlepším riešením je dodržať čas vyučovacej hodiny ako bola na prezenčnej výučbe. Aj v tomto prípade však pedagógom odporúčame nahrávať vyučovaciu hodinu, a poskytnúť tak študentom možnosť vzdelávať sa off-line.

#### *Príklady dobrej praxe:*

1. Navrhnuť žiakom možné termíny na vyučovaciu hodinu z predmetu, ktoré by nemali byť odlišné od tých, ktoré mali žiaci v rozvrhu pri prezenčnej výučbe.
2. V prípade prednášok uskutočniť hodinu len raz, pritom ju nahrávať, aby si ju mohli študenti pozrieť aj viac krát a vzdelávať sa asynchronne.
3. Nastaviť upozornenia v kalendári, ktoré pomôžu tomu, aby si študenti aj pedagóg rýchlejšie zvykli na zmenu.
4. Nezabudnúť upozornenia po konci semestra vypnúť, aby nevznikla „panika“, že žiaci prídu na hodinu, ktorá už nebude.

### **3.2 Organizovanie: triedy v MS Teams**

Druhý dôležitý faktor, ktorý musí pedagóg vyriešiť čo najskôr (ideálne hned' na začiatku výučby) je organizovanie študentov. Výborné riešenie na tento problém v MS Teams poskytujú triedy. Na univerzitnej úrovni je vhodné tvoriť triedy podľa predmetov, ktoré pedagóg vyučuje. Veľmi pozitívnu spätnú väzbu sme dostali od študentov na spôsob tvorby názvu triedy, keď pedagóg vedľa názvu predmetu pridal aj svoje meno. Je to veľmi výhodné najmä pri predmetoch, ktoré učí viac učiteľov súčasne, lebo študenti vedeli ľahšie identifikovať, do ktorej triedy sa majú prihlásiť. Neoceniteľné to bolo aj v prípadoch, keď študentom nedošiel e-mail s prihlasovacím klíčom.

Dôležité je aj vytvorenie prehľadnej štruktúry priečinkov v rámci triedy MS Teams. Priečinky zabezpečia, aby sa informácie neznásobovali alebo nestrácali a študenti tak presne vedia čo kde majú hľadať. V prípade, ak sa v rámci triedy uskutočňuje aj testovanie je vhodné, aby pedagóg vytvoril priečinok s názvom testu a uloží do neho všetky materiály potrebné, resp. poskytované na úspešné absolvovanie testu.

#### *Príklady dobrej praxe:*

1. Vytvorenie tried podľa názvu predmetu, ktorý pedagóg vyučuje s pridaním vlastného mena do názvu triedy.
2. Použiť vytvorenú triedu na čo najväčšie plošné informovanie študentov (každý, komu unikne informácia má tendenciu si ju dopytovať neskôr samostatne od pedagóga, čím vznikne pre neho extrémne časové zataženie).
3. Vytvoriť prehľadnú štruktúru dokumentov v triedach, aby si študenti vedeli nájsť potrebný materiál v jednej aplikácii.
4. Snažiť sa administrovať všetko v jednom rozhraní.

### **3.3 Vedenie ľudí: videohovor v MS Teams**

Vedenie ľudí, v prípade pedagóga študentov, v reálnom čase je veľmi náročná úloha manažéra. V prípade, ak pedagóg vyučuje aj desiatky študentov, ktorí sú v rôznych kútoch Slovenska naraz, je to ešte ľažšie. Ako riešiť tento problém v on-line prostredí? MS Teams poskytuje riešenie prostredníctvom rozhrania na videohovory. Pomocou videohovoru môže pedagóg relatívne jednoducho a rýchlo počas vyučovacej hodiny administrovať priebeh hovoru v reálnom čase.

Počas hodiny sa stáva, že študenti zabudnú vypnúť svoj mikrofón. Tento problém sa dá jednoducho vyriešiť cez funkciu stísenia mikrofónu daného študenta. Aby ani od pedagóga sa nešírili nepríjemné zvuky domácnosti smerom k študentom, je vhodné používať slúchadlá a mikrofón, ideálne „2v 1“, ktoré filtrovajú externé zvuky.

MS Teams umožňuje aj zmenu pozadia obrazovky pri videohovoroch. Pri nastavení tejto voľby sa pedagóg nemusí obávať, že študenti budú kritizovať jeho „pracovný neporiadok“ na stole alebo v danej miestnosti.

#### *Príklady dobrej praxe:*

1. Prichystať prezentácie a celú hodinu viesť na úrovni, aby sa mohla aj nahrávať.
2. Používať grafický tablet alebo iné nástroje na imitáciu tabule na hodine.
3. Prichystať si sekundárny zdroj internetu (mobilný internet a pod.), pre prípad keď sa primárny počas vyučovania preruší.
4. Nebať sa používať funkciu mute v prípade, ak na to niektorý žiak zabudne.
5. Ideálne je používať mikrofón a slúchadlá, aby sa odfiltroval prípadný hluk v domácnosti pedagóga.
6. Postup a videá youtuberov sú dobrým príkladom ako zaujať svojich študentov.

### 3.4 Kontrola: Microsoft Forms

Ani on-line vyučovanie sa nezaobídze bez kontroly, čiže preverovania úrovne nadobudnutých vedomostí. Kontrolnú funkciu môže pedagóg vykonávať rôznymi spôsobmi. MS Forms [7] ponúka možnosť na automatizovanie procesu opravy testov a tak uľahčiť prácu pedagóga.

Pri tvorbe kvízu je treba veľmi dobre otestovať, kol'ko a ako dlhé otázky sú schopní študenti zvládnuť v zadanom časovom limite. Pedagóg zadá otázky a rôzne odpovede, nastaví správne odpovede a softvér automaticky vyhodnotí správnosť odpovedí a spočítá dosiahnuté body. Proces tvorby testu je možno o niečo náročnejší, ale odmenou za prácu pedagóga ako aj pre študenta je vyhodnotenie výsledkov ihneď po odoslaní poslednej odpovede študentom.

Odporučame nastaviť funkciu náhodného výberu poradia otázok a premiešania možných odpovedí k otázke. Táto funkcia znížuje možnosť, na rýchle odovzdávanie odpovedí medzi študentami, napríklad pomocou mobilného telefónu, pretože u každého študenta bude na obrazovke iná otázka.

Okrem toho je možné nastaviť presný čas otvorenia a zatvorenia testov, čím sa môže jednoducho nastaviť dĺžka času, kedy má študent prístup k testu. Táto vlastnosť sa môže využiť aj na opakovanie testov viackrát, v prípade samoštúdia a samohodnotenia študenta.

Samozrejme, nie všetky typy zadaní a úloh je možné jednoducho nastaviť. Najmä ak sa jedná o matematické úlohy, tak hodnotiť iba výsledok nemusí byť najlepšia cesta ohodnotenia úrovne vedomostí žiaka. V takých prípadoch je možné, aby študent odfotil svoje výpočty na papieri a nahral (upload) ho vo formáte obrázka alebo fotky a pedagóg môže vidieť ako postupoval. V prípade, ak sa kombinuje skúšanie s videohovorom, môže študent priamo hovoriť čo píše na papier a pedagóg môže synchronne sledovať jeho postup.

*Príklady dobrej praxe:*

1. Používať systémy ako Microsoft Forms, ktoré ihneď vyhodnotia výsledok práce študenta.
2. Možnosť poskytnúť viac termínov, aby študenti mohli v prípade technických problémov test spraviť aj inokedy.
3. Nastavenie náhodného poradia otázok ako aj náhodných odpovedí na ne.
4. V prípade zadaní, pri ktorých je potrebné vidieť aj postup riešenia požiadať študenta, aby odfotil svoj test a poslal ho v čitateľnom formáte.

### 4 Záver

V dôsledku zavedenia obmedzenia alebo celkového zákazu vychádzania kvôli pandémii koronavírusu v rôznych štátach sveta, sa digitálna transformácia

celosvetovo zrýchliala. Ešte sme nikdy neboli svedkami takej revolučnej technologickej inovácie, ktorá by dokázala dobyť širokú základňu používateľov v priebehu niekol'kých týždňov a mesiacov, dokonca aj internet a Facebook potrebovali roky [8].

Ukázalo sa, že práca na dial'ku a taktiež on-line vzdelávanie (dištančné štúdium) môže byť efektívne, ba dokonca mnohým pracujúcim a študentom aj pohodnejšie. A tak vzniká otázka ako d'alej? Možno by bolo chybou prestať pracovať, učiť a učiť sa takisto formou alebo by bolo dobré kombinovať prezenčnú a dištančnú formu práce? Podľa predpokladaných modelov šírenia vírusu COVID-19 sa epidémia ešte nekončí a začne sa druhá vlna, vtedy bude nevyhnutné pokračovať v naštartovanom štýle.

Aká je teda najdôležitejšia úloha, ktorá v súvislosti s danou situáciou pred nami stojí? Predovšetkým je to potreba vytvoriť a nepretržite aktualizovať rozsiahly, ľahko použiteľný digitálny, podľa možnosti aj interaktívny, študijný materiál pokrývajúci všetky oblasti vedomostí od slovenčiny až po fyziku, ktorý bude prístupný všetkým. Zároveň je potrebné všetkých budúcich aj súčasných pedagógov bez rozdielu ich aprobácie vyškoliť tak, aby dosiahli čo najvyššiu úroveň informatickej gramotnosti a stali sa rutinnými používateľmi informačných a komunikačných služieb.

*Článok bol publikovaný vďaka projektu KEGA 015TTU-4/2018 „Interaktivita v elektronických didaktických aplikáciách.“*

### Literatúra

1. BAKER, K. "Covid-19 is changing education for the better", [on-line]. <https://www.ft.com/content/51496fde-98e7-11ea-871b-edeb99a20c6e> (cit jún. 12, 2020).
2. RUDY, J.-WOJČÁK, E. *Manažment*. Bratislava, 2017.
3. "Prihlásenie do služieb Office 365. Microsoft Office". [on-line]. <https://www.office.com/?trysignin=0> (cit jún. 12, 2020).
4. Microsoft Teams. [on-line]. <https://www.microsoft.com/sk-sk/microsoft-365/microsoft-teams/group-chat-software>
5. "Čo je asynchronné učenie? Synchrónne učenie? -www.greelane.com - Najväčšia svetová Education Resource", máj. 23, 2019. [on-line]. <https://www.greelane.com/sk/humanities/angli%C4%8Dtina/asynchronous-vs-synchronous-learning-31319/> (cit jún. 12, 2020).
6. "Welcome to your calendar". [on-line]. <https://support.microsoft.com/en-us/office/welcome-to-your-calendar-6fb9225d-9f9d-456d-8c81-8437bfcd3ebf> (cit jún. 12, 2020).
7. "Microsoft Forms - Jednoducho vytvárajte prieskumy, kvízy a ankety." [on-line]. <https://forms.office.com/> (cit jún. 12, 2020).
8. BECK, Gy. *Othonunk a jövő munkahelye*. 2020, [on-line] <https://njszt.hu/hu/news/2020-06-09/otthonunk-jovo-munkahelye>

**Recenzent:** Mgr. Tibor Szabó, PhD.

### Kontakt

Ing. Ildikó PŠENÁKOVÁ, PhD.

Trnavská univerzita v Trnave, Pedagogická fakulta  
Priemyselná 4, 918 43 Trnava  
e-mail: ildiko.psenakova@truni.sk

Mgr. Peter PŠENÁK

Univerzita Komenského v Bratislave, Fakulta manažmentu  
Odbojárov 10, Bratislava  
e-mail: peter.psenak@fm.uniba.sk

doc. Ing. Mgr. Urban KOVÁČ, PhD.

Univerzita Komenského v Bratislave, Fakulta manažmentu  
Odbojárov 10, Bratislava  
e-mail: urban.kovac@fm.uniba.sk

## COGNITIVE VALUES OF TERMINOLOGY IN EDUCATION

Ján STOFFA, SK, CZ

**Abstract:** The study deals with the cognitive values of terminology in education, especially in instruction processes. It points out the fact that there are always a number of concepts that are the subject of acquisition. When learning concepts, educatees must simultaneously master the content of the relevant concepts, as well as their names – terms. The study points to the considerable cognitive potential of the acquired terms, which the erudite educator can use for various purposes. One of the most important is the deepening of interdisciplinary relationships and links between school instruction subjects, especially the relationship to the language in which the educator communicates with educatees. The educator can show that the content of concepts has an international nature, while terms are of a national one. Since each term is defined as the naming of a concept in the system of concepts of a certain field, and the school subjects always operate in a didactically created subsystem of concepts and terms of the respective subject, a systemic relationship is significantly applied in many terms. In each system, resp. in the subsystem used there exist a number of terms taken from other languages, which can be used to illustrate and to deepen intercultural relations. Scientific and technical progress can be illustrated by appropriately selected examples of archaic, obsolete and new terms (neologisms).

**Keywords:** Terminology, education, terms, terminology in instruction processes, values of terminology, interdisciplinary relationships.

### 1 Introduction

The term *terminology* is ambiguous (The Penguin English Dictionary, 2005, p. 1453; Stoffa, J. – Stoffová, V., 2017, p. 31). In the first sense, it is the name of an interdisciplinary scientific discipline that deals with terms from the most general point of view. In the second sense, the word *terminology* is the name of a set of naming terms of a specific field of human activity. In this study, we deal only with terminology in this second sense.

The term *terminology* is international. With small variations, it is used by most languages in the Western Hemisphere (The code numbers of the individual languages according to the ISO 639.1 standard are given in parentheses), e.g. *тэрміналогія* (be), *terminologi* (da), *terminija* (lt), *terminologia* (fi, it, ca, eu, pt), *terminología* (es), *terminológia* (sk, hu), *terminologie* (cs, fr, nl, ro), *Terminologie* (de), *terminologija* (pl, hr), *terminoloǵija* (lv), *terminologija* (mt), *terminologijo* (sl), *термінологія* (uk), *терминология* (sr, mk),

терминология (ru, bg), *terminologji* (sq), *terminologi* (nn, sv), *terminologio* (eo), *terminoloji* (tr), *terminology* (en, latin), *terminoloogia* (et).

Even the naming *term* is ambiguous. In addition to the meaning in which we use in this study, the Penguin English Dictionary (2003, p. 1453) lists seven other meanings.

Unlike naming terminology, fewer languages use the term *termin*, and its form is more diverse: *term* (sq, en), *terme* (ca, fr), *termen* (ro), *termi* (fi), *termijn* (nl), *termin* (be, bg, et, hr, mk, ru, sr, pl, sv, uk), *termín* (sk, cs), *terminas* (lit), *termine* (it), *termino* (es), *terminon* (eo), *terminu* (mt), *terminus* (la). This term was not taken over by Greek (el), which uses the term *ορολογία*, Icelandic (is), which uses the term *hugtök*, and Irish (ga), which uses the term *téarmaíocht*.

The main disadvantage of naming the term is the fact that it is not unambiguous also in several languages. Most often, it has the meaning – *time limit*, resp. *deadline*.

Several languages also use other words as term equivalents: *begrep* (no), *Begriff* (de), *izraz* (sl), *jēdziens* (lv), *pojam* (bs), *prazo* (pt), *téarma* (ga), *terim* (tr).

The content of a concept is the result of knowledge on an international scale and is, therefore, the same. However, it is expressed by a definition that is formulated in a particular language and therefore has a national character. Terms also have a national character.

In a number of scientific fields, non-verbal equivalents of terms are widely used, e.g. symbols, signs, abbreviations, etc. Many of them are standardized internationally, which facilitates communication between experts from different language communities.

This study aims to show that many terms have, in addition to the naming function in relation to concepts, several other cognitive values. An erudite educator can achieve better results in the educational process by referring to these values.

## 2 Cognitive Values of Terms in Relation to the Language of Communication

The most important cognitive values of terms are applied in relation to the language of communication, in education most often to the mother tongue of educatees. Terminology (in the sense of a set of terms) is a special subset of the vocabulary of a specific language. This subset has several specific properties, such as:

- It contains only the written words of the given language, therefore does not include non-standard names used as equivalents of terms in ordinary communication.

- It contains only stylistically neutral words, therefore does not contain emotionally coloured expressions such as colloquial expressions, familial expressions, hypocorisms, dialect words, etc.
- It contains many multiword terms in which the order of their elements is rigid. This places considerable demands on their memorization and terminological discipline in their use.
- It contains only names of concepts that are abstract. Therefore, it does not include the names of specific objects, e.g. trade names, code designations, product brands, etc.
- Many terms, especially in technical and production fields, are standardized, often also on an international scale.
- Although this is contrary to one of the main principles of the theory of terminology expressed in the formulation one concept – one term, many concepts have more than one term. These terms – synonymous terms are entirely equivalent in meaning but didactically different in value – synonymous terms place considerable demands on memorization. However, they allow a clear demonstration of the coordinate relationship because the synonyms are at the same hierarchical level.
- Cultural communication also requires the correct pronunciation of the terms used. This is particularly important in terms of foreign origin taken without change and in terms containing the names of the creators.
- In practice, synonymous terms are often used in definitions of terms. This method cannot be considered appropriate because typical information sources do not contain complete information on all synonyms, and the user may not know the meaning of the synonym in question.

## 3 Cultural and Intercultural Values of Terms

Many terms reflect the culture of previous generations of creators, the relationships between the cultures of different communities and the accelerating pace of scientific and technological development. This is reflected in particular in the fact that:

- A part of the terms is a legacy of the generations of the creators. According to one of the main principles of theoretical terminology – the principle of stability, these terms remain an organic part of current terminological systems, often even when the content of the concepts they have named has changed as a result of scientific and technical progress. An example is the term *atom*. Its original meaning is “indivisible.” Although the atom is, in fact, divisible, the term atom remains part of several terminological systems.

- Some of the concepts and terms related to activities that have lost their validity become part of history. Such terms – *archaisms* form a specific subset of terms. The term *pound* as a unit of mass or weight can be mentioned as an example of the archaic term in EU.
- A large number of term elements, in particular elements from Greek and Latin, continue to be used in their original sense. Many of them are used in the creation of new terms, oft in combination with national language elements (in Slovak, e.g. *videozáznam* (= video-record)).
- No language has the resources to name a vast number of new terms. For this reason, it takes many terms from the languages of other communities. This transfer usually takes place from more technologically advanced languages to less technologically advanced communities. Currently, English is such a language. Many terms are taken over permanently or temporarily in their original form, which contributes to the mutual knowledge of different cultures and the simplification of professional communication on an international scale. However, even linguistically smaller communities can be proud of their contribution to the global database of terms, e.g. thanks to the Čapek brothers, the Czechs are responsible for the origin and extension of the term *robot*. The Czech writer Karel Čapek is incorrectly considered to be the author of the term robot. Karel Čapek himself is aware that the author is his brother painter Josef Čapek (Čapek, K., 1986, p. 502 – 503). However, Karel Čapek has the main credit for extending the term robot. He used the word robot in his drama RUR, which was also translated into English. Through English, the term robot has spread throughout the world, and several other terms are derived from it, e.g. *robotics*, *robototechnology*, *robotization*.
- The fact that many terms are motivated by the name of the creator (e.g. *joule*, *Maxwell's equations*, *Newton's laws*), country (e.g. *francium*, *germanium*, *polonium*), place (e.g. *berkelium*, *dubnium*, *terbium*), continent (*americium*, *europeanium*) can be used to cultivate national or regional pride. However, it may not be easy, reflecting Albert Einstein's humorous aphorism: "By an application of the theory of relativity to the taste of readers, today in Germany I am called a German man of science, and in England, I am represented as a Swiss Jew..." (Albert Einstein, web). It is a demonstrable fact that Einstein renounced German citizenship and at the end of his life acquired US citizenship, so he was also an American.

- The interpretation of the etymology of terms can also contribute to the knowledge of intercultural relations. Many of them did not come to a specific language directly but through several languages. As an example, Czech synonymous terms *brejle/brylé* (glasses) Czech took over from German (*Brille*), but German took it from Latin (*beryllus*) (Holub, J. – Lyer, S., 1978, p. 99).

#### 4 Use of Terms to Get to Know Systemic Relationships

A term is generally defined as a term used in a system of terms of a particular field of human activity. In addition, many terms already indicate one of the systemic relationships in their form. Systemicity is considered to be one of the most important properties of terms. Therefore, the acquisition of terms can contribute to increasing the level of systemic thinking of educatees. The following facts contribute to this the most:

- The optimal and at the same time, the most common way of defining terms is using the nearest parent term. This means that in the definition the term forms a keyword, and in the interpretation of the content of the concept, there is usually a term of the nearest parent concept. In this way of defining, educatees are aware of and recognize hierarchical relationships of superiority and inferiority.
- An opposing systemic relationship is often used when creating interpretive dictionaries. It always applies to a pair of terms with the opposite meaning. In this case, it is sufficient to define only one of the pair of terms and to define the other as the opposite. The dictionary creator must not forget to define one of the pair of opposing concepts. Otherwise, the concepts remains undefined.
- In the educational process, it is advantageous to acquaint educatees with the existence and meaning of international systemic prefixoids, which have the same meaning and allow to create not only subsets of existing concepts but also to create new ones. The productivity of these prefixoids varies considerably from one discipline to another. Some are used universally (e.g. *macro-*, *mega-*, *micro-*, *phono-*, *photo-*), others only within a narrower field (e.g. *-phobia* in medical fields). Some prefixoids, directly express a systematic relationship in the compounds, e.g. the prefixoid *sub-* in terms *subclass*, *subdirectory*, *subrange*.
- Similarly, educatees can acquire systematic prefixes, e.g. *co-* (*co-axial*, *coworking*, *cooperation*, *coprocessor*), *re-* (*reproduction*, *reboot*, *recode*, *reconfigure*, *reset*).

- Similarly, educatees can acquire systematic suffixes, e.g. *-ism* (*magnetism, neologism, synergism*).
- The same statement applies to system suffixoids, e.g. *-meter* (ending of many instruments for measuring, e.g. *ammeter/amperemeter, ohmmeter, voltmeter*).

## 5 Use of Terms to Know Interdisciplinary Relationships and Relationships Between Subjects

The terminology of any field is not independent. Therefore, in the terminology of each field, there are a number of terms that have the same form and content as terms from another field. This is especially common in the case of basic, respectively related disciplines, such as mathematics, physics, and chemistry for technical disciplines.

- A subset of common concepts is one of the important manifestations of interdisciplinary relationships between different branches. Electrotechnology as engineering branch uses hundreds of terms common with the subpart of physics called electricity and magnetism.
- Some terms have the same form but different content, so they are names of different concepts. These are homonymous interdisciplinary terms. The term *menu* has the same form, but the different meaning in gastronomy and ICT.
- A part of common concepts is the subject of acquisition in educational processes. In superstructure objects, they can already be considered mastered and, if necessary, they can be repeated. In many cases, these concepts can be a starting point for defining and mastering new, specific concepts. E.g. in superstructure subjects, students already know the concept of *mass* of a substance and its parameter *density* expressed in units of kg/m<sup>3</sup>. For materials used only in planar form, the concept of *planar density* with a unit of kg/m<sup>2</sup> is introduced. For objects with a significantly predominant length, the weight per unit length can be introduced analogously, i.e. kg/m.
- In other fields, a different spectrum of synonymous terms is often used. For an additive substance, e.g. gastronomy uses the term *ingredient*, semiconductor technology the terms *dopant, donor, acceptor*, in metallurgy the term *alloying addition*.

## 6 Other Significant Values of Terms

In addition to the most important values of the terms, there are also several less important values, the reflection of which has a positive effect on the quality of communication and education. They are, e.g. mastering the

relationships between verbal terms and their nonverbal equivalents. The most common are:

- Brands, e.g. as abbreviated equivalents of the full names of the chemical elements, e.g. Si (*silicium*), Ge (*germanium*), Fe (*ferrum*), units of quantities b (*bit*), kg (*kilogram*);
- Symbols as equivalents of frequent terms of type % (*percent*), %<sub>00</sub> (*mille*), ∞ (*infinity*), @ (*at*), Σ (*sum*), × (*multiplication sign*);
- Artificially created acronyms such as *laser, maser, bit, modem*, etc., which are organically incorporated into the vocabulary of the relevant language;
- Initial abbreviations that are used either alone (e.g. *DNA* (*deoxyribonucleic acid*), *LLDPE* (*linear low-density polyethylene*), *PC* (*personal computer*), *RAM* (*random access memory*)), or as elements of multiword terms (e.g. *BCS theory* (*Bardeen, Cooper and Schrieffer theory of superconductivity*));
- Conventional abbreviations that are widely used internationally, e.g. *PE* (= *polyethylene*), *PET* (= *polyethylene terephthalate*), *PTFE* (= *polytetrafluoroethylene*), *PVC* (= *polyvinyl chloride*);
- Many formulations in which terms are replaced by symbols or other non-verbal equivalents of terms are more economical, exact, unambiguous and, using internationally standardized symbols, more comprehensible and independent of the language of the document.

## 7 Conclusions and Recommendations

A term is a verbal naming of a concept and should be mastered at the same time as mastering the content of the concept. If a term is acquired ad hoc regardless of its connection to other terms in the system and regardless of any of the above, it is the only memorization that places considerable demands on memory, and the memory footprint is shallow. The process of permanently memorizing a term can be facilitated if the educator is using the above values. The prerequisite for success is that the educator is terminologically sufficiently erudite so that he not only maintains his erudition but also constantly deepens it within the system of lifelong learning.

## 8 List of Bibliographic References

1. Albert Einstein German, Swiss and American? In: <https://artsandculture.google.com/exhibit/albert-einstein-german-swiss-and-american-%C2%A0-%C2%A0-einstein-archive/QQrk18h6?hl=en> (Cit. 20.5.2020)
2. ČAPEK, K.: O původu slova robot [About the origin of the word robot]. In: *O umění a kultuře III.* 1<sup>st</sup> ed. Praha : Čs. spisovatel, 1986. 907 p. Without ISBN
3. HOLUB, J. – LYER, S.: *Stručný etymologický slovník jazyka českého : se zvláštním zřetelem k slovům kulturním a cizím* [A brief etymological dictionary of the Czech language : with special regard to cultural and foreign words]. 2nd. ed. Prague : SPN, 1992. 488 p. ISBN 80-04-23715-0
4. ISO 639-1:2002 Language Code List. In: [https://www.loc.gov/standards/iso639-2/php/code\\_list.php](https://www.loc.gov/standards/iso639-2/php/code_list.php) (Cit. 7.5.2020)
5. STOFFA, J. – STOFFOVÁ, V.: *Terminológia informatiky a IKT* [Terminology of informatics and ICT]. 1<sup>st</sup> ed. Trnava : University of Trnava, 2017. 251 p. ISBN 987-80-568-0065-2
6. *The Penguin English Dictionary*. Ed. R. Allen. Revised edition. Bratislava : Ikar, 2005. 1642 p. ISBN 80-551-1011-5

## Acknowledgements

The present paper has been supported by the Scientific Grant Agency of the Slovak Ministry of Education KEGA under the Grant No. 012TTU-4/2018: Interactive animation and simulation models in education.

**Reviewer:** Prof. PaedDr. Jozef Pavelka, PhD.

## Kontact

prof. Ing. Ján Stoffa, DrSc.  
Faculty of Education, Trnava University in Trnava  
Priemyselná 4, 917 01 Trnava  
Department of Technical Education and Information Technology,  
Faculty of Education, Palacky University in Olomouc,  
Žižkovo nám. 5, 771 40 Olomouc, CZ  
[StoffaJan@seznam.cz](mailto:StoffaJan@seznam.cz)

## ONLINE TANULÁSI KÖRNYEZETTEL TÁMOGATOTT PEDAGÓGUSTOVÁBBKÉPZÉSI PROGRAMOK HATÉKONYSÁGA<sup>1</sup>

Lenke T. PARÁZSÓ, Tünde LENGYELNÉ MOLNÁR, György STÓKA HU

**Absztrakt:** A digitális oktatás területén 2020 tavaszán kialakult helyzet rávilágított az online képzések elengedhetetlen voltára. Milyen kritériumokkal kell rendelkeznie egy online képzésnek? Melyek azok a szempontok, amelyek az elméletben túl a gyakorlat oldaláról is támogatják az ismeret elsajátás folyamatát? Az Eszterházy Károly Egyetem kutatócsoportja, az EFOP 3.2.15 pályázat keretében végzett kutatás során, az online tanulási környezettel támogatott továbbképzésben résztvevő pedagógusok tanulási tevékenységének hatékonyságát vizsgálta. A vizsgálat központjában a pedagógusok digitális eszközhasznállal összefüggő gondolkodása, valamint gyakorlata állt, és vizsgáltuk mennyire hatékony az egyetem által kínált online tanulási környezettel támogatott pedagógustovábbképzési program.

**Kulcsszavak:** digitalis oktatás, pedagógus továbbképzés, hatékonyság vizsgálat

## THE EFFICIENCY OF ON-LINE SUPPORTED IN-SERVICE TEACHER TRAINING PROGRAMS

**Abstract:** The worldwide emergency in the spring of 2020 highlighted the vital importance of on-line training programs. What kind of criteria do on-line training programs have to meet? Which aspects can support the process of knowledge acquisition in addition to theoretical preparation? The research team of the Eszterházy Károly University explored the efficiency of on-line environment supported further training programs for in-service teachers. The inquiry was performed within the EFOP 3.2.15 project and focused on pedagogues' attitudes and practice related to the use of digital devices and we examine on the **efficiency of on-line supported in-service teacher training program by our university**.

**Keywords:** on-line further training, efficiency analysis, digital education

<sup>1</sup> EFOP-3.2.15-VEKOP-17-2017-00001 „A Köznevelés keretrendszeréhez kapcsolódó mérési-értékelési és digitális fejlesztések, innovatív oktatásszervezési eljárások kialakítása, megújítása” pályázat támogatásával végzett kutatás.

## 1 Bevezetés

A mai modern oktatási tevékenység magában foglalja azokat az ismereteket, készségeket, attitűdöket és értékeket, amelyek szükségesek az online világ felelős tagjaként való követelmények teljesítéséhez, amelynek során céltudatosan és felelősségteljesen alkalmazza az egyén a technológia adta lehetőségeket. Aktuálissá vált napjainkban az oktatás távtanulási módszertani kérdéseinek aktualizálása.

A konstruktív ismeretelmélet a figyelmet a tudásanyag szituatív megközelítésére helyezik át. Ezáltal, mint korábban Salomon, G.<sup>2</sup> tanulmányában kifejezi, a tudás és a tanulás jelentése módosul, és az egyéni képességek a kontextuálisan kötött, elosztott tevékenységi formát tükrözik. A tanulás és a konstruktivizmus kognitív fejlődése során az egyéni teljesítmények átvihetők és átültethetők új szituációra, mint részben absztrahált és dekontextualizált tudás és képességek összességére. A folyamat a reciprok kapcsolat és a spirális fejlődés elve alapján valósul meg, mivel a különböző tényezők egymás fejlődését és azok okait a saját eredményeik által befolyásolják, határozzák meg. A tanári tevékenység valamelyen formában történő visszajelzéshez vezet, amely kihat a következő cselekvésre. A konstruktivizmus a tanulási környezet „hatásainak” értékelése helyett a hangsúlyt a tanulási környezet „segítségével” létrejövő eredményekre helyezi át.

A konstruktív pedagógia alkalmazásának kritériumai<sup>3</sup>:

- „A gyermek előzetes tudását és magatartásformáit figyelembe kell venni a tudásépítés során.
- A tanulás és játék egymást segíti.
- A gyermeket központi szerepet játszanak a tanulási folyamat kialakításában és ellenőrzésében.
- Életközeli helyzetek kialakítása, amelyben a tanulás meghatározó lehet.
- Valóság h megközelítések, valódi feladatok és problémák megoldása.
- Az adott tartalom sokféle elképzelés és szempont szerinti feldolgozása.
- A sok szempontú feldolgozással bővül a tudás, megvalósul a készségek és a képességek fejlesztése.

<sup>2</sup> SALOMON, G. Újszerű konstruktivistika tanulási környezetek. In *Iskolakultúra: pedagógusok szakmai-tudományos folyóirata*, Vol 7. No. 12, 1997, p. 65-75.

<sup>3</sup> FÁYNÉ DOMBI, A. & SZTANÁNÉ BABICS, E. *Pedagógus mesterség* [jegyzet, tankönyv]. (dátum nélk.) Forrás: [http://www.jgypk.hu/mentorhalo/tananyag/Pedagogus\\_mestersdgV2/index.html](http://www.jgypk.hu/mentorhalo/tananyag/Pedagogus_mestersdgV2/index.html)

- A tudás konstruálását, építését kell hangsúlyozni, nem a reprodukálást.
- A problémamegoldás hangsúlyozott.
- Az értékelésnek a tanulási folyamathoz kell kapcsolódnia és a gyermek önenellenőrzésével kell folynia.
- A pedagógusok vezetőként, megfigyelőként, tutorként működnek.”

Kutatásunk során a fenti szempontokat igyekeztünk átültetni az online oktatásba, hogy az elméletben túl a gyakorlat oldaláról is támogatják az ismeret elsajátás folyamatát. A pedagógusok online tanulási környezetben való továbbképzésének eredményeségéhez elengedhetetlen feltétlenek tartjuk a tanulásmódszertani támogatás biztosítását, amit digitális tananyag formájában biztosítottunk a résztvevők számára. A folyamat során a kollégák lehetőséget kaptak az online tanulási környezettel történő egyéni és csoportos tanulásra.

Jelen tanulmány alapját az online tanulási környezettel támogatott továbbképzésben tanuló pedagógusok tanulási hatékonyságvizsgálatának kísérleti elemzése képezi.

Napjainkban a kutató pedagógusok által korábban született gondolatok alapján a digitális tanulási színtér feltételeinek biztosítására irányítják a figyelmet.

A gamifikáció, azaz a játékkal történő tanulás során olyan tanulási környezetet kell biztosítani, ahol a tanulók aktív résztvevők a tanulási folyamatban, és a tudásuk formálódik, az információk aktív befogadói. A tananyag megfelelő integrálásával nemcsak a gondolkodási képességek, hanem az ismeretek átadása és elmélyítése is elősegíthető, így a játékok körültekintő tervezésével hatékony tartalomba ágyazott képességfejlesztő programok dolgozhatók ki. A hatékonyság kérdésköréhez az is hozzájárul, hogy a játékok mennyire hatnak motiválónak a tanulókra. Egy érdekes, izgalmas játékkal elősegíthetjük a diákok tanulási motivációjának (Józsa, 2002) növekedését, hozzásegíthetjük őket egy adott terület megszerettetéséhez, valamint – az érdeklődésüket felkeltve – az önálló tanulási formák megjelenéséhez is. A játék, mint fogalom, etimológiai értelmezéséből következhet, hogy önmagában motiváló, de az oktatási célú digitális játékok esetében ez gyakran nem teljesül (Sitzmann, 2011; Wouters és munkatársai, 2013). Ennek okán a digitális játékokkal foglalkozó kutatások egyik kiemelt területe, hogy miként lehet az oktatási tartalmat és a játékmenetet olyan módon összekapcsolni, hogy az motiválónak hasson a diákokra.

A nemzetközi elmélkedések az iskolai innováció megvalósításának lehetőségeit kutatják és elemzik az "innovatív tanulási környezet" szempontjait. A megvalósítás során a tanulási folyamat dinamikusabbá válik, a tanulók jobb eredményeket érnek el.

Az IKT eszközök során a digitális táblák elsősorban a csoportos tanulási élményre épülnek, addig az iPad és a tablet alkalmazása elsősorban az önálló tanulás, illetve a jegyzetelés és olvasás eszköztárát támogatja.<sup>4</sup>

Az e-tananyagok megjelenésével a hagyományos jegyzetek száma rohamosan lecsökkent. A felsőoktatási intézmények egyre gyakrabban elérhetővé teszik óráik tartalmát web felületen. Azonban a korszerű eszközök biztosítása nem elegendő az oktatási rendszer megújításához, fontos a tananyag tartalmi újragondolása és a hozzáértő tanári segítség, a tutori rendszer biztosítása.

Tari Annamária pszichológus az Y és a Z generáció tanulási metódusait jellemzte. „Az Y generáció könyvespolcok alatt született, de a web2-ben nőtt fel, a Z generáció a web2-ben született, de már a web3-ban nőtt fel, az alfa generáció tagjai pedig a digitális bennszülöttek, akik jelenleg még az óvodában csücsülnek, és az életterük a web4, web5 lesz.”<sup>5</sup>

Napjainkban a tananyagok, szoftverek tárolása ún. felhőkben történik, ezáltal virtuális tantermeket hoznak létre. A folyamatot támogatja a felhőalapú számítástechnika (cloud computing) fejlődése, ahol az adatokat távoli szervereken tárolják, kezelik és dolgozzák fel. Napjainkra a számítástechnikai felhő (cloud) elfogadott és elterjedt módszer, ami a számítástechnikai infrastruktúra internetes szolgáltatása.

A felhőalapú tesztelés gazdaságos<sup>6</sup>, a tesztelési idő rövid, szerkesztése, újraszerkesztése rugalmas. A felhőalapú oktatás új kihívás az oktatóknak, hallgatóknak, a kialakítása speciális ismerettel rendelkező informatikusokat is igényel (futtatás, biztonsági paraméterek, stb.). A cloud computing egyre nagyobb jelentőséggel bír a tudományos életben, közösségi felületeken, népszerűsége egyre nő.

<sup>4</sup> ANTAL, P. – BORBÁS, L. – GULYÁS, E. – HERZOG, CS. – KÁRPÁTI, A. - KIS-TÓTH, L. & RACSKO, R. Tudásteremtés az új tanulási környezetben: a táblagépek beválásvizsgálata a köznevelés hazai gyakorlatában. *Liceumi Paletta*, 2015, 27-37.

<sup>5</sup> *Információs társadalom parlamentje 2014*. 2014. Letöltés dátuma: 2020. június 1., forrás: Beszámolók könyvtári szakmai rendezvényekről: <http://szakmairendezvenyek.blogspot.com/2014/07/ormacios-tarsadalom-parlamentje-2014.html>

<sup>6</sup> GEIST, É. *Tesztelés felhőben, a követendő gyakorlat. Magyar nyelvű összefoglaló a „Testing in the Cloud: Exploring the Practice” című cikkről*. 2015. Letöltés dátuma: 2020. június 1., forrás: [https://inf.mit.bme.hu/sites/default/files/edu/doktori/szvv/referatum2014/Teszteles\\_felhobe\\_n\\_%28Geist\\_Eva%29.pdf](https://inf.mit.bme.hu/sites/default/files/edu/doktori/szvv/referatum2014/Teszteles_felhobe_n_%28Geist_Eva%29.pdf) Geist Éva;

A mai fiatalok számára nagyobb hatásfokot biztosító módszer kidolgozása, az ismeretanyaghoz illeszkedő metodika újragondolása a feladat. A tanár eszköztárában számtalan lehetőséget kell biztosítani. A face-to face kísérletek és játékok (gamifikáció) kombinációjával megvalósuló órák feloldják a képletek, elméletek tudáselemeit, és kapcsolatot, értelmezést teremtenek a jelenségek megértéséhez.

A tanulási folyamat ebben az esetben a kísérlet bemutatása, műveletek elvégzése, és a megfigyelést követően létrejön az elmélet alkotása.

Az Apple nemcsak eszközökkel jelenik meg a piacon, hanem új tanulási környezet feltételeinek birtokában szeretné kiaknázni a korszerű technológia által nyújtott lehetőségeket, valamint a gyakorlati alkotás és a gondolkodtatás irányába terelni az oktatási trendeket. Ennek eredményeként indított oktatási programja a kihívás alapú tanulás<sup>7</sup> az oktatási folyamat multidisciplináris megközelítését szorgalmazza, amely arra ösztönzi a diákokat, hogy a korszerű technológiát használják a minden nap feladataik megoldásához. A kihívásalapú tanulás preferálja a kollaboratív tanulást, vagyis a diákok együttműködését, tapasztalataik megosztását társaikkal és a tanáraikkal a közös célok érdekében.

A kihívásalapú tanulás elemei, eredményei:

- a stratégiai problémák többféle megoldásának lehetősége,
- globális problémák helyi megoldása és kezelése,
- figyelembe veszi a különböző tudományágak kapcsolatrendszerét,
- lehetőséget biztosít a XXI. századi kompetenciák fejlesztésére,
- támogatja a Web 2.0-ás technológiák célutados használatát,
- a tanulási tapasztalatok folyamatos dokumentációja a problémától a megoldásig,
- a nap 24 órájában biztosítja a technológia, és a tartalom elérhetőségét.

Szükség van minél precízebb értékelési módszerre, de figyelembe kell venni az oktatási validációs rendszer bevezetését<sup>8</sup>, továbbá az új országos képesítési keretrendszer kialakításának munkálatait. (Rendszerszintű újragondolás, amely alatt a felsőoktatás szemléletváltása, a képzési funkciók erősítése értendő.)

<sup>7</sup> LENGYELNÉ MOLNÁR, T. - KIS-TÓTH, L. – ANTAL, P. & RACSKO, R. *IKT innováció*. Eger: Eszterházy Károly Főiskola, 2015

<sup>8</sup> A hozott tudás elismerése / validáció. (dátum nélk.). Letöltés dátuma: 2020. június 1., forrás: Oktatási Hivatal: [https://www.oktatás.hu/felsooktatas/projektek/tamop413\\_szolgfej/projekt\\_eredmenyei/hozott\\_tudas\\_elismerese](https://www.oktatás.hu/felsooktatas/projektek/tamop413_szolgfej/projekt_eredmenyei/hozott_tudas_elismerese)

Molnár Gyöngyvér<sup>9</sup> az elsajátított ismeret transzferálását a gyakorlati problémamegoldás eredményességét kutatja, felhívja a figyelmet az elméleti ismeretek alkalmazására, az alkalmazhatóság mérésére, követésére.

Nem elegendő egy mérő és értékelő eszközöt önmagában jól elkészíteni – álljon rendelkezésünkre bármilyen fejlett oktatástechnológia és IKT műveltség –, azt mindig az oktatási-nevelési-képzési rendszerekkel folyamatmodellbe és valamilyen korszerű és a vizsgálandó célnak megfelelő pedagógiai koncepcióba, (például valamely tudás, vagy követelmény taxonómia), valamint egyéb szempontok metszetébe ágyazva kell körültekintően végiggondolni.

Az on-line tananyagok strukturált felépítése, programozottsága, a médialelemek megjelenítése, a szimuláció, a teljesítmények kipróbálásának és megerősítésének lehetősége felkínálja az újszerű elektronikus tanítási-tanulási módszerek bevezetését és alkalmazását. A web alapú felület biztosítja az on-line tananyagok külső elérésének lehetőségét, a kérdések szabad és véletlenszerű generálását egy közös adatbázisból.

Eredményeink rámutatnak arra, hogy az interaktív oktatónagy strukturális felépítése, programozottsága, a médialelemek megjelenítése, a szimuláció, a teljesítmények kipróbálásának és megerősítésének lehetősége bonyolult kölcsönhatásban szabályozza a tantervi követelményeknek megfelelő hatékony tananyag-elsajátítást. A kutatás eredményei bizonyítják, hogy az interaktív kapcsolatok figyelembevételével tervezett útmutatók, konzultációk hatékonyság fokozó szerepet töltenek be, de a meglévő hiányosságokat nem pótolhatják. A vizsgálat tapasztalatai hasznos útmutatót adnak a megfelelő interaktív szinteket biztosító, tervszerűen kidolgozott távoktatási oktatónagy elkészítéséhez.

Elemezni kell a hallgatók problémamegoldó gondolkodásában és megismerő képességeiben mérhető fejlődést, az egyéni tanulási szituációkat biztosító pedagógiai szempontok kidolgozását, valamint a hallgatók szakmai elhivatottságának szerepét, a tanulókkal szembeni elvárásokat az interaktív képzési folyamatban.

A ma iskolájában a tanulót érintő számonkérés az értékelési alkalmakhoz kapcsolódik, a legjelentősebb számú „az iskolai szintű értékelés, a röpdolgozatok, témazáró dolgozatok, amelynek során az egyéni

teljesítményeket értékeljük a saját és a pedagógus által elvárt szinthez képest”.<sup>10</sup>

A számítógéppel segített napi oktatásban rutinszerű teljesítménymérés a jellemző. A tesztelő környezetben a tanár állíthatja be a feladatok számát, nehézséget, sorrendjét és a megoldási időt.

Fel kell készíteni az adott tanulócsoportokat az interaktív képzési folyamatban az eredményes és önálló tanulásra. A mai világban, amikor a diákok digitális kompetenciája már jóval meghaladja az átlagos felnőtteket vagy némely esetben akár a tanárok is, a legfontosabb kérdés az, hogy miként lehetjük a tananyagot számukra könnyebben befogadhatóvá.

Teljesítménymérék hatása van a tanári konzultációnak, hiszen „helyére teheti” a félreértéseket. A szövegbe szervesen beillesztett videoklippek, az elvi működéseket, hatásokat bemutató egyszerű grafikák, a számtalan szimulációs gyakorlat és az önellenző feladatsor együttesen eredményezik a magasabb teljesítményt. Részletes feladatelemzés mutatja meg, hogy a felsorolt médialelemek közül melyek, milyen mértékben befolyásolták a hatékonyságot, de ennek ismertetése a cikk terjedelmét meghaladja.

„A tananyag megfelelő integrálásával nemcsak a gondolkodási képességek, hanem az ismeretek átadása és elmélyítése is elősegíthető”<sup>11</sup>, valamint motiválhatjuk a tanulási folyamat eredményességét. A pedagógusok játékok körültekintő tervezésével hatékony tartalomba ágyazott képességejlesztő programokat valósíthatnak meg.

Nézzük meg, hogyan sikerült ezt a folyamatot megvalósítani az Eszterházy Károly Egyetemen készült online tananyagok esetén!

A projektben 28 témakörhöz készült elektronikus tananyag, 30 tanóra ismeretanyagának lefedésével. A képzések előtt a kiindulási szintet, a képzések végeztével az ismeretek elsajátításának mértékét vizsgálva próbáljuk megállapítani, hogy az online képzésnek milyen volt a hatékonysága. Készül egy tanulásmódszertani tananyag is, amit az egész képzés során elérhetnek a hallgatók. A hatékonyság maximálása érdekében online mentorálást biztosított az intézmény.

A kutatásunk fő kérdése, hogy online oktatással is elérhetjük-e a szakmai fejlődést?

<sup>10</sup> LENGYELNÉ MOLNÁR, T. A pedagógiai mérés és értékelés feladataira való felkészítés az árnyalt tanulói értékelés módszertanának tükrében. In Estefánné Varga Magdolna, *Megújuló tananyagtartalmak a kompetencia-alapú tanárképzésben* 2011, p. 83-104.

<sup>11</sup> PÁSZTOR, A. Lehetőségek és kihívások a digitális játék alapú tanulásban: Egy induktív gondolkodást fejlesztő program hatásvizsgálata. In *Magyar pedagógia*, Vol. 114. No. 4, 2014, p. 281-302.

<sup>9</sup> MOLNÁR, GY. Az életszerű feladathelyzetekben történő problémamegoldás vizsgálata. In *Magyar pedagógia*, Vol. 101. No. 3, 2001, p. 347-372.

## 2 A kutatás célja

A projekt célja az online tanulási környezettel támogatott tanulás hatékonyságának vizsgálata. Kutatási mintánkat az EFOP pályázat keretében kifejlesztett digitális továbbképzési tananyagok segítségével tanuló, posztgraduális képzésben részt vevő pedagógusok alkotják. A vizsgálat kérőív által alkalmazott, empirikus módszerrel történő adatgyűjtés (2019 február 1. és 2020 január 31-e között).

A kérdéskörökre kapott válaszok a pedagógusok digitális eszközhasznállal összefüggő gondolkodását és más pedagógiai gondolkodási területek kapcsolatrendszerének megismerését körvonalazza.

A kutatási hipotézisek közül jelentősebbnek tekinthetők az alábbiak:

- Feltételezzük, hogy a kurzusokra való jelentkezés motivációi között vezető szerepet tölt be a pedagógusok korszerű módszerek iránti érdeklődése.
- Feltételezzük, hogy a magasabb szintű IKT előképzettséggel rendelkező pedagógusok hatékonyabbnak ítélik meg az online kurzusokat.

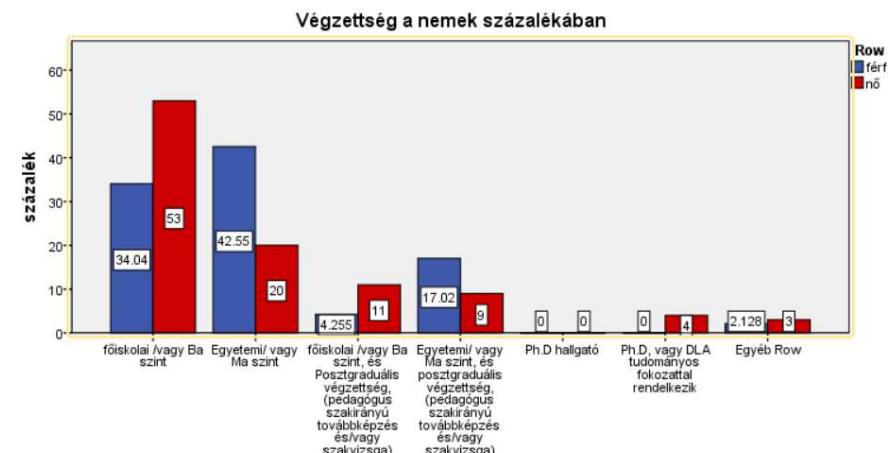
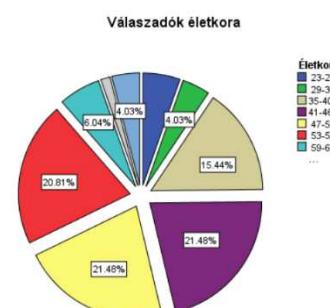
A kérdéssort online vagy papíralapú formában kapták meg a résztvevők.

|             | Életkor     |       |       |       |       |       |       |       |       |   |
|-------------|-------------|-------|-------|-------|-------|-------|-------|-------|-------|---|
|             | nem jelölte | 23-28 | 29-34 | 35-40 | 41-46 | 47-52 | 53-58 | 59-64 | 65-70 |   |
|             | Count       | Count | Count | Count | Count | Count | Count | Count |       |   |
| Az Ön neme? | férfi       | 0     | 2     | 3     | 9     | 10    | 9     | 11    | 3     | 0 |
| Az Ön neme? | nő          | 0     | 6     | 3     | 14    | 22    | 23    | 20    | 6     | 2 |

A felmérésben 147 fő adott választ, (67% nő, 33% férfi), és 2 fő nem jelölte a nemét.

A válaszadók életkora szerinti megoszlásban a továbbképzésen a középkorosztály, vagyis az összlétszám 66%-a vett részt. Az alábbi kördiagram a minta életkor szerinti összetételét szemlélteti.

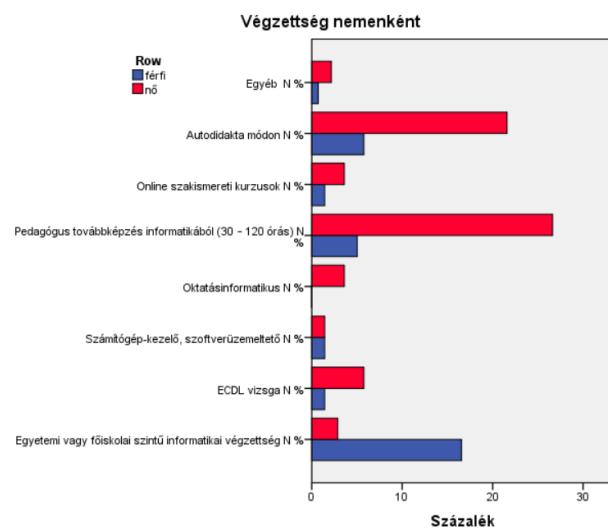
Az alapvégzettség (főiskola/BA) dominál a képzésben részt vevők körében (a férfiak 34%-a és a nők 53%-a). Egyetemi szinttel viszont a férfiak 42,6%-a, a nők 20%-a rendelkezik. Az alábbi oszlopdiagram arra is rámutat, hogy posztgraduális végzettséggel mindenki nem kisebb arányban képviselteti magát.



Az alábbi táblázat alapján látható, hogy csekély számban rendelkeznek előképzettséggel az IKT területén. Az IKT napjainkban gyorsan fejlődik. A 10-15 éve végzettek számára kihívás lépést tartani a fejlődés ütemével, amelynek hozadéka a módszertani megújulás. Az alábbi eredménytáblából kiemelkedik a nők 26,6%-a, akik informatikai továbbképzésen vettek részt.

|       | 6. Milyen előképzettsége van az IKT eszközök alkalmazása területén? |             |  |                      |   |                              |                   |
|-------|---|-------------|--|----------------------|---|------------------------------|-------------------|
|       | Egyetemi vagy főiskolai szintű informatikai végzettség              | ECDL vizsga | Számító gépkezelő, szoftver üzemeltető | Oktatásinf ormatikus | Pedagógus továbbképzés informatikából I (30 - 120 órás) | Online szakismereti kurzusok | Autodidakta módon |
|       | Table N   | Table N %   | %                                      | Table N %            | Table N %   | Table N %                    | Table N %         |
| férfi | 16,5%   | 1,4%        | 1,4%                                   | 0,0%                 | 5,0%  | 1,4%                         | 5,8%              |
| nő    | 2,9%  | 5,8%        | 1,4%                                   | 3,6%                 | 26,6%   | 3,6%                         | 21,6%             |

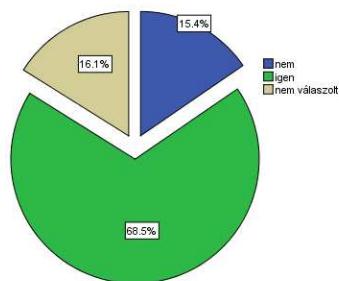
A statisztikai eredmény alapján kijelenthető, hogy informatikai szintű végzettséggel a férfiak rendelkeznek nagyobb százalékban (16,5%), amíg a nők többségénél a továbbképzés (26,6%) és az autodidakta mód dominál a szükséges ismeretek elsajátítása mentén. A didaktikai ismeretek az informatika világával együtt gyors fejlődést mutatnak, ezáltal a kapott eredmények a digitális eszközökkel összefüggő gondolkodás, a módszertani ismeretek, a továbbképzések és a kreativitás fontosságára hívják fel a figyelmet.



Az átlagok összevetésénél az érték 1 és 5 között mozog. Minél közelebb áll az érték az 5-höz annál nagyobb mértékben pozitívan ítélik meg a rendszerek használatát a válaszadók.

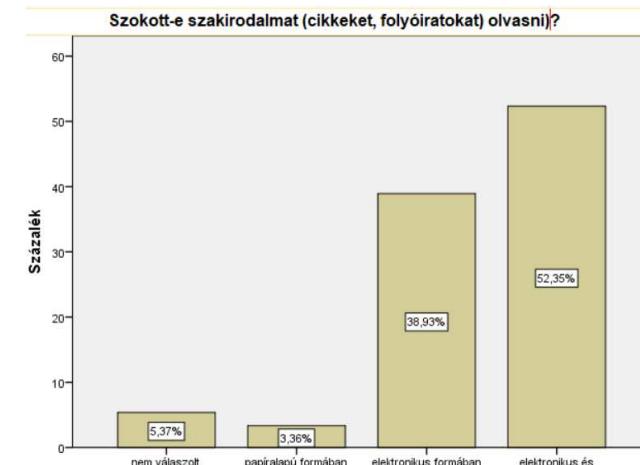
Az online kurzus tekintetében a kitöltők 68,46%-a eredményesnek érezte, és minden összes 15,4%-a tartotta eredménytelennek. Kiemelendő, hogy 24 fő, azaz 16,1% nem élt a válaszadás lehetőségével.

Hasznosnak és eredményesnek érzete-e az eddig online kurzust?



A felmérés során a válaszok alátámasztják, hogy a 21. században napi szinten elektronikus források biztosítják az ismeretforrást, a tájékozódást a tananyag világában. Arra a kérdésre, hogy a tanagyagot milyen forrásból szeretnék elérni a hallgatók, előremutató, hogy a válaszadók minden összes 3,4%-a szeretne csak papíralapúra támaszkodni.

Az e-tananyagot előnyben részesítők 38,9%-át alkotják a részt vevőknek, azok pedig, akik komplex (elektronikus + papíralap) formát igényelnek, a válaszadók 52,3%-át jelentik. Mindössze 8 fő, azaz 5,4% az, aki nem döntött ebben a kérdésben.

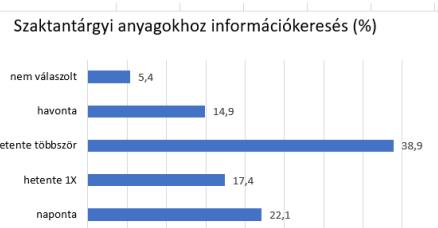


Megvizsgáltuk, hogy a válaszadók az oktatási tevékenység mely területén és milyen mértékben alkalmazzák az elektronikus dokumentumokat. Az alábbi táblázatban összefoglalt adatok alapján áttekinthető, hogy az oktatás során alkalmazott alap és kiegészítő anyagokat, módszertani útmutatókat milyen gyakorisággal veszik kézbe, tanulmányozzák a pedagógusok a napi tevékenységgel párhuzamosan.

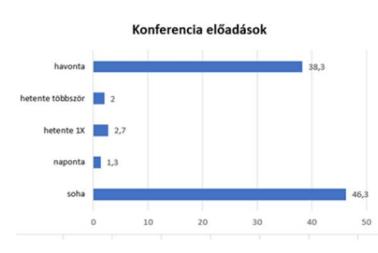
|   | soha | naponta | hetente 1X | hetente többször | havonta | nem válaszolt |
|---|------|---------|------------|------------------|---------|---------------|
| 1 szaktanárgyi anyagokhoz információkeresés | 2,1  | 22,1    | 17,4       | 38,9             | 14,9    | 5,4           |
| 2 halózat alapú multimédiás                 | 13,4 | 15,4    | 22,1       | 18,8             | 24,2    | 6             |
| 3 IKI eszközök / újdonságok                 | 4,7  | 15,4    | 22,1       | 25,5             | 26,8    | 5,4           |
| 4 pedagógiai/modszertan iszikimdalom        | 9,4  | 4,7     | 21,5       | 15,4             | 41,6    | 7,4           |
| 5 konferencia előadások                     | 46,3 | 1,3     | 2,7        | 2                | 38,3    | 9,4           |
| 6 elearning tananyagok                      | 25,5 | 4       | 11,4       | 11,4             | 38,9    | 8,7           |
| 7 digitális pedagógia                       | 17,4 | 6,7     | 11,4       | 12,1             | 44,3    | 8,1           |
| 8 más, fontosnak tettelezett forrás         | 16,8 | 8,7     | 8,1        | 12,8             | 25,5    | 28,2          |

Kérdésenként áttekintve képet kaphatunk a tananyagelsajátítást támogató módszertani vonatkozásokat illetően.

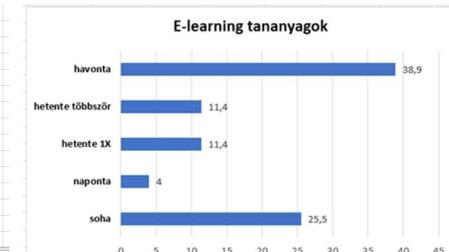
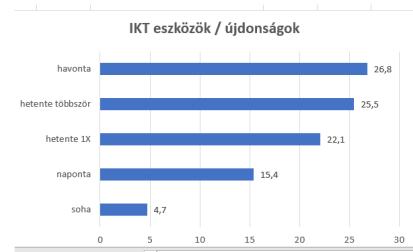
Az oktató munkát segítő szaktárgyi anyagokat számtalan információforrásból meríthetnek a pedagógusok. Az alábbi oszlopdiagram szerint a válaszadók 38,9%-a hetente többször is alkalmazza az ismeret forrásaként az internetet. Az interneten a szöveges információk mellett kép- és hanganya-gok, videoklippek is hozzáférhetők, a pedagógus kollégák módszertani ajánlásait, tapasztalatait is tanulmányozhatják. A válaszadók véleményét az alábbiakban foglalhatjuk össze.



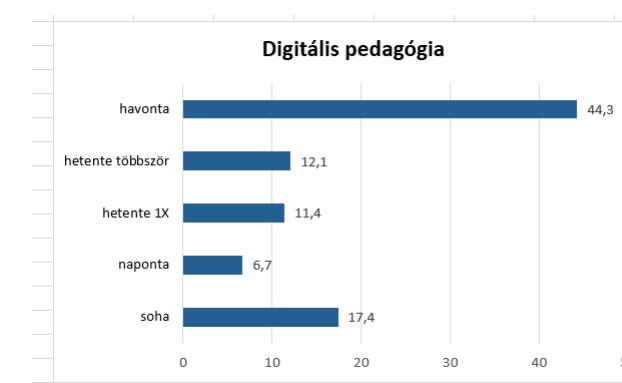
Az elektronikus dokumentumok szerepe az oktatói tevékenységeben meghatározó mértékű, a válaszadók a szaktárgyi anyagokhoz való információkereséshez hetente többször is igénybe veszik az internet adta lehetőséget. A hálózatalapú multimédiás tananyagok heti és havi szinten való alkalmazását 69%-ban ( $24,2+18,8+22,1$ ) elfogadottnak tekintik. A módszertani szakirodalmat a válaszadók 41,6%-a tartja kiemelkedő jelentőségűnek.



A konferencia- előadások iránti alacsony az érdeklődés: a válaszadók 46,3%-ban elutasítják ezt a lehetőséget, amely betudható a pedagógus társadalom túlterheltségének is, ugyanakkor 38,3%-uk havi rendszerességgel áttekinti az előadások tartalmát, ami azt jelzi, hogy van érdeklődés az új eredmények iránt. Az IKT eszközök iránti nyitottság is magas szintű, 68,4%-ban ( $26,8+25,5+22,1$ ) nyilatkoztak pozitívan a lehetőségek alkalmazásáról.



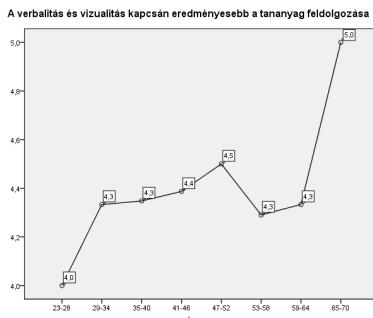
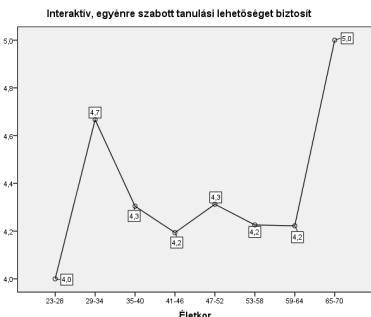
A válaszadók 44,3%-a nyilatkozott, hogy havi rendszerességgel tanulmányozza a digitális pedagógia témaüket, amellyel az oktatói tevékenységének hatékonyságát növeli, a tanulókat motiválja, érdeklődésük fokozza.



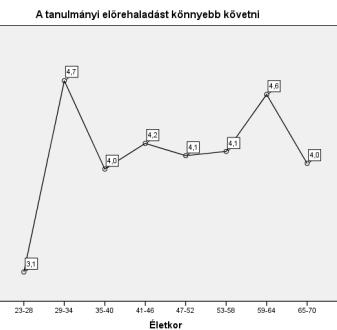
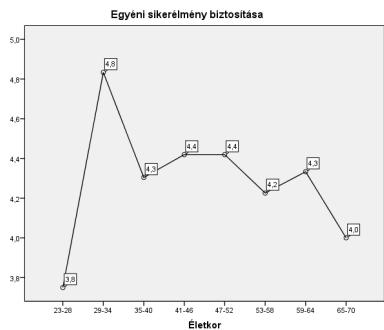
Társadalunkban az oktatás átalakulásának szerves résztvevői vagyunk. Az IKT eszközök alkalmazása az oktatásban mára a pedagógusok alapvető készségeként, képességeként jelenik meg. Tekintsük át, napjaink pedagógusai hogyan viszonyulnak az „IKT szerepe az oktatásban” kérdéshez. (Számértékek: 1-egyáltalán nem; 2-nem; 3-közömbös; 4-jónak tartom; 5-nagymértékben segít.)

Interaktív, egyénre szabott tanulásban betöltött szerepét jónak ítélik, amelyen belül a 29-34 és a 65-70 éves korosztály nagyon jónak érzi a lehetőséget.

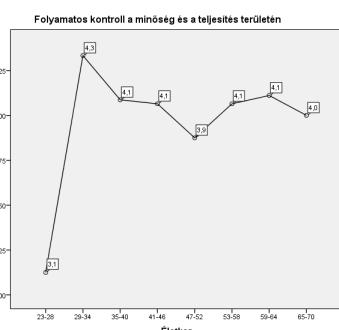
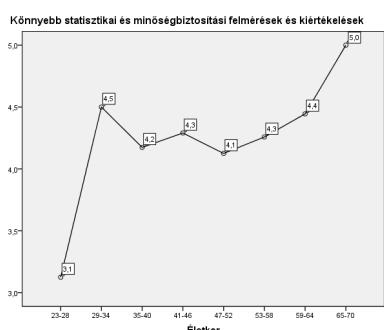
A „verbalitás és vizualitás kapcsán eredményesebb a tananyag feldolgozása” szempontját elemző válasz alapján jónak ítélik az új lehetőség elérhetőségét az oktatásban.



Pozitívumként jelenik meg, hogy az IKT eszközök sikeresen elérhetőek, és a tananyagban való előrehaladás követését támogatják. A 23-28 évesek számára közömbös, míg a többiek jónak tartják.

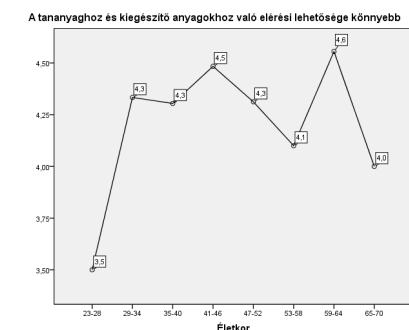
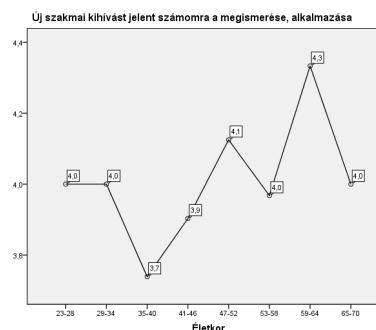


Az elmúlt két évtizedben meghonosodott az iskolák minőségbiztosítása, az önértékelés és a mérés-értékelés tudományos alapra helyezése. Megszokotttá, elfogadotttá vált a pedagógusoknak, hogy csak a 23-28 éves korosztályuk tekintenek közömbösen a kérdésre.



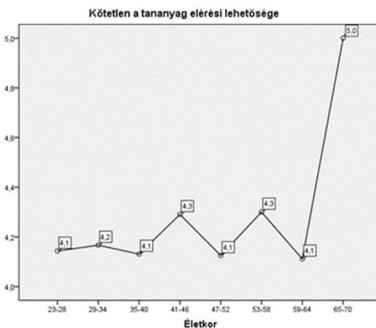
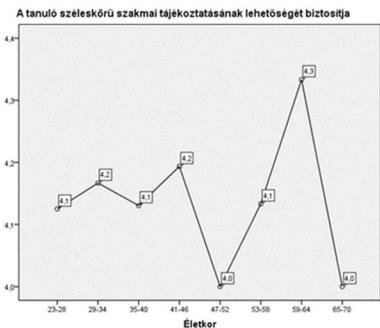
A kor kihívásainak való megfelelés igénye a mai tudásalapú társadalomban arra ösztönzi a pedagógusokat is, hogy az oktatói tevékenységüket folyamatosan fejlesszék. A tanfolyamok oktatói az eredményességet fokozzák azzal, hogy folyamatosan fenntartják az érdeklődést. A továbbképzés feladatának tekintetben a korosztályoknak a pedagógusoknak azzal a céllal kellene foglalkozniuk, hogy a tanulásban részt vevőknek a tananyagok alkalmazása, figyelemre méltó az 59-64 éves korosztály, lelkesedésükhez az információforrás újszerűsége is hozzájárulhat.

A tananyag témaköréhez kapcsolódó kiegészítő anyagok elérését a 23-28 év közöttük közömbösen viszonyulnak. A 34 év feletti korosztály véleménye pozitív, valószínű szakismeretük frissítését, bővítését igénylik, a 35-40 éves korosztály számára viszont szintén közömbös, feltehetően az adott ismeretet napi tevékenységük során alkalmazzák, nem jelent újdonságot számukra.

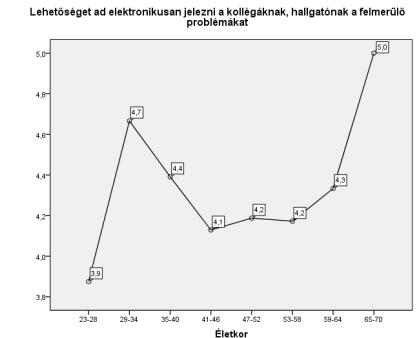
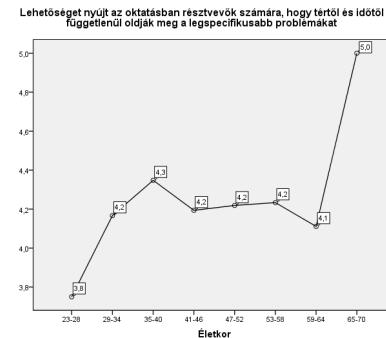


A minta résztvevőinek 67,9%-a a széleskörű szakmai fejlesztés, a szakmai tájékozottság igényét szükségesnek tartja. A kapcsolat nem szignifikáns, nem függ bizonyítottan a pedagógus életkorától ( $\chi^2 = 9,785$  és  $p=0,982$ ). Az alábbi görbénk is jelzi azt, hogy a szakmai fejlődésük tekintetében nem dominál az online tananyag.

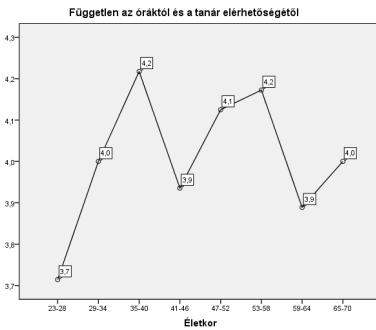
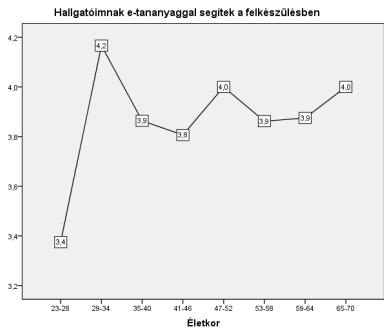
A tananyag időben kötetlen elérhetőségét, a pedagógusok 59%-a ítéli pozitívumként ( $\chi^2 = 9,764$  és  $p=0,982$ ), ez sem függ szignifikánsan a tanár életkorától. Szinte egyötöttek jónak ítélik a lehetőséget a 65-70 éves korosztály, jelezve, hogy számukra újdonság ez a lehetőség.



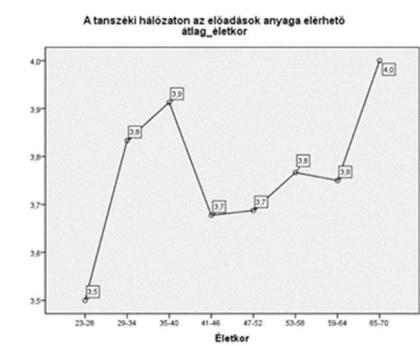
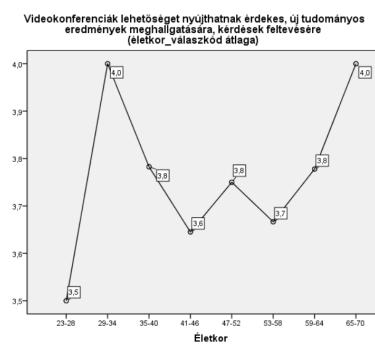
Az e-tananyag segíti a tanítványok sikeres előrehaladását az elsajátítás folyamatában, de a 23-28 éves korosztállyhoz tartozó tanárok véleménye közömbös az adott kérdésben.



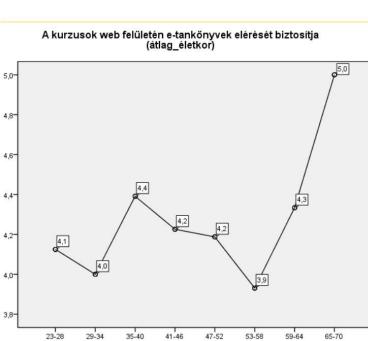
A korunk kihívásainak való megfelelés során a videókonferenciák tartása napjainkban nemcsak lehetővé, de igényre is vált a honi és nemzetközi tudományos élet területén is. Az előadások rögzíthetők, tárolhatók a videotóriumokban, a YouTube csatornán, és akárhányszor újból megtékinthetők.



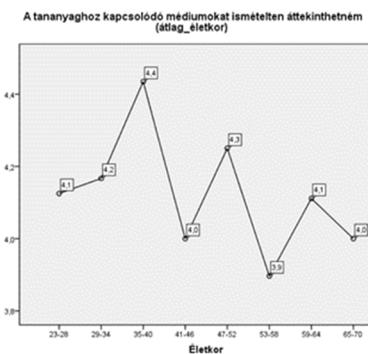
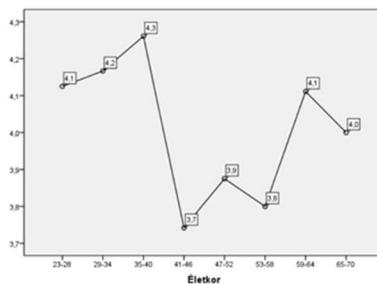
Az interaktivitás lehetőséget ad elektronikusan jelezni a kollégáknak, a hallgatóknak a felmerülő problémák megoldásában támogatást tud nyújtani az oktató. A videofórumok lehetőséget nyújtanak érdekes, új tudományos eredmények megismerésére, ezzel kapcsolatos kérdések felvetésére, a felmerülő kérdések megválaszolására, kiegészítések megtételére. A résztvevők megoszthatják egymással gondolataikat, problémáikat. Az alábbiak szerint látható, hogy minden korosztály számára elfogadott az online kapcsolattartás, de különösen az idősebbek nagy megelégedettségére szolgálnak az új lehetőségek.



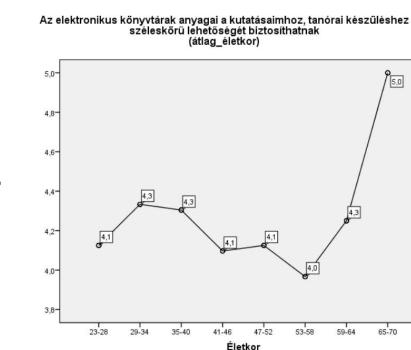
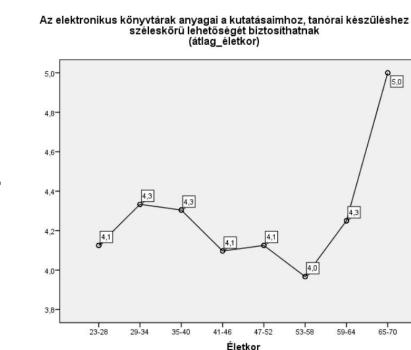
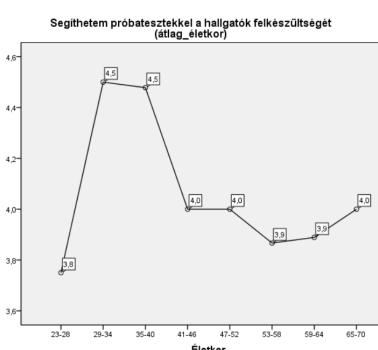
A szakirodalom és az e-tankönyvek megjelenése a webes felületeken napjainkra megszokottá és a tudás forrásává vált. Ahogyan a tananyagok elektronizálódnak, úgy egyre kevesebb könyvet, vagy füzetet kell hordania, tárolnia a diákoknak. A digitális jegyzetek széles választékot kínálnak, amelyek tartalma folyamatosan frissíthető. A minta résztvevőinek véleményét az alábbi görbék illusztrálják.



Hallgatóinknak, kollegáinak kérdéseket tehetek fel, konzultálhatók elektronikus levelezés formájában (átlag\_eletkor)

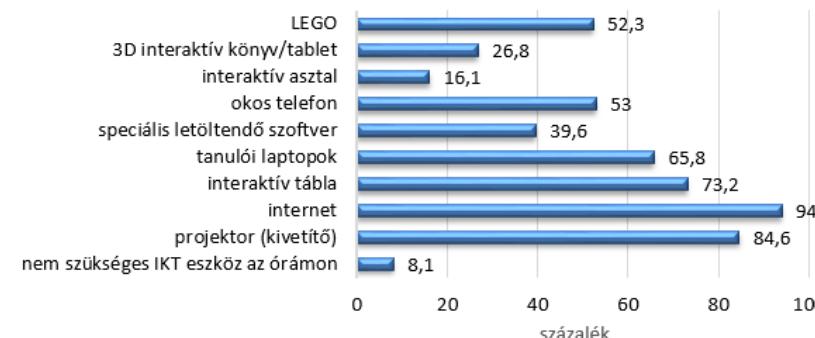


Az online lehetőségeket az oktatónak pedagógiaileg jól megtervezett módon, eredményesen be kell tudnia építenie a képzés folyamatába. Ez személyre szóló visszajelzést is biztosít a tanulóknak. A digitális értékkelő környezetben a tudásszint-mérés, illetve az önértékelés egyik eszköze a teszt. A képesség megszerzését elősegíti, ha a hallgató a tanítás-tanulási folyamat különböző fázisaiban önenellenőrzést végezhet, amelynek legflexibilisebb módszere az online számonkérés. Kihívás az oktatónak is, hiszen meg kell ismerkednie az online adatbázisokkal, gyors, differenciált kérdéseket tartalmazó kérdőívet kell tudni összeállítania, így a saját, kreatív kérdéseit is feldolgozhatja. A próbatestekkel a tanulói önenellenőrzést, a tudásszintmérővel a tanulói felkészültséget mérheti.



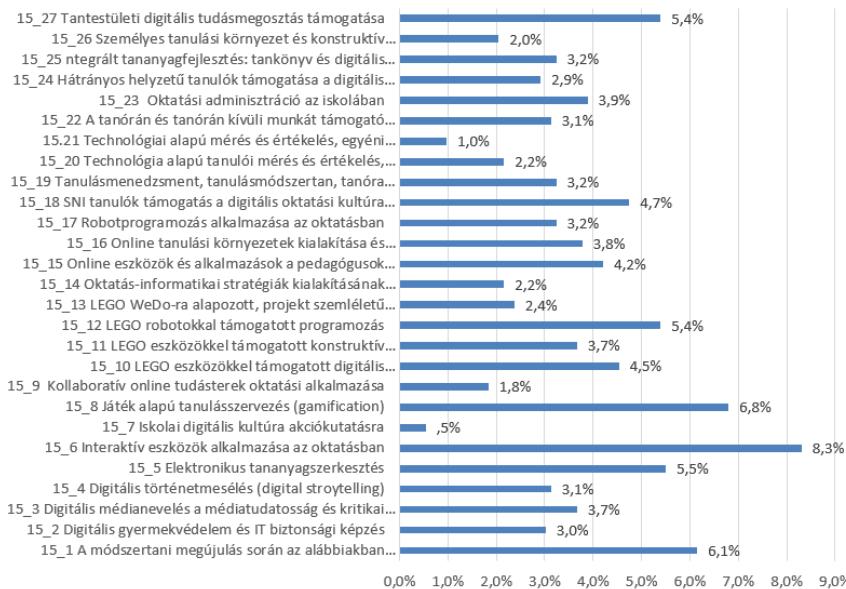
Az oktatásban alkalmazott okos eszközök alatt értendő az összes olyan audiovizuális szemléltető eszköz és digitális tananyag, amely interaktív módon közvetíti az információ átadását. Napjainkban a web 2.0 felhasználókat megcélzó, interaktív közösségi kommunikációra épített internethet szolgáltatásai is folyamatosan bővítik a lehetőségeket. A tipikus lehetőségek sorából az internet (94%) a legnépszerűbbnek tekinthető. A tantermek többségét felszerelték projektoros megjelenítés lehetőségével (84,6%). Az alábbi oszlopdiagram rátámaszt, hogy ezek közül melyek a legnépszerűbbek, ami azonban függ az adott oktatási intézmény infrastrukturális felszereltségektől. Az utóbbi években a módszertani lehetőségek sorát bővíti az LEGO Education oktatási eszközei, amit a kitöltők 52,3%-t tartott kívánatosnak.

## Az oktatás során alkalmazható „OKOS” eszközök



Választ keresve arra a kérdésre, hogy a továbbképzési kínálat témaköreiből melyek a leginkább kedveltek, kijelenthető, hogy a legnépszerűbb (8,3%) az „Interaktív eszközök alkalmazása az oktatásban” és a napjainkban sokat emlegetett „Játékalapú tanulásszervezés (gamification)” (6,8%).

#### MÓDSZERTANI MEGÚJULÁST ADÓ TOVÁBBKÉPZÉSEK



Összefoglalva, megváltozott a tanulás, az oktatás rendszere, a számonkérés, a mérés rendszerét újra kell gondolni! Megjelent, sőt napi gyakorlattá vált az online tesztek alkalmazása (önkontroll, tudás értékelése stb.). A tesztelés mellett a szóbeli és írásos kifejezőkézségek is nagyobb teret kell biztosítani. Az online kurzusok elterjedésével felmerül a kérdés, hogy a tananyag digitálisan feldolgozott tartalma mellett, miként lehet online motiválni a tanulókat (e-motiváció kérdése).

A hallgatók tanulási szokásainak, igényeinek felmérése elengedhetetlen ahhoz, hogy a tanítás és a hozzá szorosan kapcsolódó területek kellőképpen alkalmazkodni tudjanak a kor megváltozott igényeihez, kihívásaihoz.

Feladat a technológiával való lépéstartás, amely arra sarkall, hogy mind a tanulás, mind a tanítás területén a kutatás eredménye alátámasztva a változtatásokat kezdeményezzük az okos eszközpark bővítésével.

A kutatás konklúzja, hogy a pedagógusok online tanulási környezetben való továbbképzésének eredményeségéhez szükséges feltétel:

- a tanulásmódszertani támogatás biztosítása
- online mentori szolgálat biztosítása
- természetesen a valóságű megközelítésekre és feladatokra épülő elektronikus tananyagok biztosítását túl.

Mivel a felmérésünkben ezt a környezetet a pedagogustovábbképzésen résztvevők 68,46%-a hatékonynak tartotta, elmondható, hogy szükséges ezen támogatások biztosítása, de érdemes tovább kutatni a még magasabb elégedettséget eredményező online tanulási környezet támogatási lehetőségeit.

#### References

1. *A hozott tudás elismerése / validáció.* (dátum nélk.). Letöltés dátuma: 2020. június 1., forrás: Oktatási Hivatal: [https://www.oktatas.hu/felsooktatas/projektek/tamop413\\_szolfejl/projekt\\_erdemnyei/hozott\\_tudas\\_elismerese](https://www.oktatas.hu/felsooktatas/projektek/tamop413_szolfejl/projekt_erdemnyei/hozott_tudas_elismerese)
2. ANTAL, P. – BORBÁS, L. – GULYÁS, E. – HERZOG, CS. – KÁRPÁTI, A. - KIS-TÓTH, L. & RACSKO, R. Tudásteremtés az új tanulási környezetben: a táblagépek beválásvizsgálata a köznevelés hazai gyakorlatában. *Líceumi Paletta*, 2015, 27-37.
3. FÁYNÉ DOMBI, A. & SZTANÁNÉ BABICS, E. *Pedagógus mesterség* [jegyzet, tankönyv]. (dátum nélk.) Forrás: [http://www.jgypk.hu/mentorhalo/tananyag/Pedaggus\\_mestersegV2/index.html](http://www.jgypk.hu/mentorhalo/tananyag/Pedaggus_mestersegV2/index.html)
4. GEIST, É. *Tesztelés felhőben, a követendő gyakorlat. Magyar nyelvű összefoglaló a „Testing in the Cloud: Exploring the Practice” című cikkről.* 2015. Letöltés dátuma: 2020. június 1., forrás: [https://inf.mit.bme.hu/sites/default/files/edu/doktori/szvv/referatum2014/Teszteles\\_felhoben\\_%28Geist\\_Eva%29.pdf](https://inf.mit.bme.hu/sites/default/files/edu/doktori/szvv/referatum2014/Teszteles_felhoben_%28Geist_Eva%29.pdf)
5. *Információs társadalom parlamentje 2014.* 2014. Letöltés dátuma: 2020. június 1., forrás: Beszámolók könyvtári szakmai rendezvényekről: <http://szakmairendezvenyek.blogspot.com/2014/07/informacios-tarsadalom-parlamentje-2014.html>
6. LENGYELNÉ MOLNÁR, T. A pedagógiai mérés és értékelés feladataira való felkészítés az árnyalt tanulói értékelés módszertanának tükrében. In Estefánné Varga Magdolna, *Megújuló tananyagtartalmak a kompetencia-alapú tanárképzésben* 2011, p. 83-104.
7. LENGYELNÉ MOLNÁR, T. - KIS-TÓTH, L. - ANTAL, P. & RACSKO, R. *IKT innováció.* Eger: Eszterházy Károly Főiskola, 2015
8. MOLNÁR, GY. Az életszerű feladathelyzetekben történő problémamegoldás vizsgálata. In *Magyar pedagógia*, Vol. 101. No. 3, 2001, p. 347-372.
9. PÁSZTOR, A. Lehetőségek és kihívások a digitális játék alapú tanulásban: Egy induktív gondolkodást fejlesztő program hatásvizsgálata. In *Magyar pedagógia*, Vol. 114. No. 4, 2014, p. 281-302.
10. SALOMON, G. Újszerű konstruktivistika tanulási környezetek. In *Iskolakultúra: pedagógusok szakmai-tudományos folyóirata*, Vol 7. No. 12, 1997, p. 65-75.

**Reviewer:** Dr. Godó Zoltán Attila PhD.

**Contact address**

Lenke T. PARÁZSÓ, Tünde LENGYELNÉ MOLNÁR, György STÓKA  
Eszterházy Károly University  
Informatics Faculty  
Digital Technology Institute  
Address: H-3300 Eger, Leányka út 4. C\*/2  
[lengyelne.tunde@uni-eszterhazy.hu](mailto:lengyelne.tunde@uni-eszterhazy.hu)

## TEACHING IT SUBJECTS ONLINE- EXPERIENCES AND STUDENTS' ATTITUDES

Martin MIŠÚT, Mária MIŠÚTOVÁ SK

**Abstract:** Lectures and practical exercises are an essential part of the teaching process. Many education professionals and education experts are currently addressing the issue of how to ensure higher education teaching during a COVID-19 pandemic so that the quality of education is maintained. The acceptability of such a method of education is a requirement for reliable and quality results of online education. In the atypical situation, when the entire face-to-face teaching was transformed into an online form in a short time, we were interested in how full-time students, so far using the face-to-face form of teaching, accept and what they think about this type of education.

The presented research had two primary goals. The first goal was to find out what is the attitude of students to lectures and exercises conducted through the MS Teams application. Students' attitudes to online teaching were identified by the students' activity within the subject Modeling of Business Processes and by students' opinions on the usability and applicability of the acquired knowledge. Another goal of the research was to find out whether gender influences the perception of online teaching by students.

The obtained results indicate that the lectures through the MS TEAMS application are more acceptable for students than face-to-face lectures. Also, in such a lecture, students are more active, more often asking the teacher questions. Surprisingly, MS TEAMS exercises are not considered more useful by students than face-to-face exercises. The results further showed that women assigned lower values to most factors than men. The results of the research predict the influence of gender on students' attitudes to online teaching. It would be necessary to determine further whether the difference between the average values in the group of men and women is statistically significant. This difference can be verified in a larger group of respondents. Therefore, we plan to continue the research.

**Keywords:** MS TEAMS, online education, attitude, IT subjects, digital technologies

## 1 Introduction

Lectures and exercises are an essential part of an active learning process [1]. Recently, it can be noted that the role of MS TEAMS-type technologies in teaching has grown to the point where we can talk about online education. [2] Online learning can be defined as a process in which digital technologies are used to support and manage the teaching process. In other words, online education deals with methods, processes, and web-based software tools (or systems) that enable students to acquire knowledge and skills with teacher support systematically [3] [5], [6], [7].

The growing number of reports on online forms of training courses is not surprising, given the potential benefits of this approach. These include (compared to traditional methods of education) cost and time savings due to access at any location; a space for providing feedback that may have pedagogical benefits; increasing the level of student activity due to the relative novelty and attractiveness of this approach; increased flexibility, such as allowing students to submit assignments at a distance without having to come to a school [8]. Some studies have tried to measure attitudes and perceptions of online learning methods, e.g. the authors in [9] proposed a model that predicts the attitude of students to online education. However, there is a clear need for further studies to examine students' attitudes, perceptions and preferences regarding online learning methods, as the evidence to date remains largely inconclusive.

Numerous research studies have shown that the use of digital technologies helps to improve the educational process in informatics [1]. In order to support and improve the development of students' IT skills at universities, we have proposed a new teaching model [20]. This emphasizes continuing education, activity, independence and creativity [21] and contains blocks of training as well as assessment and a database of tasks that require the application of knowledge. The acquisition of knowledge, which is part of the new teaching model, has been substantially reworked and adapted to the use of technology. Because students were not used to this form of conducting lectures and seminars, we researched students' acceptance of online education.

## 2 Research goals and methodology

The research had two main objectives. The first goal was to find out the attitude of students to lectures and exercises realized through the application of MS TEAMS. Students' attitudes to online education were identified by the students' activity in the subject and students' views on the applicability in the study of other subjects and the usability of the acquired knowledge and skills in practice. Another goal of the research was to find out whether gender

affects students' perception of online education. Based on the above objectives, we have defined the following research questions:

- What is the semantic profile of lectures and exercises implemented through the MS TEAMS application in terms of selected factors?
- What is the semantic profile of lectures and exercises conducted through the MS TEAMS application in the group of men and the group of women?

We used a questionnaire based on Likert scales to answer the research questions. Attitudes towards the subjects were measured using several 5-point scales in terms of selected factors. A value one corresponded to a negative attitude and a value five corresponded to a positive attitude on a 5-point scale. Based on the completed questionnaire, we created a semantic profile of lectures from the subject Business Process Modeling in terms of factors of preference, activity, applicability in study and practice and readability of documents. We also created a semantic profile of exercises from the subject in terms of factors of preference, applicability in the study, the volume of acquired knowledge and usefulness.

Preference / Preference was expressed by the preferences of students toward lectures/exercises through MS TEAMS or face-to-face lectures/exercises. Activity is expressed by comparing the number of questions addressed to the teacher in an online lecture compared to a face-to-face lecture. Applicability expresses the students' opinion on the use of knowledge and skills acquired in the online lecture in further study and practice, for example, when working from home. Readability of texts is expressed by the fact whether the student is satisfied with more materials that the teacher shares through the MS TEAMS application in comparison with the materials projected in the face-to-face lecture. The volume of knowledge expresses the student's opinion on whether he will learn more in online exercises than in face-to-face exercises, as he knows how the teacher guides his classmates in solving their projects. Usefulness is expressed by the fact whether the exercises through the MS TEAMS application are considered by students to be more useful than face-to-face exercises.

The group of respondents consisted of 38 first-year students of the engineering study program Economic Informatics at FHI EU. At the end of the master, we asked students to fill out an anonymous e-questionnaire. The return rate of the questionnaire was 53%. The questionnaire was completed and submitted by 20 students. Of these, 30% were women, and 70% were men. The group included 85% of students who completed the bachelor's study program in Economic Informatics at FHI EU. The remaining students completed another program at FHI or a program at another EU faculty.

### 3 Research results and discussion

#### 3.1 Results for the whole group of respondents

The overall results showed (Fig. 1) that students given lectures through the MS TEAMS application are more comfortable than face-to-face lectures ( $M = 4.15$ ). Lectures through the application would be recommended to use in university studies ( $M = 4.40$ ). They agree with the statement that the skills acquired in online lectures can be used later in the job, e.g. at work from home. ( $M = 4.20$ ). The readability of the materials is better for them when the teacher shares the materials through the application compared to the materials projected in the presence lecture ( $M = 4.20$ ). The average values of all four factors used to determine students' attitudes to teaching through MS TEAMS are higher than four on the Likert scale, which represents a positive attitude (a value of three represents a neutral attitude and a value of five a highly positive attitude). A slightly positive attitude was expressed only in the case of a questionnaire item with the information that in the lecture through MS TEAMS, students ask questions more often than in the face-to-face lecture. ( $M = 3.3$ )

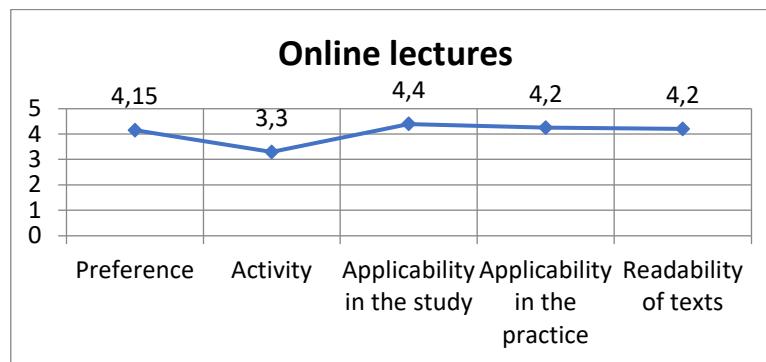


Figure 1: Semantic profile of lectures through MS TEAMS

The situation is different in the attitudes of students to the exercises conducted through the application of MS TEAMS. (Fig. 2) Such exercises do not suit students more than face-to-face. ( $M = 2.95$ ) Students assigned a low value to the recommendation to use this form of exercise in another study. ( $M = 3.1$ ) They also very weakly agreed with the statement that they would learn more in the exercises through the MS Teams application than in the face-to-face exercises ( $M = 3.1$ ). Little did the fact that students know how a teacher guides classmates in solving their projects. Exercises through MS TEAMS are not considered more useful than face-to-face exercises ( $M = 2.85$ ).

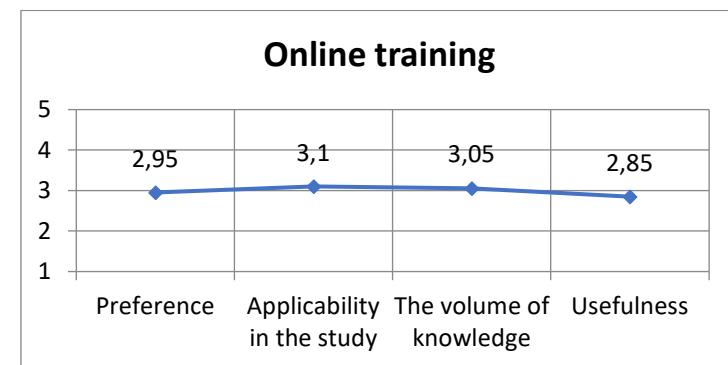


Figure 2: Semantic profile of training through MS TEAMS

#### 3.2 Results for the group of women and men

As can be seen from Figure 3, the semantic profile of online lectures in a group of men is similar to the semantic profile in the whole group of respondents. In the group of women, it differs in the factor of readability of texts. This factor is perceived by women with a lower average value ( $M = 3.5$ ) than men, as well as the whole group of respondents.

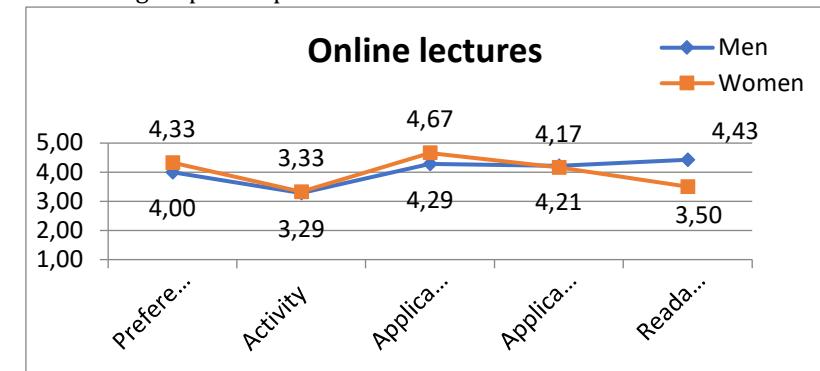
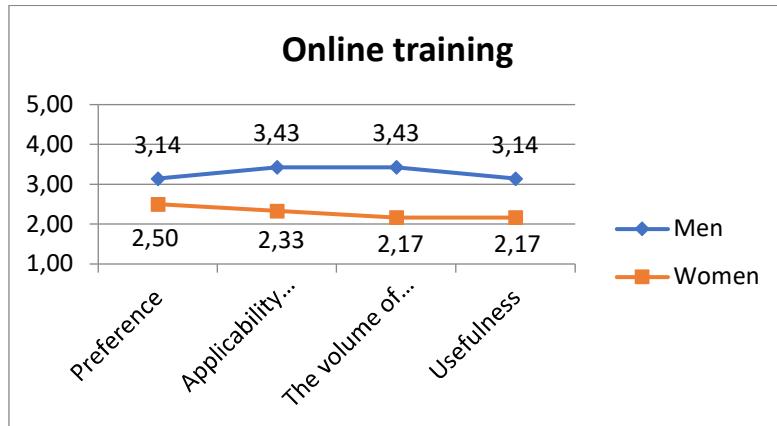


Figure 3: Semantic profile of online lectures in a group of men and women

The obtained results suggest that although men and women assigned different average values to the readability of the materials from the subject, both groups marked as better readable materials shared by teachers in the online lecture in comparison with the materials projected in the face-to-face lecture. The result confirmed our assumption.



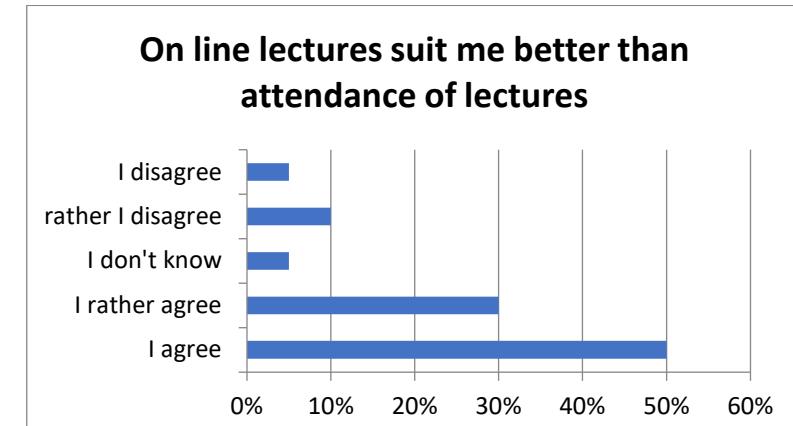
**Figure 4:** Semantic profile of online training in a group of men and women

In the semantic profile of the online exercise (Fig. 4), we got a similar result. Again, the semantic profile in the group of men is visually similar to the semantic profile in the whole group of respondents, although men assigned higher values to all factors. The factor of online exercise preference is different, where men assigned an average value of  $M = 3.14$ , which corresponds to a weak agreement, in contrast, in the whole group the average value was only 2.95.

However, again, the semantic profile in the group of women differs from the exercise profile in the whole group. Women assigned lower values to all factors than men, as well as the whole group of respondents. All average values are in the area of disagreement. The results of our research predict that gender influences students' attitudes to online exercises. To find out whether the differences in average values are statistically significant, we plan to repeat the research for a larger group of respondents.

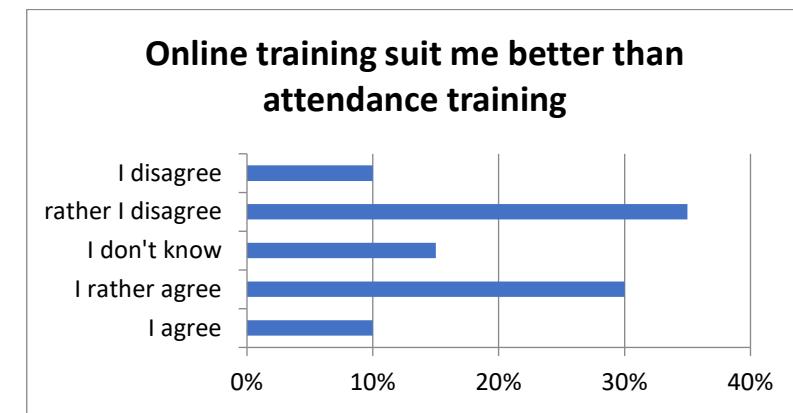
The obtained results showed that the attitude of students to online lectures is positive ( $M = 4.15$ ). Only 15% (3 out of 20) of students expressed a negative attitude, and only one student has a neutral attitude to online lectures.

Also, the results suggest that attitudes toward online education are influenced by gender. This fact surprised us, as we expected the acceptance of online education in the group of men and women to be the same. This result needs to be verified statistically on the data of a larger group of respondents.



**Figure 5:** Students' answer to the questionnaire item

We were also surprised by the attitude of MPP students to online exercises. As can be seen from Fig. 6, only 40% of students prefer online exercises in comparison to face-to-face exercises. Furthermore, 45% of students would prefer face-to-face exercises in teaching. The conclusion cannot yet be generalized due to the low number of respondents. To verify this, we plan further extensive research.



**Figure 6:** Students' answer to the questionnaire item

## 4 Conclusions

The presented research revealed two significant findings:

- Although there is a difference in the average values in the perception of individual factors depending on gender, the whole sample of students perceive online lectures positively. They prefer them more than face-to-face lectures, recommend using them in university studies, and recognize that they can use the skills acquired in online lectures later in the job.
- Attitudes towards online exercises are no longer so highly positive. Online exercises do not suit them more than face-to-face exercises, nor do they find them more useful. However, they strongly agreed with the statement that they would learn more in TEAMS exercises than in face-to-face exercises and recommended to use them in further study.

The research confirmed that the form of teaching through digital technologies does not cause any problems for students. However, technology-based teaching significantly reduces costs and streamlines the learning process, as a result of making it available anywhere. [23] We also noted an increase in students' active participation in online lectures compared to face-to-face lectures. The acquired knowledge is fully valid for the environment in which it was acquired. To verify validity in a broader context, it would be necessary to carry out similar research in the environment of other universities and with a more extensive set of respondents. However, it can be assumed that students of technical study programs will have a similar degree of acceptance of online education. We used the obtained results as presented in this article to adapt the teaching model, which makes extensive use of digital technologies.

*This contribution was funded by the project KEGA 009STU - 4/2018 "The innovation of teaching the subject Intelligent Control Methods at MTF STU "and partially supported by VEGA 1/0373/18 "Big data analytics as a tool for increasing the competitiveness of enterprises and supporting informed decisions "and by VEGA 1/0232/18 "Using the methods of multi-objective optimization in a production processes control. "*

## References

1. Andrade-Aréchiga, M., G. López, and G. López-Morteo, *Assessing effectiveness of learning units under the teaching unit model in an undergraduate mathematics course*. Computers & Education, 2012. **59**(2): p. 594-606.
2. Blanco, M. and M. Ginovart, *On How Moodle Quizzes Can Contribute to the Formative e-Assessment of First-Year Engineering Students in Mathematics Courses*. RUSC, 2012. **9**(1): p. 354-370.
3. Baneres, D., et al., *Adaptive e-assessment system: A general approach*. International Journal of Emerging Technologies in Learning, 2016. **11**(7): p. 16-23.
4. Webb, M., D. Gibson, and A. Forkosh-Baruch: *Challenges for information technology supporting educational assessment*. Journal of Computer Assisted Learning, 2013. **29**(5): p. 451-462.
5. Fuentes, J.M., et al., *Computer-based tools for the assessment of learning processes in higher education: A comparative analysis*, in *INTED2014: 8th International Technology, Education and Development Conference*, L.G. Chova, A.L. Martinez, and I.C. Torres, Editors. 2014, Iated-Int. Assoc. Technology Education & Development: Valencia, Spain. p. 976-984.
6. Wesialik, G., et al., *assessment for complex learning resources: Development and validation of an integrated model*. International Journal of Emerging Technologies in Learning, 2013. **8**(SPL.ISSUE): p. 52-61.
7. Diefes-Dux, H.A., et al., *A Framework for Analyzing Feedback in a Formative Assessment System for Mathematical Modeling Problems*. Journal of Engineering Education, 2012. **101**(2): p. 375-406.
8. Hewson, C., *Can online course-based assessment methods be fair and equitable? Relationships between students' preferences and performance within online and offline assessments*. Journal of Computer Assisted Learning, 2012. **28**(5): p. 488-498.
9. Alruwais, N., G. Wills, and M. Wald, *FACTORS THAT IMPACT THE ACCEPTANCE AND USAGE OF E-ASSESSMENT BY ACADEMICS IN SAUDI UNIVERSITIES*. 3rd International Conference on Education and Social Sciences (Intcess 2016), 2016: p. 119-127.
10. Webb, N.L., *Assessment of students' knowledge of mathematics: steps toward a theory*, in *Handbook of research on mathematics teaching and learning*, D.A. Grouws, Editor. 1992, NTCM/Macmillan: New York. p. 661-683.
11. Matusek, V., et al., *Mathematical competences as a part of educational objectives in economical and technical study programs*. International Scientific Days 2016: The Agri-Food Value Chain: Challenges for Natural Resources Management and Society, 2016: p. 628-633.
12. Hostovecký, M., M. Misut, and K. Pribilová, *Web-based testing in science education*. Lecture Notes in Electrical Engineering, 2015. **313**: p. 247-254.
13. Daly, C., et al., *Exploring formative e-assessment: using case stories and design patterns*. Assessment & Evaluation in Higher Education, 2010. **35**(5): p. 619-636.
14. Clarke, J. and C. Dede, *Assessment, technology, and change*. Journal of Research in Teacher Education, 2010. **42**: p. 309-328.
15. Ferrão, M., *E-assessment within the Bologna paradigm: evidence from Portugal*. Assessment & Evaluation in Higher Education, 2010. **35**(7): p. 819-830.
16. Sangwin, C.J. and I. Jones, *Asymmetry in student achievement on multiple-choice and constructed-response items in reversible mathematics processes*. Educational Studies in Mathematics, 2017. **94**(2): p. 205-222.
17. Swan, M. and H. Burkhardt: *Designing assessment of performance in mathematics*. Educational Designer, 2012. **2**(5): p. 1-41.

18. Reisel, J.R., et al, *assessment of factors impacting success for incoming college engineering students in a summer bridge program*. International Journal of Mathematical Education in Science and Technology, 2012. **43**(4): p. 421-433.
19. Faridhan, Y.E., B. Loch, and L. Walker, *Improving retention in first-year mathematics using learning analytics*, in *30th Ascilite Conference*. 2013, Macquarie University: Sydney, Australia. p. 278-282.
20. Mišútová, M. and M. Mišút. *Impact of ICT on the quality of mathematical education*. In *6th International Multi-Conference on Society, Cybernetics and Informatics, IMSCI 2012*. 2012. Orlando, FL, USA: International Institute of Informatics and Systemics, IIIS.
21. Mišút, M. and M. Mišútová, *Evaluation of ICT Implementation into Engineering Education*, in *International Conference on Advances in Information Technology (ICAIT 2013)*, G. Lee, Editor. 2013, IERI: Jeju Island, Korea p. 260-265.
22. Misut, M. and M. Misutova, *VALIDITY OF DURING-TERM E- ASSESSMENT*, in *11th International Technology, Education and Development Conference, INTED 2017*, ALM L. Gómez Chova, I. Candel Torres, Editor. 2017, IATED Academy: Valencia, Spain. p. 2812-2820.
23. Misut, M. and M. Misutova, *Software Solution Improving Productivity and Quality for Big Volume Students' Group Assessment Process*. ijET - International Journal of Emerging Technologies in Learning 2017. **12**(4): p. 175-190.

**Reviewed by:** RNDr. Iveta Markechová, CSc.

#### Kontaktná adresa

Doc. Ing. Martin Mišút, CSc.  
KAI FHI EUBA  
Dolnozemská cesta 1, 852 35 Bratislava  
e-mail: martin.misut@euba.sk

Doc. RNDr. Mária Mišútová, PhD.  
UIAM MTF STU, ul. J. Bottu 25, 917 24 Trnava  
e-mail: maria.misutova@stuba.sk

## INTERACTIVE APPLICATIONS FOR WORKING IN A SQUARE GRID

Milan POKORNÝ, SK

**Abstract:** Modern information and communication technologies have significantly changed the methods of education. They offer a huge amount of possibilities how to make a learning process more efficient. In a present paper, we introduce our interactive applications for primary school pupils. The applications are focused on working in a square grid, especially on orientation in a square grid and axial symmetry.

**Keywords:** ICT in education, teaching mathematics, square grid, axial symmetry.

### 1 Introduction

Forty years have passed since Papert recommended an integration of ICT into education. During this long period of time, methods of ICT integration into teaching have significantly developed. While in the beginning teachers used isolated computer programs focused on a concrete teaching aim, today we use e-learning, mobile learning or blended learning. Modern technologies are everywhere around us and children are naturally able to operate them.

Unfortunately, there is no unified definition of e-learning in the literature. Different authors define e-learning in a different way. For example, Khan (2005) defines e-learning as an innovative approach for delivering well-designed, learner-centred, interactive, and facilitated learning environment to anyone, anywhere, 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. By Hanel (2004), e-learning frequently occurs in solving problems in education and represents a new approach to execution of education, which is based on utilization of software products.

When we talk about teaching primary school pupils, it is more efficient to combine modern technologies and face-to-face instruction led by a teacher. Mayadas and Picciano (2007) define blended learning as simply a combination of online learning and face-to face instruction. There is a lot of studies dealing with effectiveness of blended learning. For example, 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.

By Voštinár and Hanzel (2016), tablets and mobile telephones are gradually becoming standard integral teaching aids in the current school environment. Thus, it is natural to use them to reach teaching aims. Crompton (2013) defines M-learning as learning across multiple contexts, through social and content interactions, using personal electronic devices. Successful attempts to use mobile learning in mathematics teaching can be found for example in Voštinár (2017) and Voštinár (2018).

In our opinion, blended learning seems to be an ideal method how to integrate ICT into teaching mathematics at primary and secondary schools, since several studies proved its efficiency. For example, Cheung and Slavin (2013) found that ICT applications produce modest but positive effects on mathematics achievements in comparison to traditional methods. Malatinská et al. (2015) proved a significant increase of the level of knowledge of children (11-16 years old) taught mathematics by blended learning, as well as an improvement of their attitudes towards mathematics.

Naturally, blended learning can be more efficient in teaching mathematics than a traditional face-to-face instruction only if it properly uses the advantages of ICT. It is generally known that pupils have to learn mathematics by their active work, not by reading and memorizing definitions, theorems and algorithms. Thus, it is very important to use interactive applications, which can make pupils to solve problems actively. Interactivity is one of the advantages of ICT integration, which cannot be reached by printed books. Interactive applications can provide proper immediate feedback to pupils, warn them about their mistakes and advise them how to solve the problem. Every pupil can solve different problem and work at his/her own pace. Thus, integration of ICT into teaching mathematics changes the traditional writing down the solution of the problem from the blackboard to active solving of problems.

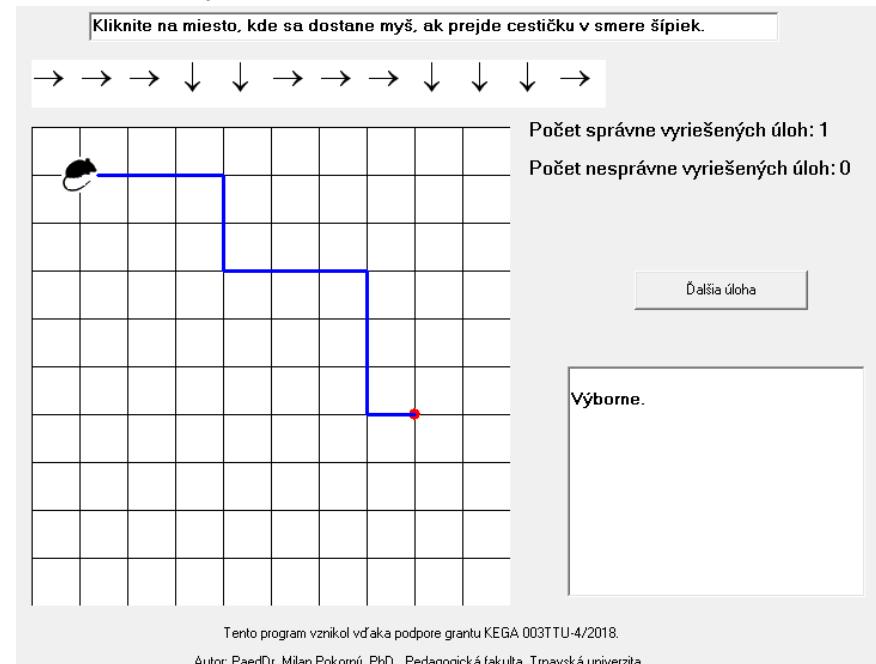
## 2 Interactive Applications

According to the State Educational Programme, the pupils (aged 6-10) at primary schools in Slovakia have to be able:

- to draw an image in a square grid using the symbols  $\rightarrow, \leftarrow, \downarrow, \uparrow$ ,
- to create a sequence of the symbols  $\rightarrow, \leftarrow, \downarrow, \uparrow$  that determines a given image,
- to draw an axially symmetric image in a square grid.

However, our experience revealed that even students of Pre-school and elementary pedagogy, who will be teachers at the first grade of primary school, have problems with these tasks. Fialová and Pokorný (2019) state that only 47 per cent of Pre-school and elementary pedagogy students were able

to draw an axially symmetric image in a square grid. Žilková (2016) states that the low level of the knowledge about geometric transformations in the plane and their properties does not allow the students to understand the importance of their practical applications that they will realize in their practice with preschool children. She underlines that a more effective way of teaching geometric transformations is, for example, the creation of real or virtual models, dynamic and interactive models.



**Figure 1:** Interactive application focused on a movement in a square grid.

Since we agree with Žilková (2012), who states that symmetrical shapes and their properties are an important topic in math education for primary school teachers, we developed a series of five interactive applications focused on working in a square grid. The applications are available at <http://matematika.truni.sk/cvicenia>.

In the first application, the students have to click on the position in a square grid where the mouse will be after a sequence of symbols  $\rightarrow, \leftarrow, \downarrow, \uparrow$ . The application is depicted in Figure 1. This application has many advantages comparing to the printed version of a similar task. For example:

- it provides an immediate feedback to pupils about a correctness of a solution,
- in case of an incorrect solution, it shows the correct solution including the whole path,
- it generates the sequence of symbols randomly, so each pupil has a different task, which makes him/her to work actively,
- pupils can work by their own pace, the application randomly generates required number of tasks,
- it provides a teacher with a number of correctly and incorrectly solved tasks for each pupil.

The second application is similar, but the task is to create a correct sequence of the symbols  $\rightarrow, \leftarrow, \downarrow, \uparrow$  to move a mouse to a given position.

Another three applications are focused on axial symmetry in a square grid. In all of them, there is a given object (some randomly generated letter on a randomly generated position) and an axis of symmetry. The task is to create an axially symmetric object. In the first case, the axis is horizontal, in the second case, the axis is vertical, and in the third case, the axis is neither horizontal, nor vertical. Since the third case is the most complicated, it is depicted in Figure 2. Again, the applications have many advantages comparing to the printed version of a similar task. For example:

- it provides an immediate feedback to pupils about a correctness of their solution,
- in case of an incorrect solution, it enables pupils to correct themselves. Moreover, they provide a help by placing the next square on its correct position.
- it generates the letter and its position randomly, so each pupil has a different task, which makes him/her to work actively,
- pupils can work by their own pace, the application randomly generates required number of tasks,
- it provides a teacher with a number of correctly solved tasks without any help for each pupil and with a number of solved tasks with a help of the application.

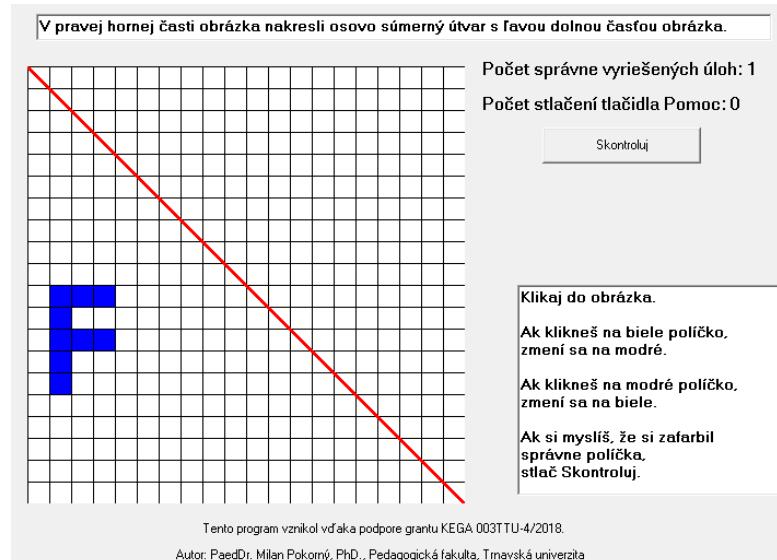


Figure 2: Interactive application focused on an axial symmetry.

### 3 Conclusion

There is no doubt that a proper integration of ICT into mathematics teaching can make a teaching process more efficient and can help to reach teaching aims.

In the paper we present five interactive applications focused on working in a square grid. Since the applications are new, we are using them in a teaching process for the first time in this term. Thus, we cannot present final results about their efficiency. However, our preliminary experience with their usage indicate a significant improvement of our students in movement in a square grid, as well as in the axial symmetry in a square grid. Also the reactions of our students are mostly positive.

*This work has been supported by the Scientific Grant Agency of the Slovak republic KEGA under the Grant No. 003TTU-4/2018.*

### 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, NY: Routledge.
2. FIALOVÁ, J. – POKORNÝ, M. O vstupných vedomostach študentov učiteľstva pre primárne vzdelávanie z učiva matematiky na prvom stupni základnej školy. *Elementary Mathematics Education Journal*, Vol. 1, No. 1, 2019. ISSN 2694-8133

3. HANZEL, P. Možnosti elektronickej podpory vzdelávania v príprave učiteľov pre 1. stupeň ZŠ. In *Zborník Cesty (k) poznávaní v matematice primárnej školy*, Olomouc, 2004, pp. 107–112.
4. 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.
5. JEFFREY, L. M. et al. Strategies for engaging learners in a blended environment. *Ako Aotearoa—The National Centre for Tertiary Teaching Excellence*, 2012.
6. KHAN, B. *Managing e-learning strategies: Design, delivery, implementation and evaluation*. Hershey, PA : Idea Group Inc., 2005. ISBN 1-59140-634-X
7. MAYADAS A. F. - PICCIANO A. G. Blended learning and localness: The means and the end. *Journal of Asynchronous Learning Networks*, 11, 2007, pp. 3–7.
8. 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.
9. PAPERT, S. *Mindstorms – Children, Computers and Powerful Ideas*. New York : Basic Books, 1980. ISBN 0-465-04627-4
10. VOŠTINÁR, P. Pythagorean Theorem – Mobile Application. *INTED 2018*, pp. 0800-0805. ISBN 978-84-697-9480-7, ISSN 2340-1079
11. VOŠTINÁR, P. Using App Inventor for Creating Educational Applications. *Proceedings of EDULEARN17 Conference*, Barcelona, 2017, pp. 10128-10133. ISBN 978-84-697-3777-4
12. 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.
13. ŽILKOVÁ, K. Axial symmetry in pre-primary and primary teachers education. *APLIMAT : 15th Conference on Applied Mathematics*. Bratislava : STU, 2016, pp. 1164-1170. ISBN 978-80-227-4531-4
14. ŽILKOVÁ, K. Štúdium symetrií v kaleidoskope. *Acta Universitatis Palackianae Olomucensis, Mathematica VIII*. Olomouc : Univerzita Palackého, 2012, pp. 336-340. ISBN 978-80-244-3048-5

#### Reviewed by

PaedDr. Patrik Voštinár, PhD.

PaedDr. Krisztina Czakóová, PhD.

#### Contact address

PaedDr. Milan Pokorný, PhD.

Department of Mathematics and Computer Science

Trnava University, Faculty of Education

Priemyselná 4, P.O.BOX 9 SK 91843 Trnava

Slovak Republic

e-mail: mpokorny@truni.sk

## APLIKÁCIE PRE TVORBU INTERAKTÍVNYCH UČEBNÝCH MATERIÁLOV

Milan ŠTRBO, SK

**Abstrakt:** Predkladaný článok je zameraný na podrobnejšiu analýzu a využitie softvérových didaktických aplikácií pre tvorbu interaktívnych učebných materiálov. Analýza obsahuje voľne dostupné, ale aj komerčne platené aplikačné softvéry slúžiace na tvorbu interaktívnych učebných materiálov.

**Kľúčové slová:** aplikačný softvér, interaktívne cvičenie, vyučovací proces.

## APPLICATIONS FOR THE CREATION OF INTERACTIVE LEARNING MATERIALS

**Abstract:** The presented article is focused on a detailed analysis and use of software didactic applications for the creation of interactive teaching materials. The analysis contains freely available, but also commercially paid application software used to create interactive learning materials.

**Keywords:** application software, interactive exercise, teaching process.

### 1 Úvod

V súčasnosti je spoločnosť ovplyvnená rýchlym vývojom moderných technológií, ktoré nás dennodenne obklopujú na každom kroku. Výnimkou nie sú vzdelávacie inštitúcie, ktoré zabezpečujú pre svoje školské priestory informačno-komunikačné technológie, ktoré slúžia na spestrenie a prežitie vyučovacieho procesu atraktívnym, interaktívnym spôsobom. Ich enormný rozvoj prináša do vzdelávania stále nové a širšie možnosti pedagogického využitia. Dnešná informačná doba nám ponúka zdokonalenie výchovnovzdelávacieho procesu, tvorbu a využitie interaktívneho učebného materiálu. Zabezpečuje odklon od tradičnej stereotypnej formy výučby. Súčasní pedagógovia predkladajú učivo zábavnou a hravou formou s cieľom motivovať žiakov k učeniu a koncentrovať ich pozornosť [1, 2, 6, 12].

Edukáciu súčasnosti a budúcnosti si nevieme predstaviť bez IKT, pretože v porovnaní s tzv. klasickým vyučovaním alebo s klasickými pomôckami poskytujú priam neporovnatelné možnosti [3, 8].

## 1.1 Využitie interaktívneho učebného materiálu

Interaktívne didaktické prostriedky podporujú dosahovanie výchovno-vzdelávacích cieľov vo výučbe. Interaktivita, tvorivosť, motivácia, zvýšený záujem žiakov učiť sa sú hlavnými predpokladmi k účinnejšiemu dosahovaniu cieľov.

Učebné pomôcky a didaktická technika, ako aj zariadenie výučbových priestorov a ďalšie materiálne vybavenie žiaka, patria medzi prostriedky na rozvíjanie jeho osobnosti. Nemajú slúžiť iba na zabezpečenie názornosti (vytváranie presnejších predstáv, pojmov), ale aj na ilustráciu učiva [5, 6, 7].

## 1.2 Tvorba interaktívnych didaktických materiálov

Pedagóg potrebuje navrhovať a vytvárať svoje vlastné interaktívne materiály v aplikáciách, v ktorých sa dokáže s istotou orientovať. To mu umožňuje vyhnúť sa problémom typu, že ho niečo zaskočí, nepreukáže žiakom nedôveru, strach či neistotu, ktorú by na nich mohol následne prenášať.

Vlastné vytvorené materiály majú niekoľko výhod, akou je aj pomerne ľahká a jednoduchá úprava a aktualizácia materiálov, ktoré sa vždy dajú rôznymi úpravami vylepšiť a obohatiť o nové prvky [4, 9].

V súčasnosti môžeme výučbu realizovať prostredníctvom interaktívnych tabúl, ktoré ponúkajú vhodné portfólio funkcií, aby vytvorený interaktívny materiál bol ľahko prezentovateľný a aplikovateľný na vyučovacej hodine. Integrácia aplikačných softvérov do vzdelávania skvalitňuje proces výučby. Vytvorenie plnohodnotných interaktívnych cvičení zodpovedá vhodnému výberu učebnému obsahu. Vyriešenie musí viest' k naplneniu stanoveného cieľa, ktorý sa od žiakov očakáva.

Hlavné funkcie interaktívneho učebného materiálu:

- podnecovať žiakov k tvorivému myslению,
- rozvíjať u žiakov manipuláciu s audiovizuálnymi prvkami materiálu,
- aktivizovať poznatky (prieberežne ich aktualizovať),
- ulahčiť pedagógovi prácu s PC (kedykoľvek upraviť, prerušiť, sprístupniť či uložiť na pamäťové zariadenie a vrátiť sa k nemu späť v iný, vhodnejší čas [10, 11].

## 2 Analýza aplikácií pre tvorbu interaktívnych edukačných materiálov

Interaktívne výučbové aplikácie sú softvérom, v ktorom je umožnená vzájomná interakcia medzi používateľom a softvérom (priame zasahovanie do činnosti programu), a taktiež umožnená komunikácia medzi pedagógom a žiakom pri začlenení interaktívneho materiálu do vyučovacieho procesu.

Integrácia aplikačných softvérov do vzdelávania skvalitňuje proces výučby. Softvérové aplikácie sú prostredím, ktoré umožňujú priamy vstup do činnosti programu. V školskom prostredí sú sústredené na zapojenie žiakov a študentov do výučby pomocou interaktívnej tabule. Na elektronickom trhu je pomerne veľké množstvo interaktívnych výučbových programov, avšak rôznej kvality. V rámci predmetového zamerania musia splňať prioritne odborné kritériá na dosiahnutie stanoveného cieľa. Preto je dôležitý kritický pohľad na ich výber a následné použitie, aby zodpovedali pedagogicko-psychologickým požiadavkám cielovej skupiny [7, 13, 14].

## 2.1 Baltík

Je nadčasový multimediálny programovací a kresliaci nástroj pre deti a mládež, ktorý má viacero funkcií. Hlavnou postavou v tomto prostredí je čarodejník Baltík, ktorý dokáže vykonávať rôzne príkazy a čarovať predmety [8]. Typy cvičení, ktoré môže žiak precvičovať:

- **Skladať scénu** - žiak sa prostredníctvom tohto režimu učí ovládať počítač, vykonávať pohyby s myškou a klávesnicou, používať menu a pracovať s rôznymi úkonmi. Môže sám sklaďať scény už z vopred vytvorených obrázkov - z bánk predmetov, ktoré môžu obsahovať až 150 predmetov alebo si vytvoriť a nakresli nové predmety v grafickom editore a ukladá si ich na scéne. Osvojí si tak funkciu pravého a ľavého tlačidla myšky (prenáša, premiestňuje a kopíruje objekty/predmety).
- **Čarovať scénu** - je zameraný na premýšľanie a rozdeľovanie väčších úloh na menšie a menšie až na jednotlivé príkazy. Žiak už neovláda iba počítať, ale ovláda aj čarodejníka Baltíka, ktorému zadáva príkazy namiesto ručného vytvárania scény. Zámerom je skladanie scény pomocou príkazov.
- **Programovať** - režim Programovať je určený najmä pre žiakov na prvom stupni a nižšie ročníky druhého stupňa. V tomto režime vytvárame jednoduché programy. Program je postupnosť príkazov, ktoré vykonáva čarodejník Baltík. Tieto príkazy žiaci skladajú do postupnosti.



Obrázok 1: Aplikácia Baltík

## 2.2 SMART Notebook

Pomocou tohto softvéru môžeme jednoducho a intuitívne vytvoriť kvalitné a plnohodnotné interaktívne vzdelávacie cvičenia a rôzne iné interaktívne aktivity s obsahom nových informácií, ktoré upútajú pozornosť všetkých žiakov na vyučovacom procese. Tento jedinečný softvér ponúka rôzne nástroje a doplnky na tvorbu interaktívneho učebného materiálu. Podporuje kreativitu a individuálny prístup ku každému žiakovi.

Najobľúbenejšie techniky a nástroje aplikácie Smart Notebook:

- rozpoznávanie písma,
- priradovanie a preťahovanie,
- klonovanie,
- kreslenie,
- reflector,
- textové nástroje a iné.



Obrázok 2: Aplikácia Smart notebook

## 2.3 Alf

Program je typu shareware, to znamená, že si v ňom učitelia môžu vyskúšať jednotlivé funkcie, ale testy, ktoré vytvoria nie je možné uložiť.

Alf umožňuje tvorbu interaktívnych cvičení, ktoré sú zamerané na:

1. **Jednu správnu odpoved' v textovej podobe** – žiak má na výber zo šiestich možností. Otázka môže byť obohatená o obrázok alebo zvuk.
2. **Jednu správnu odpoved' v textovej podobe s obrázkom/zvukom** – žiak odpovedá správnym výberom z ôsmich možností.
3. **Viac správnych odpovedí** – odpovede v obrázkovej alebo textovej podobe.
4. **Priradovanie** – cieľom je vytvorenie dvojíc patriacich k sebe preťahovaním slov.

5. **Skupinky** – úloha zameraná na zoradovanie pojmov do zodpovedajúcich skupín.
6. **Zoradovanie** – usporiadanie slov, slovných spojení alebo viet do správneho poradia.
7. **Opis obrázku** – na obrázku nám umožní označiť dané pozicie s popisom a priradiť ich na jednotlivú časť obrázku, napríklad obrázok ľudského tela (hlava, oči, uši, ...).
8. **Dvojice** – úlohou žiaka je určiť, či daná dvojica patrí k sebe alebo nie.
9. **Pexeso** – hľadanie dvoch navzájom prepojených slov, obrázkov alebo zvukov.
10. **Puzzle** – skladanie častí do jedného celku/obrázka.
11. **Uhádni slovo** – úlohou žiaka je uhádnuť slovo na základe zadanej indície. Žiak háda jednotlivé písmená, napríklad „Ako sa volá spisovateľ na obrázku?“ a podobne.
12. **Tajnička** – vylúštenie tajničky na základe otázok alebo obrázkov, ktoré žiak musí správne pomenovať a daný názov vpisať do tajničky.
13. **Doplň slovo** – úlohou žiaka je správne doplniť - presunúť slová do prázdnych medzier v texte, ktoré sú zoradené v dolnej časti cvičenia.



Obrázok 3: Aplikácia Alf

## 2.4 Hot potatoes

Hot Potatoes je voľne dostupný softvér a je využiteľný pre každého. Môžeme ho implementovať do vyučovacieho procesu, pretože je pre pedagóga veľmi vhodnou pomôckou pri vytváraní interaktívnych cvičení a didaktických testov. Môžu byť navrhované pre rôzne predmety a ročníky škôl. [5]

Hot Potatoes pedagógom umožňuje:

- vytvárať cvičenia vo forme webových stránok pre rôzne druhy vyučovacích predmetov,
- sprístupniť učivo v atraktívnej podobe formou interaktívnych cvičení,

- aplikovať jednotlivé vytvorené cvičenia ako doplnkové dodatočné aktivity,
- kontrolovať aktivity žiakov pri vypracovaní úloh, opakovanie a preberanie učiva,
- hodnotiť vypracované úlohy v bodoch alebo percentách a zálohovanie údajov.
- Vymedzenie spoločných znakov cvičení:
- časový limit,
- farebné nastavenie (pozadie, texty, nadpisy, ...),
- obrázky, schémy, grafy,
- možnosť nápovede,
- prepájanie rôznych typov cvičení.

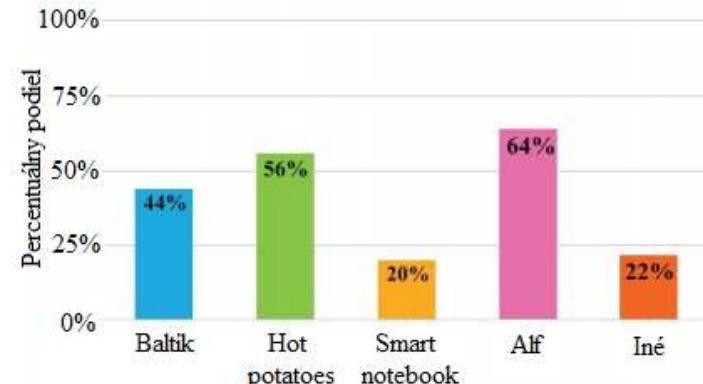


Obrázok 4: Aplikácia Hot potatoes

### 3 Prieskumná časť

V prieskumnej časti sme sa zamerali na získanie skúseností a postojov pedagógov na primárnom stupni ZŠ vo vzťahu k tvorbe interaktívneho učebného materiálu pre žiakov na prvom stupni ZŠ. Dotazníkový prieskum prebiehal v anonymnej forme on-line.

V našom prieskume sme sa učiteľov pýtali, že v akej aplikácii vytvárajú interaktívne učebné materiály. Samotní respondenti mohli uviesť aj viac aplikácií ako jednu. Na našu otázku nám odpovedali iba pedagógovia, ktorí sami aktívne vytvárajú učebné materiály. Výsledky uvádzame na nasledujúcom obrázku.



Obrázok 5: Výsledok prieskumu

### 4 Záver

Moderné školstvo potrebuje aj moderných pedagógov. Účelom vyučovacieho procesu je neustále skvalitňovanie výkonu žiakov, potreba napredovať, zlepšovať postoje k učeniu a podnecovať ich vnútornú motiváciu. V súčasnosti je dôležité, aby učitelia aktívne pracovali s didaktickými softvérovými aplikáciami a vytvárali interaktívne učebné materiály. Žiaci radi pracujú s interaktívnymi cvičeniami a uplatňujú svoje individuálne schopnosti a zručnosti. V predloženom článku poskytujeme analýzu softvérových aplikácií, pomocou ktorých pedagógovia dokážu vytvárať vlastné interaktívne učebné materiály. V prieskumnej časti sme potom zistovali obľúbenosť týchto aplikácií medzi samotnými učiteľmi.

Tento článok bol publikovaný vďaka projektom: KEGA 015TTU – Interaktivita v elektronických didaktických aplikáciách a KEGA 012TTU-4/2018: Interaktívne animačno-simulačné modely vo vzdelávaní.

### Bibliografia

1. BLAŠKO, M.: Úvod do modernej didaktiky 1. In: Systém tvorivo-humanistickej výučby. Košice: KIP TU, 2011. 7
2. CZAKÓOVÁ, K.: Creation small educational software in the micro-world of small languages. In: *Teaching Mathematics and Computer Science*. 14th volume, issue one, 2016/1, p. 117. Debrecen : University of Debrecen, 2016. ISSN 1589-7389
3. PŠENÁKOVÁ, I.: Tvorba interaktívnych aplikácií. TYPI Trnavská Univerzita v Trnave. 2019, 72 s. ISBN: 978-80-568-0380-6.
4. PŠENÁKOVÁ, I. – SZABÓ, T.: Interactivity in learning materials for the teaching /. In: ICETA 2018. - Danvers : IEEE, 2018. - ISBN 978-1-5386-7912-8. - CD ROM. S. 445-450.

5. ŠOLTÉS, J.: Didaktické možnosti využitia interaktívnej tabule v edukácii žiakov na základnej škole. In *Edukacja – Technika – Informatyka. Wybrane problemy edukacji informatycznej*, 2013, Zv.2, No 4.
6. PETLÁK, E.: Všeobecná didaktika. Bratislava: IRIS, 2016, 3.vydanie, 321 s., ISBN: 978-80-8153-064-7.
7. KOMÁROMIOVÁ L.: Tvorba interaktívneho učebného materiálu pre 1. stupeň ZŠ. (Diplomová práca). Trnava 2020.
8. STOFFOVÁ, V. – GABAĽOVÁ, V.: IKT vo vyučovaní na prvom stupni základnej školy In: Trajtel', L. (ed.): *DidInfo 2019: 21. ročník národnej konferencie o vyučovaní informatiky*. Banská Bystrica : Univerzita Mateja Bela, Fakulta prírodných vied, 2019, s. 125-129, ISBN: 978-80-557-1533-9, ISSN:2454-051X
9. STOFFOVÁ, V. – ŠTRBO, M.: Educational technologies to support language teaching. In *XXIX DIDMATTECH 2016*. Budapest: Eötvös Loránd University in Budapest, Faculty of Informatics. ISBN 978-963-284-801-3. S. 35.
10. STOFFOVÁ, V.: Počítač univerzálny didaktický prostriedok. 2004. FPV UKF v Nitre. 172 s. ISBN 80-8050-765-1.
11. STOFFOVÁ, V.: How to Create and How to Use Didactic Educational Software. In: *eLearning & Software for Education*. 2018, Vol. 1, p. 487-494.
12. STOFFOVÁ, V. – HORVÁTH, R.: Didactic Computer Games in Teaching and Learning Process. In: *The International Scientific Conference eLearning and Software for Education* (Vol. 1, 2017). "Carol I" National Defence University.
13. STOFFOVÁ, V. – VÉGH, L. – SIAKAS, K.: Using Animations for Improving Learning. In: *Inspire XXIII : Technology in Education*. Ed. P. Marchbank, M. Ross, G. Staples, J. Uhomoibhi, Southampton : Southampton Solent University, 2018, p. 93 – 107. ISBN 987-1-9996549-0-0
14. STOFFOVÁ, V.: Využitie IKT v učiteľskej profesií – Tvorba didaktických aplikácií. In: DRÁBKOVÁ Jindra a Jan BERKI, eds. *Sborník konference Didinfo 2018* [online]. Liberec, 2018. s. 153-162, ISBN: 978-80-7494-424-6, ISSN: 2454-051X.

**Recenzent:** Mgr. Tibor Szabó, PhD.,

#### Kontaktná adresa autora

Ing. Milan Štrbo, PhD.

Faculty of Education, Trnava University in Trnava

Address: Priemyselná 4, 918 43 Trnava

e-mail: milan.strbo@truni.sk

## ROZŠÍŘENÁ REALITA VE VÝUCE DĚtí V PRIMÁRNÍM VZDĚLÁVÁNÍ

Natálie NEVŘELOVÁ, CZ

**Abstrakt:** Dnešní děti jsou neustále obklopovaly mobilními technologiemi. Některí učitelé je vnímají negativně, přitom nám mohou ve výuce pomoci, když je vhodně využíváme. Příspěvek prezentuje zjištění o možnostech využití mobilních technologií především aplikací rozšířené reality ve výuce v primárním vzdělávání. Použitým výzkumným nástrojem bylo pozorování. Výsledky předvýzkumu tvoří východisko následného výzkumného směrování týkajícího se uplatnění rozšířené reality v učitelské praxi. Kapitola se zaměřuje na vzdělávací potenciál rozšířené reality pro podporu v primárním vzdělávání. Kapitola představuje příležitosti, které rozšířená realita přináší do základního vzdělávání. Autoři podávají stručný přehled vybraných aplikací vhodných pro děti základních škol. Poté se zaměřili na Quiver a HP Reveal, které byly použity ve výzkumném projektu na Základní škole. Použili jsme polostrukturované rozhovory s dětmi a focus group. Výzkum ukázal, že děti jsou více motivovány aplikací s rozšířenou realitou.

**Klíčová slova:** Rozšířená realita, Digitální technologie, Primární vzdělávání.

#### AUGMENTED REALITY IN TEACHING CHILDREN IN PRIMARY EDUCATION

**Abstract:** Nowadays, children are constantly surrounded by mobile technologies. Some teachers perceive them negatively, but they can assist in teaching if we use them appropriately. This work presents findings of some possibilities for using mobile technologies, especially the augmented reality applications in teaching in primary education. The method used for this research was observation. The results of the pre-research form the base for the direction of the further study concerning the augmented reality in teaching practice. The chapter focuses on the educational potential of augmented reality for support in primary education. The chapter presents the opportunities that augmented reality brings to primary education. The authors give a brief overview of selected applications suitable for primary school children. They then focus on Quiver and HP Reveal, which were used in a research project in Primary school. We used semi- structured interviews with children and focus group. The research showed that children are more motivated with application with augmented reality.

**Keywords:** augmented reality, digital technology, primary education

## 1. Úvod

V dnešní době jsou digitální technologie a mobilní technologie součástí každodenního života dětí v preprimárním ale i primárním vzdělávání. Jak napsali Joanne G. Sujansky a Jan Ferri-Reed (2009) v jejich knize 'Keeping the Millennials', že jsou mladí lidé schopní tzv. multitaskingu (provádět několik činností zároveň), například pracovat na počítači a zároveň sledovat televizi, poslouchat hudbu a psát zprávy. Toto je však pro žáky důležité i v preprimárním a primárním vzdělávání poznat použití a možnosti chytrých telefonů a ostatních technologií. Zvyšuje to jejich digitální gramotnost.

Odborníci v oblasti vzdělávání se většinou shodují a domnívají, že digitální technologie mohou přispět k rozvoji kompetencí u žáků. Většina výzkumu v oblasti digitálních technologií tyto diskuse potvrdila a zjistila, že mají nové technologie na život dětí nezanedbatelný vliv. Na druhou stranu jsou zde studie, které zase upozorňují na různá rizika, kterých si musíme být v této oblasti vědomi. Většina těchto obav však pramení z převážně nesprávného přesvědčení, že moderní technologie ve vzdělávání tvoří z žáků pasivní přijímače nebo osamělé hráče počítačových her. Pro využívání digitálních technologií v preprimárním a primárním vzdělávání je nutné určit vhodnost a přiměřenost digitálního produktu s ohledem na věk dětí, pečlivě vybrat vhodné aplikace a vložit je do konstruktivistického digitálního prostředí.

Sylva and Siraj-Blatchford (2006) rozpoznaла čtyři klíčové oblasti učení v Early Childhood Environments (ECE), což je obor vzdělávací teorie o učení (formálním a neformálním) malých dětí do jejich 8 let a reflekтуje, jak a v jakých oblastech je ICT mohou podpořit. Jsou to:

- komunikace a spolupráce – přirozeně se objevují ve spolupráci řešení problémů – aplikace založené na experimentech s programovatelnými hračkami
- kreativita – aby byly děti kreativní, musí získat schémata a potřebují hravé dispozice k vyzkoušení těchto schémat v novém kontextu
- socio-dramatická hra – zde je velký prostor na integraci ICT do herních prostředí malých dětí
- naučit se učit – existují důkazy, že počítače pomáhají i malým dětem přemýšlet o přemýšlení

(8. KORENOVÁ, L. LAVICZA, Z. VERESS-BÁGYI, I. *Augmented Reality Applications in Early Childhood Education.*)

Konstruktivistické přístupy k výuce a pedagogický výzkum týkající se aplikace tohoto teoretického směru na výuku byly často předmětem zájmu vědců (např. Bodner, 1986, s. 875–876; Held, Pupala, & Osuská, 1994; Renström, Andersson, & Marton, 1990; Žoldošová & Prokop, 2007). Věnují se základním otázkám přírodnovědných principů použití rozšířené reality v primárním

vzdělávání. Tento trend ve výzkumu našel pokračující motivaci, a to jak v zahraničí, tak na Slovensku, protože děti často používají jako techniku učení pouze memorování, aniž by získaly hlubší pochopení podstaty předmětu (20. TÓTHOVÁ, 2014).

Arnheim (2004) se zasazoval o jednotu vnímání a abstraktní myšlení, podle kterých mentální procesy aplikují aplikace rozšířené reality ve vzdělávání v raném děství, sestávají nejen z operací se slovy a čísly, ale také z imaginárního myšlení. (8. KORENOVÁ, L. LAVICZA, Z. VERESS-BÁGYI, I. *Augmented Reality Applications in Early Childhood Education.*)

## Aplikace s rozšířenou realitou a jejich využití V primárním vzdělávání

V ČR je několik projektů, díky kterým mohou školy pořídit digitální technologie. Jsou to různé výzvy z MŠMT (Šablony I a Šablony II, výzva 51), které vyzývají školy, aby zařadily aktivity, které rozvíjejí ICT. Další možností příspěvku je zřizovatel, který na tyhle pomůcky může přispět. Naše škola ZŠ a MŠ Ludgeřovice disponuje 150 iPady nejen pro žáky, ale i učitele. V roce 2014 se žáci 4. třídy zúčastnily O2 projektu (O2 je mobilní operátor), kdy vyhrály pro školu 20 iPadů. Se vztuštajícím počtem iPadů se začali školit pedagogové a iPady hojně využívat.

Projekt či výzva, která by podporovala rozšířenou realitu na školách prozatím není. Je několik metodických pouček.

## Rešerše aplikací s rozšířenou realitou použitelných na nižším stupni ZŠ

Následné aplikace s rozšířenou realitou byly odzkoušené ve výuce v roce 2019. Vybrali jsme takové, které se dají vhodně aplikovat na 1. stupni ZŠ.

- **Quiver – Platonic Solids** – Platonic Solids je část vzdělávací aplikace Quiver. Můžeme si zde vizualizovat Platónská tělesa. Žáci na prvním stupni se tak mohou seznámit s útvary v trojrozměrném prostoru a například v nich hledat útvary, které jsou jim již známé – čtverec, trojúhelník. Tato aplikace je použitelná do matematiky, ale s použitím ostatních kopírovatelných pracovních listů je použitelná i do přírodních věd. Využíváme zde proto konceptu STEAM.
- **AR Flashcards Shapes and Addition** – AR Flashcards samotná je zdarma, ale verze Shapes i Addition jsou placené, avšak stojí za zmínku. Mohou pomoci dětem rozvíjet základní matematické dovednosti. Addition aplikace ilustruje sčítání pomocí obrázků zvířat od 0 + 1 po 9 + 9. Aplikace Shapes umožňuje žákům vybarvit si geometrické útvary a poté slyšíme název barvy a název útvaru v Anglickém jazyce. Zároveň je zde ukázáno, kde všude útvar v reálném světě můžeme najít. Je vhodná při výuce matematiky.

- **Augmented polyhedrons – Mirage** – motivující aplikace, kdy žáci pozorují trojrozměrné útvary vedle sebe a mohou tak sledovat rozdíly. Aplikaci můžeme využít při vyučování matematiky.
- **ARuler** – žáci mohou využít při měření reálných věcí v jednotkách mm, cm, m.

**Přírodověda** – Přírodověda na prvním stupni ZŠ obsahuje spoustu rozmanitého učiva. Aplikace s rozšířenou realitou umožňují žákům nahlédnout a přiblížit učivo anatomie člověka, Vesmír.

- **Night Sky** – při výuce Vesmíru, především souhvězdí, žáci pozorují reálné souhvězdí, kde se právě nachází (5. třída).
- **Spacecraft 3D** – aplikace byla vytvářena s pomocí NASA a všechny objekty (družice, rakety, vesmírné lodě, atd.) jsou reálné. Žáci tak o mohou poznat a sledovat jednotlivé technologie vyskytující se na Marsu, Zemi a Vesmíru.

**Ostatní** – mezi ostatní aplikace řadíme aplikace, které jsou použitelné v preprimárním vzdělávání, ale i primárním vzdělávání k rozvoji představivosti a ostatních předmětů.

- **AR Flash Cards** – aplikace je použitelná po vytisknutí materiálu z webových stránek a lze použít při procvičování anglických názvů zvířat či při procvičování anglické abecedy.
- **Aurasma (HP Reveal)** – žáci si mohou pomocí této aplikaci sami vytvořit obrázek nebo video s rozšířenou realitou. Učitel může schovat po třídě úkoly (při načtení fotoaparátu určité věci) či při najetí fotoaparátu na název – přiřadit obrázek. Tato aplikace je použitelná do všech předmětů.
- **AR Dragon** – je to aplikace, ve které se děti (i v preprimárním vzdělávání) učí starat o domácího mazlíčka. Učí se zodpovědnosti a rozvíjí se u nich sociální schopnosti.
- **Sketch AR** – tato aplikace ukazuje virtuální obraz na bílém papíře a žáci si tak mohou udělat náčrt a poté obrázek už sami dokončí. Rozvíjí u dětí kreslící dovednosti a představivost.
- **Quiver Education** – je vybarvovací aplikace s přesahem do výuky. Objevují se zde jak obrázky pro preprimární vzdělávání, tak výukový materiál na první stupeň ZŠ. Můžeme se zde setkat s popisem vybuchlé sopky, hlavními městy států nebo popisem buňky.
- **Animal 4D +** - s touto aplikací se nám zobrazí zvířata v 3D přímo na lavici. Pro žáky je ohromující vidět zvířata, které naživo neviděli a zároveň je slyšet.

- **Catchy** – v prostoru třídy se nám ukáže tajenka s písmenky, které chytáme po celé třídě a umisťujeme na správné místo tajenky. Tato aplikace je použitelná do hodin českého a anglického jazyka.
- **AR Makr** – pomocí této aplikace můžeme učitel v prostoru vytvořit jakýkoli příběh či pohádku. Žáci jsou uživateli, pak mohou tento příběh převyprávět nebo ukázat spolužákům.

### Akční výzkum

Akční výzkum probíhal na Základní škole a mateřské škole v Ludgeřovicích, kde vyučuju již čtvrtým rokem na nižším stupni. Technologie využívám zejména k opakování učiva, ale i k namotivování žáků. Škola disponuje 120 iPady, roboty Dash a Dot, ozoboty, Lego Mindstorm, Bee-boty a Micro:bity, které využívají pedagogové ve svých hodinách dle potřeby. Na škole probíhá i kroužek iPadů ve výuce, kde se věnujeme pokročilejší práci s iPady a roboty.

Od mateřské školky a na nižším stupni (1. - 2. třída) začínáme s programováním Bee-botů tzv. "robotických včel", které jsou velmi intuitivní a jednoduché. Poté navazujeme programováním ozobotů (3. - 4. třída), kteří se programují pomocí barevných kombinací nebo pomocí programovacího jazyka přímo na PC nebo na iPadu. Roboty Dash a Dot využíváme již od 3. třídy s pomocí jednodušších aplikací, se staršími žáky ve 4. a 5. třídě už sestavujeme kódy v programovacím jazyce. Současně s roboty využíváme od 1. třídy iPady, které mají žáci ve výuce 1:1.

V roce 2018–2019 jsme dělali akční výzkum ve 3. a 4. třídě na nižším stupni ZŠ Ludgeřovice. Počet žáků ve třídě byl 24. Žáci měli s iPady zkušenosti a uměli je ovládat. Pomocí kvalitativní výzkumné metodě – pozorování, byly zjištěny následující informace u několika použitých aplikací a webových stránek.



Figure 1: Děti používají aplikaci Quiver

### Aplikace používané na iPadech:

V rámci výzkumu jsme pozorovali žáky v digitálním prostředí určitých aplikací. Pozorovali jsme, jak se při užití aplikací chovají, a zda je práce motivuje.

**HP Reveal** je aplikace, kde se nám pomocí rozšířené reality zobrazí kdekoli v místnosti na statické věci cokoli chceme. Žáci mají jednou za měsíc přečíst knihu. Na obalu každé knihy jsou pomocí HP Reveal schovány otázky a úkoly, které přímo souvisejí s knízkou. Po dočtení knihy mají žáci do čtenářského deníku čí v jakékoli aplikaci na iPadu zpracovat tyto otázky. Při zpracování pracují s knihou a vyhledávají informace na internetu. Nepomáhají jim s tím rodiče, tudíž jsou samostatnější. Z pedagogického hlediska je práce s iPadem po dočtení knihy motivační.

Při práci s aplikací **Quiver** žáci pracovali ve skupinách jednou týdně. S informacemi, které jim aplikace měla přinést nebyli dopředu seznámeni. Pracovali asi 20 minut s touto aplikací, každá skupina měla jiný pracovní list, který načetla a komunikovala nad ním (Platónská tělesa). Po skupinové práci si každá skupina měla nachystat výstup toho, co viděla. Po všech výstupech žáci diskutovali, zda viděli to samé či se pracovní listy lišily. Začali si uvědomovat počet stran a útvary, ze kterých jsou tělesa sestavena. Tato aplikace pomáhá žákům vizualizovat si jak matematická tělesa, tak spoustu jiných těžko představitelných věcí.

### Focusová skupina - elaborace

Jako výzkumný nástroj byla uplatněna focusová skupina pro získávání dat. Focusová skupina, jako diskutující skupina reprezentuje skupinu lidí. Je to skupina lidí, které můžeme nazývat také jako skupinové interview, kteří mezi sebou komunikují. Nestrukturované pozorování bylo hlavní metodou kvalitativního výzkumu, kde pozorovatel minimalizuje interakci s žáky.

Pozorováním zjišťujeme kooperaci, kreativitu, motivaci, digitální gramotnost a samostatnost prostřednictví rozšířené reality. Bylo použito přímé pozorování – pozorování komunikace mezi žáky, ale i nepřímé pozorování – pozorování reálných situací ve výuce.

**Realizace výzkumu** – sběr údajů se uskutečnil realizováním focusové skupiny v rámci akčního výzkumu s žáky 1. třídy v ZŠ Ludgeřovice v roce 2018. Zúčastněno bylo 23 žáků. Využitím focusové skupiny se očekávalo, že žáci budou otevřenější a lépe sdělí svůj názor. Učitel zde byl jako průvodce, kladl otázky a podněcoval děti, aby odpovídaly. Na začátku focusové skupiny učitel vyzval žáky, aby odpovídali na otázky a sdělovali své názory a postřehy.

Otázky byly: *Co se ti nejvíce líbilo, když jsme používali aplikace rozšířené reality na iPadech? Myslíš, že ses něco zajímavého naučil/naučila? Co tě překvapilo? Co se ti nelíbilo? Chtěl bys to i v jiné hodině?*

Na nahrávání jsme použili digitální diktafon, žáci odpovídali a reflektovali práci s aplikací rozšířené reality posledních 15 minut vyučovací hodiny. Tato audionahrávka je přepsána do textové podoby. Přepis byl psán v podobě otevřeného kódování a vznikly nám tak jednotlivé kategorie. (viz Tabulka č. 1)

Pozorování v rámci akčního výzkumu jsme uskutečnili na ZŠ v Ludgeřovicích v roce 2018–2019 (listopad–duben). Pozorovaní byli žáci 3. a 4. třídy, kteří poté byli účastněni focusové skupiny na konci pozorování. Výzkumu se zúčastnilo 24 dětí. V jednotlivých focusových skupinách bylo 6 dětí. Cílem nestrukturovaného pozorování byl průběh procesu výuky, ve kterém učitel vědomě začal podporovat vlastní výukou rozvoj digitální gramotnosti dítěte prostřednictvím rozšířené reality. Žáci ve skupinách pracovali individuálně, ale museli i spolupracovat. Svojí činností se podíleli na stejném cíli, ale uspokojovali tak i vlastní individuální cíle. Žáci se ve skupině respektovali a sdíleli

své zážitky s ostatními. Komunikovali nad obrazy a ani si neuvědomovali, že se takhle učí. Přímé i nepřímé pozorování bylo zaznamenáno do písemného protokolu (viz Ilustrace č. 1).

Nepřímým pozorováním jsme vyhledávali přítomnost jevu – jeho výskyt, ve kterých situacích se objevuje, a jak často se opakuje.

Při analyzování výpovědi žáků ve focusové skupině byly zahrnuty všechny výpovědi a hledalo se hledisko pohledu na možnosti využití rozšířené reality v procesu výuky. Otevřeným kódováním se realizoval proces zkoumání, porovnávání, kategorizace, kódování a konceptualizace údajů.

### Ilustrace č. 1: Úryvky výpovědí žáků z focusové skupiny

Líbilo se mi, že se nad stolem ukázala sopka. /VD/ Líbilo se mi, že z věcí na papíře se staly "živé" věci. /PH/ Líbilo se mi, že jsem mohl pracovat a ukazovat věci na iPadu se spolužákem. /MFV/ Líbilo se mi, že jsme pracovali s tabletem a neseděli v lavicích. /MFV/ Líbilo se mi, že nad stolem vybuchla sopka. /VD/ Líbilo se mi, že jsem mohl porovnat kostku se spolužákem, jestli ji má stejnou. /MFV/

Naučil jsem se pracovat víc s tabletom. /VD/ Dozvěděl jsem se, co se děje se sopkou. /VD/ Naučil jsem se, že těleso může být složeno z jiných tvarů. /VD/ Naučil jsem se, že každá kostka může mít jiný počet stěn. /VD/

Nenaučil, spíš jsme si hráli na iPadech. /VD/ Všechno už jsem věděl, ale bylo to super. /VD/

Překvapilo mě, jak se ty věci můžou ukázat. /PH/ Překvapilo mě, že jak jsem vybarvil obrázek, stejně vybarvená kostka látila ve třídě. /VD/ Překvapilo mě, že ta hodina utekla tak rychle. /MFV/ Překvapilo mě, že ve třídě bylo takové ticho. /PH/ Překvapila mě sopka, že nakonec vybuchla. /VD/

Všechno se mi líbilo. /RU/ Nelíbilo se mi, že to bylo tak krátké. /PH/ Nelíbilo se mi, že některé listy nešly načist. /PH/ Chtěl bych tablet v každé hodině. /MFV/ Chtěl bych tablet alespoň jednu hodinu denně. /MFV/ Chtěl bych mít víc tabletů v hodinách než máme. /MFV/ Líbilo by se mi pozorovat takhle všechno. /MFV/

V ilustraci výpověď jsme získali hlavní myšlenky vyjádřené konkrétní větou (koncepty), které byly zařazeny do určitých kategorií.

**Tabulka č. 1:** Seznam identifikovaných kategorií, konceptů a kódů, které se nachází v protokolu.

| Interpretační kategorie | Koncepty   | Kódy |
|-------------------------|--|------|
| Role učitele            | Učitel jako poradce, posluchač, pozorovatel.   | RU   |
| Metody a formy výuky    | Skupinová práce.<br>Individuální práce.<br>Práce s tabletem.<br>Práce bez tabletu.   | MFV  |
| Výkon dítěte            | Dítě si zdokonaluje své potenciály a schopnosti.<br>Dítě se samostatně rozhoduje.<br>Dítě získává informace různými způsoby.<br>Dítě dokáže zjistit, jak má vykonávat určitou činnost. | VD   |
| Připsaná hodnota        | Dítě vykonává aktivitu (činnost) samostatně.<br>Učitel realizuje výuku svou individualitou.  | PH   |

## Závěr

Digitální technologie ve výuce jsou v této době žádoucí. Představují nejen vynikající motivační prvek, ale mohou zároveň působit na několik smyslů žáka, tím je vštěpení učiva trvalejší.

Výzkumným záměrem bylo vytvoření modelu pro didaktickou podporu rozvoje digitální gramotnosti dětí primárního vzdělávání pomocí rozšířené reality. Hlavním cílem bylo zjistit vliv a přínos uplatnění rozšířené reality na rozvoj digitální gramotnosti dětí. Přínos uplatnění rozšířené reality na rozvoj

digitální gramotnosti dětí byl u žáků výrazný. U žáků byla vypozorována vysoká míra angažovanosti, motivace a vzájemné komunikace při práci s tabletom a rozšířenou realitou. Žáci dokázali rozlišovat mezi skutečností a virtuálním světem.

## References

- BAROT, T. a KRPEC, R. 2019. *Alternative Approach to Fisher's Exact Test with Application in Pedagogical Research*. In: 2nd Computational Methods in Systems and Software 2018: Computational and Statistical Methods in Intelligent Systems, Advances in Intelligent Systems and Computing (vol. 859) 2018-09-12 Szczecin, Poland. Cham: Springer. s. 50-59. ISBN 978-3-030-00210-7.
- BERGER-HALADOVÁ, Z., FERKO, A., 2019. *Towards Augmented Reality Educational Authoring*. In E. Smyrnova-Trybulská (Ed.) E- Learning and STEM Education. „E-Learning“, 11, (pp. 587- 608) Katowice-Cieszyn: Studio Noa for University of Silesia.
- BOHDAL, R. 2019. *Devices for Virtual and Augmented Reality*. In: Augmented Reality in Educational Settings. (pp. 410-444). Brill Sense.
- JANČAŘKOVÁ, K. & SEVERINI, E. 2019. *Uses of Augmented Reality for Development of Natural Literacy in Pre-Primary Education*. In Augmented Reality in Educational Settings (pp. 24- 55). Brill Sense.
- KALAŠ, I. 2011. *Spoznávame potenciál digitálnych technológií v predprimárnom vzdelení*. Analytická štúdia. Bratislava: Ústav informácií prognóz školstva.
- KOREŇOVÁ, L., GUNČAGA, J. 2018. *Augmented reality in mathematics education for pre-service teachers in primary level*. In: APLIMAT: 17th Conference on Applied Mathematics. Bratislava: STU, 2018. Pages 597-605. ISBN 978-80-227-4765-3.
- KOREŇOVÁ, L. 2016 *Možnosti mobilných technológií v predprimárnom vzdelení = Possibilities of mobile technologies in pre-primary education*. In: DIDMATTECH 2016: New methods and technologies in education and practice. - Budapest: Eötvös Loránd University, 2016. S. 225- 230. - ISBN 978-963-284-799-3.
- KOREŇOVÁ, L., LAVIZA, Z., & VERESS-BÁGYI, I. (2019). *Augmented Reality Applications in Early Childhood Education*. In Augmented Reality in Educational Settings (pp. 101-119). Brill Sense.
- KOREŇOVÁ, L. (2015). *Mobile learning in elementary and secondary school mathematics in Slovakia*. Electronic Journal of Mathematics & Technology, 9(3).
- KOSTRUŠ, D., SEVERINI, E., & OSTRADICKÝ, P. 2019. *Facilities providing early childhood education and childcare up to three years of age from the point of view of erudite employees*. Ad Alta: Journal of Interdisciplinary Research, 9(1).
- KOSTRUŠ, D., OSTRADICKÝ, P. 2019. *A qualitative methodology framework of investigation of learning and teaching based on the USE of augmented reality*. ICETA 2019 - 17th IEEE International conference on emerging elearning technologies and applications. Denver: Institute of Electrical and Electronics Engineers. (S. 425-440) ISBN 978-1-7281-4967-7.
- LYNCH, Z., VARGOVÁ, M. 2016. *Uplatnenie digitálnych technológií naprieč vzdeleními oblastami inovovaného Štátneho vzdelenacieho programu pre*

- predprimárne vzdelávanie v materských školách.* Bratislava: ŠPU, 2016. ISBN 978 – 80 – 8118 – 180 – 1.
13. MCKENNEY, S. & VOOGT, J. 2010. *Technology and young children: How 4-7 year olds perceive their own use of computers.* Computers in Human Behavior 26, 656664.
  14. MINISTERSTVO školství, mládeže a tělovýchovy, 2017. [online] Available at <<https://opvvv.msmt.cz/vyzva/vyzva-c-02-18-064-sablony-ii-pro-hlavni-mesto-praha-verze-1.htm>> [Accessed 2017].
  15. ONDREJKOVIČ, P. 2007. *Úvod do metodológie spoločenskovedného výskumu.* 1.vyd. Bratislava: VEDA. ISBN 978-80-224-0970-4.
  16. RVP, 2016. [online] Available at <<https://spomocnik.rvp.cz/clanek/17151/ROZSIRENA- REALITA-VE- SKOLSTVI.html>> [Accessed 31 July 2016].
  17. SEVERINI, E., LEHOTAYOVÁ, B. K., & CSANDOVÁ, E. (2019). *Uses of Augmented Reality in Pre- Primary Education.* In Augmented Reality in Educational Settings (pp. 3-23). Brill Sense.
  18. SUJANSKY, J. FERRI-REED, J. 2009 *Keeping the Millennials.* John Wiley and Sons. 2009.
  19. ŠVARÍČEK, R., ŠEĐOVÁ, K. a kol. 2007. *Kvalitatívny výskum v pedagogických vedách.* Praha: Portál, 2007. ISBN 978-80-7367-313-0.
  20. TÓTHOVÁ, R. 2014. *Konštruktivistický prístup vo výučbe ako možnosť rozvoja myšlenia žiakov.* Bratislava: MPC. Dostupné z: <https://mpc-edu.sk/sites/default/files/projekty/vystup/tothova.pdf>
  21. VÁCLAVÍK, M. et al. 2019. *Particular Analysis of Normality of Data in Applied Quantitative Research.* In: 2nd Computational Methods in Systems and Software 2018: Computational and Statistical Methods in Intelligent Systems, Advances in Intelligent Systems and Computing (vol. 859) 2018-09-12 Szczecin, Poland. Cham: Springer. s. 353-365. ISBN 978-3-030-00210- 7.
  22. ZÁHOREC, J., HAŠKOVÁ, A., MUNK, M., 2014. The 10<sup>th</sup> International Scientific Conference Distance Learning in Applied Informatics (DIVAI 2014). *Development of Informatics Competencies of Non-informatics Study Programme Students at the ISCED 5 Level.* May 5-7, 2014, Štúrovo, Slovakia. Wolters Kluwer, p. 537-547.
  23. ZÁHOREC, J., HAŠKOVÁ, A., MUNK, M., 2017. 11th IEEE International Conference on Application of Information and Communication Technologies (AICT). *Teachers didactic technological competences: Results of the pilot research.* Moscow, (Russia), 20-22 September 2017. IEEE Catalog Number CFP1756H-ART, ISBN 978-1-5386-0501-1, p. 345-349.

**Reviewed by** doc. PaedDr. Eva Severini, PhD.

#### Contact address

Mgr. Natálie Nevřelová  
Faculty of Education, University of Ostrava, Czech republic  
e-mail: nevrelovan@gmail.com

## DISC ASSESSMENT USAGE IN SCHOOL TALENT MANAGEMENT

Pál SARMASÁGI, HU

**Abstract:** DISC<sup>12</sup> is the leading personality assessment tool in the business world that helps to improve work efficiency, team work, and workplace communication. The results of validated DISC tests are also used in human resource management and career guidance. Can the method be applied to school talent management? DISC analysis reveals the main behavioural characteristics of students. This knowledge aids teacher to find the best possible way to communicate with students. It is particularly useful in talent development, based on the results of the DISC assessment, the teacher can give students personalized tasks that provide more effective progress for students. This research presents a possible application of the DISC method in secondary education.

**Keywords:** DISC-assessment, student personality, talent management, customized task

### 1 Introduction

The talent management in the world of work is more productive than in education, so the application of the methods used in this field in industry can be especially useful in schools. I want to use methods in public education that are commonly used, tried, and useful in business and industry. The application of the DISC method is very popular during communication trainings and team buildings because it develops the cooperation of employees. The method was developed by William Moulton Marston (the creator of the polygraph lie detector and Wonder Woman) in the 1920s. Marston used four main types to describe the human behaviour, these are Dominance, Influence, Steadiness, and Compliance<sup>13</sup>. The name DISC is a mosaic word composed of the initials of these words. The method was initially used by the U.S. military forces to support the selection of leading officers. Later, it began widely used in businesses, employment agencies and management consultants and nowadays it is also used for career counselling, as well as for relationship and couple counselling.

<sup>12</sup> It is a mosaic word composed of the initials of dominance, influence, steadiness and compliance, the four main personality types of DISC method:

<sup>13</sup> C means Compliance as well Conscientiousness within DISC literature

Pedagogy, as well as the human resource management in the world of work uses the achievements of psychology in many areas. I was encouraged to try the DISC assessment at my secondary school. I teach primarily study groups as well as specialization classes<sup>14</sup> at school. The students are interested in IT within these groups. In many cases, the general practice of recognizing talent considers the activity and proactivity of the student or child to be a necessary precondition, during which the teacher can observe the student's attitude to a given topic. However, this excludes retreating, quiet talents from the selection process. The DISC method allows teachers to learn a "language" that helps to reach these students too. In my experience, there are several possibilities to apply DISC assessment in the public education.

## 2 Literature review

There are many articles on DISC assessment in the national and international literature, but I found only few articles on the application of the method at schools. This is partly due to search difficulties as the DISC string has a lot of meanings. Although I used the 'without the word' option of Google Scholar's Advanced Search it could not filter the meaning of a disc media (floppy disc, compact disc, etc.). Another difficulty is that the DISC string is also used as an abbreviation for many terms (Discussion in a Scientific Context, Dental Interactive Simulation Corporation, Diagnostic Inventory for Screening Children, Diagnostic Interview Schedule for Children) which terms are often related to the keyword education.

Regarding the educational application of DISC analysis, most of the correct results are related to the training of business and economic higher education institutions, where, according to the original purpose of DISC, they focus primarily on managerial selection and manager training as a tool for human resource management [3] [7]. In technical higher education – including IT – DISC analysis is used in several places to improve the effectiveness of education. [1]

There are some papers about DISC assessment usage in the talent management, however these also focus on business application. [15] [18]

Overall, since the DISC method is still mostly used in business today, it is less present in the academic area, including publications. However, there are several web pages that contain education-related contents. Most of these contents - like the literature - are on human resource management and business training, but there is content on developing teachers' self-knowledge as well as increasing school safety. The latter primarily offers, as a paid

service, the help of DISC analysis to lead students to understand each other better, thereby reducing bullying and hatred among students. [4]

The business dominance of DISC is strengthened by the fact that Robert A. Rohm, a well-known DISC consultant today, who has a PhD degree, also advertises his books and services on a business basis. [13] However, Rohm is a co-author of a book for parents that discusses the usefulness of the DISC method in parenting. [2] The latter book and its approach provides a useful point of reference in public education, secondary school and talent management.

## 3 DISC method and its general application

The four main types of the DISC method (the name is a mosaic word composed of the initials of words) comes from the combinations of extraverted<sup>15</sup> or introverted as well as relationship or task-oriented behaviours. At the ends of the one axis of the two-dimensional orthogonal coordinate system there is the introverted and extraverted behaviour and on the other axis there is the task and relationship-oriented behaviour. The four quarters of the coordinate system contain the types of behaviour corresponding to the given combination can be read. The main types are also associated with a characteristic colour. [11]

- Dominance - extraverted and task-oriented, red
- Influence - extraverted and relationship-focused, yellow
- Steadiness - introverted and relationship-oriented, green
- Conscientiousness - introverted and task-oriented, blue

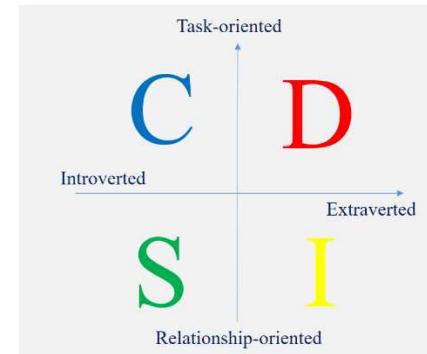
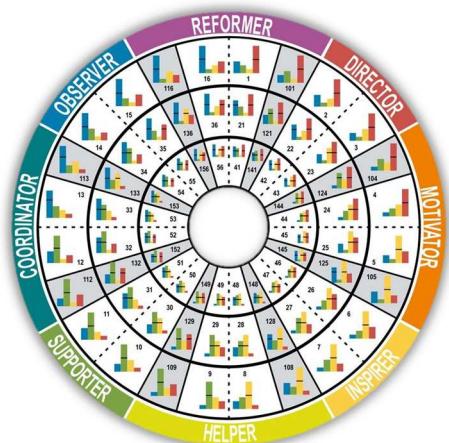


Figure 1: The scheme of DISC

<sup>14</sup> Higher number of hours in the given subject (IT) different from the general curriculum

<sup>15</sup> Extroverted is also used, but the original spelling is extraverted

The four main types are only a rough approximation of people's actual behavioural characteristics, of course. During the application of the DISC method, the combinations of these main behavioural characteristics appear for the individual person. Complex diagrams are needed to represent the different variations where in addition to (or instead of) naming the four basic types, the names of other behavioural groups characteristic of each combination may also appear.



**Figure 2:** Complex DISC chart [17]

The popularity of the method is partly due to the fact that it does not want to change people's personalities, it only helps to explore and understand people's behavioural characteristics and drives. In the study of human behaviour, a distinction can be made between natural and learned behaviour. The most of DISC tests help to explore the natural type of behaviour and with the appropriate suggestions of the method we can shape our learned behaviour more consciously.

The DISC method has a dual role in business:

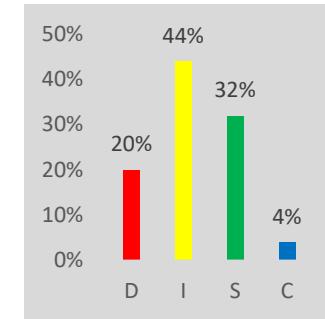
- Analysis of partners and customers to find the most effective way to communicate with the help of this method
- Self-analysis, development of self-knowledge, so that by getting to know the strengths and weaknesses of our characteristic behaviour one can get the most out of ourselves

A number of tests has been developed over the years to apply the method, most of which have been validated. Even a simple test can be used to reveal the main behavioural characteristics of every person according to the DISC

main categories. Evaluating simpler validated tests does not require the help of a psychologist and the performing of test is not time consuming. DISC tests are multiple-choice tests with an average of 25 questions. The respondent has to choose the one which is the most proper for him/her from the four answer options. There are no bad and good answers and there are no good or bad results. Some of the DISC tests identify only the main type, but most of them show the percentage of combinations of DISC component based on the answers.

| Dominance | Influence | Steadiness | Compliance |
|-----------|-----------|------------|------------|
| 20%       | 44%       | 32%        | 4%         |

**Table1:** Detailed DISC result



**Figure 2:** Detailed DISC result chart

A more detailed assessment will provide a more accurate picture from which participants will become more familiar with themselves and will understand their successes and failures better through the descriptions found in the extensive literature of DISC. Of course, with the help of professionals, a much deeper and more nuanced analysis of each person can be made, but in most cases this is not necessary in either business or education.

In addition to exploring each type of behaviour, the DISC method provides a number of useful information about each type, from different aspects. The following list contains only some examples of the aspects found in the DISC literature:

- strengths
- weaknesses
- behaviour
- personal style
- communication style

- behaviour when he/she is in a good mood
- behaviour when he/she is in a bad mood
- how to communicate with him/her
- how not to communicate with him/her
- how does he/she behave in a stressful situation
- what makes her/him tense
- how to release his/her tension
- what type of work is appropriate for that particular type of behaviour
- what kind of person is able to have a lasting cooperation or relationship with him/her?

Arbitrarily I selected three aspects from the list above and based on these aspects I list a few properties of each major type in which they differ. The aspects chosen are the strengths, the communication style of the given type of person, and the characterization of how not to talk to the given type of person in order to avoid conflicts.

### **3.1 Strengths**

Dominant individuals are determined, confident, who love challenges. For people with influential behaviours it is easy to build relationships, they have good imagination and they are good performers. People in the steadiness category build much deeper and longer-term relationships than people with influential behaviour and they are honest, friendly, and listen to people. The conscientiousness styled people strive for accuracy and they are knowledge-centric. These are the general strengths of the four main types.

### **3.2 Communication style**

Based on their communication style, type D people speak concisely and a little instructively. Influencers are much more communicative, they talk more emotionally and loosely. Type S individuals are diplomatic, think first, talk less, rather pay attention to and listen to the other party. Type C people speak emotionlessly and critically.

### **3.3 How not to communicate with them**

When talking to dominant individuals, one should be concise, avoiding uncertainty and emotions. With type I people it's good to be friendly, funny, but don't bore him/her with details. To steadiness people it is the best to talk patiently, ask for their opinion, otherwise they won't tell you, and do not take advantage of their good nature. You need to be thoroughly prepared to talk to type C people. Avoid loose style and physical oncoming.

Based on the above, it is understandable why it is popular to do a DISC assessment during team building, team reorganizing or selecting a leader. In a workplace environment it is the employer's well-conceived interest for employees to collaborate, communicate effectively, and be aware of their strengths that can be harnessed for better business results. However, it is puzzling why the DISC method has not appeared generally in pedagogy and education so far.

### **4 DISC method in education**

As a secondary school teacher, I have often experienced that I cannot convey the subject of curriculum intelligibly to all students. Of course, there can be a myriad of reasons for these failures, but as a teacher, I must strive to do my best to succeed. This encouraged me to try the DISC method at school, which has been used in countless places in business. A teaching job is very similar to a sales job. The curriculum should be sold to students just like a product in business.

The international experiences about the application of the DISC method in schools is consistent, in that the teacher needs to learn the behavioural characteristics of the students. Based on this knowledge the teacher can prepare for the presentation of the curriculum, the organization of the class practice and the assessment. Beyond that Anak Agung describes the main personal properties of students based on their DISC types in his cited case study and he also describes the technical background of the applied website. The study focuses on students at the technical faculty of the university and the sample size was 124. There is an interesting part of this paper as it mentions the statistical distribution of different types of students. The most relevant behaviour type is Steadiness, so most of IT students are type-S at the given university in Indonesia. [1]. The conclusion part of the case study committed to continue the research regarding the DISC assessment. I am confirmed that there is not enough research about DISC method in public education. In my opinion the DISC method provides more possibilities to improve teaching methods.

In order to apply the DISC method effectively, the teacher must first recognize his/her own type of behaviour. Based on knowing their strengths and weaknesses, teachers can correct a lot of their learned behaviour. While the 'other party' may also be familiar with and apply the DISC method in business, the likelihood of this at school is negligible. On the other hand, society also expects from teachers to provide the curriculum in a way that is comprehensible to as many students as possible with the help of their pedagogical and psychological knowledge.

The next necessary step is to define the main DISC categories of students or a small group of students. There is not much opportunity to analyse the DISC of each student in public education, however, it is still necessary for students whose skills are much less or much better than the average. DISC analysis can be of great help in catching up with lagging students and fulfilling the potential of talented students. The evaluation of the filled DISC assessment provides the behaviour types but in addition we get much more information from a non-exhaustive but more detailed analysis. In the following parts, I examine the most important areas of secondary education focusing on the way how teachers can make their teaching processes more efficient based on the DISC method.

#### **4.1 Communication**

Communication plays a key role in the teacher's work, and the DISC method helps to recognize the experiential fact that students respond differently to each communication style. It is a general social expectation for teachers to talk about their subject with good speaking skills and attention-grabbing style. In terms of speech and communication in a broader sense, extroverted individuals are stronger, so individuals in behaviour types D and I are more able to capture students' attention than introverted individuals (types S and C). However, an extroverted personality is not a prerequisite for a teaching position, and introverted people can also be good teachers. The type S - that means "Steadiness" - also means "Supporter" and "Soft-hearted" in some DISC descriptions, which qualities can also be beneficial for teachers.

A Type D teacher should be careful not to immediately judge students if they are unprepared or a little bit indecisive. The Type I teacher easily transitions from assignments to story-telling that does not necessarily fit into the curriculum, which can be interesting at times but leads to backlogs in the long run. If S-style behaviour is dominant in a teacher's personality resulting in a not-too-fast, quieter speaking style, it is not so effective for students with a dominant type of behaviour. They need to strive for a strong, accurate message. The Type C teacher is very prepared, plans everything, but also tends to expect his or her own precision from all his or her students during the assessments. One possible way to make teaching effective, then, is for the teacher to recognize the strengths and weaknesses of his or her own behavioural characteristics and correct his/her learned, consciously controlled behaviour.

The communication is a two-way process between two parties, the optimization of which, designed using the DISC method, requires knowledge of the DISC types of students sitting in the classroom. By knowing the DISC characteristics of the teacher and the members of the group, the teacher can

recognize the causes of possible communication disorders, and he/she can greatly improve the effectiveness of teaching with planned communication and - if it is necessary - learned behaviour.

#### **4.2 Causes of stress and their treatment**

It is known from the research of János Selye that functioning of human life is significantly influenced by stress, of which he had defined three levels. Emergency response, resistance and exhaustion phase, which is a complete abandonment. [14] The types of behaviour according to the DISC classification can also be well distinguished on the basis of the answers given at each stage. A common cause of stress is the work task, and accordingly, one of the stressors of students is the school task. Therefore, it is very helpful for the teacher to recognize in his students the signs of stress associated with the types of behaviours and their current stage in his students, and to help resolve them.

During the first symptoms of the onset of stress, the behaviour associated with the given type appears even more strongly. The dominant becomes more violent, the influencer becomes chattier, the type S even more passive and indifferent, while the type C becomes teasingly hair-splitting. In the second phase under the stress the behavioural characteristics turn to behaviour opposite according to DISC type. The type D person will be passive, the type I person will be silent and solitary. In contrast, type S becomes rebellious, while type C becomes sloppy and superficial.

To avoid the third phase, teachers need to learn how they can jolt out the students from the stressful state based on their particular type of behaviour. Dominant students can get out of a stressful situation by speaking on a firm instruction. The firm request of the teacher helps influencers. The type S of person should be asked and listened to express his/her views, while the type C student's stress problems should be analysed together with the teacher.

Once the stress is resolved each student is able to continue his/her studies. There are two advantages. The students are liberated after solving a serious problem. It follows that the teacher's authority and acceptance are strengthened as well, as he is the person who has helped to get over the difficulty.

#### **4.3 Group organizing**

One of the important and effective tools of modern education is team work, which has a long tradition in the teaching of the subject of informatics. The task of the school is to prepare students for the labour market, where in most cases employees have to work together. On the one hand, team work helps to develop the practice of working together, on the other hand, it gives students

the opportunity to recognize their strengths and weaknesses by comparing their knowledge and abilities with each other's, so each member of the group participates with their best knowledge in the joint work.

When assembling groups, the teacher usually selects students, based on different pedagogical considerations. The DISC method is an effective aid also in this work. General experience of the job market is that the most effective teams are in which all four DISC main types are present. [11] It is also confirmed by the human resource blogs. [5] Type D is a leader, sticks the group together. As an organizer, divides the work into subtasks and delegates each part to the members. Type I members inspire the group, colouring the repository of solution options with their creative ideas. The S-type helps the group to work harmoniously and peacefully while performing their task carefully and finally, the C-character members guarantee with their precision covering every little detail that the work will be done as well as possible.

#### 4.4 Career guidance

Secondary school education also has the task of orienting students towards a work-place that suits their abilities and expectations, that is useful for them and for society and prepares them for the proper university. We know from our experience that in many cases a strong parental pressure leads the students towards a profession or education that does not necessarily meet the student's own expectations, abilities and sometimes it does not match their behavioural characteristics. The recognition of behavioural characteristics by DISC-assessment at secondary school and evaluating, analysing, and discussing the results with students will help them choose the right direction for further learning. We can read about a number of suggestions in the DISC literature what type of work corresponds to the person with the given behavioural characteristics and in particular which jobs match for their personality best. The next list contains a few examples by DISC main type. Some jobs are suitable for more types. The person with the given behaviour can do them effectively according to different aspects (focus to IT-related occupations)

- Dominance (D):

- manager, team-leader, IT project manager
- sales
- lawyer
- teacher

- Influence (I):

- designer, creative works, UX designer
- actor, journalist

- PR, marketing specialist
  - sales
- Steadiness (S):
  - customer service, helpdesk
  - librarian
  - teacher, psychologist
  - health worker or social worker
- Compliance (C):
  - software developer
  - engineer
  - accountant, controller
  - aviator

By knowing the specific DISC characteristics any student future plan can be analysed and by applying it the teacher can suggest some better career choices to students that may protect them some failures.

#### 5 Application of DISC method in talent management

All of the aspects presented in the previous chapter also apply to talent development. In addition to their synthesis, it provides additional assistance to the teacher already in the recognition of talents. When a teacher starts teaching a new group the usual introduction in the first lesson is not enough to get to know the students. Based on the class work of the first couple of weeks the teacher groups the students into more active and passive ones, finally the results of the first assessment make a ranking within students. More experienced teachers would then in many cases be able to set an end-of-year mark, but this is not allowed by the rules. And of course, it wouldn't be a good decision.

There is still a need to develop, test and apply newer and more effective methods and measurements for the recognition and selection of talent. In the United States, the Sputnik shock of 1957 put talent selection on a new footing. They broke with the tradition that quiet students who do not disturb the class are talented, while students who distract the class with clutter and noise are unsuitable for talent management program [10]. However, the "traditional" approach can still be found in the statistical data of the Arany János Talent Care Program launched in Hungary in 2000. Students were selected from disadvantaged families for the talent development program by schools and the outstanding proportion of girls (63%) can be explained by their restrained behaviour. [8] The school system still favours conforming behaviour today despite the struggle of talent professionals. According to

international experience it is recommended to examine students with behavioural disorders to see if their behaviour reflects their possible talent. In the case of computer science, the verbal expressiveness of students gifted in software developing is often limited. They cannot participate in a prose competition with a good chance, but they can do well in IT and math competitions. How can we recognize the ability of a retreating (S-behaving) student in general? Based on the DISC model these pupils are introverted and also focus less on tasks than type C students. The important question is if there is any correlation between the DISC behavioural characteristics and talent? Based on the Renzulli model we can suppose that the type C-I people according to the DISC model tend to be talented. [12] It is common for extroverted people with good expressive skills to be discriminated against in a positive way while the introverted type C people also may be admitted to the talent programs for their task oriented behaviour and their pursuit of perfection. According to DISC characteristics the S-type individuals tend to be excluded from talent programs. This is interesting because research conducted in the United States under the leadership of Adam Grant in the 2010s has shown that introverted individuals are at least as talented as other types, however they don't talk about it and they don't project themselves [9]. There were several introverted individuals, such as Newton, Darwin, or Einstein, among the great scientists. [6]

The DISC method provides a useful help in recognizing and selecting talented students, because by applying it we can better understand a student's classroom activity, verbal communication and attitude to a given problem. I will continue to focus only on the main types of DISC, but based on the percentages measured in the tests, the appropriate combinations of these should be considered for a particular student.

### 5.1 Dominance - type D students

Students with dominant DISC behaviours are extroverted and task-oriented. They are confident and their opinions are expressed, represented and carried out. In their case the talent potential is easier to recognize. The teacher's task is to make them aware of this and they will exploit their own abilities. The role and task of the teacher vis-à-vis the dominant students is to provide definite guidance towards the specialization that best suits their abilities.

### 5.2 Influence - type I students

Type I students are extroverted and they have relationship-centric behaviour. They are very creative and they can communicate their excellent ideas well. However, the implementation doesn't always work out, they need relationships and a good team. Similarly to dominant students, based on their extroverted personality I-type students also share their ideas with others. The

teacher's task is also only the herding. However, given the diffusive behaviour of type I students, the feasibility of their ideas needs to be examined. In doing so, the teacher must also adopt a type I openness, because the ingenious ideas that generate development are usually very far from the usual solutions.

### 5.3 Steadiness - type S students

Talent tests, which are widespread in practice are mostly inefficient with students with type S behavioural characteristics. [9] They are not willing to join study groups and they rarely want to fill in an IQ test. They are introverted and relationship-oriented, who often only speak when asked. They prefer stable, predictable relationships ahead of the tasks, so their classroom work and their assessments do not indicate any talent. The teacher must prepare to handle such students. It is important to establish a predictable, friendly relationship with the student, and within this supportive atmosphere the teacher should ask the student about his/her thoughts and ideas about a problem. The thoughts thus known must then be analysed and evaluated with the appropriate openness.

### 5.4 Conscientiousness - type C students

Task-oriented, introverted students make up Type C. They are potential talents in the talent models currently in use, as they perform their tasks with great care and precision. However, the compliance can also block them in looking for new, different types of solutions than usual. In the case of type C students, the teacher's task is to listen to the student, express his/her interest, to discuss their ideas related to the given task. In such conversations, there is an opportunity to jointly identify new solutions.

### 5.5 Motivation based on the DISC method

Motivation is key to any activity and its lack makes the work environment more difficult as does school lessons. The motivation is more important in the support of talent development than in general, as talents are more at risk of losing their motivation and burning out even at secondary school. On the other hand, I think the best usage of the DISC method for motivation is in small group, when the teacher knows the DISC characteristics of each student.

Motivation is well supported by the assignment of tasks according to the DISC characteristic. The type D students should be appointed as group leaders who are responsible for the allocation of subtasks and the implementation of the given project or task. Students belonging to the type I should be entrusted with the creative tasks and the presentation of the result in classroom. S-type students like working in the same group. In addition to stable predictable support of implementation in such an environment they are also able to guarantee the group harmony. Type C students should be assigned

meticulous, more attention-grabbing subtasks, giving them the opportunity to work independently without interruption.

Of course, in addition to planning and assigning groups it is the teacher's job to guide the group leaders to which group member what type of task is worth assigning. During regular group work students can experience for themselves which task fits them best and find a place where they feel comfortable. The motivation comes from within and the teacher's task is to shape the environment so that students can find their own place in it.

Finally, it should not be forgotten that one of the most important generators of motivation is the assessment. Each behaviour type has its features in this area. Extroverted type D and I students love being praised for their work in front of others. Type S students prefer personal, face-to-face assessment. For type C students the trust is more important than praise. For instance, the opportunity of independent work that they have earned with their good work.

## 6 Classroom example of using the DISC method

As a teacher I have tried it myself and I apply the DISC assessment in my secondary school groups. Several validated DISC tests are available primarily for adults. There are also DISC assessments developed for children that evaluate children's behaviour based on parents' opinions. [16] Although secondary school students are not yet adults they are suitable for completing the adult test based on their behavioural characteristics and test performance. I prepared an online version of a general 25-question DISC test that students can complete at the beginning of the first semester of computer science subject. It doesn't take more than ten minutes to complete even for considered students and the online questionnaire is immediately evaluated by the web app. Thus, the students see their DISC pattern drawn on the basis of their answers immediately after filling in the questionnaire, while I can download the characteristics of the students in tabular form as a teacher.

In the following, I present a possible way of applying the DISC method at secondary school through the example of a group of students in an IT specialization class. The small number of students allows for detailed DISC analysis of the students and the prejudices regarding the IT oriented students justify its necessity. The table below shows the test results for a group of 10 students at a secondary school graduating class:

| Name           | Dominance  | Influence  | Steadiness | Compliance |
|----------------|------------|------------|------------|------------|
| Ádám           | 20%        | 44%        | 32%        | 4%         |
| Áron           | 16%        | 4%         | 40%        | 40%        |
| Csillag        | 36%        | 60%        | 0%         | 4%         |
| Dániel         | 20%        | 28%        | 32%        | 20%        |
| Énok           | 21%        | 38%        | 17%        | 25%        |
| Gergely        | 4%         | 4%         | 4%         | 88%        |
| Józsué         | 16%        | 52%        | 12%        | 20%        |
| Péter          | 36%        | 8%         | 8%         | 48%        |
| Vivien         | 16%        | 24%        | 36%        | 24%        |
| Zsuzsanna      | 4%         | 52%        | 32%        | 12%        |
| <b>Average</b> | <b>19%</b> | <b>31%</b> | <b>21%</b> | <b>29%</b> |

**Table2:** Detailed DISC result of sample group

It can be read from the evaluation that the type of behaviour most characteristic of the group is the type I, while the type C in the second place is also decisive. The type S and type D behaviours are less relevant at the group level. Regarding the main type, the numerical distribution of the group is the next: The half of the group belongs to the type I with five students, while the primary type S and type C includes 3-3 students.

As we have seen the most students in the group typically belong to type I for whom the communication is very important, which is mainly used to build relationships rather than perform tasks. However, they should mainly concentrate on doing the tasks instead of making friends during the IT lessons. Students of this type can be addressed with positive feedback and recognition and this kind of communication helps them to be involved in classroom work to complete their tasks effectively.

Another typical type of behaviour within the group is the conscientiousness or compliance. For them only the factual data and accurate information matters during communication. Even the slightest inaccuracy or mistake of the teacher reduces his/her credibility. On the other hand, these students don't like to face any of their own mistakes either. The type C students should be given special attention to the iterative development process in IT so that possible mistakes do not block or hinder their learning.

Students with a type S behaviour are conflict avoiders and, as soon as they perceive an attack, turn into a strong passivity from which it is difficult to

move them out. In such a case, the passive resistance of the students can be resolved with patience and a supportive communication style.

Although there are no students with primarily type D behaviour in the specific group under study, it is important to cover communication with such students due to other groups and the type D feature that is already appearing in the sample group as a second property. They love the tasks, the challenge and they boldly take on the conflict with their teachers as well. In such cases, the teacher should not back out off. He should get into the conflict because then he will be considered a worthy discussion partner of type D students.

Examining the results on an individual level, one can see how variable the distribution of each DISC characteristic is, how different the students 'behaviour is. In the case of Áron the type S and the type C characteristics are the same. Gergely has a very strong type C behaviour. Based on Csillag's test result the type S behavioural characteristic is completely absent, while in addition to her primary type I behaviour her second-dominant type-D characteristic is also strong. In the case of Peter, in addition to the primary type C behavioural character, a strong type D can also be seen in the second place. Based on the students 'previous results, there was an interesting correlation between the type D-I behavioural characteristic and the success learning outcome. The talent management programs usually select students with the well-developed communication skills. Based on the group previous results Csillag and Péter – as Type-D pupils – were the two best students, Ádám, Áron, Dániel, Énok and Vivien represented a second level, while Gergely, Józsué and Zsuzsanna, although successful, formed a third level at the time of the assessment.

Following the analysis, I rethought the teaching methods used in the group in the light of the results. I reflected on the achievements of previous years like successes and failures, communication, evaluation and motivation. Based on the DISC method I realized that the communication was not always the most appropriate. I considered how I will talk to each student as I try to motivate them and how I will evaluate them. It became clear that I had not found the proper communication with my type C students, I had to focus on this area.

Another important area was the reorganization of classroom work based on DISC results. It is characteristic of the group as a whole that its members have chosen the IT specialized class, so they are all interested in the IT subject, but their classroom performance, activity and attitude to each task is different. Based on the DISC analysis, it became clear which student should be involved in which task during the classroom exercises. With this knowledge I organized the following group assignments for classroom work and project work to be submitted.

| Group A |      | Group B   |     |
|---------|------|-----------|-----|
| Csillag | I-D  | Péter     | D-C |
| Józsué  | I-C  | Zsuzsanna | I-S |
| Ádám    | I-S  | Dániel    | S-I |
| Énok    | I-C  | Áron      | S-C |
| Vivien  | S-IC | Gergely   | C   |

**Table3:** Workgroups by DISC

After the students' names, there is the DISC combination that is most characteristic of them. Most of the students have a combination of two main types. In the case of Vivien, the type I and type S behaviour are in the second place with the same ratio, so her behaviour is influenced by three characteristics. In the case of Gergely, the D-I-S character is negligible, he is clearly type C. When assembling the groups, I tried to make two groups which have almost the same structure based on DISC characteristics and where every member can find their own place. The role of Csillag and Péter as group leaders did not need to be emphasized it was clear to the students. The characteristic common point in group A is character I, while in group B it is the combination S-C.

There are 2-2 students with type I in both groups and they worked together on creative and imaginative tasks with good collaboration, like designing a user interface and creating new exciting features for an existing application. Csillag and Józsué in the group A, while Zsuzsanna and Dániel in the group B. All students participated in the elaboration of the tasks and the task-orientation of the behavioural type C students was well observable. However, their meticulous and precise attitudes were not even visible.

Overall, the composition of the groups according to DISC characteristics created a good, motivating atmosphere in which the students were able to work and develop effectively. I asked the opinions of S and C type students and I tried to listen to them during the semester when there was no group work. I inspired type C students to work independently, encouraging them to just start and do the task. I didn't stand behind them, I didn't check their work every minute and they developed more dynamically in this climate of trust.

By the end of the school year, the activity and results of Type-C students had also changed very positively. Áron, Énok, Gergely and Vivien were placed to the forefront of the group, meanwhile the others were improving as well and I have not experienced any setback. The atmosphere of the classroom and the cooperation of the group improved a lot as Gergely and Énok were freed from

their frustrations and started to be motivated while Vivien and Zsuzsanna became active participants of team work.

The application of the DISC method was also effective in terms of talent testing, because it helped to bring the skills of Gergely and Dániel to the surface, which was not reflected in the former classroom activity and assessment results. For obvious reasons, I haven't found DISC pattern characteristic that show the possible talent yet. The ten-person sample was only a trial that presented that the method is usable. I will continue my observations with a larger sample size over a longer time period, maybe find a talent related DISC pattern.

## Conclusion

The DISC method is a very useful tool for the teacher. Using the DISC method, the effectiveness of teaching was increased and it seems that the soft-skills of students can also be developed, especially in the field of communication and conflict management.

The example of the group presented above encouraged me to implement the DISC assessment with the students in my other groups as well, and to rethink my teaching methods in their case as well. The DISC assessment was completed by every student in my groups in the last semester. I experienced another interesting thing during the assessment. The IT specialized students were stood with distrustful the personality test. Many did not give real answers, they either always chose the first value or tried to dodge the analysis with their completely random answers. Others, seeing the result, recognized themselves and accepted the test result asking about what it is good for? For those interested, I started talking about the types of recommended jobs for the sample drawn based on the test, which inspired them even more. At this point the sceptical students asked me to allow them to re-complete the test - this time giving real answers - because they have seen the DISC method would provide valuable advice for their career choices and shaping their future.

School education also includes educational tasks, a good teacher deals not only with the presentation and delivery of the curriculum, but also, in the optimal case, teaches and prepares his students for life with his behaviour and thinking style. It is important for the teachers to be familiar with their own DISC patterns as well, as in the two-way process of communication both sides may need to be refined.

It is important to emphasize that the DISC method is not a panacea either, there is no known test that can help determine the correct distribution of a person's DISC characteristics with 100% accuracy for any person. It should also be noted that in certain environments and situations the proportion of

the given characteristics may change, in extreme cases it may turn around, for example in case of permanent stress. The behavioural characteristics revealed on the basis of the DISC assessment draw a combination of 2-3 behavioural characteristics for most people, as I have shown in the example. Accordingly, during the application of the DISC method the ratio and the joint effect of every characteristic determining one person must be observed.

This research should be continued, because the current sample size is not representative. Besides increasing the sample size the examination period should also be increased. It might be interesting to involve further assessments and compare the results, like learning styles or attention tests.

## References

1. Agung, Anak Agung Gde – Yuniar, Irna: *Personality Assessment Website using DISC, A Case Study in Information Technology School.* 2016, 10.1109/ICIMTech.2016.7930305.
2. Boyed, Charles F. – Rohm, Robert A.: *Different Children, Different Needs – Adaptive Parenting* Multnomah, Danvers, USA, 2004, ISBN 9781590523124
3. Charlesworth, Dacia: *Applying cooperative learning techniques in the classroom: An examination of leadership styles in cis majors* In *Issues in Information Systems.* Vol. 8. 2007, Robert Morris University, Pittsburgh, USA
4. Costello, Joseph: *How to integrate DISC into your school safety program* 2012 [on-line]<https://peoplekeys.com/how-to-integrate-disc-into-your-school-safety/> (last view: 27.02.2020)
5. Daróczzi Zoltán: *DISC modell tréning – új önismereti képzés* [on-line] <https://gyoritreneding.hu/onismereti-trening/disc-modell-trening-uj-onismereti-kepzes/> 2019. (last view 19.05.2020)
6. Dobos Csilla: *A tehetségről - kicsit másképp* [on-line] <https://pszichologuskereso.hu/blog/tehetsegrol-kicsit-maskepp> 2013. (last view: 03.01.2020)
7. Duck, Janet: *Making the Connection: Improving Virtual Team Performance through Behavioral Assessment Profiling and Behavioral Cues* In *Developments in Business Simulation and Experiential Learning,* Vol. 33 2006.
8. Fehérvári, Anikó – Liskó, Ilona: *Az Arany János program hatásvizsgálata,* Felsőoktatási Kutatóintézet, Budapest, 2006, ISSN 15883094
9. Grant, Adam M.: *Rethinking the Extraverted Sales Ideal: The Ambivert Advantage In Psychological Science,* Vol. 24, June 2013 p.1024-1030, DOI: 10.1177/0956797612463706
10. Hyeonggu, Cha: *Soviet Launch of Sputnik: Sputnik-Inspired Educational Reform and Changes in Private Returns in America,* Clemson University, Clemson, USA, 2015
11. Nagybányai Nagy, Olivér – Pongor, Orsolya – Hadarics, Márton: *DISC A minden nap komunikáció és viselkedés titka* Psidium, Budapest, 2015. ISBN: 9789630888288

12. Renzulli, J. S.: *The three-ring conception of giftedness: A developmental model for promoting creative productivity.* In S. M. Reis (Ed.), *Reflections on gifted education: Critical works by J. S. Renzulli and colleagues*, Prufrock Press, p.55-90 (2016).
13. Rohm, Robert A.: Homepage [on-line] <http://www.robertrohm.com/about-robert/> (last view: 05.11.2020)
14. Selye, János: *Életünk és a stressz*; Akadémiai Kiadó, Budapest, p.46-47, 1973
15. Scott, W.B.-Jackson: *HR is Business: Achieving competitive advantage through strategic talent management* Oxford Brookes University Business School, Oxford, 2008
16. Spooner, Rebecca: *The color personality for kids* [on-line] <https://homeschoolon.com/the-color-personality-test-for-kids/> 2016 (last view 11.03.2020)
17. 72 positions wheel [on-line] <https://www.wearebowline.com/blog/8-personality-types-a-deeper-dive-into-insights-discovery/> (last view 11.03.2020)
18. Weiming, Gao: *Study on the Application of DISC Behavioral Style in Talent Management in Banking Industry*; In: Deng Mingran: *Proceedings of the 8th International Conference on Innovation & Management* Wuhan University of Technology Press, Wuhan, China p.760-767, 2011, ISBN: 9787562936169

#### Contact address

Pál Sarmasági  
 University Eötvös Loránd, Faculty of Informatics, Budapest  
 H-1117 Budapest, Hungary Pázmány Péter sétány 1/C  
 e-mail: psarmasagi@inf.elte.hu

## AZ E-TESZTEK SZERKESZTÉSE ÉS ALKALMAZÁSA TUDÁSSZINTMÉRÉS CÉLJÁBÓL A KARANTÉNI TÁVOKTATÁS IDEJE ALATT

PAPP Gabriella, HU

**Abstract:** A matematikaoktatásban a tudásszint mérése többnyire papír alapon történik akkor is, ha azt tesztes formában végzik. A tesztek szerkesztését érdemes a tesztelmélet áttekintésével kezdeni, megismерkedni a tesztek, valamint a tesztkérdések típusaival. A tanulmányban a különböző tesztek és két elektronikus tesztkészítő felület rövid bemutatása, valamint rövid kutatáselemzés olvasható a II. Rákóczi Ferenc Kárpátaljai Magyar Főiskola Matematika és Informatik Tanszékének BSc képzésben tanuló hallgatói véleményéről a témaval kapcsolatban.

**Keywords:** Hagyományos tesztek, adaptív tesztek, e-tesztek

## EDITING AND APPLYING E-TESTS FOR MEASUREMENT OF KNOWLEDGE LEVELS DURING QUARANTINE DISTANCE LEARNING

**Abstract:** In mathematics education, the level of knowledge is mostly measured on paper, even if it is done in a test form. It is worth starting the editing of the tests with an overview of the test theory, getting acquainted with the types of tests and test questions.

The study provides a brief presentation of the various tests and two electronic test interfaces, as well as a brief research analysis on the opinion of the students of the Department of Mathematics and Informatics of the Ferenc Rákóczi II Transcarpathian Hungarian College of Higher Education in BSc.

**Keywords:** Traditional tests, adaptive tests, e-tests.

### 1 Bevezetés

„A tudásszintmérő tesztek pszichológiai tulajdonságokat mérnek, azok egy sajátos formáját, a tudást. Mégpedig általában az iskolában elsajátított tudást, vagy kicsit általánosabban: azt a tudást, amelyik az iskolai tanulásban szerepet játszik.” – fogalmazza meg Csapó Benő a Tudásszintmérő tesztek című írásában. A matematikaoktatásban egyre gyakrabban alkalmazunk tudásszintmérő feladatokat a számonkérés folyamatában, de nem ismerjük eléggyé a tesztelméletet ahhoz, hogy ezen feladatok összessége tesztet

alkosson. Ebben a tanulmányban rövid összefoglalást mutatok be a tesztek elméletéről.

Az elmúlt hónapokban az eddigieknel nagyobb szerepet kapott az online platformok segítségével való oktatás, tananyag begyakorlása és a számonkérés. Aktuálissá váltak az e-tesztek. Ebben a tanulmányban két platformot emelek ki, majd bemutatom rövid kutatásomat a hallgatók véleményéről az online felületekkel való tanulással kapcsolatban.

## 2 Hagyományos tesztek

A teszt olyan mérőeszköz, amely a mérni kívánt pszichikus jelenséget megfelelő skálán méri [7]. A pedagógiai tesztek alapvető célja az, hogy az oktatási, nevelési folyamatok irányításához információt szolgáltassanak, és így a fejlődést, a fejlesztést, a változtatást segítsék [1]. A teszt több, kisebb, önállóan értékelhető részből áll, melyet szubtesztnak vagy résztesztnak nevezünk. Nem feltétlenül szükséges a tesztet résztesztekre bontani. A tesztek feladatokból állnak, a feladatok legkisebb, még önállóan értékelhető részeit itemeknek nevezzük. Az itemek meghatározásával a javítás egyértelművé tehető, továbbá a tanuló számára is egyértelművé tehető, hogy mi az, amit jól oldott meg, és mi az, amit nem [7].

A tudásszintmérő tesztek azt vizsgálják, mire képes a tanuló, ha minden tudását összeszedi [1]. Az egyik gyakran alkalmazott felosztás megkülönbözteti a standardizált és a tanárok által készített tudásszintmérő teszteket. A standardizált tesztek általában hivatásos tesztkeszítők, specialisták által kidolgozott mérőeszközök, míg a tanárok által készítettek jellemzően saját vagy szűk körű használatra készülnek [2].

A közismert tesztek, amelyeket gyakran papír-ceruza (Paper and Pencil) teszteknek neveznek, nagyon fontos szerepet játszottak és játszanak ma is a tanítási-tanulási folyamatok irányításában, az oktatás eredményességének felmérésében. Ezek a tesztek többnyire rögzített formátumúak (Fixed Form) [3], használatuk esetén minden tesztelt személy ugyanazon sorrendben ugyanazon feladatokat kapja a tesztelés során, függetlenül képességszintjétől és teljesítményétől. Szigorú értelemben csak így biztosítható a teszt objektivitása, azaz, hogy az mindenkit egyformán mér [5].

Hagyományos tesztekkel mérhetjük a résztvevő tudását kvalitatív és kvantitatív szempontból. Ezek létrehozása és értékelése a tesztelés elméletének területén történik [4]. Ha a tesztet szélesebb képességtartomány mérésére tesszük alkalmassá, azaz a feladatok nehézségi indexei széles skálán mozognak, akkor minden adatfelvételben részt vevő személy számára csak a teszt néhány feladata jelent kihívást, melyek nehézségi szintjei közel állnak a teszt megoldó személy képességszintjéhez [5].

## 3 E-tesztek

A hagyományos teszteléssel ellentében az elektronikus tesztelés még gyerekcipőben jár. Lényegében a számítógép oktatási célú alkalmazásával egyidőben megjelent a számítógépes tesztelés. A feleletválasztós feladatokat minden nehézség nélkül át lehetett ültetni számítógépre, és ahogy a számítógépek fejlődtek, úgy alakultak ki az egyre fejlettebb számítógépes technikák. A számítógép alkalmazása nemcsak leegyszerűsíti a tesztelés folyamatát, hanem olyan hatékony módszereket is lehetővé tesz, amelyeket a hagyományos mérésekkel meg sem lehet közelíteni.

A számítógép-alapú mérés-értékelés során az alkalmazott teszt a számítógép monitorán jelenik meg (on-screen presentation), a tesztelt személy pedig szintén a számítógép segítségével (billentyűzet, egér stb.) adja meg válaszát. A válaszok rögtön elektronikusan rögzítésre kerülnek, majd a válaszok elemzése is általában a számítógép felhasználásával történik. A számítógép-alapú tesztelésbe beletartozik annak mind hálózati, mind interneten keresztül történő alkalmazása[3].

Az adaptív tanulás egy számítógépes és/vagy online oktatási rendszer, amely módosítja az anyag megjelenítését a hallgatói teljesítmény függvényében [6]. Az adaptív tesztelési technika alkalmazása során a teszt feladatai nem előre meghatározott fix sorrendben követik egymást, hanem azokat egy feladatbankból választják ki a tesztmegoldó korábbi feladatokon nyújtott teljesítménye alapján. Például a feladatszintű adaptivitás esetén teljes mértékben biztosított, hogy ha a tesztelt személy helytelenül/helyesen oldja meg a teszt egyik feladatát, akkor a teszt következő feladata egy könnyebb/nehezebb feladat lesz. Azonban a feladatszintű adaptív tesztelés egyik fő problémája, hogy a feladatok paraméterei annak függvényében változnak, milyen feladatok veszik körül az adott feladatot, illetve, az a teszt melyik (elején, közepén, végén) részén helyezkedik el [5]. A tesztelési idő átlagosan felére csökken, ezáltal kevésbé fárasztó a tanulók számára.

Az oktatás digitalizálásával különféle elektronikus eszközök segítik a méréseket [4]. A tesztek adatbázisával napjaink tanárainak többsége már elektronikusan rendelkezik, de azokat nem elektronikus felületeken vagy eszközök segítségével alkalmazzák az oktatásban.

Az e-teszteket felhasználásuk szerint az alábbiak szerint osztályozzuk:

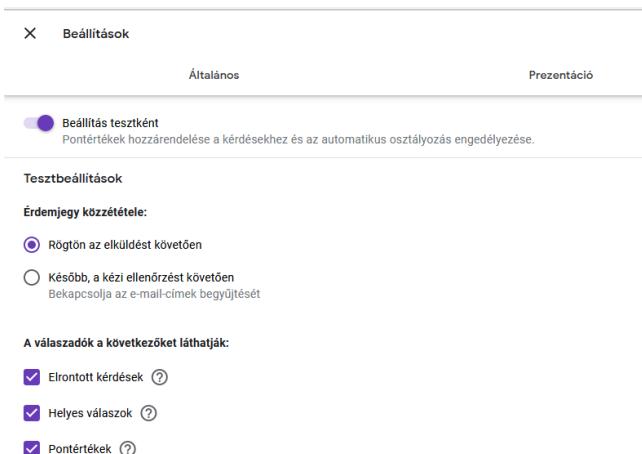
- Meghatározzuk a hallgatók tudását;
- Javítani akarjuk a hallgatók motivációját, kihívás legyen a feladatok megoldása;
- Interaktív munkalapként használjuk (ez már nem hagyományos teszt, az elektronikus teszt itt csak eszköz) - ellenőrzött

felfedezésben használható (helytelen válaszok után a hallgatót a hozzárendelt feladatokra irányítja) [4].

*Példa: e-teszt Google Űrlap-ban*

A Google Űrlapot mindenki szabadon használhatja, aki rendelkezik Google fiókkal. Elsősorban online kérdőívek készítésére alkalmas, melynek válaszlapján nem csak a személyes válaszokat találja meg a szerző, de azok százalékos arányát és diagram ábrázolását is.

Jelen tanulmányban a Google Űrlap azon beállítását szeretném kiemelni, mely az e-tesztek tudásszintmérésre alkalmas és pontértéket azonnal mutató részére irányul. Ehhez az űrlap indításakor a beállítások menüt kell elindítani, melyben a Tesztek fülön a „Beállítás tesztként” kapcsoló segítségével be kell kapcsolni a pontértékek hozzárendelését és automatikus osztályozás engedélyezését.



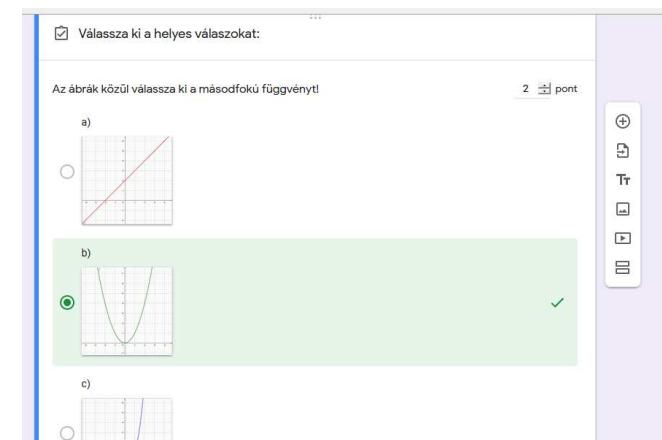
**1. ábra:** Teszt beállítása

Amint az az 1. ábrán látható, a beállítás folyamán az is megválasztható, mikor jelenjen meg a pontérték a tesztet kitöltő személynek. Választhatjuk az azonnali vagy a kézi ellenőrzés utáni elküldést. Kézi ellenőrzés a nyitott kérdések esetében különösen ajánlott, mivel ellenőrzéskor a szöveges válasz eltérő megfogalmazása vagy kis- és nagybetűk rosszul alkalmazása esetén hibásnak ítéli a feleletet az űrlap.

Amennyiben a teszt készítője már rendelkezik adatbázissal, csak annyi a dolga, hogy kiválassza az adott feladat típusát: nyitott kérdés esetén rövid vagy hosszú válasz beállításával; zárt kérdés esetén egy helyes válasznál feleletválasztós vagy legördülő listás, több helyes válasznál jelölőnégyzetes

beállítással. A feladatok feltöltésekor egyaránt megjeleníthető kép, videó vagy URL-cím.

A feladatok feltöltése után a válaszlapon meghatározhatjuk a helyes választ, valamint a pontértéket (2. ábra). Mentés után a szerkesztő nézetben zöld jelzéssel látható a helyes válasz, a feladat bal alsó sarkában pedig a pontértéke. A válaszokat fix beállított módon látja minden kitöltő, a felület nem keveri öket.



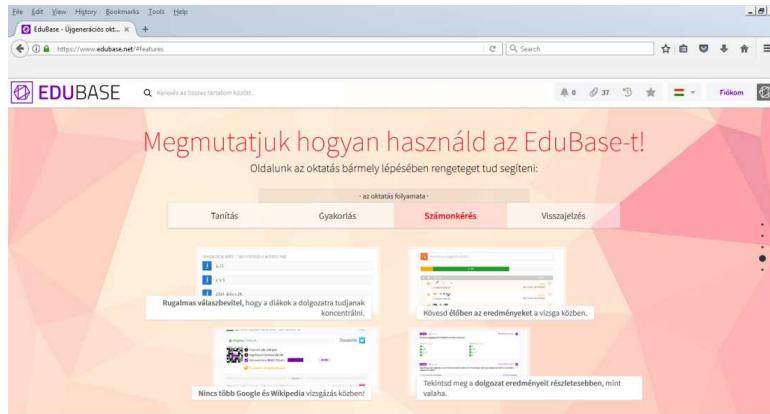
**2. ábra:** Válaszlap szerkesztése és pontérték meghatározása.

Bár a feladatokat nem sorszámozza automatikusan a szerkesztő felület, de az összpontszámot számolja a jobb felső sarokban. A beállítás függvényében a tesztet kitöltő személy a beküldés után akár azonnal láthatja eredményét az összpontszámhoz mérten (pl.: 30 kérdésből álló tesztnél 26 helyes válasz esetén 26/30 értékelés látható).

A Google Űrlap alkalmazását azoknak a tanároknak a figyelmébe ajánlom, akik egyszerű szerkesztéssel, az interneten keresztül, egy link megosztásával, csoportok/osztályok kötelező létrehozása vagy e-mail küldése nélkül szeretnének tudásszintmérő teszteket íratni a távoktatás folyamán.

*Példa: e-teszt EduBase oktatási platformon*

Az EduBase platform alkalmazása hasonlóan egyszerű, mint az előző, de előnyösebb a matematika tanárok számára. Az oldalt ingyenes regisztrációval, de Google fiókkal vagy Facebookkal bejelentkezve lehet alkalmazni. Előnyére utal, hogy rövid útmutató található az EduBase csoportok és Quiz létrehozását elősegítve, valamint bemutatják a platform alkalmazási lehetőségeit az oktatás kezdetétől a számonkérésig (3. ábra).

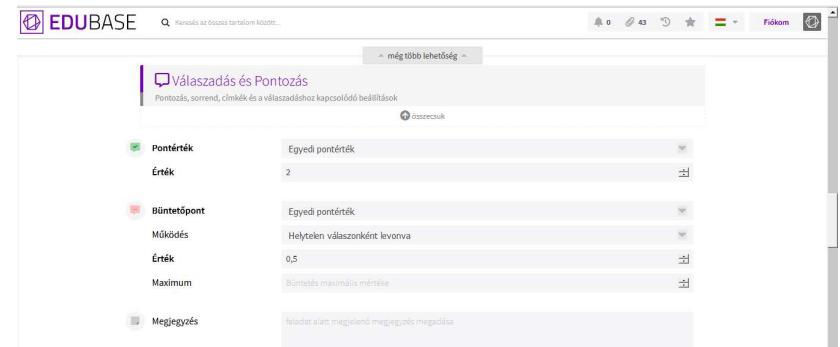


**3. ábra:** EduBase alkalmazásának bemutatása.

A szerkesztő a vezérlőpultból indíthatja el a Quizek összegyűjtését és létrehozását a Quiz szettjeim menü segítségével. Új teszt esetén először annak nevét és típusát kell meghatározni, a második lehet gyakorlás, vizsga és házi feladat vagy privát (csak saját tesztelési célokra). Tovább haladva lehet feladatokat hozzáadni, melyet megtehetünk saját szerkesztés segítsével vagy az EduBase publikus feladattárából választva.

Az egyéni szerkesztések első lépéseként a Google Úrlaphoz hasonlóan a feladat típusát kell megadni, de jelentősen több opciót találunk. Az egy és többszörös helyes válasz mellett létre lehet hozni többek között szöveges típust, melyben a kis- és nagybetűk nem számítanak, numerikus, mátrix és halmaz típust valamint ún. kifejezés típust a nehezebb matematikai kifejezésekhez. A matematikai képletek a kérdésben és a válaszban egyaránt szükség szerint megadhatók LaTeX képletek segítségével. A helyes választ és a további opciók rendezését és keverésének módját a szerkesztő állítja be, vagy kapcsolja ki.

További beállítási lehetőségekkel találjuk a válaszok pontértékének beállítását, mely alkalmazható alapértelmezett 1 ponttal vagy egyéni pont megadásával, de ki is kapcsolható, amennyiben gyakorló kérdésnél nincs szükség a pontértékre. Ugyanitt beállíthatók büntető pontok és megjegyzések a feladatokhoz, vagy magyarázatok, melyek a kiértékelés után jelennek meg a válasz mellett. Egyéni pontozás és bűntető pontok beállítása esetén századokra pontosan tudjuk megadni azokat (4. ábra).



**4. ábra:** Pontérték megadása

A publikus feladattárban a matematika 10 kategóriára bontott témaörökből választhat a szerkesztő altémákat, melyekben váltakozó mennyiségi feladatok találhatóak paraméterekkel megadva. A kiválasztott feladatok paraméterei minden megnyitáskor változnak, így adott típus gyakorlásánál a tanuló ugyanazt a tesztet elindítva különböző értékkal számol.

További előnye a platformnak, hogy méri az egyes feladatokra szánt kitöltési időt valamint időkorlát is beállítható, mely a tudás valós meghatározásában segíthet, mivel egy túl gyors válasz a tippelésre is utalhat, de a túl lassú válaszok esetén nem sikerül a kitöltőnek eljutni az utolsó kérdésig.

A tesztek EduBase csoportokban egyszerű küldéssel kiadhatók, de megosztási kulcs létrehozásával a platformon kívül is alkalmazhatóak. A végeredmény a Google Úrlaphoz hasonlóan a tesztelt személy számára kitöltés után azonnal megjelenik pontértékben, de itt százalékban is. Emellett további előnyt jelent az EduBase számára, hogy megtekinthető minden feladat egyenként saját válasszal és a helyes válasszal, így a tanuló pontos képet kap az elvégzett munkáról. Ugyanezt az eredményt a szerkesztő is meg tudja jeleníteni saját oldalán a Quiz szettek kezelését megnyitva, azon belül az eredményeket kiválasztva. Lehetőség van egyéni részpontozásra az extra pontok menü megnyitásával.

A tanár számára letölthető a csoport naplója is Excel táblázat formátumban, melyben minden kiosztott tesztet és eredményt egyben megtalál.

#### 4 Véleménykutatás elemzése

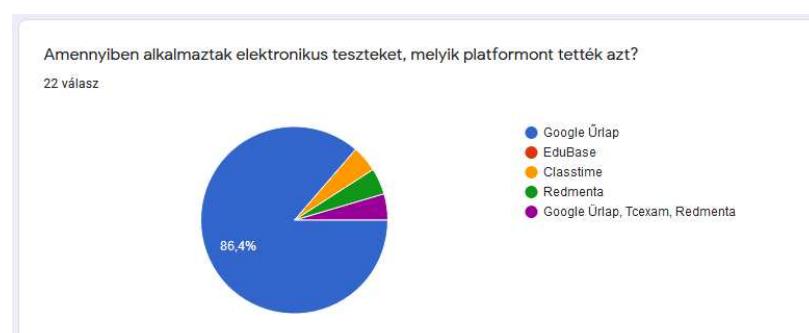
A karantén miatt hirtelen bekövetkezett távoktatás vége felé járva pilot-kutatást végeztem, melyben 27 - II. Rákóczi Ferenc Kárpátaljai Magyar Főiskola Matematika és Informatika Tanszék BSc képzésen tanuló nappali tagozatos - hallgatóinak küldtem el egy rövid, 8 ítemből álló Google kérdőívet. Célom a hallgatóktól való visszajelzés volt arra tekintve, mi a véleményük az

általuk használt platformokról és az online oktatásról. A kérdőívet 2-en nem töltötték ki, de a kitöltők között akadt olyan, aki nem válaszolt 1-2 kérdésre. A kérdésekkel nem kaptak hangsúlyt a szaktantárgyak, csak a tanulás folyamata és annak véleményezése.

A tanulás folyamatában leggyakrabban használt online felületek mind a 25 válaszoló esetében a Google Tanterem és a Zoom voltak. A 2 válasz kiválasztása mellett az egyéb kategóriát is többen kitöltötték, melyben megjelentek a Geogebra, Google Meet, Skype és Redmenta platformok.

Annál a kérdésnél, hogy a "Zoom mennyire segített a tanulmányaiban?" a véleményezésnél az 1-es a legrosszabb (nem segített) és az 5-ös a legjobb (nagyon segített) értékelés volt. A hallgatók több mint fele 3 (semleges) vagy 4 (kicsit segített) válaszokat adott, de volt olyan válaszoló is, aki szerint ez nem segített számára. Jobb eredményt ért el ugyanezzel a véleményezéssel a Google Tanteremmel kapcsolatos hasonló kérdés, ahol a válaszadók majdnem teljes egészé azt választotta, hogy nagyon segített számára a tanulásban az adott felület.

A karantén időszakában természetesen nem csak a szaktantárgyak esetében használtak a hallgatók online felületeket. A 25 válaszadóból 3 nem felelt a kérdésre, de kiderült, hogy az e-tesztek esetében leggyakrabban a Google Ürlapot alkalmazták, csak kevesebb esetben a felsoroltakból valamelyik másik felületet vagy az egyéb kategóriát kitöltve egyénileg felsoroltat, az EduBase platformot pedig nem is használták (**5. ábra**).



**5. ábra:** E-tesztek a távoktatásban a karantén ideje alatt

"Az e-tesztek alkalmazása tuta-e helyettesíteni az iskolai hagyományos írásbeli teszteket?" kérdésre a hallgatók véleménye majdnem egyötötteen igen, csupán 3 szerint nem. Ennek ellenére a következő kérdésre többen azt válaszolták, hogy ez nem motiválja őket a tanulásban.

## 5 Összegzés

Az e-tesztek szakszerű létrehozásának és értékelésének középpontjában a tesztelmélet áll, valamint olyan online oldalak ismerete, melyekkel összeállítjuk azokat. A távoktatás folyamán sokaknak volt szükségük e-teszt szerkesztésére a tudásszint felméréséhez, köztük olyan tanároknak is, akik eddig papír alapon vagy szóban felelték diákjait. A tanulmányban két platformot mutattam be, melyeket szeretettel ajánlok minden tanárnak. Az első egyszerűbb, nem matematikai jellegű, bár az is megoldható vele. A másodikat főképp matematikusok figyelmébe ajánlanám a feladatbázisa, a képletek szerkesztése és a válasz kiértékelése szempontjából.

A tanulmány másik fontos része egy kutatás, melyben a hallgatók véleményét kérdeztem a távoktatásban alkalmazott online felületekről és az e-tesztekről. Azt a visszajelzést kaptam, hogy a távoktatásban gyakran használtak e-teszteket, amik bár helyettesítik az írásbeli tesztelést, de nem motiválják őket jobban. Véleményem szerint, ha nem is jelent számukra elég kihívást az e-tesztek kitöltése, mindenképp fontos szerepe van a távoktatás tudásszint felmérésében, és objektívebb lehet a korábban alkalmazottnál.

## Szakirodalom

- CSAPÓ B.: A tanulói teljesítmények értékelésének méréses módszerei. In *Módszertani füzetek pedagógiai vezetőknek I. Pedagógiai értékelés*. Művelődési Minisztérium Vezetőképző és Továbbképző Intézete és Veszprém Megyei Pedagógiai Intézet, 1988, 76 p, ISBN:963 01 8711 6 [on-line] [http://publicatio.bibl.u-szeged.hu/11835/1/Tanuloi\\_teli\\_1988\\_Csapo\\_updf](http://publicatio.bibl.u-szeged.hu/11835/1/Tanuloi_teli_1988_Csapo_updf)
- CSAPÓ B.: Tudásszintmérő tesztek. In *Falus Iván (szerk.): A pedagógiai kutatás módszerei*. Műszaki Könyvkiadó, Budapest, 2004, 277–316. ISBN 963 16 2664 4 [on-line] <https://core.ac.uk/download/pdf/84775002.pdf>
- CSAPÓ B. – MOLNÁR GY. – R. TÓTH K.: A papíralapú tesztekről a számítógépes adaptív tesztelésig. In: *Iskolakultúra*, 2008/3-4, 3-16, ISSN 1215-5233
- L. KORENOVA: Usage possibilities of e-tests in a digital mathematical environment. In: *Usta ad Albim BOHEMICA* č. 3, 2013
- MAGYAR A. - MOLNÁR GY.: Számítógép alapú adaptív és rögzített formátumú tesztelés összehasonlító hatékonyságvizsgálata. In: *Magyar pedagógia*, 2013, 113/3 181-193. [on-line] [http://www.magyarpedagogia.hu/document/3\\_Magyar\\_MP1133.pdf](http://www.magyarpedagogia.hu/document/3_Magyar_MP1133.pdf)
- RONGHUAI H. - J. MICHAEL S. - JUNFENG Y.: Educational Technology. A Primer for the 21st Century. Springer Nature Singapore Pte Ltd., 2019, 253 p. ISBN: 978-981-13-6642-0 [on-line] <https://link.springer.com/content/pdf/10.1007%2F978-981-13-6643-7.pdf>
- SZÉKELY JÓZSEFNÉ: Mérés-értékelés a pedagógiában oktatási segédanyag integrációs szakmai feladatokra és pedagógus-szakvizsgára felkészítő szakirányú továbbképzési szak programhoz, 2014, 42 p [on-line] <https://docplayer.hu/29678336-Meres-ertekeles-a-pedagogiaban.html>
- Edubase platform elérése: <https://www.edubase.net/>

**Reviewed by:** doc. PaedDr. Lilla Koreňová, PhD.

**Contact address**

Ing. Gabriella Papp.

Institute of Ferenc Rákóczi II Transcarpathian Hungarian College of Higher Education, Ukraine

Address UA-90255, Kárpátalja, Beregszászi járás, Vári, Városderék 14.

e-mail: [p.gabica.17@gmail.com](mailto:p.gabica.17@gmail.com)

## DIGITALIZATION AND SPORTS: ICT-RELATED CHALLENGES IN PHYSICAL EDUCATION TEACHER TRAINING

Péter ANTAL, HU

**Abstract:** The principal challenge of the 21st century is the digitalization process requiring the educational sphere to meet the demands of the new instructional environments. While digital devices have been virtually fully integrated in the instruction of natural science or humanities subjects, different expectations apply to Physical Education teachers as digital boards do not play a significant role in such instruction programs. At the same time the increasing prevalence of digital and communication technology both in competitive and recreational or amateur sports calls for the instruction of new competences in Physical Education training programs.

Suffice to mention portable analytical devices assessing and analyzing the actual state and the changes of athletes' physiological conditions in real time and in real contexts. Furthermore, tactical analysis, efficiency surveillance, or movement analysis programs along with devices monitoring performance and physiological conditions pervading non-professional sport as well can provide crucial help to athletes and coaches. Since students enrolled in Physical Education teacher training programs are expected to have different ICT skills from their other colleagues in the profession special training schemes are required for them.

My presentation at the juncture of sports and ICT introduces the information technology aspects of the Physical Education teacher training programs at Eszterházy Károly University and compares the results of a survey performed among Physical Education teachers with that of the international trends.

**Keywords:** ICT, Digitalization, Sport, Performance, Competences.

### 1 Introduction

Digitalization, being one of the central issues of the 21st century implies the challenge of enabling the teaching and learning process to meet the requirements posed by the new educational environment. While in case of natural science and humanities the use of digital devices has become accepted, due to the differing expectations of Physical Education the digital board is not considered a significant teaching device.

The benefits of applying ICT for educational purposes have been demonstrated by numerous scientifically proven research results. One of the

most often highlighted advantages of computer-based applications is the respective motivational impact as several findings substantiate practical experiences among them that using ICT devices on their own can have a significant motivating capability. [1]

Consequently, the need emerges for the elaboration of such methodological solutions which can be applied in subject matter-related instruction and during informal learning while they can be combined with traditional educational approaches. The efficiency of the instruction process can be radically increased if instead of expecting Informatics teachers to solve our problems such methodological components are integrated into the instruction of subject matter which require ICT devices for the processing of the respective material. The use of such devices and familiarity with the software does not guarantee the development of digital literacy. Goal oriented content-based solutions emphasizing the performance of the specific task related to the given major instead of the use of the respective device can make students more aware that info-communication technology is only a means to an end. Thus the realization of the reason behind the use of the given ICT tool will accelerate individual development. [5]

But, how should P.E. teachers react to the proliferation of technology and the attendant requirement of new competences in light of the fact that digital and communication technology have permeated both competitive and amateur sports? Portable analytical devices are capable of measuring and analysing the changes of the physiological conditions of athletes in real time and in real contexts. Equally important are tactical analysis, efficiency monitoring, or movement analysis programs along with performance and physiological condition monitoring programs used in amateur sports and capable of helping both athletes and coaches. Consequently, the special preparation of students in P.E. teacher training programs is crucial as they are expected to use totally different ICT devices compared to other actors in the public education sphere. My presentation focuses on the information technology aspects of the P.E. teacher training program at the Eszterházy Károly University. I will also discuss the results of a survey carried out among P.E. teachers in the field of sports and ICT and compare the respective findings to international trends.

## 2 The evolution of the current global sports technology market

According to a report published by Transparency Market Research the global sports technology market was valued at 21 609 million USD in 2016 [8] and considering an estimated 14,7% annual growth rate between 2019 and 2027 the respective figure will be 93 825 million USD in 2027. Such dynamic expansion primarily depends on the given technological developments and

the enhanced informatics support provided for the technological background of prioritised sports.

The most sought after options include analytical solutions, portable devices, applications supporting team management, and software and services for processing individual and team performance data.



**Figure 1:** The composition of the sports technology market

The components of the sports technology market can be analysed from a variety of perspectives.

- According to the composition or components
  - Portable devices and sporting equipment
- Software
  - Cloud-based applications
  - Obtaining data on-site
- Services
  - Training and implementation
  - Support and maintenance
  - Directed /outsourced services
- Applications
  - Activity monitoring
  - Analytics and statistics
  - Tactics and simulation
  - Decision making support

- Training plans and schedules
- Analysis of game performance
- Team analysis and processing
- Injury and health analysis

The above portfolio reveals the increased entanglement of sports and technology and technology is expected to become one of the most useful performance enhancement options.

Portable devices will represent the greatest market as these can provide data directly to the analysts. According to a 2016 research of the Ericsson company [6], technology will reach a sophistication level suitable for performing major medical diagnostic tasks and could eventually substitute mobile phones after 2020. The Internet of portable devices will mean that users can establish interaction with physical objects, not restricted to devices. 60% of users believe that the proliferation of pills and subcutaneous chips in the next five years will not only facilitate the monitoring of health related data, but the opening of doors, the performance of transactions, the establishment of personal identification, and the controlling of objects. Today 25% of smart phone users use their sets for remote control operation of digital devices in their homes and 30% rely on the voice-operated search functions of their smart watch.



Figure 2: Future trends of portable devices [7]

### 3 The role of technology in P.E. instruction

The presence and legitimacy of technology in sports cannot be questioned and even the introductory segment reveals how professional athletes rely on these options. At the same time the methodological aspects of P.E. teacher training programs do not consider the application of portable devices vital. [4].

While the options provided by portable devices have not been fully realized in the European public education sphere either, there are some notable examples including the Barcelona-Paris virtual run [3] and the Portable Devices as Means to Promote Children's Active Lifestyle experiment carried out in Italy. The latter scheme relied on a mobile application to encourage and inspire children to walk to school. [2]

In the past few years sports and physical exercise have been given special attention in Hungary as well. Starting with the 2011/2012 school year a mandatory five P.E. classes a week schedule had been introduced. The efficiency and success of this program is crucial for the health of the upcoming generations. Furthermore, in 2013 the Hungarian Student Sport Association launched its prioritized project titled The development of a new P.E. Strategy and the related measuring or assessment system in order to promote voluntary participation in the complex school-based exercise programs.

The project aimed at the establishment of a coherent, health-centred fitness assessment and evaluation system named NETFIT. The application of the given software facilitates personalized evaluation options for all students by visual demonstrations of fitness conditions and making specific recommendations for potential improvement. The NETFIT system is used by approximately 3 700 schools, 800 000 students and 13 000 teachers. While the use of the system requires an open mind toward the acquisition of digital competences, P.E. teacher training programs do not prepare students for using such equipment. [6].

### 4 ICT innovation in P.E. teacher training programs

In light of the abovementioned trends we can conclude that the dynamically developing field of sports informatics cannot be left out of any training system. While previously the Eszterházy Károly University offered a course for P.E. teacher training programs, the specific subject titled Instruction and Communication Technology mostly focused on the educational use of ICT devices and the related methodological options in a general sense.

Beginning with the 2017/2018 academic year we started a pilot program for students participating in P.E. teacher programs titled ICT innovations.

The aim of the course is to familiarize students with information required for the efficient use of 21st century ICT devices with special attention to their

application for sports and recreation. It is important that students become familiar with new sports technologies and methods along with the elaboration of the respective application methodology pertaining to the chosen specialization.

The one semester course includes a two hour per week practice-oriented class whose completion is worth two credits.

The most important themes of the course are listed below:

- The impact of information and communication technologies (ICT) in the 21st century.
- The conceptual system of ICT, the foundations of the information and network-oriented society.
- 21st century communication and instruction forms: the conceptual system of the electronic learning environment.
- The application of technology in recreational and competitive sports (sports analytical, performance analysis systems).
- Portable technologies, creative media technologies (the use of smart devices during sports and recreational activities).
- Educational application devices and software, data sharing in the cloud.
- Knowledge acquisition based on portable devices, mobile communication devices and the content industry, options of performance assessment in schools.
- Illustration, demonstration capability, the main features of electronic publications, the foundations of a presentation.
- Presentation preparation on-line, the practical use of Prezi.
- The foundations of digital technology-based research design

## 5 Examining the relevance of the subject

In order to establish the content-based relevance of the subject and assess the opinion of students I performed a questionnaire-based survey and conducted mini-interviews with full time and part time students. Altogether 38 people responded to the inquiry.

The main themes of the questionnaire included the technological background and device use of students along with the relevance of the given subject matter.

During the micro-interviews I asked students representing the age group of digital natives about their knowledge of the information-based society and its impacts.

The interviews focused on the following themes:

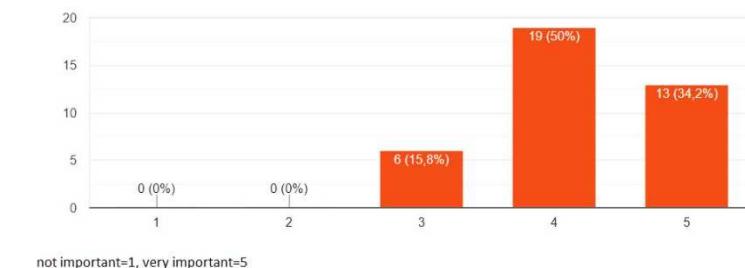
1. How does the technological development impact your age group, describe both the negative and positive influences.
2. How can modern technologies be used in your own sport?
3. How do media impact sports and vice versa, what are the respective benefits and disadvantages?
4. What kind of ICT devices are expected to emerge in the future?
5. How can technology help sports, what kind of devices would you be willing to use in your sports activity? Which ones would you consider helpful?
6. Do you believe that the knowledge you received in all three levels of education (primary, secondary, and higher education) is sufficient to meeting the challenges of the information society, and if so, to what extent?

I will introduce the most interesting responses below.

## 6 The results of the questionnaire

How important do you consider the presence of state of the art information technology in sports?

38 responses

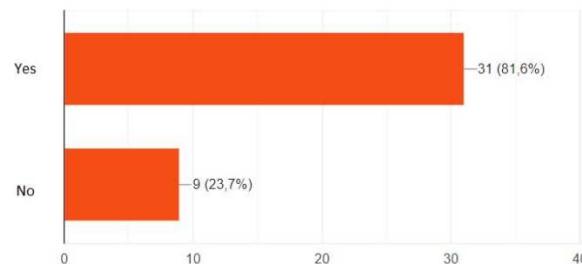


**Figure3:** How important do you consider the presence of state of the art information technology in sports? (38 responses)

All participants gave a positive answer as practically 80% of students appreciate the options provided by modern technology and its capability to provide help in sports. Yet, the research also reveals that 20% still reject the use of technological achievements in sports. The reasons for this negative attitude include the belief that technology could illegally increase sports performance and some participants who were not involved in competitive sports felt there was no proven need to integrate technology in sports.

Have you used any smart device during sports activity?

40 responses

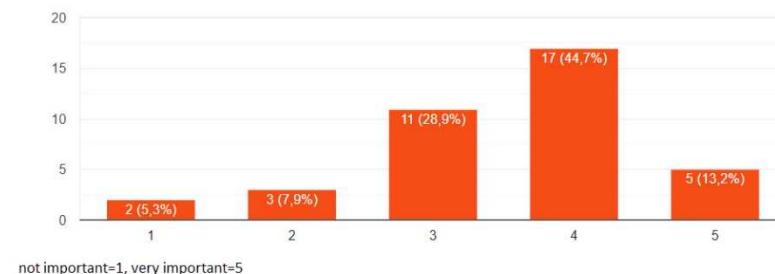


**Figure 4:** Have you used any smart device during sports activity? 40 responses

Students have expressed an overall positive opinion related to device use as most of them have relied on smart watches or body sensors combined with telephone and tablet. At the same time more special instruments (smart clothes, smart shoes, or devices measuring cardiologic data) have not yet been deployed. The responses revealed that due to a lack of appropriate familiarity not everybody uses such devices properly or can maximise their potential.

How can technology motivate sports performance?

38 responses

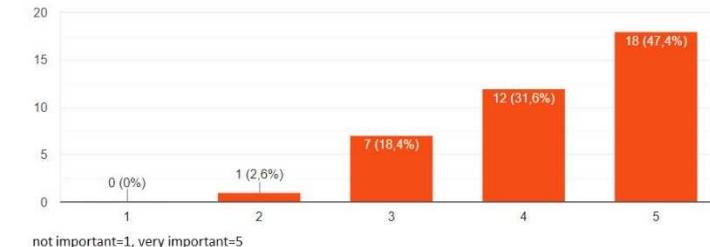


**Figure 5:** How can technology motivate sports performance? 38 responses

Most students pointed to fast feedback as the main motivational feature of portable devices. More skeptical respondents doubted the reliability of the results or (probably with good reason) questioned the accuracy of the devices.

How do you consider, P.E. teacher training programs to be more technology-oriented in the future?

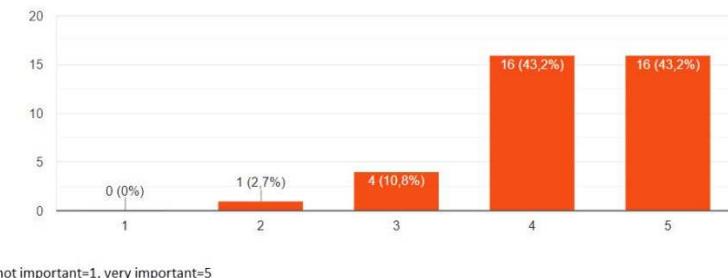
38 responses



**Figure 6:** How do you consider, P.E. teacher training programs to be more technology-oriented in the future? 38 responses

How do you consider the familiarization of university students with modern performance assessment and analytical devices essential?

38 responses



**Figure 7:** How do you consider the familiarization of university students with modern performance assessment and analytical devices essential? 38 responses

Respondents reacted positively to both questions regarding the relevance of the training and the content of the subject matter. In both instances 70% of respondents supported the technological renewal of the training programs and promoting the acquisition of the respective information.

## 7 The results of the mini-interviews

I would focus on two of the most interesting responses concerning the challenges of the digital world.

*1.How does the technological development impact your age group, describe both the negative and positive influences.*

The responses differed and showed doubts concerning the omnipotence of technology and highlighted the strange and controversial aspect of the contemporary world.

One respondent referred to himself as a *human tamagochi*, living every minute according to an electronic calendar. Some pointed to the benefits of time and space-independent electronically available educational materials and there were those who referred to the inspirational capacity of social media enabling them to achieve higher performance by following their role models in sports.

*2.Do you believe that the knowledge you received in all three levels of education (primary, secondary, and higher education) is sufficient to meeting the challenges of the information society, and if so, to what extent?*

Most respondents did not feel that their level of preparation to meet the challenges of the information society was satisfactory. They stated that they were unfamiliar with truly reliable information sources, and rarely received proper answers for goal-oriented questions. Furthermore, they didn't learn search strategies, and knew only a few applications that make their lives easier (synchronisation of class schedule from the Neptun system to a mobile phone).

## 8 Summary

The results of the research prove that information technology-related issues should be integrated into Physical Education teacher training programs since this technology has become part of everyday life. Students, however, need additional effort to improve their knowledge. The inquiry also raises the question whether the integration of mobile technology in P.E. classes results in a motivating impact or leads to positive developments.

## References

1. ANTAL, KIS-TÓTH Alsó tagozatos gyerekek olvasás-értésének fejlesztése mobil infokommunikációs eszközökkel (The development of reading comprehension of primary school students with mobile info-communication devices) In: *A pedagógusképzés megújítása: Sárospataki Pedagógiai Füzetek különkiadás*, Líceum Kiadó, Eger (2015), p. 261. ISBN: 9786155509346
2. ARDUINI, BORGOGNI, CAPELLI (2016):\_The Portable Devices as Means to Promote Children's Active Lifestyle: The Case of a Walk To School Action in Italy in: Physical Education and new technologies (2016) szerk: Novak, Antala, Knjaz, Zagreb 2016. pp: 19-25. ISBN: 978-953-7965-05-1
3. ARÉVALO, HERNANDO, MÓN, CATASÚS (2016): Physical Education and ICT: An Unstoppable Combination in: Physical Education and new technologies (2016) ed.: Novak, Antala, Knjaz, Zagreb 2016. pp: 61-69. ISBN: 978-953-7965-05-1
4. KNJAZ, RUPČIĆ, ANTEKOLOVIĆ (2016): Application of Modern Technology in Teaching and Training with Special Emphasis on Basketball Contents in: Physical Education and new technologies (2016) ed.: Dario Novak, Branislav Antala, Damir Knjaz, Zagreb 2016. pp: 112-113 ISBN: 978-953-7965-05-1
5. LENGYELNÉ, MOLNÁR TÜNDE (2019): A digitális átállás könyvtári aspektusai (Digital transformation from the perspective of the library). – In: Tudományos és Műszaki Tájékoztatás 66 : 11 pp. 645-654. , 10 p.
6. NETFIT konцепció: A 2015/2016. tanév NETFIT mérés eredményei tudományos elemzése (NETFIT concept: Scientific analysis of the NETFIT survey performed in the 2015/2016 school year) [https://www.netfit.eu/public/pb\\_media.php?media=dokumentumok](https://www.netfit.eu/public/pb_media.php?media=dokumentumok) (2019. 09.07.)
7. A viselhető eszközök trendjei (Portable device trends): <https://www.ericsson.com/49e8cf/assets/local/trends-and-insights/consumer-insights/consumerlab/infographics/wearable-technology-infograph-ericsson-consumerlab-2016.pdf> (2019. 09.07.)
8. Sports Analytics Market - Global Industry Analysis, Size, Share, Growth, Trends and Forecast 2018 – 2026 <https://www.transparencymarketresearch.com/sports-analytics-market.html> (2019. 03.06)

**Reviewed by:** Dr. György Stóka PhD. Associate Professor, EKE, Comenius Faculty Institute of Real Sciences

## Contact address

Dr. Peter Antal PhD, associate professor  
Institute of Digital Technology, Eszterházy Károly University  
3300 Eger Leányka st.4. Build. C\*  
e-mail: antal.peter@uni-eszterhazy.hu

# INTERAKTÍVNY UČEBNÝ MATERIÁL AKO POMÔCKA NA ROZVOJ PRIESTOROVEJ PREDSTAVIVOSTI ŽIAKOV

Tibor SZABÓ, Ildikó PŠENÁKOVÁ, SK

**Abstrakt:** Priestorová predstavivosť zohráva dôležitú úlohu v živote jednotlivca, preto musí byť správna a efektívna podpora jej rozvíjania aj v rámci edukačného procesu. Poukazujeme na možnosti využitia interaktívnych učebných materiálov na podporu týchto zručností, popri tom hľadáme multiplatformové riešenie, aby materiály mohli byť plnohodnotne využiteľné aj na smartfónoch.

**Kľúčové slová:** priestorová predstavivosť, interaktívne učebné materiály, GeoGebra, Hot Potatoes

## INTERACTIVE LEARNING MATERIAL AS AID FOR THE DEVELOPMENT OF STUDENTS' SPATIAL IMAGINATION

**Abstract:** Spatial imagination plays an important role in an individual's life, so there must be proper and effective support for its development in the educational process. We point out the possibilities of using interactive teaching materials to support these skills. In addition, we are looking for a multiplatform solution so that the materials can be fully usable on smartphones.

**Keywords:** spatial imagination, interactive learning materials, GeoGebra, Hot Potatoes

### 1 Úvod

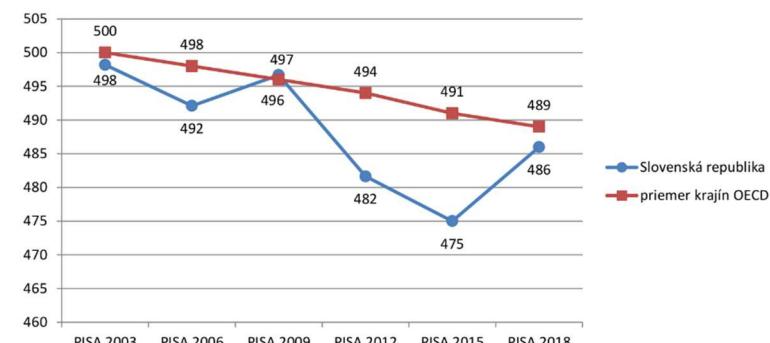
Priestorová predstavivosť je neoddeliteľnou súčasťou nášho každodenného života. Je nevyhnutná pre človeka pri vedení motorového vozidla, pri zariadení bytových aj nebytových priestorov, pri orientácii vo volnom priestranstve, pri rôznych priestorových úkonoch, ale aj pri vyhľadávaní údajov na webových stránkach a pri práci s hypertextovými dokumentami. Na trhu práce sú rôzne profesie technického, ale aj netechnického charakteru, ktoré vyžadujú odborné znalosti a schopnosti nevyhnutné na orientáciu v priestore, na základe ktorých je možné navrhnuť adekvátnie priestorové riešenia.

Výsledky rôznych výskumov ukazujú, že priestorové zručnosti (senzomotorické a haptické tvarovanie, manipulácia s objektmi v priestore,

prezentácia priestorových vzťahov a pod.) sú dôležitými schopnosťami človeka, ktoré musí využívať v rôznych situáciách a v rôznych profesiách.

### 2 Súčasný stav

V medzinárodných meraniach PISA sa úlohy slúžiace na meranie matematickej gramotnosti z hľadiska matematického obsahu sústrediajú na kvantitu, priestor a tvar, zmeny, vzťahy a závislosti, náhodnosť a na údaje. Dosiahnuté výsledky žiakov v medzinárodnom meradle odzrkadľujú v určitej miere aj úroveň ich priestorovej predstavivosti. V rokoch 2012 a 2015 výsledky na Slovensku boli pod celkovým priemerom (Obrázok č. 1), ale dosiahnuté skóre v poslednom meraní v roku 2018 už nevykazovalo štatisticky významný rozdiel od priemeru krajín OECD. [1]



**Obrázok 1:** Priemerné dosiahnuté skóre SR a krajín OECD v matematickej gramotnosti v jednotlivých cykloch štúdie PISA (Zdroj: Národná správa PISA 2018)

„Podľa PISA sa žiaci nemajú v škole naučiť všetko, čo budú v dospelosti potrebovať, ale mali by získať schopnosť efektívne sa učiť. Práve z uvedenej požiadavky vyplýva potreba venovať zvýšenú pozornosť rozvíjaniu priestorovej predstavivosti ako nutnej podmienky pre správne vnímanie javov v priestore a ich manipulácií.“ [2]

Pedagógovia počas vyučovania by mali venovať dostatočnú pozornosť aj tejto problematike a pripravovať učebný materiál podľa možnosti aj s ohľadom na podporu priestorovej predstavivosti žiakov.

### 3 Predstavivosť a priestorová predstavivosť

Alberta Einsteina určite nemusíme predstavovať, jeho meno je všeobecne známe na celom svete. Predstavíme však jeho výroky, ktoré sú spojené práve s predstavivosťou: „Predstavivosť je dôležitejšia než vedomosti. Vedomosti sú

*obmedzené, predstavivosť však obopína zemegulu.“, a tiež „Pravým znakom inteligencie nie sú vedomosti, ale predstavivosť.“ [3]*

Ak ste už niekedy a niekde videli fotografiu Alberta Einsteina, pri čítaní jeho výrokov ste si ho určite vedeli predstaviť ako fúzatého pána s rozcuchanými šedivými vlasmi.

Predstavivosť sa najčastejšie charakterizuje ako psychický obraz predmetov a javov, ktoré v danej chvíli nevnímame. Predstava vzniká na základe toho, čo sme v minulosti vnímali a zažili.

Priestorovú predstavivosť môžeme definovať, že „*je to niečo, čo nám umožňuje vidieť to, čo ešte nie je – teda vytvárať si predstavy geometrických objektov a ich rozmiestnenia; vedieť v predstave s týmito objektmi manipulovať.*“ [4]

V podstate pomocou priestorovej predstavivosti dokáže človek vnímať príslušné objekty v priestore a vie určiť aj ich vzájomnú polohu.

Priestorová predstavivosť u ľudí sa postupne rozvíja už od narodenia. V živote človeka však existujú optimálne časové obdobia, ktoré sú zvlášt' priaznivé pre rozvoj priestorovej predstavivosti. Prvé obdobie je vo veku 5 až 6 rokov (materská škola) a druhé vo veku 11 až 12 rokov (5. a 6. ročník základnej školy). Je všeobecne známe aj to, že dievčatá majú horšie rozvinuté priestorové videnie ako chlapci. Vysvetľuje sa to aj s faktom, že chlapci sa počas prvého obdobia života hrajú viac s kockami, legom a stavebnicami. [4]

V druhom období je možné efektívne rozvíjať priestorovú predstavivosť žiakov najmä prostredníctvom takých predmetov ako je matematika, informatika, ale aj výtvarná výchova. V rámci vzdelávacieho obsahu vymedziť presné miesto priestorovej predstavivosti nie je jednoduché, pretože má multidisciplinárny charakter.

Inovovaný štátны vzdelávací program z matematiky pre druhý stupeň základných škôl (ZŠ) uvádza, že na konci 5. ročníka by žiaci mali byť schopní:

- postaviť jednoduchú stavbu z kociek podľa návodu (náčrtu, nákresu, kódovania) a naopak,
- určiť počet jednotkových (rovnakých) kociek, z ktorých sa skladá kocka a kváder (propedeutika objemu). [5]

V dôležitom 6. ročníku pracujú výlučne v rovine, ale v ročníkoch 7. - 9. sa už obsah sústredí aj na stereometriu.

Úroveň priestorovej predstavivosti žiakov je možné zlepšiť vo vyučovaní rôznych predmetov najmä zaraďovaním úloh zameraných na jej rozvoj. Učitelia majú viaceré možnosti, ako danú schopnosť žiakov rozvíjať:

- zadávaním grafických úloh, vyžadujúcich predstavivosť žiakov pri ich riešení (napríklad v predmetoch: matematika, programovanie, výtvarná výchova, technická výchova),

- tvorbou grafických zobrazení vnímaných objektov (výtvarná a technická výchova),
- vytváraním žiackych produktov (matematika – papierové modely telies, biológia, výtvarná a technická výchova),
- zadávaním problémových úloh, ktoré si vyžadujú manipuláciu objektov v priestore,
- návrhom a riešením interaktívnych úloh a cvičení a pod.

Na rozvoj priestorovej predstavivosti je možné použiť aj motivačné cvičenia, ktoré sú používané v inteligenčných testoch a majú súvis s grafickým zobrazovaním objektov.

#### 4 Interaktívne učebné materiály na rozvoj priestorovej predstavivosti

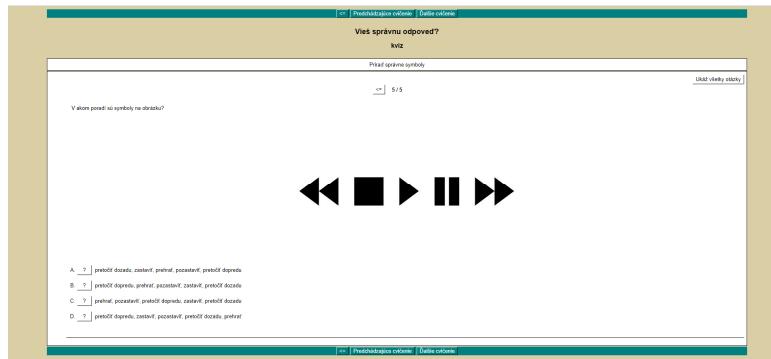
V každom vyučovacom predmete sú témy náročné na predstavivosť žiakov, ktoré vyžadujú názorné zobrazenie učiva. Je len na pedagógovi, ako dokáže zvládnúť túto skutočnosť, aké prostriedky využije na uľahčenie pochopiteľnosti učiva pre žiakov.

##### 4.1 Hot Potatoes

Hot Potatoes je jednoduchý, voľne dostupný softvérový balík, ktorý je v súčasnosti už dostatočne známy a aj využívaný učiteľmi na tvorbu interaktívnych cvičení a testov. Vzhľadom k tomu, že umožňuje používať aj grafické prvky, dajú sa v ňom vytvárať aj cvičenia, v ktoré si vyžadujú určitú priestorovú predstavivosť žiakov. [6]

V rámci predmetu informatická výchova na 1. stupni ZŠ sa deti učia značky, ktoré sú v programoch na ovládanie video nahrávok, ako je pretáčanie vpred, vzad, zastavenie, spustenie. Ak vytvoríme interaktívne cvičenie (Obrázok 2), v ktorom tieto geometrické útvary zoradíme vedľa seba a pri každom spustení cvičenia sa objavia v rôznom poradí, pri riešení tejto úlohy si žiaci musia namáhať svoju predstavivosť, aby vedeli správne priradiť, ktorý útvar čo znamená a tak vedeli správne odpovedať na položené otázky.

Využívanie interaktívnej tabule a interaktívnych učebných materiálov v rámci informatických a iných predmetov je len jednou z možností na rozvoj priestorovej predstavivosti žiakov a študentov. Možnosti je však oveľa viac a najmä niektoré počítačové hry, ako sú napríklad Minecraft a SimCity, môžu silne podporiť rozvoj priestorovej predstavivosti detí, ale aj 3D tlač a virtuálna realita určite k tomu môžu prispieť.

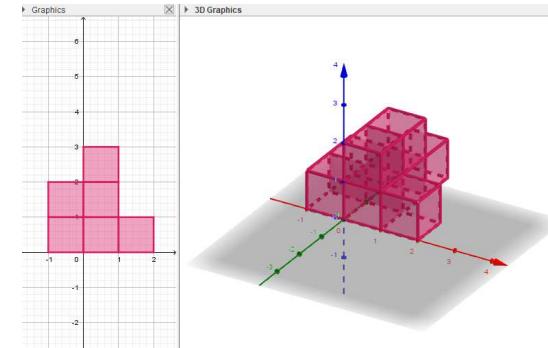


Obrázok 2: Ukážka interaktívneho cvičenia z informatickej výchovy

#### 4.2 GeoGebra

Je nespochybniteľný fakt, že priestorová predstavivosť úzko súvisí s vyučovaním matematiky. Jedným z najznámejších voľne dostupných matematických softvérových nástrojov na podporu výučby matematiky je jednoznačne GeoGebra. Tento softvér je možné efektívne využiť aj na podporu rozvoja priestorovej predstavivosti žiakov na základných a stredných školách. Softvér môžu žiaci využívať na hodinách matematiky v škole ale aj doma.

Na tvorbu a generovanie nových úloh, na vyhodnotenie odpovedí, na spätnú väzbu ale aj na zabezpečenie interaktivity je možné využívať programovanie v jazyku JavaScript a/alebo GeoGebraScript. [7] Funkcia 3D Graphics View umožní žiakom napríklad otáčanie, priblížovanie a vzdialovanie objektov v priestore (zoom), a popri tom v okne Graphics môžu vidieť pôdorys priestorového útvaru (Obrázok 3). Ďalšou vynikajúcou vlastnosťou tohto softvéru je aj jeho dostupnosť pre všetky známe počítačové operačné systémy (Windows, Mac OS, Chrome OS a rôzne Linuxovské distribúcie), ale aj pre tablety a mobilné telefóny (Android a iOS). Poskytuje aj možnosť práce priamo v on-line prostredí cez webový prehliadač. Pre mobilné zariadenia GeoGebra sa môže používať jednak cez webový prehliadač alebo sa dá nainštalovať priamo do pamäte zariadenia. Pri vol'be inštalovanej verzie jednotlivé okná, ako napríklad aj 3D Graphics View sú realizované v oddelených aplikáciach (3D Calculator). Pre operačný systém iOS je dostupný softvér GeoGebra Augmented Reality, ktorý poskytuje možnosť rozšírenej reality. Práve táto technika môže byť veľmi užitočná pre rozvoj priestorovej predstavivosti žiakov.



Obrázok 3: Ukážka úlohy z programu GeoGebra (Zdroj: Autor)

#### 5 Záver

Priestorová predstavivosť zohráva dôležitú úlohu v každodennom živote jednotlivca, či už je to v práci alebo v osobnom živote, preto nemôžeme zanedbať jej rozvoj už v predškolskom a v školskom veku dieťaťa.

Zlepšujúca sa dostupnosť a možnosti moderných mobilných zariadení, ako sú smartfóny a tablety umožňujú „modernizovať“ tradičnú triedu v súlade s trendom BYOD (Bring Your Own Device), ale ich mobilita umožňuje učiť sa napríklad aj počas cestovania vlakom, autobusom alebo aj lietadlom. [8]

Vplyv SMART zariadení na život v modernej spoločnosti je nepochybne enormne veľký a má v sebe obrovský potenciál aj v oblasti vzdelávania. Učebné materiály a softvéry na podporu výučby by preto mali byť plne funkčné a dostupné aj pre tieto zariadenia.

*Článok bol publikovaný vďaka projektom KEGA 015UKF-4/2020 „Rozvoj priestorovej predstavivosti 10-12 ročných žiakov základných škôl“ a KEGA 015TTU-4/2018 „Interaktivita v elektronických didaktických aplikáciách.“*

#### Literatúra

1. Mikulovičová, J. – Valovič, J.: *PISA 2018 Národná správa Slovensko*. NÚCEM, 2019, ISBN 978-80-89638-32-1 [on-line] [https://www.nucem.sk/dl/4636/Narodna\\_sprava\\_PISA\\_2018.pdf](https://www.nucem.sk/dl/4636/Narodna_sprava_PISA_2018.pdf).
2. Tomková, V.: Technické vzdelávanie z kontextu rozvíjania priestorovej predstavivosti žiakov. In: *Trendy ve vzdělávání 2011 / informační technologie a technické vzdělávání. sborník z mezinárodní vědecko-odborní konference Trendy ve vzdělávání 2011*. Olomouc : Univerzita Palackého, 2011, p. 225-228, ISBN 978-80-86768-34-2.
3. [on-line] <https://citaty-slavnych.sk/citaty/29899-albert-einstein-predstavivost-je-dolezitejsia-nez-vedomosti-vedom/>

4. Hejný a kol.: *Teória vyučovania matematiky 2.* Bratislava: Slovenské pedagogické nakladatel'stvo, 1990, ISBN 80-08-01344-3.
5. Inovovaný ŠVP pre 2. stupeň ZŠ - matematika, ŠPU, 2014. [on-line] [https://www.statpedu.sk/files/articles/dokumenty/inovovany-statny-vzdelavaci-program/matematika\\_nsv\\_2014.pdf](https://www.statpedu.sk/files/articles/dokumenty/inovovany-statny-vzdelavaci-program/matematika_nsv_2014.pdf)
6. Pšenáková, I. – Szabó, T.: Interactivity in learning materials for the teaching. In: *ICETA 2018: Proceedings from 16th IEEE International Conference on Emerging eLearning Technologies and Applications.* Danvers : IEEE, 2018, p. 445-450, ISBN 978-1-5386-7912-8.
7. Goodman, D. – Morrison, M. – Novitski, P. – Rayl, T. G.: *JavaScript Bible.* Wiley, 7th Edition, 2010, ISBN 978-0-470-52691-0.
8. Illés, Z. a kol.: Introducing Mobile Motivated Lectures. In: *ICETA 2016: Proceedings from 14th International Conference on Emerging eLearning Technologies and Applications.* Danvers : IEEE, 2016, p. 115-120, ISBN 978-1-5090-4699-7.

**Recenzent:** Ing. Rastislav Žitný, PhD.

## Kontakt

Mgr. Tibor SZABÓ, PhD.  
Univerzita Konštantína Filozofa v Nitre, Fakulta stredoeurópskych štúdií  
Dražovská 4, 949 74 Nitra  
e-mail: tszabo@ukf.sk

Ing. Ildikó PŠENÁKOVÁ, PhD.  
Trnavská univerzita v Trnave, Pedagogická fakulta  
Priemyselná 4, 918 43 Trnava  
e-mail: ildiko.psenakova@truni.sk

## EDUCATORS' EXPERIENCES USING REAL-TIME AND DIGITAL SOLUTIONS DURING EMERGENCY SITUATION

Viktória BAKONYI, Zoltán ILLÉS, HU

**Abstract:** In the spring of 2020 people's daily life has drastically changed because of the COVID-19 virus, schools were locked down, however the government's decision was to continue the education. Therefore teachers, students and parents faced a brand-new situation. Everything must be solved in the digital word. We were interested how it was managed by the participants, what are their impressions after two months of this irregular work, what kind of difficulties they had. We made some deep interviews to explore the background. In this paper we would like to present their opinions.

**Keywords:** real-time, education, digital education, on-line.

### 1 Introduction

We are living in the digital world, and the digitalization of schools are in the focus. In 2016 the government accepted the Digital Educational Strategy [1] – which supports WiFi for each school, the usage of new technologies (e.g. robots) and offers modern teaching methods by the Pedagogical Center [2]. The fact that education still mainly uses the classical methods of teaching except some well-trained and innovative teachers who have experimented with modern tools and new methods to get a more efficient result and motivate their students. But we were miles away from saying that all our schools, all the participants are ready to use on-line or moreover real-time tools in their daily work. This was the situation when from one day to the other suddenly schools were closed, and education had to move to the digital space due to COVID-19 from elementary schools to higher education. Normally, such a big change is deliberated well, supported by a lot of tests, suggestions and a pre-built assistance network – now they were missing at the very beginning (though it was quickly formed e.g. ELTE students supported page [3]), so educators faced a lot of unanswered questions.

Generally, it is said that digital education was successful [4] but we were interested in the details too, because sometimes "*the devil is in the detail*". Our research topic is real-time systems, applications, and their usage in education [5,6] – therefore, we are especially interested in this point of view. From other case we are informatics specialists, so we want to focus on informatics teachers, their work, their feelings and results. Therefore, we collected some personal opinions, how the teachers got by.

## 2 Interviews

We decided to make some detailed interviews. First, we made a small summary of the questions (semi-structured interviews) we should like to discuss with the interviewees, and it was sent to each possible participant.

### 2.1 Topics

The pre-given topics were as follows:

*"In March 2020 due to the emergency situation, schools must move to digital education within some days, which demanded a high flexibility knowing that students have different technical possibilities.*

**How did you organize your lessons, exams** (*streamed lesson, captured video, submitted or online tasks list/ essay / on-line quiz /other? How many of them were on-line, real-time occasions? What type of applications did you use? How many of your students were able to join to these lessons? How could you solve the exams?*)

*Due to the student feedbacks what method(s) were preferred by the students?*

**What is your experience** – *when are students more active, during the classical lessons or using on-line possibilities? What is the more efficient way of teaching: digital or classical? How can you activate them? Were there students who were more successful or unsuccessful comparing their previous results? What are the reasons of it by your opinion (diligence / family background / community /others)?*

**When education goes back into normal school frame what method or possibility would you use from the newly tried ones? How the schoolwork was reformed by digital education period? Do you have any other remark?"**

### 2.2 The interviewees

At last, four educators accepted the call for the interview – we recorded them or made notes not to forget the details. Each of them is informatics teachers or programmer mathematicians according to their degrees and active teachers with practice. Three of them are working in our university giving lectures or having practice courses and one of them is a secondary school teacher. It was an expectation at the university to hold the courses in real-time according to the original schedule of the semester. Usually it was the decision of the given school, decided by the age of the students, and their technical possibilities. As a not waited result the interviewees spoke about their experiences as parents too.

### 2.3. 1st interviewee

The interviewee is a senior male teacher without children in public education, who gives both lectures and practices.

*How did you organize the lessons?*

In each semester he publishes to the students his precisely worked out ppt-s, tasks list and demo codes. This semester he used Canvas system [7] as the chosen LCMS (Learning Content Management System) which is preferred by the faculty. The learning content was created in Canvas for both of his lectures and practices.

During the emergency situation, he always recorded his lecture previously and it was expected to watch by the students. In the original lecture time, he used Teams [8] as a real-time classroom management tool. He did not record it, but students might do it with his permission. First, he summarised the recorded lecture and then he explained additional information and waited for the students' questions.

In the case of practices for which he also used Teams – he explained the tasks and gave some minutes to think. He asked the students to finish the work and send it to him after the lesson.

*What about exams & grading?*

We all know that students may try to work together under such circumstances – it is impossible to avoid it totally, but we may make it more difficult to do so. For full-time exams he used Canvas quizzes with several tasks in several question groups. The task list for a student is composed by the system randomly – it is almost not possible to get the same task list for two or more students. The time available was not too much, so they did not have enough time to help each other. In the case of shorter exams, he created a lot of tasks and assigned them to students – they had to upload it to Canvas. He gave small grades for answering questions to activate them a bit.

*What are your personal experiences?*

The lessons became unpersonal. It is very difficult to explain to the "monitor" and not to students. The real-time feedback is missing. You do not see how they understand a given topic.

A lot of students do not do anything knowing that the teacher does not see them – sometimes they try to skip the lessons. When he wanted to see their work sharing the monitors it happens that a lot of them did not work. It is not easy to activate them. They do not like to question or answer in the classical way using their voice, they prefer chat. To tell the truth they are not too busy to send the tasks and they did not use Canvas forums to discuss topics.

In many cases students say that they face technical issues. Sometimes it must be true but sometimes they put upon with this if they do not want to share their work or do not want to answer. If there are not equal conditions for everyone then it is fair to accept the excuses, but this situation must be solved somehow.

This digital education requested much more time to create the additional videos, to correct the small tasks and to create a lot of tasks for exams.

*What do you want to keep from the new methods in a normal term?*

*The benefit of the recorded lecture video is evident by his opinion. During the live lecture the lecturer will have more time to give interesting details and let them ask.*

#### 2.4. 2nd interviewee

The interviewee is a female teacher with two children who gives both lectures and practice courses.

*How did you organize the lessons?*

*In each of her subjects the students got a lot of documents and the ppt-s before lessons as regularly in classical semesters. In the case of English trainings she usually collects base video tutorials and makes them available for them. She did not record the lessons to make students' communication freer.*

*Since she teaches several subjects her practice differs slightly sometimes. In one of her subjects there were centrally created videos which students had to watch before or during the lessons and they might ask if there was any question – she did not see whether they work or not so it was less efficient from a teacher's viewpoint, using Teams and not being personally there. There were some practices when she added plus knowledge to the pre-given ones – these lessons were more successful.*

*The lecture ppt-s for English students were created and published 2-3 days before the scheduled time. She wrote everything on the slides and used Video-puppet to narrate it. During the real-time occasions managed by Teams she divided her time to two parts: consultation and the presentation of how the theory in the ppt-s may be transformed to practice. Sometimes 70% of the lecture was used for presenting practical solutions of the examined theory.*

*What about exams & grading?*

*Exams were organized using Canvas possibilities especially the quiz assignment. It is very useful to create question groups (3) a lot of questions (7-8) inside them and the system randomly choose one from each group. Therefore, usually everybody gets a totally different task list. In the so-called paper exam when they had to plan the algorithm of the tasks, they had to make sketches, make photos and upload them. They got enough time to do the work but not enough to find*

*others with the same questions and compare the solutions. The coding exam was similar, but they had to upload their works several times to be able to check they do not get the solution but work continuously. According to her opinion it was a bit hard to them to interrupt their work time-to-time and upload it to another place. Copying was not general only in some cases they found suspicious exams (1 was clear).*

*What are your personal experiences?*

*Mainly the students are passive. They try to avoid speaking even in the case when they know there is no recording. In smaller groups e.g. in teachers training the situation was different they became more active after some lessons. They asked and shared their screens. At about 10 students from 50-60 are active in a discussion. Usually if they communicate, they prefer chatting. At last she used likes  which is a great idea to get some reactions. (E.g. Was it successfully downloaded? There were no voice answers. But if she asked to use like if it was successfully done then they did.) Sometimes she felt that the students do something else due to the silence. She gave a task and after some minutes wanted to see the results – lot of students did not do anything.*

*This type of teaching requires more work from the teacher to make the video tutorials, ppt-s with remarks and to create exams with a lot of tasks.*

*What do you want to keep from the new methods in a normal term?*

*It was good practice to give the ppt-s earlier I could focus on the specialities of the topics, answer to questions and give practical presentations during the lecture time.*

*From the other side – experiences as parent:*

*She was half joking that her children punctually know the exact place of the topics in the books – but she is not sure how deep is their knowledge now.*

#### 2.5. 3rd interviewee

The interviewee is a male teacher with two children, one of them started school this year. He has practice courses this semester.

*How did you organize the lessons?*

*In Canvas or in Moodle there is the base content of the lessons – as it was in earlier semesters as well. Now, he used Teams for the live-courses and made records of them. After the lesson he edited the records cutting out the not needed empty seconds and uploaded it to Streams.*

*In the classical education periods, he usually use the board to write the data structures and makes some sketches to plan together the task – now he had to find a new tool for this, and it was Excel – though at first sight it seems to be a surprise. During the lessons the practice proved that it is perfect to write down*

*the data structure or to present the example input or output data. The totally solved tasks are not published – only the first steps. "There is no royal way to knowledge" – they must work.*

*What about exams & grading?*

*He usually asked students to finish the started programs and upload it to Teams. Big homework upload remained in Canvas or in Moodle.*

*To make the environment for the exams as fair as it is possible in this situation, he did not give one big task with a long time period, instead of several smaller ones. There were several task groups and several tasks in each of them from which the system chose randomly. He gave 15 minutes for one and they must start it in the same time. There was a small time gap to avoid technical problems but they did not have enough time to find another student with the same task and copy the solution. Most of the cases this idea worked – there were no signs of massing copying.*

*What are your personal experiences?*

*He mentioned that it was difficult to activate the groups if it was possible at all. If there was a discussion only 3 or 4 students joined to it actively – the same students who were busy in the "normal" period. During the rear occasions they join the preferred way of their communication seems to be chatting and not speaking. There are less feedbacks – which help teachers to react their needs.*

*A lot of students did not work and did not upload the tasks he had asked to finish. He felt the lack of seeing their work, their monitors – the personal care during classical courses force students better to work. It would be great to have a common software tool to do this – like TeamViewer. This digital education is more unpersonal – though personal care is very important in teaching.*

*A lot of plus work was needed from the educator to edit the videos, to make task lists.*

*What do you want to keep from the new methods in a normal term?*

*Sometimes it would be great to be able to give lessons from far away of the university – in the case of an illness or being in a conference. To give consultations on-line it would be more flexible. By his opinion whole recorded practices are not worth to publish, because a practice is so unique product with the interactions, but some parts e.g. frontal explanations may be useful. The records of lectures are more valuable from this point of view and sparing time live lectures may have some questioning, interactive parts. Naturally some tool should be used to force that they listen to the lectures.*

*From the other side – experiences as parent:*

*His elder child started school this year. A 6-7 years old child is not able to learn alone. There were not on-line real-time lessons at all. They got the tasks by e-*

*mail – at about the time of the scheduled lesson. It was easier to the parents to manage the work at home. The child is not so motivated as he was in the school. But an additional benefit was that the younger child learned to read listening to his brother.*

## **2.6. 4th interviewee**

The interviewee is a female teacher with three children, two of them attends elementary school. She teaches in a vocational secondary school.

*How did you organize the lessons?*

In the institute, education was organized on-line but mainly not in real-time. The school created a schedule and each of the subjects got a day per week to publish the newness, explanations, the week task list or give exam tasks.

The school chose Google Classroom [12] as official and Kréta [13] (it is compulsory for the public schools as an application to connect parents, teachers and students.) She used voice recording for explanations, added ready-made videos from Zanza TV [14] and used lessons from NKP [15]. She created task lists with Sutori [17], and Viewgenial [16]. Only 2-3 real-time occasions were organized in Meet [19] during this 2-month period, which were not compulsory due to the school rules. Only at about 10% (7%-13%) of the students joined to the live group.

*What about exams & grading?*

*In secondary schools there should be more grades than in higher education. She gave homework and additional tasks to solve. The students may choose between easier and more difficult tasks to make the grading as personal as it could be. Sometimes they had to make photos from their work and send them to her. For exam she used Redmenta [18].*

*What are your personal experiences?*

Soon their personal daily schedule collapsed, they wake up very late. Most of them postponed their work to the last moment, they were not motivated to do their duties. Half of the students did not send back the tasks at all.

Their communication mood changed – they were less polite than they would be in an eye-to-eye situation. Sometimes they do not use the official channels but instead of trying to send messages through Messenger or Facebook. We can mention as the reasons of the results with personal attitudes, family background and the fact that schools must be very tolerant due to possible technical problems.

Contrary there were some students who win with this type of education, those who are motivated and busy. They lived with the possibility to contact with the teacher (by Meet) and get personal explanations and answers to their

questions. It would have been open for everybody because the teachers had to be on-line available during the workdays in a time period.

*What do you want to keep from the new methods in a normal term?*

*It is a benefit of this situation that teachers were forced to try a lot of applications and tools. Quite a great amount of multimedia digital lesson sketches, demos, task lists were created and collected which can be used later like her Sutori documents.*

*From the other side – experiences as parent:*

*At first, it started hard, by getting only several pages long documents with the tasks. As usually in real life some of the teachers found good possibilities to create exciting tasks and make real-time on-line lessons, some of them were not so skilful and gave only copy tasks which were very dull. One of the problems were that the teachers used different communication channels and sometimes it was not easy to know where to find the material or to get the feedback in time. They had enough devices at home, but it would be a nightmare to manage it with three children and e.g. one computer or smart phone. It was strange that the mother's role mixed with the teacher'. One of the greatest benefits she mentioned that they became more self-sufficing.*

## 2.7 Problems and benefits

The teachers from all level of education were forced to try new methods, new tools for teaching and they must work a lot. Let us publish the classification of problems and benefits based on the interviews.

Problems:

- Common experience of the teachers that it is quite unpersonal to speak to the monitor without the usual personal feedbacks.
- Most of the students were not active, they did not speak - students prefer chatting instead of speaking. (This corresponds with a new research states about the changing communication of new generations. [20])
- Sometimes they did not work knowing that the teacher does not see them. There are situations when they play up the fact that schools are tolerant due to technical problems.
- Undoubtedly, it was a great question how we can grade fairly the students from far away.

Benefits:

- Digital teaching may help in special cases like in the case of an illness or conference participation.
- Each of the teachers found something valuable, an application, a method, which is worth to continue.
- Interested and engaged students may get better and personal help from the educators using on-line consultation possibilities all the time.

Having these experiences with digital education, now we have some time to think about refining our distance teaching methods to involve students better. After all we learned a lot, not only about new tools and methods but about flexibility and acceptance.

## 3 Summary

Covid-19 emergency situation made an enormous change in education. Instead of the classical eye-to-eye communication we have to get in with digital methods. We wondered how the participants reacted, what was successful, what are the benefits of this period if there are any. We asked both teachers and students how could they manage it. In this paper you can read about the results of deep interviews with teachers – further analyzation will be published in the next paper. The most important future-oriented conclusion is that all the teachers mentioned something which they found good and wants to use later in normal school semesters too. After all we can state it was a great chance for the education to move towards a modernized, more digital school and we made the first steps.

## Acknowledgment

*This paper has been supported EFOP-3.6.3-VEKOP-16-2017-00001: Talent Management in Autonomous Vehicle Control Technologies – The Project is supported by the Hungarian Government and co-financed by the European Social Fund.*

## References

1. Digital Educational Strategy of Hungary: <https://bit.ly/3cTsOUq>
2. Digital Pedagogical Methodology Center: <https://dpmk.hu/>
3. Supporting digital education: [on-line] <https://bit.ly/30u896C>
4. Successful digital education: [on-line] <https://bit.ly/30vBmhF>
5. V. H. Bakonyi ; Z. Illes: Using Real-time Applications in Education International Journal of Advances in Electronics and Computer Science 6 : 9 part 2 pp. 33-39., 7 p. (2019)

6. [Viktória, H. Bakonyi ; Zoltán, Illés ; Zoltán, Illés: Real-time Tools in Classroom](#), Central-European Journal of New Technologies in Research, Education and Practice 1 : 1 pp. 1-8., 8 p. (2019)
7. Canvas: <https://canvas.elte.hu/belepes/#>
8. Microsoft Teams: [on-line] <https://bit.ly/2BX6P27>
9. OBS Studio: <https://obsproject.com/hu>
10. Microsoft Streams: [on-line] <https://bit.ly/37jtCRe>
11. Video-puppet: [on-line] <https://www.producthunt.com/posts/video-puppet>
12. Google Classroom: [on-line] [https://edu.google.com/?modal\\_active=none](https://edu.google.com/?modal_active=none)
13. Kréta: [on-line] <https://tudasbazis.ekreta.hu/>
14. Zanza TV: [on-line] <https://zanza.tv/>
15. NKP: [on-line] <https://www.nkp.hu/>
16. Genially: [on-line] <https://www.genial.ly/>
17. Sutori [on-line] <https://www.sutori.com/>
18. Redmenta, [on-line] <https://redmenta.com/>
19. Meet: [on-line] <https://apps.google.com/meet/>
20. Larry Alton: Phone Calls, Texts Or Email? Here's How Millennials Prefer To Communicate, Forbes, May 11, 2017, 08:00am EDT, [on-line] <https://bit.ly/2AstoLs>

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

#### Contact addresses

Bakonyi Viktória. ORCID 0000-0001-5093-8492

Media & Educational Informatics, Faculty of Informatics, ELTE, Budapest

Address H-1117 Budapest, Hungary Postal address: P. O. Box 120,

e-mail: hbv@inf.elte.hu

Zoltán Illés, Dr. Ph.D. ORCID- 0000-0002-6623-5721

Media & Educational Informatics, Faculty of Informatics, ELTE, Budapest

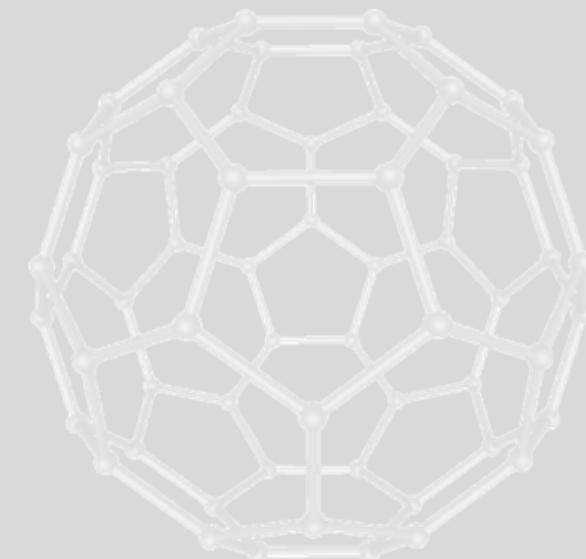
Address H-1117 Budapest, Pázmány P. sétány 1/C, Hungary,

e-mail: zoltan.illes@elte.hu

# D. Programming

**D1.** Dávid SZABÓ, Zoltán ILLÉS: Real-Time Vulkan Graphics in C#

**D2.** Veronika STOFFOVÁ, Veronika GABAĽOVÁ, Mária KARPIELOVÁ: Vyučovanie programovania tvorbou počítačových hier podľa návodu (Teaching programming by creating computer games according to the instructions)



## REAL-TIME VULKAN GRAPHICS IN C#

Dávid SZABÓ, Dr. Zoltán ILLÉS, HU

**Abstract:** Nowadays almost every computer device contains a graphics processor, whether it is a dedicated video card or an integrated graphics unit in the CPU. We need special libraries (the Graphics APIs) to use and control these graphics units. Usually these APIs made in C or C++. In the meantime, the .NET supported C# language evolved greatly in the past years. C# is now a fast, powerful and multi-platform language [1].

We want to merge these two worlds in our research: We are examining the possibilities of the real-time graphical programming in .NET C# using the modern Vulkan API.

This paper presents methods of creating multi-platform real-time graphical libraries using Vulkan in C#. Furthermore, we determine the functional and performance differences between multiple runtimes and compilers.

**Keywords:** Real-Time, Vulkan, C#, .NET, Graphics

### 1 Introduction

Vulkan was presented in 2016 as a replacement opportunity for the older OpenGL graphics API. While OpenGL is still used in plenty of graphical applications its development has stopped and slowly it will become a deprecated API in the future. Therefore, its specification contains many limitations and restrictions that were insignificant few years ago, but soon they will obstruct the implementation of newer applications. Other replacement APIs could be Microsoft's DirectX or Apple's Metal API, but these are exclusive to their own systems and devices. At this state, Vulkan could be the only modern cross-platform graphics API that could replace OpenGL.

Using the newest features in graphics processors can be a great reason to switch to Vulkan. However, Khronos (the creators of OpenGL and Vulkan) advices to do not change OpenGL to Vulkan just to gain higher performance from the same code. A graphics API is already a low-level API, but Vulkan has gone even deeper and closer to the hardware than OpenGL. This makes the implementation of the same application much harder in Vulkan than in OpenGL. You are in control of much more details. You can do micro-optimizations by handling the GPU's resources in such a verbose way that Vulkan can provide, which can result in a performance improvement compared to OpenGL, but in most of the cases this improvement is not significant enough to consider the use of Vulkan. To achieve incredible performance growth, you must reimplement your application as a multi-

threaded application. In OpenGL, you can only use one execution thread at a time to communicate with the GPU. In contrast, Vulkan enables the parallel building of GPU commands and even the submission of these commands from multiple threads.

### 2 Vulkan C# bindings

To start implementing a Vulkan application in C# we require access to the Vulkan DLL in the video driver. C interfaces and structures are available for interacting with this DLL. There are a few so called binding libraries for C# generated from these interfaces. In these libraries, we can find Vulkan's C structures defined in C# and static methods for invoking all the functions in these DLLs. These libraries can be used in multi-platform or .NET Standard projects as well. Usually the main differences between these bindings are the version of the Vulkan specification that was used to generate the bindings, naming and namespace conventions and the way of parameter passing and referencing in the generated functions. From the following reasons, we have chosen jpbruyere's vk.net library [2] as a binding library to access Vulkan.

Because Vulkan is so low level, in most of the cases we must pass pointers or references to our object's memory, instead of the object itself. This is straightforward to do in a language like C or C++, but in C#, where our memory is supervised by the Garbage Collector, accessing the bytes beneath an object can be tricky. Between the binding libraries we have tried, vk.net seemed to be handling this challenge in the most intuitive way without the need of infusing our code with unsafe keywords in every class or function.

The library uses value types only. Functions can return values by out parameters, which can be used to declare and initialize a new value or to reuse an existing variable and its memory by filling it with the new data. Where a function's parameter requires a reference to a structure, we can pass our variable with the ref keyword without the unnecessary copy of the value.

#### 2.1 Pointers and references in the managed world

Vulkan functions usually have structures as parameters to configure the behaviour of the function we want to call. These structures can have references to other structures as well which can be a challenging part of building these values. In C#, a reference to a structure [3] cannot be stored in a variable or field, it can be only used to pass a structure by reference into a function. Therefore, if a structure's field requires a reference to another structure, we can only use the built-in IntPtr type or unsafe pointers. Either way, we require to check the unsafe option in our C# project settings.

The library requires IntPtr values as pointers to other structures. The easiest way to get an IntPtr to a structure is to use the Unsafe.AsPointer function to

get an unsafe pointer, then constructing the `IntPtr` from it. We can even place this into an unsafe static extension class to prevent the use of unsafe blocks every time we require an `IntPtr`.

```
public static unsafe class UnsafeExtension
{
    public static IntPtr AsIntPtr<T>(ref T obj)
        => new IntPtr(Unsafe.AsPointer(ref obj));
}
```

**Figure 1:** Pointer to Structure creation

While this function can work, it is a dangerous way of acquiring a pointer to a structure. The Garbage Collector can defragment (compress) our applications memory after a collection [4]. Therefore, the addresses of objects on the heap can change during the execution which would make our previously created `IntPtr` invalid or worse. Defragmentation only affects the heap, therefore it is safe to use for structures allocated on the stack (if they have been really allocated on the stack), but when a structure is a field of a reference type (class), then it will be allocated on the heap.

We can use pinned objects to overcome this challenge. With `fixed` keyword we can create a block where the memory identified by an unsafe pointer is pinned, which means it is protected from the Garbage Collector's cleaning and defragmenting as well. We could also use the `GCHandle.Alloc()` method to pin an object instance by hand, but in this case we should always call `Free()` to unpin the instance. By default, marshalling methods automatically pin their parameters during the call, however if the invoked function caches the received pointer(s) we must manage the pinning by hand, during while the used library requires that pointer to be valid.

### 3. Parallelization

In OpenGL, we can only communicate with the Graphics Context (giving commands to the GPU) from the Context's thread. If we would want to do communication from another thread, we must deactivate the Context on its currently active thread and activate it on another. Therefore, there is no way to use OpenGL (or older DirectX versions) parallelly.

One of the many improvements of Vulkan compared to older APIs is the possibility of implementing multi-threaded applications. There is no active thread associated with the Vulkan Instance (Vulkan's Graphics Context). Also, the specification describes which Vulkan resources can be used from multiple threads at once and which resources should be externally synchronized (by us).

This sounds straightforward, but we should always keep in mind, that resources can implicitly use other resources, which can interfere with our

external synchronization methods. For example, Command Buffers (resources to build and store GPU commands to be executed) and Command Pools (memory allocation managers for Command Buffers) can be only used from one thread simultaneously. To build commands parallelly, we must create a Command Buffer for all our command building threads. During the recording of a command into a Command Buffer, the Buffer can request additional memory from its Pool, therefore we are implicitly use the Pool as well. In a multi-threaded environment, this could result in crash or undefined behaviour. To overcome this obstacle, we must create a Command Pool for all the threads as well and create the Command Buffers from the Pool associated with that thread.

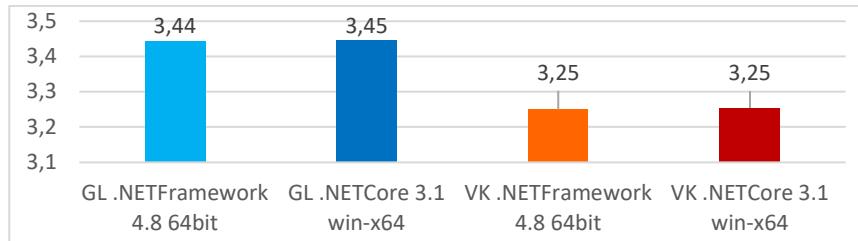
As written above, one way of parallelizing rendering in Vulkan is the parallel building of Command Buffers (or Secondary Command Buffers which can be executed inside a Primary Command Buffer [5]). In a virtual scene, where we have thousands of (even different) geometries to render the iteration through these objects can take long execution times. Dividing these objects between multiple threads can speed up the building of Command Buffers.

After allocating the Pools and Buffers into an array we can use the `Parallel.For()` function in C# to parallelly iterate through these Buffers. We do not modify the values themselves, but the resources identified by these values, we can use a simple array instead of Concurrent Collections.

### 4. Performance

On Windows system, we used .NET Framework 4.8 and .NET Core 3.1. Performance and response time are key properties in this kind of applications, so we have measured these aspects of the runtimes when executing our real-time applications. We have used two graphics applications to measure performance: a Raytrace application with minimal C# CPU-side codebase mostly executing demanding GPU algorithms and an application that renders multiple sphere geometries which stresses CPU and GPU as well. CPU side parallelization is tested in the latter application. The tests have been performed without Vertical Synchronization in .NET Framework x64 mode and .NET Core win-x64 Self-Contained Deployment (SCD) compilation modes. We have also compared the performance of the Vulkan applications with the same applications implemented in C# OpenGL using the same frameworks [6]. Test computer: Windows 10 1909, i7 6700K, 16 Gb, GTX 980 Ti, in 3840x2160 resolution

#### 4.1 Results



**Figure 2:** Raytrace - Average Frame Time (lower is better)

In results of the Raytrace application, we can clearly see that purely GPU heavy jobs were executed faster in Vulkan version than in the OpenGL version. On OpenGL, the tests run at an average FPS of ~290 while on Vulkan the average FPS was ~307. Vulkan in .NET Core was slightly faster than Vulkan in .NET Framework, but the difference is marginal, below 1 FPS.

The rendering of 500x500 spheres provides interesting results. Sequential executions rendered ~9-10% faster in OpenGL than in Vulkan using .NET Core. Probably, our Uniform Buffer data updates in Vulkan runs slower than the Uniform update functions of the video driver in OpenGL. The difference in performance between APIs is greater using .NET Core, while in .NET Framework it is negligible. .NET Core was faster than .NET Framework using both APIs.

Building the Command Buffers and updating the Uniform Buffer in Vulkan parallelly on 16 threads increased the framerates with ~40-45%. Clearly, if the update job is parallelisable on the CPU, the performance can be greatly improved, even if sequential execution is slower. The parallel execution time difference between .NET Core and Framework is insignificant in this test.

Frame pacing in real-time graphics is also as important as average framerates. During the execution of both applications frame pacing was more reliable in Vulkan than in OpenGL. Vulkan implementations could consistently maintain and respect the deadlines [7] required to produce stable framerate.

#### 5. Conclusion

This paper proposed C# tools for developing multi-platform real-time graphical applications in Vulkan. Platform specific implementations are minimal, codebase can be predominantly organized into a shared library which can compile for every supported .NET platform.

Among the inspected .NET Core and .NET Framework runtimes .NET Core is slightly more suitable for real-time graphical application development on Windows. Also, we have measured that Vulkan can perform better than

OpenGL in GPU heavy or CPU parallelizable tasks in these environments. Vulkan's finer respect for real-time deadlines leads to more consistent performance and framerate during the full execution.

*EFOP-3.6.3-VEKOP-16-2017-00001: Talent Management in Autonomous Vehicle Control Technologies – The Project is supported by the Hungarian Government and co-financed by the European Social Fund.*

#### References

1. Andrew Troelsen, Philip Japikse: Pro C# 7: With .NET and .NET Core, Apress, 2017, [30-33], ISBN: 978-1-4842-3017-6
2. vk.net repository on GitHub, 2020, <https://github.com/jpbruyere/vk.net>
3. Illés Zoltán: Programozás C# nyelven: Jedlik Oktatási Stúdió, 2005, [51-54], ISBN: 963-86514-1-5
4. Ben Watson: Writing High-Performance .NET Code, Ben Watson, 2018, ISBN-13: 978-0-990-58348-6
5. Graham Sellers: Vulkan Programming Guide: The Official Guide to Learning Vulkan, Addison-Wesley Professional, 2016, ISBN-13: 978-0134464541
6. Dávid Szabó, Dr. Zoltán Illés: Real-Time OpenGL Graphics in Modern C#, DIDMATTECH 2019, <http://didmattech.truni.sk/2019/proceedings/#szabo-ea>, ISBN: 978-80-568-0398-1
7. Dávid Szabó, Dr. Zoltán Illés, Viktória B. Heizlerné: Real-Time functionality in Windows, INFODIDACT 2018, [263-264], ISBN: 978-615-80608-2-0

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

#### Contact address

Dávid Szabó  
Eötvös Loránd University, Faculty of Informatics  
Address: 1117 Budapest, Pázmány Péter sétány 1/C  
e-mail: sasisoft@inf.elte.hu

Dr. Zoltán, Illés  
Eötvös Loránd University, Faculty of Informatics  
Address: 1117 Budapest, Pázmány Péter sétány 1/C  
e-mail: illes@inf.elte.hu

## VYUČOVANIE PROGRAMOVANIA TVORBOU POČÍTAČOVÝCH HIER PODĽA NÁVODU

Veronika STOFFOVÁ – Veronika GABAĽOVÁ – Mária KARPIELOVÁ, SK

**Abstrakt:** Príspevok sa zaobrá vyučovaním programovania na základných školách prostredníctvom vytvárania počítačových hier v prostredí Construct 2. Žiaci pracujú samostatne podľa podrobnych elektronických návodov, ktoré tvoria osem relatívne samostatných vyučovacích jednotiek elektronického kurzu. Do jednotlivých typov hier, ktoré žiaci vytvárajú, sú zabudované základné kompetencie z programovania, ktoré majú žiaci získať a rozvíjať podľa štátneho vzdelávacieho programu. V článku prinášame výsledky z prvého cyklu takýmto spôsobom realizovaného vyučovania.

**Kľúčové slová:** Programovanie, vyučovanie programovania, didaktické počítačové hry, hravá forma vyučovania, programovanie podľa návodu.

## TEACHING PROGRAMMING BY CREATING COMPUTER GAMES ACCORDING TO THE INSTRUCTIONS

**Abstract:** The paper regards the teaching of programming in primary schools through the creation of computer games in the Construct 2. Learners work independently according to detailed electronic tutorials which form eight relatively separate teaching units of the electronic course. The core programming competencies which students are expected to develop, and which are included in the state educational program and standards are built into the games that students create. The article presents the results of the first cycle of teaching programming implementing this method.

**Keywords:** Programming, programming learning/teaching, didactic computer games, playful form of teaching, programming according to instructions.

### 1 Úvod

Programovanie je považované za pomerne náročnú disciplínu na všetkých stupňoch školského systému. Ak na základnej škole žiaci nezískajú pozitívny vzťah k programovaniu a stane sa z neho strašiak, žiaci sa strachu nezbavia do konca života, alebo len veľmi t'ažko (Kelleher – Pausch, 2003; Leemkuil – De Jong – Ootes, 2000; Owston, 2009). Preto je veľmi dôležité aby prvé stretnutie s programovaním bolo príjemné, aby žiaci potrebné poznatky, návyky a zručnosti z programovania získovali hravou a zábavnou formou (Harel –

Papert, 1990; Papert – Harel, 1991; Perry, 1998). Aby mali z programovania a z aktivít, ktoré rozvíjajú algoritmické a logické myslenie radosť a zábavu. Preto je dôležité nielen zbudíť u žiakov záujem o programovanie, ale tento záujem aj udržiavať a postupne zvyšovať/gradovať. Je preto potrebné žiakov správne motivovať, aby programovali pre nich vhodným spôsobom a vo vyhovujúcim motivujúcim prostredí (Czakóová, 2017), ktoré si nevyžaduje od používateľa vysokú mentálnu úroveň analytického myslenia (Kafai, 1995; Kafai – Burke, 2015).

Odborníci na metodiku vyučovania programovania sa snažili (a nadalej sa snažia) programovanie pre začiatočníkov zjednodušiť, ul'ahčiť a zatraktívniť (Adams – Webster, 2012; Bajúszová, 2015). Vznikli rôzne detské programovacie jazyky a programátorské prostredia (Czakóová, 2016), ktoré umožňujú vytvárať programové aplikácie jednoduchým interaktívnym spôsobom (Baytak – Land, 2011). Tu možno spomenúť Commenius Logo, Imagine, Baltík, Scratch atď. Alebo špeciálne prostredia počítačových hier ako sú CodeCombat a Galaxycodr, kde žiaci programovacie návyky získavajú riešením úloh, no hra nie je výsledkom úlohy, ale jej prostriedkom.

### 2 Hra ako prostriedok na učenie programovania

Je mnoho dôvodov, prečo sa niekto chce naučiť programovať. Pre deti však silnou motiváciou je možnosť naučiť sa vytvárať vlastnú počítačovú hru. Je dôležité uvedomiť si prvotnú motiváciu, pretože môže určovať, aký nástroj si na to zvolíme (Hijon – Neira, 2017; Jašková, 2000°; Pecinovský, 2001; Stoffová, 2016). Cieľom amerického projektu CodeCombat je sprístupniť učenie sa programovania všade vo svete. V súčasnosti je tento projekt dostupný vo vyše 50 jazykoch, medzi ktorými sú aj slovenčina, maďarčina, čeština a polština. Na úvodnej stránke <http://codecombat.com/> je možné si všimnúť tri možnosti – „som edukátor“, „som študent“, „hraj“. Jednou z hlavných výhod prostredia je, že evokuje pocit hrania skutočnej hry hracími prvkami a atraktívnu grafikou. Slovenský projekt Galaxycodr využíva hranie hry ako nástroj na predstavovanie kľúčových konceptov programovania. Programovacie návyky používateľ získava riešením úloh, no hra je tu tiež len prostriedkom vyučovania.

Z názvu je zrejmé, že motívom tejto hry je vesmír. Žiakov hrou sprevádzajú sympathetickí mimozemšťania. Hráčovou úlohou je pomáhať im riešiť úlohy a prekonávať prekážky. V Galaxycodr sa nepoužíva skutočná syntax programovacieho jazyka, ale blokové programovanie, čo je spájanie blokov do logických celkov. Toto prostredie je určené skôr pre žiakov prvého stupňa ZŠ. Máme s ním vo vyučovaní dobré skúsenosti. Žiaci druhého a tretieho ročníka ZŠ dokázali za krátky čas prejst' všetky vtedy dostupné úlohy. Úlohy riešili dobrovoľne v rámci práce v záujmovom krúžku programovania.

Oba tieto projekty si vzali za úlohu hravou formou predstaviť základné stavebné kamene programovania ako cykly, podmienky, premenné a iné, pričom výsledkom je vyriešenie zadanej úlohy.

V predchádzajúcich projektoch hra je prostriedkom vzdelávania, avšak počítačová hra môže byť aj výsledkom realizácií aktivít na počítači (Skovjberg, 2016; Stoffová – Végh, 2006; Stoffová – Skalka – Morvai, 1995).

### 3 Vytváranie počítačových hier – motivácia naučiť sa programovať

Rozhodli sme sa učiť programovanie vytváraním hier v prostredí Construct 2, čo je špeciálny softvér na vytváranie hier. Tako vznikol internetový kurz programovania hier, ktorý obsahuje osem podrobnych návodov, v ktorých sa edukanti naučia vytvárať tri typy hier, základné herné mechaniky a praktiky, ktoré celý proces optimalizujú. Kurz je vytvorený v nástroji na tvorbu webových stránok WebNode.

Kurz je dostupný na stránke [www.akonaconstruct2.webnode.sk](http://www.akonaconstruct2.webnode.sk). Cieľom bolo vytvoriť stránku, na ktorej sa bude dať ľahko orientovať. Snažili sme sa obsah vyučovania usporiadat' logicky a aby každý tematický celok bol čo najprehľadnejší, a to združovaním menších častí do väčších logických celkov. Okrem úvodnej stránky, na ktorej je v krátkosti vysvetlené, na čo učebnica slúži a čo je Construct 2, webová stránka má ďalšie tri relatívne samostatné časti, ktoré sú pomenované: „Ako začať“, „Tvorba hier“ a „Inšpirácia“.

The screenshot shows the navigation bar with links: C2 učebnica, Úvod, Ako začať, Tvorba hier, Inšpirácia. Below the navigation, there is a heading 'Ako na Construct 2' and a paragraph of text. To the right of the text is a small image of two computer monitors displaying colorful game prototypes.

**C2 učebnica**

Úvod Ako začať Tvorba hier Inšpirácia

## Ako na Construct 2

Vitaj v internetovej učebnici k programovaciemu prostrediu Construct 2. Nájdete tu základný prehľad, ako sa v programe orientovať, ako vytvárať nové objekty a ako vytvoriť funkčné hry od začiatku do konca. Ďalej tu aj nájdete nápady pre ďalšie projekty a časte chyby aj s riešeniami.

**Čo je Construct 2?**

Construct 2 je softvér, v ktorom môžete vytvárať hry bez použitia programovacieho jazyka. Ak nemáte žiadne skúsenosti s programovaním, nevádajte, všetko sa naučíme! Môžeme?

Obrázok 1: Úvodná stránka elektronickej učebnice

Časť „Ako začať“ má byť prvým krokom, preto sa do tejto sekcie dá dostať aj z úvodnej stránky. Jej cieľom je poskytnúť pomoc pri stiahovaní a inštalácii softvéru. Rovnako opisuje základnú štruktúru programu a spôsob navigácie v ňom, keďže softvér sa môže javiť na prvý pohľad ako pomerne komplikovaný. Ďalej je tu vysvetlené, ako funguje Construct 2, layout a event

sheet a načo slúžia okná, čo je možné v nich sledovať/monitorovať, či už projects bar, objects bar alebo properties bar, keďže tieto okná sú najviac využívané pri vytváraní hier a účinne pomáhajú pri práci. Z tejto časti sa dá dostať (prekliknúť) na časť Tvorba hier.

V časti „Tvorba hier“ sa nachádza jadro celého kurzu. Je rozdelená na štyri časti: návody, správania, precvičovanie a tipy a triky. Časť „Návody“ obsahuje konkrétné postupy na vytváranie hier. V každom z nich je napísané, čo sa môžu tvorcovia naučiť. Je tam vložená prezentácia s konkrétnym návodom a pod prezentáciou sú vypísané použité správania z návodu spolu s hyperlinkom na text, v ktorom sú tieto správania podrobne vysvetlené. Na konci návodu je odkaz na nasledujúci návod.

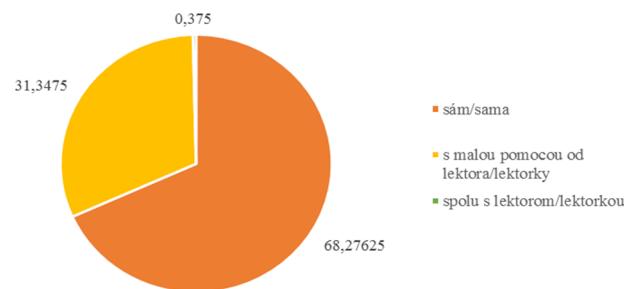
### 4 Testovanie účinnosti kurzu programovania

Internetový kurz bol testovaný na žiakoch základných škôl dotazníkovou metódou. Kurz bol prispôsobený k mentálnej úrovni žiakov základných škôl a bol testovaný na kurzoch tvorby počítačových hier. Údaje o jeho efektívnosti a užitočnosti boli získavané formou internetových dotazníkov vyplňaných žiakmi, ktorí s návodmi pracovali. Testovania sa zúčastnilo 21 žiakov a na základe získaných údajov sa výhodnocovala efektivita takýmto spôsobom realizovaného kurzu tvorby počítačových hier.

Kedže pri zostavovaní návodov bol kladený dôraz na identifikovanie klúčových konceptov programovania v jednotlivých prvkoch hry a na vytvorenie návodov, ktoré by viedli k autonómii edukanta, efektívnosť kurzu bola meraná schopnosťou edukanta klúčové prvky vytvárať a pracovať s návodom samostatne. Analýza údajov ukázala, že väčšina žiakov bola schopná vytvoriť dva z troch testovaných prvkov samostatne na konci každého z návodov a že väčšina žiakov dokázala pracovať s návodom samostatne.

Výskumom sme chceli overiť, či sú návody vhodne vytvorené či už po vizuálnej stránke a tiež aj obsahovo. Ak by sme zistili, že by väčšina žiakov mala problém pracovať s návodom samostatne, bola by to pre nás spätná väzba s významom, že návody je potrebné prerobiť a zmeniť, aby lepšie vyzovovali žiakov základných škôl. Výsledky sú na obrázku 2.

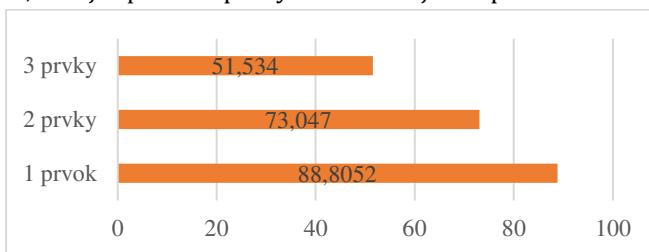
Po spriemerovaní hodnôt z jednotlivých dotazníkov sme zistili, že až 68,28 % žiakov s návodom pracovalo samostatne, bez akejkoľvek pomoci. Toto zistenie je vnímané veľmi pozitívne, keďže sa potvrdilo, že návody tejto výskumnej vzorky vyzovovali. Ďalej 31,35 % žiakov pri práci s návodom občas potrebovalo pomoc a iba 0,38 % žiakov pracovalo na návode za sústavnej prítomnosti učiteľa.



Obrázok 2: Do akej miery pracovali žiaci samostatne s návodom.

Chceli sme tiež zistíť, či sú efektívne dané návody vo vysvetľovaní obsahu.

Pri hlbšej analýze sme pri každej tabuľke údajov z dotazníkov zistovali, aké percento žiakov označilo, že by dokázali naprogramovať všetky tri prvky samostatne, ďalej aspoň dva prvky a kol'kí len jeden prvk.



Obrázok 3: Koľko žiakov dokáže samostatne naprogramovať testované prvky v jednotlivých návodoch?

Ked' sme z hodnôt vypočítali priemer, získali sme odpoveď na našu otázku. V priemere až 88,81 % žiakov odpovedalo, že by v každom z návodov dokázalo samostatne naprogramovať aspoň jeden z troch prvkov, ktoré boli v danom návode testované. Podiel žiakov, ktorí v každom z návodov označili, že by dokázali naprogramovať všetky tri prvky samostatne, bol 51,53 %, čo v priemere predstavuje jedného z dvoch žiakov. Aj tento výsledok vnímame výrazne pozitívne.

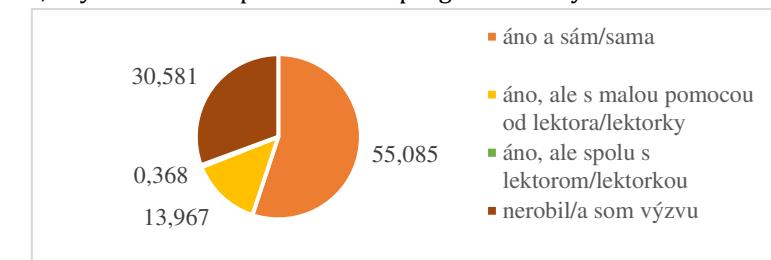
Autorky práce dúfali, že budú návody vytvorené a stupňované tak, aby sa v každom z návodov žiaci naučili aspoň niečo urobiť samostatne bez pomoci. Toto predstavuje významný motivačný prvok u mladých začínajúcich programátorov, čo tiež hodnotíme pozitívne.

Na konci každého návodu bola výzva, ktorá od edukantov vyžadovala ďalšiu prácu s novými poznatkami. Na naše výskumné účely sme sledovali, koľko žiakov sa rozhodne splniť aspoň jednu z výziev uvedených na konci návodu.

Hlavnou myšlienkom pri výzvach bol fakt, že úlohy boli dobrovoľné a záležalo len od edukanta, či sa pustil do riešenia úlohy alebo nie. Vo svojom jadre predstavovali nejaký prvok, ktorý danej hre pridával na kvalite, no vyžadoval ďalší čas, sústredenie a žiak by nemal k dispozícii návod, ako to dosiahnuť. Preto poslednou sekciou v dotazníku bola kontrolná otázka, či splnil žiak aspoň jednu z výziev. Na výber mali možné odpovede *áno a sám/sama, áno, ale s menšou pomocou od lektora, áno, ale spolu s lektoram/lektorkou alebo nereagoval/nereagovala na výzvu* (*teda neriešil/neriešila úlohy*).

Výskum dokázal, že iba menej ako tretina žiakov sa rozhodla nesplniť ani jednu výzvu na konci návodu, a z tých, ktorí ju splnili, viac než polovica to zvládla samostatnou prácou bez pomoci.

Poslednou úlohou bolo zistiť, kol'ko žiakov sa v priemere rozhodne splniť aspoň jednu výzvu na konci návodu. Niekedy výzva predstavovala opakovanie niektorého z prvkov obsahu, niekedy ich kombinovala do jedného celku, inokedy dávala priestor pre dotváranie hry mimo jej programovacieho rozhrania. Zaujímalo nás, ako tvorba hier v Construct 2 bude motivovať žiakov, aby dobrovoľne pokračovali v programátorských aktivitách.



Obrázok 4: Sebareflexia žiakov: Splnil/a si aspoň jednu výzvu?

Z grafu možno vyčítať, že aspoň jednu výzvu splnilo priemerne až 69,42 % žiakov, čo je viac ako dve tretiny celkového počtu žiakov, či už s pomocou alebo bez pomoci lektora. V priemere viac ako polovica žiakov, konkrétnie 55,09 %, dokázalo výzvu splniť bez pomoci, 13,97 % žiakov potrebovalo malú pomoc od lektora a 0,37 % študentov robilo výzvu spolu s lektorm.

Základe týchto výsledkov usudzujeme, že úlohy, ktoré boli zadane výzvou skutočne boli vhodne zvoleným motivujúcim prvkom a že aj samotný fakt, že žiak vytvára hru, ho motivuje pracovať s novými poznatkami a viac riskovať v celom procese tvorby.

#### 4 Záver

Školy dnes čelia viacerým výzvam, pokiaľ ide o vyučovanie programovania. Aktuálnym problémom je, že chýbajú kvalifikovaní učitelia a vo viacerých prípadoch informatiku vyučujú neodborníci, ktorí často bojujú s obsahom, ako žiakom predstaviť programátorské koncepty najpriateľnejším spôsobom, ako ich správne motivovať k aktívnej účasti na vzdelávaní. Na túto výzvu vznikajú rôzne iniciatívy a všeobecné metodiky pre učiteľov, ako možno vyučovacie hodiny realizovať zaujímavým spôsobom. Skutočnosťou je, že metodik na vyučovanie informatiky, špeciálne na vyučovanie programovania hravou formou, napríklad pomocou vytvárania reálnych hier je nedostatok. Začiatocným úmyslom pre vznik tejto aplikácie vo forme internetového kurzu bolo poskytnúť alternatívu na vyučovanie programovania prostredníctvom tvorby počítačových hier v autentickom prostredí. Pri tvorbe kurzu sme vychádzali zo vzdelávacích štandardov, z príncipov konštruktivizmu, zo zvedavosťou riadeného učenia sa, z učenia sa objavovaním, z rôznych konceptov programovania v softvéri neprispôsobenom pedagogickým účelom.

Proces prípravy týchto materiálov neboli priamočiary, mal komplikovaný iteráčny charakter. Najprv sme vyšpecifikovali obsah, podľa štátneho vzdelávacieho programu. Potom sme hľadali správnu formu a realizačné nástroje. Samotné návody prechádzali revíziou na podnetu lektorov, ktorí s týmito návodmi na kurzoch pracovali. Ich pripomienky boli zapracované do finálnych návodov. Návody sme najprv realizovali ako prezentácie v PowerPoint, neskôr ako internetový kurz. Kurz je dostupný na internetovej adrese: <http://akonaconstruct2.webnode.sk>.

Výsledky pedagogického experimentu ukázali, že žiaci sú schopní pracovať s návodmi samostatne bez ďalšieho vysvetľovania. Viac ako 70 % žiakov po absolvovaní kurzu podľa návodu zhodnotí, že by dokázal aspoň jeden z troch testovaných prvkov naprogramovať samostatne a že viac ako polovica žiakov dokáže naprogramovať aspoň dva prvky z troch testovaných. Analýza údajov ukázala, že priemerne až 88,81 % žiakov označilo v každom z návodov, že by dokázalo aspoň jeden prvek naprogramovať bez pomoci a 73,05 % žiakov odpovedalo, že by dokázali naprogramovať dva z troch testovaných prvkov v danom návode. Tiež sme zistili, že na konci návodu sú žiaci dostatočne motivovaní, aby sa rozhodli splniť výzvu na konci návodu. Výskum ukázal, že až 69,42 % žiakov sa rozhodlo dobrovoľne splniť aspoň jednu výzvu.

Príspevok bol podporený projektom KEGA 012TTU-4/2018: Interaktívne animačno-simulačné modely vo vzdelávaní.

#### Literatúra

1. ADAMS, J. C. – WEBSTER, A. R. 2012. What do students learn about programming from game, music video, and storytelling projects?. In: Proceedings of the 43th ACM Technical symposium on computer science education, 643-648, 2012.
2. BAJÚSZOVÁ, Z. 2015. Metody pro výuku programování na základních školách. Zlín: Univerzita Tomáše Bati ve Zlíně, 2015. 79 s.
3. BAYTAK, A. – LAND, S. M. 2011. An investigation of the artifacts and process of constructing computer games about environmental science in a fifth grade classroom. In: Educational Technology Research and Development, 2011. DOI: 10.1007/s11423-010-9184-z
4. CZAKÓOVÁ, K. 2017. Élmény alapú programozás oktatás. 2017 Komárno : Univerzita J. Selyeho, 2017. ISBN 978-80-8122-221-4
5. CZAKÓOVÁ, K. 2016. Creation small educational software in the micro-world of small languages. 2016 Debrecen : Institute of Mathematics, University of Debrecen, 2016. ISSN1589-7389
6. HAREL, I. – PAPERT, S. 1990. Software design as a learning environment. In: Interactive Learning Environments, 1, 1-32. 1990. DOI: 10.1080/1049482900010102.
7. HIJÓN-NEIRA, R. et al. 2017. An Analysis of the Current Situation of Teaching Programming in Primary Education. 2017. International Symposium on Computers in Education. DOI: 10.1109/SIIE.2017.8259650
8. Informatika – nižšie stredné vzdelávanie. 2014. Bratislava: Štátny pedagogický ústav. [cit. 1. 3. 2020]. Dostupné na internete: [https://www.statpedu.sk/files/articles/dokumenty/inovovany-statny-vzdelavaci-program/informatika\\_nsv\\_2014.pdf](https://www.statpedu.sk/files/articles/dokumenty/inovovany-statny-vzdelavaci-program/informatika_nsv_2014.pdf)
9. Informatika - primárne vzdelávanie. 2014. Bratislava: Štátny pedagogický ústav. [cit. 1. 3. 2020]. Dostupné na internete: [https://www.statpedu.sk/files/articles/dokumenty/inovovany-statny-vzdelavaci-program/informatika\\_pv\\_2014.pdf](https://www.statpedu.sk/files/articles/dokumenty/inovovany-statny-vzdelavaci-program/informatika_pv_2014.pdf)
10. JAŠKOVÁ, L. 2000. Tvorba pedagogického softwaru. In: edi.fmph.uniba.sk [online]. 2000. Dostupné na internete: <http://edi.fmph.uniba.sk/~jaskova/tps/prednasky.htm>
11. KAFAI, Y. B. 1995. Minds in play: Computer game design as a context for children's learning. Routledge. S. 358. ISBN-13: 978-0805815139
12. KAFAI, Y. B. – BURKE, Q. 2015. Constructionist Gaming: Understanding the Benefits of Making Games for Learning. In: Educational Psychologist, 313-334. 2015. DOI: 10.1080/00461520.2015.1124022
13. KELLEHER, C. – PAUSCH, R. 2003. Lowering the Barriers to Programming: a survey of programming environments and languages for novice programmers. In: radcube.com [online]. 2003. Pennsylvania: Carnegie Mellon University. Dostupné na internete: <https://www.readcube.com/articles/10.21236/ada457911>
14. KARPIELOVÁ, M. 2020. Elaboration of an electronic educational course for teaching programming in the Construct 2 environment (Spracovanie elektronického vzdelávacieho kurzu na vyučovanie programovania v prostredí Construct 2), Diploma thesis, Trnava: Trnava University in Trnava, 2020, pp. 1-129.

15. LEEMKUIL, H. – DE JONG, T. – OOTES, S. 2000. Review of educational use of games and simulations. 2000. EC project KITS. Dostupné na internete: [http://doc.utwente.nl/28235/1/review\\_of\\_educational.pdf](http://doc.utwente.nl/28235/1/review_of_educational.pdf)
16. OWSTON, R. et al. 2009. Computer game development as a literacy activity. In: Computers & Education, 977-989. 2009.
17. PAPERT, S. – HAREL, I. 1991. Constructionism. New Jersey: Able Publishing Corporation, 1991. 518 s. ISBN - 13 978-0893917869
18. PECINOVSKÝ, R. 2001. Proč učit' programování na základní škole. In: ceskaskola.cz [online]. 10. 9. 2001 [cit. 29. 2. 2020]. Dostupné z: <http://www.ceskaskola.cz/2001/09/rudolf-pecinovsky-proc-ucit.html> cit 29.2.2020
19. PERRY, N. E. (1998). Young children's self-regulated learning and contexts that support it. In: J. Educ. Psychol. 90:715. DOI: 10.1037/0022-0663.90.4.715
20. Rámcový učebný plán. In: statpedu.sk. 2015. Bratislava: Štátne pedagogické ústav s. 3. Dostupné na internete: [https://www.statpedu.sk/files/articles/dokumenty/inovovany-statny-vzdelavaci-program/rup\\_zs\\_pre-z-s-vyu\\_ovac\\_m-jazykom-slovensk\\_m.pdf](https://www.statpedu.sk/files/articles/dokumenty/inovovany-statny-vzdelavaci-program/rup_zs_pre-z-s-vyu_ovac_m-jazykom-slovensk_m.pdf)
21. SKOVBJERG, H. M. 2016. "This is a Really Funny Game": Children Making Games for Each Other in a School Context. In: 10th European Conference on Game Based Learning: ECGBL 2016.
22. STOFFOVÁ, V. – SKALKA, J. – MORVÁI, M. 1995. Didaktické počítačové hry. In: Informatika v škole, 1995, č. 12. s. 19-24.
23. STOFFOVÁ, V. 2016. The Importance of Didactic Computer Games in the Acquisition of New Knowledge. In: futureacademy.org.uk [online]. 2016. Dostupné na internete: [https://www.futureacademy.org.uk/files/images/upload/70\\_4323\\_fulltext.pdf](https://www.futureacademy.org.uk/files/images/upload/70_4323_fulltext.pdf)
24. STOFFOVÁ, V.: Educational Computer Games in programming Teaching and Learning. In: New technologies and redesigning learning spaces : eLearning and Software for Education. Bucuresti : Carol 1 National Defence University, 2019. ISSN 2066-026X, CD-ROM, p. 39-45. WoS. DOI 10.12753/2066-026X-19-004

**Recenzovala:** Prof. PaedDr. Katarína Žilková, PhD.

**Kontaktná adresa:**

prof. Ing. Veronika Stoffová, CSc., PaedDr. Veronika Gabaľová, PhD.  
Katedra matematiky a informatiky,  
Pedagogická fakulta Trnavskej univerzity v Trnave, Priemyselná 4, 917 01 Trnava  
veronika.stoffova@truni.sk, veronika.gabalova@gmail.com

## E. Robotics

- E1.** Andor ABONYI-TÓTH: Simulation of features of robot generations in primary and secondary school education
- E2.** Anikó RUMBUS: Online alkalmazás az oktatásban – Google Jamboard  
Online alkalmazás az oktatásban – Google Jamboard (Online app in education - Google jamboard)
- E3.** Bence GAÁL: An overview of robotics kits for public education
- E4.** Eva GAŠPAROVÁ: Rozvoj kľučových kompetencií detí predškolského veku prostredníctvom interaktívnej tabule a robotických hračiek
- E5.** Ildikó PŠENÁKOVÁ, Marian MINÁRIK: Využitie mikrokontrolera ako učebnej pomôcky (Use of the microcontroller as a teaching device)
- E6.** József UDVAROS: Mikrovezérlők és robotok a programozás oktatásban (Microcontrollers and robots in teaching programming)
- E7.** SOMOGYI Anikó, KELEMEN András, MINGESZ Róbert: Motion tracking by an Arduino due and Excel
- E8.** Tünde LENGYEL MOLNÁR, Réka RACSKÓ, Zoltán SZŰTS: The development of multiliteracy with Lego devices



# SIMULATION OF FEATURES OF ROBOT GENERATIONS IN PRIMARY AND SECONDARY SCHOOL EDUCATION

Andor ABONYI-TÓTH, HU

**Abstract:** An important part of teaching robotics is describing different robot generations, which represent the characteristic stages of technological development. These generations are also identifiable in case of educational robots. The categories refer to the tasks and problems which can be solved with a given robot. However, the development of robot generations can also be presented to students with the help of algorithmization and coding tasks which simulate the behaviour of robots in a programming environment. These activities can prepare students to work with real educational robots or complement the activities they do with them. This article summarizes the opportunities and advantages of the simulation of robot generations, and shows a concrete example of their implementation.

**Keywords:** Robotics, Robot Generations, Simulation, Scratch, Robomind

## 1 Introduction

When introducing students to robotics, it is worth assessing the existing knowledge children have about the topic. For that, first we have to define the equipment which children perceive as robots. It can be done in a brainstorming session when we collect the robots they know of and mention some tasks those robots can perform [1].

In these sessions, students often mention everyday objects (e.g. robot vacuum cleaners, robot lawn mowers, humanoid toy robots, industrial robots in an assembly plant, etc.) and fictional robots existing only in films and books (e.g. shape-shifting robots, doctor robots, combat robots). Of course, it is worth clarifying which robots actually exist, and which aspects of fictional robots are rooted in reality. The robots collected by students can then be grouped into a number of categories, such as location of use, complexity of activity, size, nature (e.g., humanoid), and so on. We can come up with a diverse classification by simply focusing on the activities robots can perform. The groups may include robots performing simple or more complex tasks. At this point we can tell students that robots can be classified into different generations based on their technological level [2].

## 2 Robot generations

The primary characteristics of *first-generation robots* is that they perform their actions according to a specific program and are unable to sense their environment. In this category are, for example, some industrial robots with pre-programmed path of movement and activities. In this case, if a workpiece is positioned incorrectly, the robot will not be able to perform its task under the changed conditions.

*Second-generation robots* are more advanced. They have a variety of sensors, so they can modify their movements, activities and operation using the information gained of their environment. For example, they can avoid an obstacle in their path.

*Third-generation robots* have even more advanced artificial intelligence, they can recognize shapes and situations, and they can solve certain tasks through machine learning. They can solve certain tasks independently in an unfamiliar terrain; Mars rovers, for example, even find their way on an alien planet.

## 3 Robot generations in education

Educational robots have several generations too.

*First-generation robots* include, for example, floor robots whose path of movement can be programmed by the physical buttons on them (forward, backward, turn right or left, wait), or by an external application. These robots travel along the specified tracks according to the pre-programmed code. They can be used with the original paths supplied with the robot or new paths programmed by the students. Various tasks and problems can be associated with the paths. Floor robots are ideal for developing students' algorithmic thinking in the lower grades of elementary school, and they can help in the playful acquisition of directions, numbers, shapes, colors, and so on [3].



Figure 7: Blue-bot floor robot<sup>16</sup>



Figure 8: An example floor mat<sup>17</sup>

<sup>16</sup> <https://bit.ly/3avl4qr>

<sup>17</sup> <https://bit.ly/2x09w0A>

*Second generation robots* are robots and kits which can process the data acquired by their sensors for completing the tasks. There is a wide variety of these educational robots. Which kit to choose may depend on the age group, the type and the features of the programming language, the quantity and quality of the related teaching materials, the available financial resources, and the specifics of the teaching task [4].

The kits differ in the range of sensors included in their basic package and available as optional accessories.



Figure 9: EV3 Touch sensor, Colour sensor, Ultrasonic sensor<sup>18</sup>

The following sensors are most commonly found in the kits [5]:

- Ultrasonic sensor: it measures the distance between objects or detect the ultrasound emitted by another source or reflected by a surface. It is great for measuring the distance between two robots (vehicles), making automatic doors, building a parking radar, etc. It is also suitable for detecting ultrasound from other sources. For example, a robot may respond to a nearby robot emitting ultrasound.
- Colour sensor: it recognizes various colours, which allows for the creation of a robot which can sort objects of different colours, follow a line or a more advanced one which solves the Rubik's cube.
- Light sensor: measures the intensity of the reflected light or ambient light. It can be used, for example, to enable the robot to stop at the edge of the tabletop when it no longer detects the light reflected from the tabletop.
- Touch sensor: detects when a button is pressed or released. For example, we can make a robotic hand which closes when something touches it.
- Gyro sensor: The gyroscopic sensor is used to detect the angle of rotation of the robot. It can be used, for example, for building a balancing robot.

*Third-generation robots* play a role in research and development related to artificial intelligence and therefore require high-level programming skills.

<sup>18</sup> <http://www.legoengineering.com/ev3-sensors/>

They have high computing power and allow the use of sensors with advanced functionality.

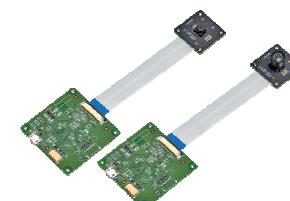


Figure 10: Image Sensor Module<sup>19</sup>



Figure 11: Tactile Sensor<sup>20</sup>

The development of self-driving vehicles requires good quality distance measurement, object recognition, visual and proximity sensors. The acoustic sensors allow the robot to receive voice commands or process sound effects from the environment. Third generation robots typically have a camera mounted on them, whose image must be processed. The processing tasks may include shape and emotion recognition, which can be very important in the case of robots doing social work.

These robots are typically used in institutions above the secondary school level, in tertiary and adult education. For this reason, we do not address this topic in more detail in our article. The third generation robots can also be simulated in a complex environment such as the Webots simulator.<sup>21</sup>

The simulator can be used for modeling and programming, and the simulation of the robot's behaviour [6].



Figure 12: Insect-shaped robot<sup>22</sup>



Figure 13: MyBot uses a camera to detect colored objects<sup>23</sup>

<sup>19</sup> <https://hu.mouser.com/new/omronelectronics/omron-b5t-hvc-p2-sensors/>

<sup>20</sup> <https://pressureprofile.com/nl/robotics>

<sup>21</sup> Webots. Commercial Mobile Robot Simulation Software. <https://cyberbotics.com/>

<sup>22</sup> <https://cyberbotics.com/doc/guide/samples-demos>

<sup>23</sup> <https://cyberbotics.com/doc/guide/samples-devices>

#### 4. The potential benefits of simulating robot generations in public education

The development of robot generations can even be presented to children through creating algorithms and writing code by which we can simulate the behaviour of a robot. Such activities can be good complements of working with real educational robots.

Activities in a simulated environment allow students to gain sufficient knowledge and experience in the field of programming, so that they could later program physically existing, more complex robots later.

If the school has fewer robots than would be necessary for the sessions, then while one group is programming a real robot, the other can work in the simulated environment and then they can switch.

If the school does not yet have the robots, the basic concepts of robotics can be introduced in the simulated environment. There are several initiatives available for Hungarian schools (e.g. 'wandering robots' [7], 'wandering micro:bits' [8]), in which schools can borrow various devices (e.g. floor robots, micro:bits) free of charge. More advanced robotics kits are also expected to be available for borrowing in the future. As these devices are only available in a school for a limited time, students should be taught their programming in advance in simulated environments, so that they could use the kits efficiently to solve advanced tasks when they have access to them.

Simulations allow us to set homework assignments which students could not otherwise do or try out in the absence of the necessary equipment.

It is much easier and faster to define paths for a particular type of problem in a simulated environment than in a real one. The paths can be drawn by the students, so besides completing a programming task, they use their image editing skills too. They can also customise the shape of the robot if the program has that option. The students can even use an animated figure as a robot, whose creation requires creativity and a better knowledge of the equipment.

Moreover, we can define a task in which the robot's program is given, and create a path individually or in a group which meets the conditions set in the task (e.g., the robot must collect the fallen fruit, but avoid poisonous mushrooms.)

Another advantage is that we can try different algorithms and problem-solving strategies without risking causing damage to real, sometimes very expensive devices. While collisions make no difference in a simulation, they can significantly shorten the lifespan of real robots. The methods and solutions tested in the simulator can then be used for the programming of real robots.

The route travelled by the robots can be easily illustrated by the robot drawing a line after itself. Of course, this can be done in a real environment by attaching a felt-tip pen to the robot, and the mat can be made of an easily erasable material. The advantage of this method is that the routes traversed can be easily compared, illustrating that a given problem can be solved in several ways.

If the students have already gained experience in using floor robots and we want to introduce them to block programming environments, we can add introductory tasks which rely on their knowledge gained in the robotics sessions. This way we can teach them the basics of programming and using various control structures.

The simulator allows teachers to better present certain phenomena (e.g. operating model of line follower robots, traversal algorithms, obstacle avoidance algorithms) to the whole class.

If students do not have a background in robotics but have already used block programming environments (e.g. Scratch), we can set novel, playful problem-solving tasks from the field of robotics.

We can also teach functions which are not supported by the available real robots, such as picking up/laying down objects on a track, programming loading and rearrangement tasks.

Students can also be introduced to programming languages which go beyond block programming (e.g. LOGO, Robo).

Keep in mind, however, that programming physically existing and moving robots is a highly motivating activity for children, so simulations should not be used instead of that, but as complementary method. It is very important that students have hands-on experience with real robots in their studies and, if possible, solve real-life, open problems in project work [9].

##### 4.1 Simulation in Scratch environment

The Scratch environment can be used as block programming<sup>24</sup> environment to simulate the activities of robots. A simulation environment should be designed from a top view of the robot and the course. The shape of the robot drawn must clearly indicate what direction it is facing.

In the Scratch environment, students can draw the shape of a robot and create animated shapes. The path that the robot must travel along can be easily drawn using either built-in or external drawing tools. The tracks and the robot images can be easily replaced.

---

<sup>24</sup> <https://scratch.mit.edu/>

The robots can initially be controlled with keystrokes (e.g. cursor keys) and then we can switch to writing programs which allow the creation of more advanced control structures.

The distance unit parameter must be set for each track to allow the robot to move a certain distance or turn when necessary. Parameters are crucial in the programming of real-life robots, so students should learn about them in the simulated environment as well.

Using the pen plug-in, the robot can draw a line after itself, so the users can keep track of its route.

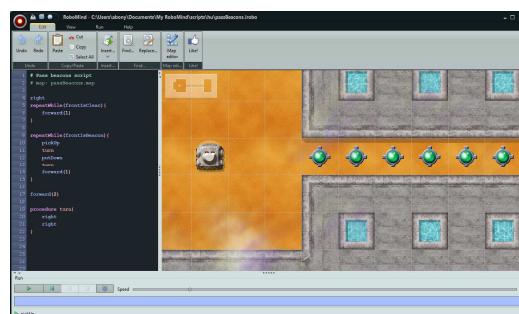
Sensors can also be simulated. The robot can be programmed to stop if it encounters an obstacle. For that is advisable to draw the obstacle/wall with a specific colour. In the Scratch environment we can ask if our robot has encountered a line with a given colour during its movement. It allows us to simulate the movement of a second generation robot which moves forward until it detects an obstacle. A common task in teaching robotics is when the robot must be programmed to follow a line. It can be simulated in the Scratch environment, which is described in a later chapter in more detail.

With the Video sensing plugin available in Scratch, we can present creating applications with the help of a webcam image, in which we can control participants with our movement or detect the colours appearing in the video image. This could be a transition to simulating third-generation robots.

#### 4.2 Simulation in the Robomind environment

ROBO is an imperative/procedural programming language. With the help of this language, you will gain an insight into areas such as robotics and artificial intelligence. The language consist of basic instructions to control the robot, repetition loops, conditional if ... then ... else statements, the possibility to define instructions yourself by creating procedures.

In Robo, we can program in a development environment called Robomind.



**Figure 14:** The RoboMind development environment

The virtual robot can navigate in a square grid environment by moving forward, backward, and turning left and right by 90 degrees. The directions can also be set according to the four cardinal points.

We cannot draw the robot in this environment, but we can choose from several existing shapes. The course can be easily created with the help of the built-in map editor. On the course we can place a wall, various landmarks (crates, plants, water surface), a beacon, and routes marked in white or black.

The advantage of the environment is that the simulated robot can also be controlled with a remote control displayed on the screen (forward, backward, right, left), so that tasks that may be important for younger children can be solved initially, without programming.

The robot can mark the traversed route in white or black. In addition, it can pick up / put down objects (beacons) on the track or "eat" them, which means that it deletes the object after picking it up.

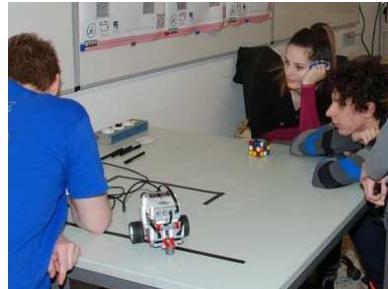
The robot can detect whether there is an obstacle to the left, right or in front of it, whether the path is clear, whether there is a beacon, and whether the road is painted white or black.

The environment is suitable for setting up tasks typical of first-generation robots. Examples are route and area exploration tasks (knowledge of the course, pre-programmed), rearrangement tasks (rearrangement objects of known location and number) [10].

The behaviour of second-generation robots equipped with sensors can also be simulated through various tasks. Examples are path finding tasks (the path to be followed is unknown), getting out of a maze, search tasks (finding and collecting objects on an open course or one containing few obstacles), rearrangement tasks (with the position and/or number of objects previously unknown), traversal tasks (comparison of random and systematic traverses) [10].

#### 4 Case study

Let us examine a line following task in detail. In real life, the route is usually marked by a duct tape glued to the floor or a table, which allows for its simple modification. One solution may be to mount sensors on the front, left and right sides of the line tracking robot which detects either the intensity of the reflected light or its colour. The goal is to keep the centre of the robot on the line as it moves. If the left sensor detects the line, it means that the line is turning left, so the robot must also turn left by a certain degree. The same applies to turning right.



**Figure 15:** Robotics demonstration with a line-following robot in ELTE University's T@T Kuckó (T@T hub)<sup>25</sup>

Let us see an example how a line following task can be simulated in Scratch and Robomind environments.

In the task, a white line on a square grid defines the path the robot should follow. The target where the robot should stop is marked at the end of the white line. The path should be such that the white line is not in the immediate vicinity of the robot, but falls into its path if it starts to move in the set direction. Let us see how this problem can be solved in the two environments.

Below is the track drawn in the RoboMind environment and a possible solution of the task.



**Figure 16:** The path drawn in the map editor

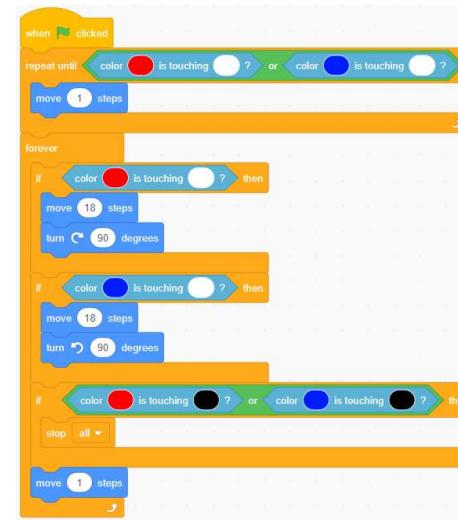
The solution is that we advance 1 step until the field in front of us is white. We then go through the line with a loop which checks whether the target is in front of us (the execution of the loop stops), whether there is a white field in front of us (we move forward), or whether there is a white route on the left or right, as then we have to turn in the right direction.

<sup>25</sup> <http://tet.inf.elte.hu/tetkucko/galeria/>

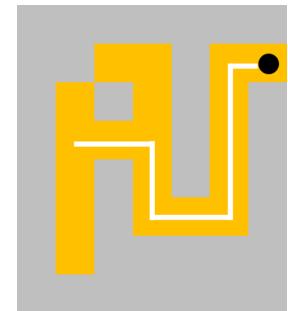
The solution is a little more complex in the Scratch environment, but that is an advantage in this case, as it shows in more detail how the task would be implemented in the real world. There are several types of sensors which can be used in the Scratch environment. As we mentioned, real robots often complete the task by colour perception, so we can try to do that in a similar way in Scratch.

A good way to do it is to draw a robot shape which has two antennas on the left and the right side, with ends marked with different colours. Those colours should also be different from the colour of the path. If the colour of the sensor on the right antenna touches the colour of the route, the robot should turn right, and go on. The same applies for turning left.

In this case, a large black circle marks the target on the course. The left antenna of the robot is blue and the right is red.



**Figure 18:** The drawn robot



**Figure 19:** The path

The implementation is similar to the solution created in Robo, but in this case it must be ensured that if the left or right sensor detects the colour of the route, the robot should not turn immediately, but take so many steps forward that its middle be approximately above the centre of the line. That distance depends on the shape of the robot as well as the unit used on the route. The other difference compared to the previous solution is that the two colour sensors can be used to better illustrate the implementation with real robots, thus making better use of the knowledge gained for the construction of real robots.

## 5 Conclusion

This article outlines the possibilities and benefits of simulating robot generations in public education, highlighting the fact that these activities can well complement (but not completely replace) the work with real robots. We have also shown that the simulation can be done in the usual Scratch block programming environment, but other imperative/procedural languages can also be used, such as the Robo programming language.

## References

- PLUHÁR ZS.: Robotikáról tanároknak. [About robotics for teachers.] 2019. [on-line] (<https://bit.ly/3aAW697>)
- KODÁCSY J., PINTÉR J. (2011): Szerszámgepek és gyártórendszerök. [Power tools and production systems] [on-line] (<https://bit.ly/2zfRRml>)
- LÉNÁRD A. (ed.) Az algoritmikus gondolkodás fejlesztése padlórobotok segítségével. [Development of algorithmic thinking with the help of floor robots.] 2018. Budapest, Hungary: Stiefel Kft.
- B. GAÁL: Comparative analysis of sets used in robotics education. In: Proceeding of Didmattech 2020 Conference.
- J. BURFOOT: EV3 Sensors - LEGO Engineering, 2018. [on-line] (<http://www.legoengineering.com/ev3-sensors/>)
- M. OLIVIER: WebotsTM: Professional Mobile Robot Simulation. International Journal of Advanced Robotic Systems. 1. 10.5772/5618. 2004. [on-line] (<https://bit.ly/2xRP96i>)
- P. FEHÉR, D. O. AKNAI: Wandering Robots in Hungarian Primary Schools: a Case Study. ECer 2019 Conference. [on-line] (<https://bit.ly/2XXOZEV>)
- A. ABONYI-TÓTH, ZS. PLUHÁR: Wandering microbits in the public education of Hungary- LECTURE NOTES IN COMPUTER SCIENCE 11913 pp. 189-199., 11 p. 2019.
- D. H. JONASSEN: Toward a design theory of problem solving. Education Technology Research and Development, 48 (4), 63-85. (2000). doi: 10.1007 / BF02300500
- BERNÁT P.: Robotika az általános iskolában és a RoboMind programozási környezet Paper:3 [Robotics in primary school and the RoboMind programming environment Paper:3] In: Péter Szlávi; Zsakó, László (ed.) INFODIDACT 2015, Budapest, Hungary: Webdidaktika Alapítvány, (2015)

**Reviewed by:** András LÉNÁRD, PhD.

## Contact address

Andor ABONYI-TÓTH, PhD.

ELTE, Faculty of Informatics, Department of Media and Educational Technologies

Address: 1/C Pázmány P. sny., Budapest, H-1117

e-mail: [abonyita@inf.elte.hu](mailto:abonyita@inf.elte.hu)

## ONLINE ALKALMAZÁS AZ OKTATÁSBAN –GOOGLE JAMBOARD

Anikó RUMBUS, HU

**Absztrakt:** A 21. századra a digitalis technika fejlődése elérte azt a szintet, amelyben az okoseszközök használata napi rutinjaink részévé váltak. Okoseszközeinkre fejlesztett appokkal végzünk banki utalásokat, valós idejű videóhívásokat bonyolítunk le, önvezető autókat tesztelünk, okosotthonokat vezérlünk, és még sok egyéb funkciót sorolhatnánk ide. Az oktatás szerepe megváltozott. Az új eszközök és alkalmazások lehetőséget adtak arra, hogy a tanulás-tanítás színtere megváltozzon. A tanórák már nincsenek a tanteremhez kötve klasszikus értelemben. A már korábban bevezetett IKT eszközeink (projektor, interaktív tábla stb.) mellett egyre nagyobb szerepet kapnak a tanórákon az okoseszközök, melynek egyik lehetséges oka, hogy szinte minden diákok rendelkezik okostelefonnal. [1] Az oktatási intézmények infrastruktúráját átalakítják. Az átalakítás egyik oka, hogy az újfajta oktatási módszerekhez igazodva az intézmények megfelelő számú okoseszközökkel rendelkezzenek és elegendő sávszélességgel rendelkezzenek. Az okostelefonokra, tabletekre folyamatosan új oktató alkalmazások készülnek, a meglévő appokat fejlesztik. Az egyik cél ezekkel a fejlesztésekkel az, hogy az oktatás hatékonyságát növeljük, és élményszerűvé tegyük tanóráinkat. A digitalis és online oktatást segítő appok létjogosultsága a Covid-19 vírus okozta helyzet miatt jelentősen megnőtt. A pedagógusok és a diákok digitalis oktatásra való áttérése akuttá vált. Az oktatási intézmények, az általános iskoláktól kezdve az egyetemekig, átálltak a távoktatásra. A pedagógusok távoktatásra való átállását digitalis módszertani ajánlásokkal támogatják. Cikkemben egy általam használt online alkalmazást, a Google Jamboard appot mutatom be, mely lehetővé tette számomra, hogy a matematika órákat valós időben tarthassam meg.

**Kulcsszavak:** online tanulás, oktatás, app, Google Jamboard, Google Classroom, Moodle, IKT kompetencia, módszertan. online matematika tanítás

## ONLINE APP IN EDUCATION -GOOGLE JAMBOARD

**Abstract:** : By the 21st century, the development of digital technology has reached a level where the use of smart devices has become part of our daily routines. With apps developed for our smart devices, we make bank transfers, make real-time video calls, test self-driving cars, control smart homes, and I could list many other features here. The role of education has changed. New tools and applications have provided an opportunity to change the learning-teaching arena. Classes are no longer tied to the classroom in the classical sense. In addition to our previously introduced ICT devices (projector, interactive whiteboard, etc.), smart devices are playing an increasingly important role, one of the possible reasons for which is that almost all students have a smartphone. [1] The infrastructure of educational institutions is being transformed. An important element of the transformation is for institutions to have the right internet and the right number of smart devices. New educational applications are constantly being developed for smartphones and tablets, and existing applications are being developed. One of the goals with these improvements is to increase the efficiency of education and make our lessons more experiential. The raison d'être of apps for digital and online education has increased significantly due to the situation caused by the Covid-19 virus. The transition of educators and students to digital education has become acute. Educational institutions, from primary schools to university institutions, have switched to distance learning. The transition of teachers to distance learning is supported by digital methodological recommendations. In my article, I present an online application I use, the Google Jamboard app, which allowed me to hold math lessons in real time.

**Keywords:** Education, Online app, Mobile app, Google Jamboard, Classroom, Moodle, ICT methodology, Online math teaching

### 1 Bevezetés

Cikkemben egy általam használt online alkalmazást szeretnék bemutatni, mely lehetővé tette számomra, hogy az egyetemi óráimat valós időben tarthassam meg. Az oktatott tárgy neve Alkalmazott matematika II. A kurzust első éves egyetemistáknak tartottam a Kaposvári Egyetemen. Az első távoktatásos óra alkalmával a hallgatóknak prezentációkat készítettem elméleti és gyakorlati tananyagokkal. Az elméleti részek feldolgozása nem okozott problémát, hiszen ezzel a tanítási technikával már korábban is találkoztak a hallgatók tanulmányai során. A gyakorlati példák esetében azonban szokatlan volt számukra, hogy a megoldás lépései előre kidolgozottak voltak. Az órák élő közvetítésen keresztül zajlottak, a Big Blue Button alkalmazáson keresztül. Az első alkalom után azonban több hallgató is

jelezte, hogy nem értették a feladatok levezetésének lépéseit. A réal tárgyak tanításában különösen fontos, hogy a hallgatók a feladatok megoldása során ne csak a lépések eredményeit lássák, hanem a megoldáshoz vezető folyamatot is, valamint hogy saját gondolatmenetüket is kipróblálhassák. A visszajelzések után kezdtem el kutatni olyan módszer után, mely lehetővé teszi a feladatok részletes kidolgozását a valós időben. Több fehértáblás alkalmazást próbáltam ki, például a LiveBoard, Microsoft Whiteboard és a Google Jamboard. Választásom a Google Jamboard-ra azért esett, mert minden hallgatóm rendelkezett Google fiókkal, és a Google Jamboard ingyenesen megengedte, hogy több felhasználóval is megosztathassam egyszerre a táblát. A következő tanórák már ennek a fehértábla alkalmazásnak a segítségével, és a Big Blue Button alkalmazással zajlottak. A hallgatók visszajelzései alapján sikeresebb óráink voltak, jobban megértették a feladatmegoldások magyarázatát is, valamint a megfelelő eszközzel rendelkező hallgatók valós időben reagálhattak a problémákra, tehették fel kérdéseiket, és kaptak még több magyarázatot.

### 1.1 A téma aktualitása

A XXI. században egyre többet hallhatunk, olvashatunk és tapasztalhatunk valós idejű rendszerekről. Okosoththonokat, okosvárosokat tervezünk, önvezető autókat tesztelünk, videóbírók figyelik a football játékokat, elő közvetítéseket nézünk, és még számos felhasználási területet említhetnénk, ahol fontos, hogy az információkat azonnal megkapjuk, és a rendszerekbe történő beavatkozás is azonnal megtörténjen. Napjainkra ez a fajta menedzselés már nem szokatlan. A technika olyan szintű fejlődésen ment keresztül, hogy az azonnali beavatkozás, valós időben történő reagálás a külső ingerekre már alapfeltétele egy jól működő rendszernek, hétköznapjainknak.

### 1.2 Valós idejű operációs rendszerek

A valós idejű operációs rendszerek megbízható, nagy rendelkezésre állású és villámgyorsan reagáló rendszerek. Képesek a másodperc töredéke alatt sorba rendezni a feladatokat fontosság alapján, majd a nagyobb prioritású folyamatokhoz rendelni a szükséges erőforrásokat. A megoldás a reakcióidőt virtualizációval is csökkenti, és maximalizálja az alkalmazások teljesítményét. Azzal is javítja a működési hatékonyságot, hogy lehetővé teszi a valós idejű, és nem valós idejű szolgáltatások együttes alkalmazását egyetlen virtuális gépen. [3]

A tantermekben is alkalmazhatunk valós idejű operációs rendszereket, okos tanteremrétevé azokat, például egy olyan alkalmazás használatával, amely a tanárnak elküldi a diákoktól beolvasható adatokat, kész házi feladatokat, van e hiányzó az adott csoportban, és még számos funkciót lehetne ide sorolni, melynek csak a képzeletünk szabhat határt. [4]

### 1.3 Online alkalmazások

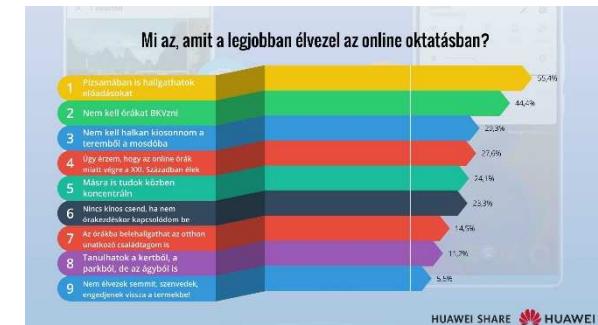
Az online alkalmazásokkal, mobil appok segítségével hasonlóképp dolgozhatunk, mint egy valós idejű operációs rendszerrel. Az események, feladatmegoldások, probléma megoldások valós időben történhetnek, nincsenek fizikálisan helyhez kötve. Valós időben tudunk a diákokkal kommunikálni, a feladatok megoldásait lépésről lépésre tudják követni, ha nem értenek valamit, azonnal tudnak kérdezni, amelyre a tanár azonnal tud reagálni is. [5]

### 1.4 Online alkalmazások előnyei

A XXI. századra digitalis eszközökkel való ellátottságunk az oktatási intézményeinkben is kimagasló. Szinte minden iskolában alap szolgáltatás a WIFI-s internet elérés a kábeles mellett. A tudást a diákok mára már nem kizárolag a tanártól kaphatják meg, hanem azonnal online is hozzáférhetnek. A pedagógusok szerepe megváltozott. Mára már nem Ők azok, akik a tudás kizárlagos birtokosai. Az online alkalmazások okoseszközökön való használata épp ezek miatt is sok előnyt is rejt magában:

- A tanóra helye nincs tanteremhez kötve.
- Az alkalmazások nem csak online érhetők el, hanem okostelefonon és tableten is egyaránt használhatók.
- Az eszközök között vannak kisebb méretűek is, az okostelefonok, melyek zsebben is elférnek, könnyen hordozhatók, és szinte minden diáknak ott lapul a zsebében.
- Az okostelefonok használata növelte a diákok motivációját.
- Különféle audiovizuális elemekkel, képekkel, hivatkozásokkal még színesebbé tehetjük az órai anyagunkat.
- A valós időben zajló kommunikáció lehetőséget biztosít arra, hogy a diákok azonnali visszacsatolásban részesüljenek.
- Az oktatásban ezek az appok és online alkalmazások innovatív eszközöknek számítanak. [6]

A diákokat is megkérdezték az online oktatás előnyeiről. Az általuk adott válaszokat olvashatjuk az alábbi képen:



Ábra 1: Diákok válaszai

### 1.5 Online alkalmazások hátrányai

Az okoseszközök használata számos hátrányt is rejteget.

- A nem megfelelő mennyiségi használatuk hozzászokást eredményezhet.
- A tanórákon való túl sok alkalmazás csökkentheti a motivációt.
- Az appok használatához megfelelő eszközökre van szükségünk, tablet, okostelefon.
- Megfelelő internet hozzáférésre és elegendő sávszélességre van szükségünk.
- A felhasználók tudják letölteni és telepíteni az appokat.
- A választott alkalmazáshoz megfelelő felhasználói fiókkal kell rendelkeznünk.
- A folyamatos motiváció fenntartása is megoldandó probléma. Könnyen el tudnak "bújni" az eszközök mögött, így passzívan is részt vehetnek a tanórákon.

## 2 Fehértáblás alkalmazások

A COVID-19 vírushelyzet miatt minden oktatási intézménynek át kellett állnia a távoktatásra, amelynek számos előnye mellett hátrányai is jelentkeztek. Az egyik ilyen probléma, amellyel szembesültem az volt, hogy az általam tanított Alkalmazott matematika II. tantárgy oktatása során milyen digitalis eszközök segítségével oktathatnék hatékonyan. A real tárgyak, különösen a matematika esetében a feladatmegoldások során fontos, hogy a lépések közti összefüggések, következetések megértetése nem könnyű feladat még elő szóban sem. Az első kurzusra készítettem hangos prezentációt, tartottam streaming előadást a Big Blue Button alkalmazás segítségével. Az előadásanyagok elkészítése rengeteg időbe telt. Megszerkesztettem a képleteket a Microsoft Word képletszerkesztőjével, majd a feladatokat

lépésről lépésre kidolgoztam. minden diához rögzítettem hangos magyarázatot, ám ennek ellenére is sok visszajelzést kaptam azzal kapcsolatban, hogy nem értik a lépések közti összefüggéseket, nehezen tudják követni az előadást.

A kollégákkal való megbeszélések során azt tapasztaltam, hogy ők is hasonló problémákkal szembesültek. Ekkor kezdtünk el közösen megoldást keresni. Így találtam rá a fehértáblás alkalmazásokra, melyeket eddig leginkább az üzleti szférában alkalmaztak, az oktatásban való felhasználásáról még nem találtam szakirodalmat.

## 2.1 Az általam kipróbált fehértáblás alkalmazások

Három fehértáblás alkalmazást, a LiveBoard, Microsoft Whiteboard és Google Jamboard, próbáltam ki, választásom a Google Jamboard-ra esett. Ennek egyik oka az, hogy mindegyik hallgatóm rendelkezett már Google fiókkal, valamint a Google Jamboard-ban egy Jam-et (táblát) egyszerre több hallgatóval is megosztottam anélkül, hogy előfizettem volna. A LiveBoard app esetén ez a lehetőség már a fizetős funkciók közé tartoztak.

Már az első Jamboard-os foglalkozás után érkeztek a pozitív visszajelzések. Könnyebben értették a magyarázatot, a lépéseket valós időben közösen végeztük el, probléma esetén azonnal tudtak kérdezni. Szükség esetén könnyen lehetett törölni, vagy visszavonni az előző lépést, és újra átbeszálni a magyarázatát. Úgy érezték magukat, mintha a tanteremben lennének.

| Név   | Microsoft Whiteboard   | LiveBoard  | Google Jamboard   |
|---|--|--|---|
| Méret   | 153,93 MB  | 15 MB  | 38,34 MB<br>Készílik függő  |
| Operációs rendszer  | Android, iOS   | Android, iOS   | Android, iOS  |
| <b>Funkciók</b>   | Hozzáférés az otthoni vagy munkahelyi hálózathoz, Képtár használat, Hang premium szolgáltatás esetén, Chat, Videó lehetőség (képernyőkép+ hang, premium előfizetés esetén) | Hozzáférés az otthoni vagy munkahelyi hálózathoz, Képtár használat, Hang nincs, Chat | Hozzáférés az otthoni vagy munkahelyi hálózathoz, Képtár (képernyőkép+ hang, premium előfizetés esetén) |
| <b>Az alkalmazás telepítésének ideje, és használatához szükséges fiók</b> | Pár perc, Microsoft fiókkal  | Pár perc, Regisztrációval, Google fiókkal  | Pár perc, Google fiókkal  |
| <b>Műveletek</b>  | Ecset, stickers, kép, kamera,  | Ecset, stickers, szövegdoboz, kívalasztás, radír, alakzat, kép                       | Ecset, stickers, kívalasztás, radír, kép, lézernuttató, háttér állítása, keret tartalmának törlése      |
| <b>Mentési lehetőség</b>  | Automatikus, PNG, One Drive  | Automatikus  | Automatikus, pdf formátum lehetősége  |
| <b>Eszközök</b>   | Táblagép, okostelefon, speciális toll, asztali számítógép  | táblagép, okostelefon, speciális toll, asztali számítógép                            | Táblagép, okostelefon, speciális toll, asztali számítógép   |

Ábra 2: Diákok válasza

## 2.2 Fehértáblás alkalmazások előnyei

Számos előnyét tapasztaltam a fehértáblás alkalmazásnak.

- Használhatták saját okoseszközüket.
- Könnyen kezelhetőek.
- Bárhol, bármikor, bárhonnan csatlakozhattak a tanórához.
- Csoportos tanulási lehetőséget biztosít.
- Kooperatív technikákat is alkalmazhatunk.
- Támogatja a kreativitást.
- Színes, "beszédes" ábrákat készíthetünk.
- Az elkészült Jam-eket megoszthatjuk, lementhetjük pdf állományként.
- A krétánk sosem fogy el, nem leszünk krétaporosak.

## 2.3 Fehértáblás alkalmazások hátrányai

A fehértáblás alkalmazásoknak előnyeik mellett számos hátrányukkal is szembesültem.

- Internet szükséges a használathoz.
- Eszközökigényes. Érintőképernyős eszközökre és speciális tollra van szükségünk.
- Kevésbé szép ábrákat tudunk készíteni.
- Bizonyos téma körök esetén, például geometria, függvénytan, kevésbé jól alkalmazhatók az ábrázolás nehézségei miatt.

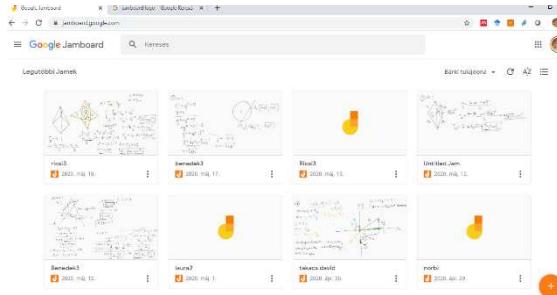
Okostelefonon nem műköött az írás funkció, csak a törlés, mely passzív hallgatóvá tette a diákokat.

## 3 Google Jamboard használata

Az alkalmazás használatához a mai fiataloknak nincs szükségük tanulásra. Az app letöltése és telepítése után azonnal tudták is használni.

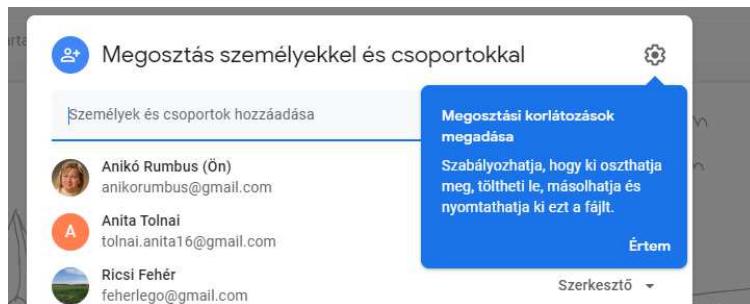
Különféle funkciókat találunk az appban.

A bejelentkezési felületen találjuk a jogosultságok beállítási lehetőségeit, melyek a Jam-ek tulajdonosaira vonatkoznak. (Bárki tulajdonra, Saját tulajdonom, Nem saját tulajdonom).



**Ábra 3:** Google Jamboard bejelentkezési felület

Megosztás személyekkel és csoportokkal funkció, mely hasonlóképpen működik, mint a többi Google alkalmazás esetén. Beállíthatjuk, hogy olvasás, írási jogosultságot szeretnénk e adni.



**Ábra 4:** Google Jamboard megosztási lehetőség

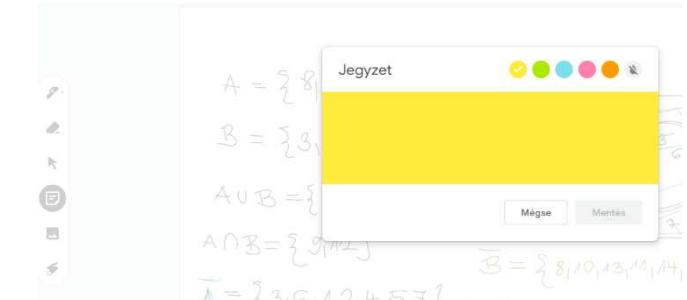
Háttérformázási funkció, melynek segítségével a háttér színét tudjuk változtatni, valamint annak kitöltését. Tudunk sima fehér, fekete és sötétkék háttérszín közül választani. A kitöltés lehet pöttyös, vonalas és négyzetrácsos.



**Ábra 5:** Google Jamboard háttérformázási lehetőség

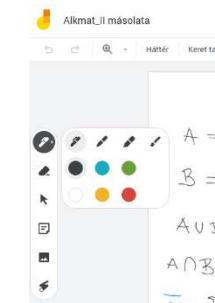
Fájlok feltöltése, mely funkcióval tudunk képeket feltölteni, Google Drive fájlokat csatolni.

Stickersek használata, mellyel még színesebbé, még kreatívabbá tudjuk tenni munkánkat.



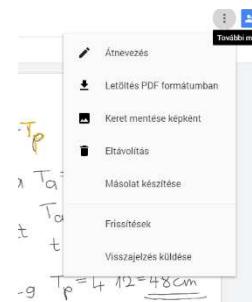
**Ábra 6:** Google Jamboard Stickers

Toll funkció, mely segítségével kiválaszthatjuk a tollunk vastagságát, fajtáját, akár ecsetet is használhatunk. Hat féle színből választhatunk.



**Ábra 7:** Google Jamboard: Toll funkció

További műveletek lehetősége, mellyel át tudjuk nevezni a Jam-et, letölthetjük elkészült munkánkat pdf formátumban, menthetjük képként, törölhetjük, készíthetünk másolatot, frissíthetünk és visszajelzést küldhetünk.



Ábra 8: Google Jamboard: További műveletek

#### 4 Google Jamboard app alkalmazásának módszertana

A távoktatásra való hirtelen átállás komoly problémák elő állították a pedagógus társadalmat. Készítettünk már online tananyagokat, tanulást segítő alkalmazásokat, ám ezeket még országos szinten egységesen nem volt lehetőségünk kipróbálni. Ez az oktatási forma mind a diákoknak, mind a tanároknak új volt.

A második félévben az Alkalmazott matematika tárgy tanítása során vált szükségessé számomra, hogy egy olyan online alkalmazást találjak, mely valós időben tudta a tárgy tanítását segíteni. A kurzus óráit háromhetente tartottam, 4x45 percben. Az órákon 27 fő vett részt, akik kereskedeleml és marketing, vagy pénzügy és számvitel levelezős hallgatók voltak. Az első alkalommal prezentációt készítettem Microsoft Power Point segítségével. Az elmeleti bevezető után az általam megszerkesztett képletek segítségével elő adásban adtam magyarázatot a hallgatóknak. A stream kapcsolatot a Kaposvári Egyetem által használt Big Blue Button alkalmazáson keresztül bonyolítottuk le. Az első alkalom után a hallgatók jeleztek, hogy nehezen követhető, nehezen érthető ez a fajta magyarázat. A lépések közti összefüggéseket nem tudták megfelelően követni. Nem a tempóval volt a problémájuk, hanem a nehezebb képletek helyes jegyzetelésével, valamint, hogy nem látták az átalakításokat. Így az első alkalom után egy másik módszerrel próbálkoztam. A Google Jamboard fehértablás alkalmazás megfelelőnek bizonyult. A virtuális tábla segítségével a feladatokat közösen, lépésről lépésre tudtuk megoldani. Probléma esetén egy visszatörlés segítségével újra át tudtuk beszélni az összefüggéseket. A hallgatók ötleteit is fel tudtuk használni, hiszen ők is bele tudtak írni a megoldás során a táblákba. Passzív hallgatókból aktív dolgozókká váltak. Motiváltabbnak is érezték magukat ezáltal. Az előadások hangulata is pozitív irányba változott.

#### 5 Reflexió

A fehértablás alkalmazások kiválóan megfeleltek annak az elvárásomnak, hogy valós időben tudjam a hallgatóimnak a matematika feladatokat elmagyarázni. Az alkalmazás használatát a hallgatók könnyen elsajátították, nem kellett egy újabb bonyolult rendszer kezelését megtanulniuk. Meglévő Google fiókjukkal tudták használni, nem kellett egy sokadik felhasználói fiókot létrehozni. Az általunk használt funkciók ingyenesek voltak. A hallgatók a Google Jamboard fehértablás órák alkalmával bátrabban tettek fel kérdéseiket, többször jeleztek, ha nem értették a lépéseket. Úgy tapasztaltam, hogy egy közvetlenebb, oldottabb hangulat volt a foglalkozásokon így online, mint élőben. Amellett, hogy el tudtak néha bújni a "felhőben" sikeresen tudták a félév követelményeit teljesíteni. Azt is tapasztaltam, hogy az első zárthelyi dolgozat, melyet még úgy írtak meg, hogy előtte nem a Jamboardot használtuk, gyengébben sikerültek, mint a többi zárthelyi, amire már az app segítségével készültünk fel. Az első zárthelyin 67,5 % eredményt értek el, míg a másodikon 85,5 %-ot.

A táblára történő digitalis írást meg kellett szokni. Eleinte a külalak nem volt olyan szép, mint élőben a rendes táblán, valamint az érintőképernyő érzékenységeitől is függött a kinézet. A vizsgára való felkészüléshez az online konzultációkat is Google Jamboard használatával kérték. Kaptam olyan visszajelzést is, amelyben egy hallgató jelezte, hogy gyermeke tanárainak is ajánlotta az alkalmazást.

Összességében tehát nekem is, illetve a hallgatóknak is bevált a Google Jamboard app Alkalmazott matematika II. tárgy online oktatása során.

#### 6 Irodalomjegyzék

- [1] PŠENÁKOVÁ ILDIKÓ, SZABÓ TIBOR, ŽITNÝ RASTISLAV, ILLÉS ZOLTÁN, H.BAKONYI VIKTÓRIA, IFJ. ILLÉS ZOLTÁN, Infodidact, 2015, Okoseszközök felhasználási lehetőségei a felsőoktatásban 2015. <https://people.inf.elte.hu/szlawi/InfoDidact15/Manuscripts/PISzTetal.pdf> J. Clerk Maxwell, *A Treatise on Electricity and Magnetism*, 3<sup>rd</sup> ed., vol. 2. Oxford: Clarendon, 1892, pp.68–73.
- [2] Digitális Pedagógiai Módszertani Központ, Digitális munkarend – pedagógiai megoldások, <https://dpmk.hu/2020/03/27/digitalis-munkarend-pedagogiai-megoldasok/> 2020.
- [3] Infoter, <https://infoter.hu/cikk/mit-jelent-a-valos-ideju-operacios-rendszer-a-gyakorlatban>, 2018.
- [4] PAUL MORRISON, "The future of smart classrooms," *HPE Education Sector Lead*, <https://ie-today.co.uk/technology/the-future-of-smart-classrooms/>, 2017.

- [5] CHAMAN VERMA, ZOLTÁN ILLÉS, VERONIKA STOFFOVÁ.  
Real-time classification of national and international students for ICT and mobile technology: an experimental study on Indian and Hungarian University. Journal of Physics: Conference Series, 2020, (Scopus and Web of Science).
- [6] OLLÉ JÁNOS, A digitális állampolgárság értelmezése és fejlesztési lehetőségei, Oktatás-informatika, 2011. 3-4. szám, ISSN 2061-179X
- [7] SZIMKOVICS, TAMÁS, *Online kurzuskészítés oktatásának elméleti és gyakorlati kérdései a pedagógusképzésben. In: A pedagógusképzés XXI. századi perspektívái.* Babes-Bolyai Tudományegyetem Pedagógia és Alkalmazott Didaktika Intézet; Doceo Egyesület, Kolozsvár, 2016, pp. 1-7. ISBN 978-973-0-23076-5

### Kapcsolat

Anikó Rumbus, PhD.  
Eötvös Loránd Tudomány Egyetem IK, Budapest  
Pázmány Péter Sétány 1/C  
e-mail: rumbus@inf.elte.hu

## AN OVERVIEW OF ROBOTICS KITS FOR PUBLIC EDUCATION

Bence GAÁL, HU

**Abstract:** Robotics is playing an increasingly important role in schools around the world. There are plenty of tools and programming interfaces available for teachers and students. However, some teachers fear that they do not have the sufficient knowledge of Physics to teach this topic. Is this fear justified? In the article below, we will examine robots that do not take away the joy of creation and creativity, but do not require deep understanding of Physics to use them; it is enough to learn about the programming interface and the programming language of the device.

**Keywords:** robotics, education, STEM

### 1 Introduction

The specifics of the teaching of natural sciences and STEM subjects make it possible to integrate robotics in several areas. Although, robotics-based occupations will not significantly deepen the knowledge of natural sciences among students, but their motivation and interest in the field will be greatly enhanced[1]. Considering this, they can become perfect demonstrative tools. In addition, they may be able to reduce the male dominance in the STEM subjects, and in the related fields. [2]

From a teacher's point of view, demonstrating with robots requires a higher level of knowledge of the robot's programming language in addition to the knowledge of the robot itself. Unfortunately, in some cases, this in itself creates barriers, since we can find examples even among IT teachers, that there is no willingness to learn new programming languages. In addition, some tools may require knowledge of Physics as well. The robots to be presented in this article can be used to eliminate this problem, since they can be easily assembled, and they are made up of modules that do not require a higher degree of knowledge of Physics to use them. They can also be programmed with an easy-to-learn programming language, which is an important consideration for teachers and students as well.

For the selected robots, it was also important that they should, have to be easily accessible and adequately supported, and that the robot or robot family should, has to be able to cover multiple age spectrums. There was even a value for money aspect, as the emphasis in the case of the tools is that they have to be able to be used within the classroom, and develop children's skills properly,

covering the areas of programming and STEAM; this requires robots with learning materials, too.

Furthermore, it was a priority to include robots in the list that can be rebuilt in several ways, so there are no limits to creativity or self-expression either. In addition, robotics-oriented in-class pairwork or group work greatly develops children's soft skills. Finally, from abstract problems, we can easily create tangible problems that are understandable for children. [3]

The analysis of the tools in this article is summarized in the following table [Table 1]. The description of the packages, the division of the curriculum and the programming environment will be described in more detail for each device.

| Name of the device                | Age groups       | Number of curriculums | Price    | Elements in the bundle | The programming language                              |
|-----------------------------------|------------------|-----------------------|----------|------------------------|---|
| LEGO WeDo                         | Grade 1-5        | 35                    | 150-190€ | 280                    | Block-based, in its own language                      |
| LEGO Education Spike™ Prime Set   | Grade 6-8        | 26                    | 290-330€ | 528                    | Based on Scratch 3.0, with its own blocks added       |
| LEGO Mindstorms EV3               | From high school | 141+ hours            | 350-500€ | 541                    | Block-based, in its own language/ MicroPython/Scratch |
| Revolution Robotics Challenge Kit | From grade 3     | 12                    | ~240 €   | 530                    | Blockly-based own language                            |
| VEXrobotics IQ                    | From grade 5     | 25                    | 400€     | 812                    | Scratch 3.0 based, with its own blocks added          |
| Engino STEM & Robotics Mini       | Grade 1-4        | 32                    | ~154 €   | 273                    | Scratch-based own language- KEIRO™ software           |
| Engino STEM & Robotics PRO        | Grade 4-9        | 32                    | ~226 €   | 380                    |   |
| Engino STEM & Robotics Produino   | From grade 9     | 32                    | ~357 €   | 415                    |   |

Table 1: Summary of analysis aspects

## 2 LEGO products

Almost everyone in the world knows LEGO products. Different building kits adapted to age characteristics have a very positive effect on children. It develops creativity, problem solving, mathematical skills and engineering skills, among others. In this article, we will examine three robot kits of LEGO, of which *Mindstorm* is perhaps the most well-known and widespread. These three products cover the entire spectrum of age groups in public education, and, in addition to the competences mentioned above, the development of algorithmic thinking is given a prominent role.

### 2.1 LEGO WeDo[1]

#### 2.1.1 Device specification

|                                 |                                  |
|---------------------------------|----------------------------------|
| Recommended age group           | Grade 1-5                        |
| Default programming language:   | Block-based, in its own language |
| Number of official curriculums: | 35                               |
| Price in Europe                 | 150-190€/bundle                  |



Figure 1: The WeDo 2.0 Kit

The *WeDo 2.0* set is a package of 280 building blocks, which includes a motor, a tilt sensor, a motion sensor and, of course, a control unit as well. The unit communicates with the application via Bluetooth. The application can be installed on all well-known operating systems as well as tablets and computers. Thus, no direct physical connection is required for the device to operate, as the power supply, as usual in the case of LEGO, is provided by batteries.

The control unit has two connections, and a total of 3 control units can be connected to each other, so at most, we can connect six motors or six sensors. Of course, these can be varied as required. A package is tailored for two children, so using WeDo requires pair work, thus also developing important soft skills.

The package includes, among other things, training materials for teachers, specific teaching materials and a free utility software. The curriculum is divided into two parts, one dealing with the natural sciences, the other dealing with computational thinking. The tasks are strongly problem-oriented and the helping materials are built along them.

### 2.1.2 Presentation of the default software

WeDo uses LEGO's own block-based programming language and the programming is done within the software. From the appearance of the blocks [Figure 2], children can easily associate which command can be used for what, which can be a huge help in certain age groups.



Figure 2: The programming blocks of WeDo 2.0

The interface is simple, contains little textual information, with pictograms playing the main role, making it easier for students to navigate. The wording of the tasks is also short, understandable and concise, with an emphasis on practical implementation and the initiation of thinking. We also receive building instructions for the pre-defined projects, and the instructions are guided step by step. In the case of open projects, the program only provides inspiring ideas for students to get started and give space to their creativity. If students get stuck during the pre-defined projects, they have the opportunity to build their code, based on a pattern [Figure 3].

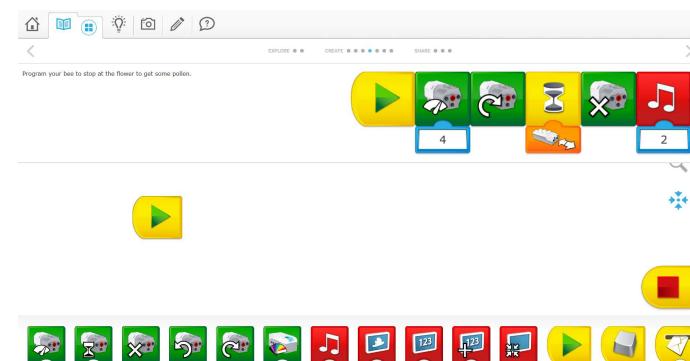


Figure 3: The interface of the WeDo software

In addition, the software provides all the information needed to use these devices effectively in education. Project descriptions and the teacher- and installation instructions just mentioned are also available. We also have the opportunity to document to a high degree by taking photos and notes, and we also get pre-made models and the corresponding codes.

### 2.2 LEGO Education Spike™ Prime Set[2]

#### 2.2.1 Device specification

|                                 |   |
|---------------------------------|---|
| Recommended age group:          | Grade 6-8                                       |
| Default programming language:   | Based on Scratch 3.0, with its own blocks added |
| Number of official curriculums: | 26  |
| Price in Europe                 | 290-330€/bundle                                 |



Figure 4: The Spike™ Prime Set

The Spike package is also ideal for two children. The set of 528 building elements includes a central unit, 1 large and 2 smaller motors, light-, force-

and distance sensors. The majority of the building blocks are members of the LEGO *Technic* family, but the package also includes so-called bridging elements, which make them compatible with normal LEGO bricks.

The central unit here represents a more advanced level than the robot examined in the previous case. It has a 5x5 LED array, 6 I/O connectors, a speaker, a Bluetooth unit, a battery and, what's really useful, a 6-axis integrated gyro. Thanks to the latter, the robot can also be given instructions on by which curve to turn or how many degrees to turn. This greatly facilitates its educational utility, as it does not require a high degree of mathematical skills for a simple turn, which enables the robot to bring turtle graphics to real life.

The free software also comes with the bundle. The software includes offline access to projects, which are divided into 4 groups. Here, the two main disciplines are computer science and engineering in addition to STEAM. Examining the areas, we get materials divided into separate parts. *Invention Squad* focuses primarily on rudimentary robot design and engineering, while *Kickstart a Business* focuses on computational thinking. In *Life Hacks*, the focus is on variables and data management. The final episode, *Competition Ready*, also identifies design processes and engineering competencies as major strokes, but all through challenges related to various robots, many of which appear in first LEGO League and WRO competitions, as the device is allowed to be used from 2019.[3]

## 2.2.2 Presentation of the default software

On the interface, we can choose from various menu items that include lessons, building instructions and our own projects. The programming interface itself is based on Scratch 3.0, which can be seen right in the design. The difference here is that the blocks are tailored to the robot. Of course, basic operational blocks are equal to the Scratch blocks. Blocks can work with multiple units of measurement that we can simply select from the drop-down menu.

The software concentrates on simplicity and clarity in its appearance, but it provides the user with more textual information. In each case, the materials are provided with step-by-step descriptions with videos, where students can view the finished code with comments.

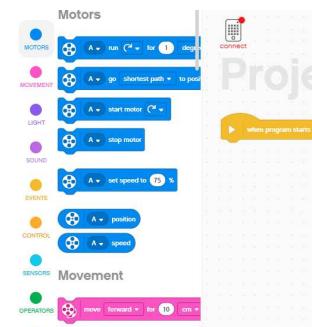


Figure 5: Example for Spike related blocks

Pseudocode is a way to decompose complex actions into smaller parts. It's like creating step-by-step instructions. Your programming stack could look like this:



Figure 6: Hint cards in the Spike software

We can add our own extra blocks to the existing blocks, to give us even more access to the robot's programming and use a wide range of engine modes and control commands. However, we also get a special group of blocks that is called *weather*. With this, we can practically create a weather station robot. The robot receives the data from the Meteorological Centre in Norway when the connected computer is online. Based on this data, we can easily program our robot to tell us what weather is expected for the rest of the day, with the help of certain movements.

## 2.3 LEGO Mindstorms EV3[3]

### 2.3.1 Device specification

Recommended age group:

From high school

Default programming language:

Block-based, in its own language/  
MicroPython/Scratch

Number of official curriculums:

130+ hours of occupation  
/11 hours Python session

Price in Europe

350-500€/bundle



Figure 7: The Mindstorms set

The *Mindstorms* kit, like the former LEGO products, also provides its kits for two people. In addition to the included central unit, which is also capable of

connecting wirelessly and has 4 sensor connections and 4 motor connections, we get a piece of light, ultrasound and gyro sensors, two touch sensors, one "medium" motor, two large motors and, of course, a rechargeable battery and cables of different lengths.

Through the central unit, we can practically program our robots, or we can choose one of the codes on it, which we have previously uploaded on it. It is also suitable for visual display, so that it can display data measured by sensors, even on a graph. We are basically talking about a unit that can be called a computer.

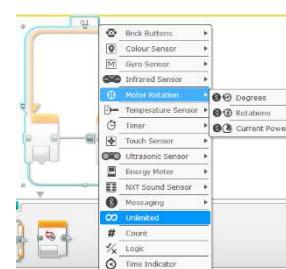
In the free downloadable software, the basic materials are related to the pre-designed models and are used to demonstrate the possibilities of the robot's operation.

The improved curriculums are also available free of charge, distinguishing between three areas that focus on engineering, science, and space travel. There are also many building instructions and step-by-step descriptions for the preparation of a project. It can be said that this kit contains the highest number of elaborate and certified materials.

### 2.3.2 Presentation of the default software

The programming interface shows that it was designed for older age groups, but it is still simple and clean. Here, too, the hints are available from the programming interface. If that is not enough, we can go to the online interface where even more detailed descriptions can be found. A special mention should be made of presenting the codes with a video, which we can start by clicking on the code. Then, it shows the robots activity next to each code snippet. The block-based environment covers a wide range of programming possibilities. We can find data operations, random numbers and, of course, the blocks that operate the sensors, together with the blocks responsible for the basic conditions and loops. We can also create our own blocks, so we can easily implement our own procedures. Within the blocks, we have several setting options, for example in case of the motor, we can specify the number of revolutions, or for how long should it be turned on, but we can also specify the loop condition and change the type of the loop.

At the first use, the programming language may seem opaque, but in addition to the descriptive icons, we can also get a textual description of the items by hovering our mouse over them. The visual appearance of the code is



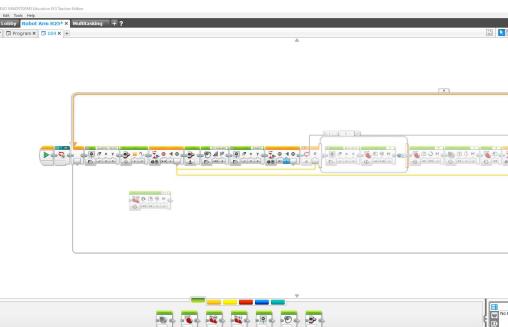
**Figure 8:** Loop options menu

horizontally linear, which can be unusual for long codes and navigation in the window can only be done using the keyboard by default.

We can also switch to mouse movement, but during testing, in our case, for a longer code, it caused a lot of stuttering, as if the editing interface had frozen for a few seconds. The image below [Figure 9] shows an image of a longer program, but only a part of it.

For the readability of the code, we would not necessarily recommend the default block language for complex tools. Although the interface can be changed to show the code in a vertical way, in this way, the elements will be connected by a line, which can be disturbing for the children.

Therefore, we recommend the Makecode editor for creating larger projects, which maybe familiar from the programming of other robots, which can make the navigation easier.



**Figure 9:** The coding interface of the Mindstorm program

### 3 Revolution Robotics Challenge Kit[5]

The *Revolution Robotics Foundation* is a San Francisco-based nonprofit organization founded in 2018, that aims to educate children about STEM. Several experts of the organization are Hungarian. Their tool was created as part of a Kickstarter project and offers a more affordable alternative for children. They say they do not want to compete with LEGO products, they want to make robotics and STEM education available to less affluent children. The organization has started, among others, working with ELTE T@T Lab, and its students and professors there, in order to create quality learning materials for the robot.

### 3.1 Device specification

|                                 |                            |
|---------------------------------|----------------------------|
| Recommended age group:          | From grade 3               |
| Default programming language:   | Blockly-based own language |
| Number of official curriculums: | 12                         |
| Price in Europe                 | ~240€/bundle               |



Figure 10: Challenge Kit

The rechargeable central module included in the package is based on a *Raspberry Pi Zero W* with built-in WiFi and Bluetooth adapters. This also provides USB and HDMI connectivity, making it easy to extend our device and take advantage of other Raspberry Pi features. In addition to the central unit, we also receive an ultrasound sensor, built-in gyro sensor, accelerometer, 1 bumper switch, 1 built-in loudspeaker, 12 programmable LEDs. Furthermore, the building blocks make up the contents of the 530-piece set, which is fully compatible with LEGO products. We find it useful to have a separate "carpet" included in the package, eliminating the surface factors that affect the control of the robot, as this gives everyone the opportunity to use the device on the same surface. This plays a big role in going forward or rotating.

The software is free to download, but currently only available for Android and iOS operating systems, but the open source code allows anyone in the community to work on the PC environment. The program contains extremely clean and detailed descriptions as well as step-by-step guides to existing teaching materials, and, of course, building instructions. In terms of curriculum, it is more concerned with the development of programming and engineering competencies, but we believe that it can be perfectly applied to other fields of science, similar to LEGO products. Of particular note is that during the *Weekly Challenges* menu, children can complete quests, the results of which can be uploaded to an online interface to determine the rankings. It can even be regarded as a workbook that is available in digital form.

### 3.2 Presentation of the default software[6]

The interesting thing about the program is that we can select the level of difficulty we want to program on. We can distinguish three levels, which are realized through the parameterization of the blocks and the increasingly detailed setting of the functions.

At the very first level, the main role is entirely in the graphical interface. We can program with blocks with clear, large icons, but we only have access to basic functions. As the levels progress, it expands more and more, providing the user with a number of options[Figure 11]. This is the perfect solution to cover the various age groups, since with one click, we can "develop" our robot without buying a separate set of tools.

The environment is Blockly based, just like the micro:bit environment or the environments on the Microsoft MakeCode page.

In addition to robot-specific instructions, all programming tools are available, as well as new functions can be created if desired. It is a typical block environment where children can easily navigate.

Access on mobile devices is important because more children have smart devices than computers.

Even in a classroom environment, it is increasingly feasible to apply this method, as most schools have tablets. The program is fully open source, so anyone is free to develop the software.

### 4 VEXrobotics IQ[10]

Robots manufactured by VEXrobotics will also fully cover the age stages of children. The release of their two families of robots is scheduled for the summer of 2020. Together with them, they will provide robots for children up

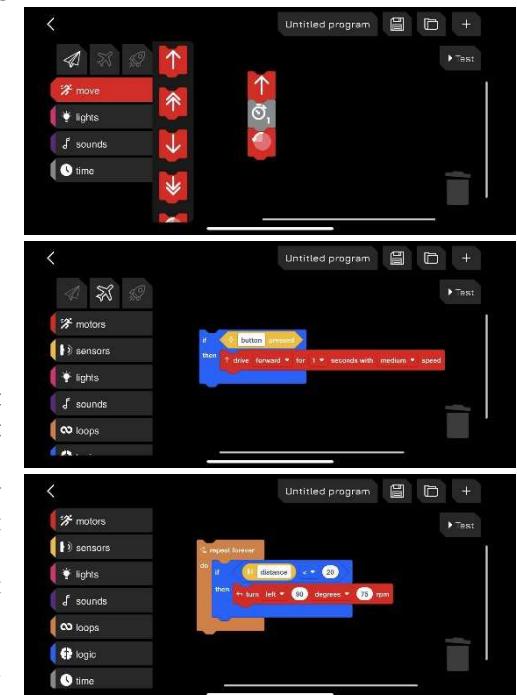


Figure 11: The three levels of difficulty ([revolutionrobotics.org](http://revolutionrobotics.org))

to the age of 5. The VEX 123 will be a non-expandable compact robot that can be easily programmed via a mobile app. VEX GO will include motors and sensor units that children can program in scratch-based environments[Figure 12]. In this article, we examine one of the robots of the manufacturer, which can be an excellent choice in case of value for money. We don't want to deal with the VEX 5 robot because it's designed for competitive competitions rather than for classroom environment, although the manufacturer also provides materials for it, but because of its price, it is not being presented at this time.



Figure 12: The VEX robotics family ([vexrobotics.com](http://vexrobotics.com))

#### 4.1 Device specification

|                                 |  |
|---------------------------------|--|
| Recommended age group:          | From grade 5                                 |
| Default programming language:   | Scratch 3.0 based, with its own blocks added |
| Number of official curriculums: | 25   |
| Price in Europe                 | 400€/bundle                                  |

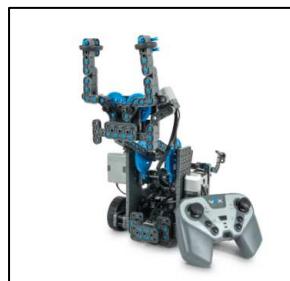


Figure 13: The VEX IQ kit

After examining the kit, the first obvious thing is that we also get a controller that will be responsible for remote control of our robot. The manufacturer recommends the package for 2-4 children. The kit consists of 800 building blocks and we also have the central unit, motors and sensors that are essential for the robot. The central unit has 12 connectivity options, both I/O, so we can connect anything anywhere. On the unit we can also calibrate and run

programs. To use the controller, we also need to connect the transmitter unit, which is also part of the package.

In terms of sensors, we get one gyro sensor, two bumper switches, two LED touch sensors, one distance sensor and one color sensor.

The teaching materials can be divided into two parts. 13 parts of the material mainly focus on programming, sensor operation and engineering skills development. In a separate volume, a 12-lesson curriculum specifically for STEM disciplines is available. The training materials are available online and offline on the manufacturer's website. In addition to the training materials, 14 robot building guides can also be downloaded, 10 of which can be controlled immediately using the controller.

#### 4.2 Presentation of the default software

The manufacturer uses a Scratch 3.0-based environment that is downloadable for almost all platforms. They promised the release of a version that will also run on Chromebooks by 2020. Fifty example codes and twenty-five resources are also available within the program, which show the process of programming the given part on video.

The software's code set is the same as Scratch's toolbar at first glance. However, after we add the connected devices, we will also have access to the associated blocks[Figure 14]. This is a good choice for children, as they need to choose the right one from fewer codes, thus helping the elimination of potential distractions. The process of connecting is easy, because it also illustrates the peripheral we want to connect, all we have to do is set the number of the port we have connected our device to.

When adding extensions, we can add a Vision module, but this is not a part of the base set. The sensor is a camera that can detect up to 7 objects and their color.

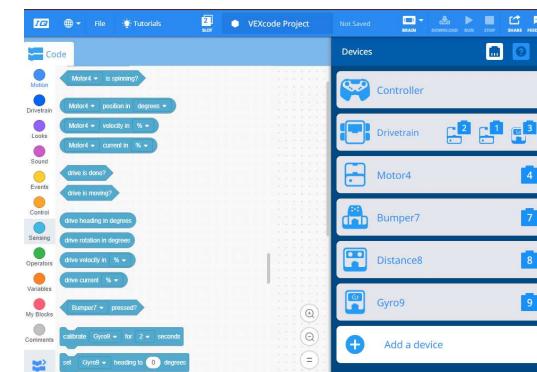


Figure 14: The interface of the "VEXcode IQ Blocks" software

## 5 The Engino robot family

Engino also offers a variety of solutions to cover children's age stages, as well as a range of additional kits that are project-based sets. Regarding the overview of the devices, we will examine three robots, and then we will explore the possibilities of the software, as all of their robots are controlled by the KEIRO™ software, but in addition, the company provides us with a virtual environment, where, by selecting the built robot, we can immediately see how it would behave in field conditions. The kits, as we can see from previous products, are not only recommended for one child, but for 2-3 children, according to the manufacturer.

Especially noteworthy is their 3D Builder software, which contains all available building blocks, and with the help of it, one can virtually build or design robots. This can greatly improve children's engineering skills and provide the perfect basis for the introduction of design and CAD softwares in the future[11].

It is important to note that the materials are available for all robots in one software, where we can choose which device we want to use. With regard to the instruments we are examining, the program will be divided as follows. In each case, we get a manual that promotes and introduces theoretical knowledge, and connects the robot with real-life robotics, as well as dealing with robotics in general. Students can acquire different Physics knowledge (e.g.: introduction of the wheel, load, Newton's laws) through easy-to-understand examples.

Each product comes with a certain number of guidelines through which students can build tools. Here we can meet the environment based on the above-mentioned 3D Building Software [Figure 15], but all the descriptions can also be found in PDF format. A detailed user guide is also included with the KEIRO™ software, which explains the operation of the programming environment and the meaning of the blocks accurately and clearly, as well as containing programming knowledge. Of course, each description is tailored to the specific robot.

Finally, the teaching materials can be found here as well, we also get lessons with different contents according to the robots, considering the needs and peculiarities of the age. The teacher's guide was not left out of the software either, which, like the teaching materials, we get one for each robot separately.

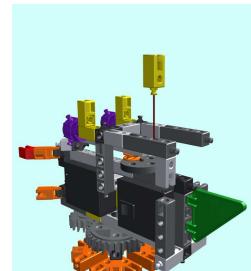


Figure 15: The 3D Builder environment

### 5.1 Specification of STEM & Robotics Mini[12]

|                                 |  |
|---------------------------------|--|
| Recommended age group:          | Grade 1-4                                  |
| Default programming language:   | Scratch-based own language-KEIRO™ software |
| Number of official curriculums: | 32   |
| Price in Europe                 | ~154€/bundle                               |



Figure 16: The STEM & Robotics Mini set[12]

The package includes two motors, two infrared sensors, a touch sensor, and a red LED. The robot is controlled by a four-port mini controller, where the ports are both output and input connectors[Figure 19].

The controller also provides the possibility for programming without software, since we can record specific instruction sequences, which will be performed by our robot independently and automatically. We can also send this code to the software and reupload it to our device after modifications and extensions[13]. On this basis, it can be perfect for the initial mastery of programming thinking, and there are parallels with the operation of many robots used in the industry and their control panels.

The connection, as with all other devices, is solved via Bluetooth, so there is no obstacle to remote control, for which a software is available. In addition, we can find 267 building blocks with 1355 connection points.

We also receive 38 building instructions for the package, a significant part of which shows on a video how the finished device works. Not all models require programming, some are simple offline models.

## 5.2 Specification of STEM & Robotics PRO[14]

|                                 |   |
|---------------------------------|---|
| Recommended age group:          | Grade 4-9                                   |
| Default programming language:   | Scratch-based own language- KEIRO™ software |
| Number of official curriculums: | 32  |
| Price in Europe                 | ~226€/bundle                                |



Figure 17: The STEM & Robotics PRO set[13]

This set, compared to the previous one, shows the biggest difference in the central unit and in the number of included building blocks [Figure 19]. In addition to increasing the number of ports to seven, the number of possible settings and commands has also increased compared to the previous version. Besides the motor, we can now also operate the LEDs and sensors from the control unit.

The box contains 369 building blocks with 1678 connection points. Furthermore, we get three motors, five LEDs, two infrared sensors and one touch sensor.

The package also comes with 34 building guides, some of which do not require programming, just like in case of the previous device.

## 5.3 Specification of STEM & Robotics Produino[15]

|                                 |   |
|---------------------------------|---|
| Recommended age group:          | From grade 9                                |
| Default programming language:   | Scratch-based own language- KEIRO™ software |
| Number of official curriculums: | 32  |
| Price in Europe                 | ~357€/bundle                                |



Figure 18: The STEM @Robotics Produino

The name of the set may already give us a hint about that the central unit of this package is Arduino-based. The seven connection ports remain, but it is practically a minicomputer that runs its own operating system and also has a monochrome display [Figure 19].



Figure 19: The MINI, the PRO and the Produino controllers[12,14,15]

We can also perform programming without the software, but here we can also change the variables as desired and more complex codes can be put together. The special feature of the control unit is that it also includes a built-in breadboard, which allows unlimited expansion of the device, as external circuits can also be connected to it by adding countless new devices. We can also store or run our programs on the connected SD card.

In terms of building blocks, we get 406 pieces, which have 1990 connection points. The package includes two motors, a servomotor, 2 infrared sensors, a touch and ultrasonic sensor, a compass/magnetometer, and a color recognition sensor.

This tool is suitable for collecting real-time data and exporting it, which increases its applicability to subjects where measurements need to be taken and then evaluated. In terms of building guides, we can get 34 pieces in the software, where we can still find ones that are designed specifically for modeling and can be used without programming.

#### 5.4 Presentation of the default software

The robots mentioned above can be programmed by the company's Scratch-based KEIRO™ software. In the menu, we can easily choose which set of robots we want to work with.

The software is child-friendly, with large and clear icons. Once the devices are selected, commands are expanded to match the specific robot. In the case of *Produino*, it should be pointed out that we can switch to *Arduino* programming with a click of a button, thus providing access to both digital and analog outputs, as well as opening up the Arduino programming environment, where we can continue programming in a pre-built framework program, now in an environment with code.

For all devices, we can also display the coded version of our blocks, which may also play a key role in mastering programming [Figure 20]. While KEIRO uses its own language, it is perfect for illustrating syntax.



Figure 20: The interface of the KEIRO™ software

As we can see, by dragging in the blocks, several options become available to modify the given command. These settings vary from block to block, for example, we can set the duration of operating for the motor and the rhythm of the tune block.

A great idea is the built-in EnViRo™ environment, where we can test how our program works on a given device, in a virtual space. These are designed for pre-built models, so we need to build the robot before we can simulate the processes. However, this environment also allows students to develop programs at home without a robot, so it can be particularly suitable for longer-term project work. The software is available on all platforms, including mobile devices, but it is important to note that the software works best in a tablet environment.

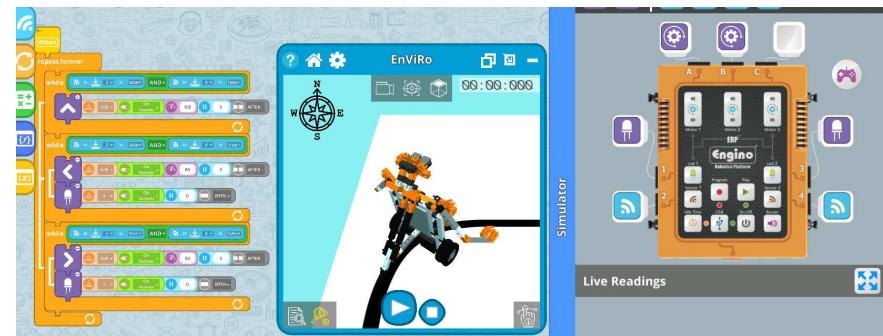


Figure 21: The EnViRo™ testing tool

#### 6 Conclusion

The robots mentioned above are only some example choices for educators. In addition to these devices, there are many interesting and other robots that are suitable for integrating them into natural science subjects. These tools are specifically designed to be built and customized without any complicated knowledge of Physics.

However, it is important to point out, as we can see from the description of the devices, that the packages are not designed for one child. As a result of this, the use of the robots requires a modern approach to pedagogical methodologies and, in many cases, requires radical changes if we would like to exploit the potential of these products effectively. We believe that the project method and group work are essential part of the methodology in which robotics education can be implemented.

Based on the research work carried out during the selection of robots and the robots included here, the appropriate tool for a comprehensive curriculum will be selected in the future, creating a comprehensive curriculum for the development of children's natural sciences competences, in addition to programming and algorithmic thinking. Once the curriculum is completed, the next important stage of the research will be to examine the success of the curriculum.

Finally, it is important to highlight, that these devices are designed to develop important and key competencies for the 21st century. The aim of a robotics lesson is not to provide students with a deep knowledge of the subject, but to arouse their interest and develop their cooperation and communication skills. From abstract problems, we create tangible real-world simulations that help students understand the material better. In addition, through programming, students can gain the kind of mindset that is becoming increasingly important in the current job market and in almost all areas of life.

## References

1. G. NUGENT, B. BARKER, N. GRANDGENETT & V. I. ADAMCHUK (2010) Impact of Robotics and Geospatial Technology Interventions on Weth STEM Learning and Attitudes, *Journal of Research on Technology in Education*, 42:4, 391-408, DOI:10.1080/15391523.2010.107825572.
2. A. MASTER, S. CHERYAN, A. MOSCATELLI, & A. N. MELTZOFF(2017) Programming Experience Promotes Higher STEM Motivation Among First-Grade Girls, *Journal of Experimental Child Psychology Volume 160*, August 2017, Pages 92-106
3. M. ROBINSON (2005). Robotics-Driven Activities: Can They Improve Middle School Science Learning? *Bulletin of Science, Technology & Society*, 25(1), 73–84. <https://doi.org/10.1177/0270467604271244>
4. LEGO® EDUCATION. *LEGO® Education WeDo 2.0. [on-line]* <https://education.lego.com/en-au/products/lego-education-wedo-2-0-core-set/45300> (last seen: 2020. 03. 02.)
5. LEGO® EDUCATION. *LEGO Education SpikeTM Prime Set [on-line]* <https://education.lego.com/en-us/products/lego-education-spike-prime-set/45678#product> (last seen: 2020. 03. 07.)
6. World Robot Olympiad. *World Robot Olympiad Regular Category General Rules. Meterial 2.1*, 2020, p. 4
7. LEGO® EDUCATION. *LEGO® Mindstorms EV3 Core Set [on-line]* <https://education.lego.com/en-us/products/lego-mindstorms-education-ev3-core-set/5003400> (last seen: 2020. 03. 21.)
8. David Dudás-*Head of Engineering* (Revolution Robotics Foundation)
9. REVOLUTION ROBOTICS FOUNDATION. *Challange Kit [on-line]* <https://revolutionrobotics.org/pages/programming-in-blockly> (last seen: 2020. 03. 26.)
10. VEX Robotics. *VEX IQ [on-line]* <https://www.vexrobotics.com/vexiq> (last seen: 2020. 04. 08.)
11. Engino Education (2019). *Software-3d Builder*, Educational Catalogue, p. 14.
12. Engino Education. *STEM & Robotics Mini [on-line]* <https://enginoeducation.com/stem-robotics-mini/> (last seen: 2020. 04. 10.)
13. Engino Education (2019). *Programing, STEM & Robotics MINI Handbook*, p. 9.-10.
14. Engino Education. *STEM & Robotics PRO [on-line]* <https://enginoeducation.com/stem-robotics-pro/> (last seen: 2020. 04. 10.)
15. Engino Education. *STEM & Robotics Produnio [on-line]* <https://enginoeducation.com/stem-robotics-produnio/> (last seen: 2020. 04. 11.)

**Reviewed by:** doc. Dr. Lénárd András Tamás, PhD

## Contact address

Bence Gaál, PhD Student  
Eötvös Loránd University, Faculty of Informatics,  
Department of Media and Educational Technologies  
Address: 1/C Pázmány P. sny., Budapest, H-1117  
e-mail: gaalbence@inf.elte.hu

# ROZVOJ KĽUČOVÝCH KOMPETENCIÍ DETÍ PREDŠKOLSKÉHO VEKU PROSTREDNÍCTVOM INTERAKTÍVNEJ TABULE A ROBOTICKÝCH HRAČIEK

Eva GAŠPAROVÁ, ČR

## Abstract

Children use digital technologies from an early age; for a child, they are a source of knowledge, communication, expression, and development of their logical thinking. Kindergarten children are Generation Z, whose thinking is shaped from an early age by the use of technology in such a way that they do not perceive its presence at all and their thought processes are influenced to such extent that they are naturally able to immediately identify the most suitable way to deploy technology to solve any problem. The latest phenomenon that children are interested in is robot toys that they encounter also in their home environment. Therefore, we deemed it appropriate to combine the interactive whiteboard and robot toys in a socio-cognitive teaching model. In the paper, we inform of the possibilities to combine the interactive whiteboard and robot toys to achieve educational goals in pre-primary education. We present a pilot qualitative research in pre-primary education settings concerning the use of digital technologies. We highlight the need to change the thinking of kindergarten teachers when creating new contexts in educational activities, with emphasis on the use of the interactive whiteboard and robot toys. We conducted the pilot qualitative research at a state kindergarten in Bratislava. Our research subjects were preschool children and kindergarten teachers. The research tool used was a focus group."

**Keywords:** Qualitative research, Pre-primary education, Teaching process, Kindergarte teacher, Preschool child, Interactive whiteboard, Robotic toys

## 1 Úvod

Dnes sú digitálne technológie súčasťou každodenného života detí predškolského veku. V materských školách sa kladie dôraz na využívanie digitálnych technológií, vrátane interaktívnej tabule, ich integrovanie do výchovno-vzdelávacej činnosti detí už od troch rokov, pretože prispievajú k celostnému rozvoju dieťaťa predškolského veku. Deti ich od útleho veku používajú, sú pre dieťa zdrojom poznania, skúmania, komunikácie, vyjadrovania a rozvíjania ich logického myslenia. Súčasný pedagogický diskurz v nazeraní na možnosti využívania interaktívnej tabule v predprimárnej edukácii sa kvalitatívne posunul, ale didaktická prax

na základe skúseností zaostáva. V súčasnosti deti v mimoškolskom prostredí sú v styku s digitálnymi technológiami a škola ich nevyužíva v dostatočnej miere.

Generácie ľudí mnohí psychológovia a sociológovia delia na „veteránov“ (narodení medzi rokmi 1939 a 1947), povoju novú generáciu - tzv. „baby boomers“ (1948 – 1963), „generáciu X“ (1964 – 1978), „generáciu Y“ (1979 – 1991) a „generáciu Z“ (narodení po roku 2000). Je však jasné, že generácia Z je celkom iná ako jej rodičia. Ide o technicky najbystrejšiu generáciu všetkých čias – pomaly už batol'atá si vedia cez YouTube nájsť na internete čokoľvek a žiaci prvého stupňa si do školy zvládnu pripraviť powerpointovú prezentáciu a s pomocou učiteľov urobia aj vlastné animované filmy. Tak ako generácie pred nimi, tak aj Z generácia má svoje pozitívna a negatívna [26].

Podľa Marka Prenského najväčšou otázkou pri zavádzaní technológií do škôl v 21. storočí nie je otázka „Čo to robí?“ ale skôr „Ako to môžeme využiť?“. Podľa neho existujú štyri kroky v procese zavádzania technológií do škôl:

- náhodné pokusy (v školách sa technológie využívajú bez prípravy, bez plánu a bez vízie, tak ako sa to práve šikne)
- staré ciele starými metódami (napríklad staré učebnice v digitálnej podobe, pôvodné výučbové materiály v digitálnej forme apod.)
- staré ciele s novými metódami aplikácie, ktoré zlepšujú výučbové výsledky (napríklad prezentácia vo forme animácií či videonahrávok, simulácie, modelovanie, budovanie virtuálnych svetov, výučbové hry apod.)
- nové ciele novými metódami (digitálny domorodec je jedinec, ktorého myšlenie je formované od útleho veku používaním technológií tak, že ich prítomnosť vôbec nevníma a jeho myšlienkové procesy sú natol'ko ovplyvnené, že je schopný prirodzeným spôsobom okamžite nájsť najvhodnejší spôsob nasadenia technológií pri riešení ľubovoľného problému [19].)

Predprimárne vzdelávanie považujeme za klúčové k tomu, aby sa deti predškolského veku naučili učiť sa, aby mali chut' samé objavovať a zistovať informácie o okolitom svete. Už v materskej škole ich pripravujeme na to, aby sa naučili kriticky si vyberať, čo je dôležité a čo treba radšej ešte overiť a postupne sa flexibilne dokázali prispôsobiť okolitým zmenám.

## 2 Výučba prostredníctvom interaktívnej tabule a robotických hračiek

Na jednej strane by sa mohlo zdať, že dnes už nemusíme diskutovať o tom, či sa interaktívne tabule hodia do materskej školy alebo nie. Naďalej sa však

stretneme aj s odmiestavými postojmi, s nesprávnym chápaním ich úlohy vo vzdelávaní, s ich nesprávnym používaním, s nevhodne vytyčenými učebnými cieľmi, s nevyužitým edukačným potenciálom. Často sme svedkami využívania interaktívnej tabule v procese výučby bez efektivity ako statický nástroj.

Materská škola nemôže ignorovať spoločenské zmeny, musí pomáhať deťom získať pozitívne konkrétné zážitky, musí ich usmerňovať, aby sa deti naučili žiť v tomto komplexnom svete, aby sa napr. naučili správne využívať digitálne a mobilné technológie ako nástroj na jeho skúmanie, na komunikáciu, učenie sa a zábavu. Aby túto úlohu mohla materská škola plniť, potrebuje pedagógov, ktorí sú digitálne gramotní. Alebo ešte inak: Učiteľ dnes musí byť digitálne gramotný, aby bol dobrý učiteľ.

Mnohí inovatívni učitelia postupne objavujú, že vlastná digitálna gramotnosť je pre moderného učiteľa prirodzená, produktívna a nenahraditeľná. Že vďaka nej a svojej pedagogickej erudícii môžu interaktívnu tabuľu ako aj robotické hračky na prospech komplexného vývinu detí. Že už spoznávajú potenciál digitálnych technológií na podporu svojich výchovno-vzdelávacích cieľov.

Podľa [13] interaktívna tabuľa umožňuje, aby sa učiace sa subjekty (tým aj deti predprimárneho vzdelávania) aktívne zapájali do aktivít, ktoré sa prezentujú na tabuli. Jednou z podmienok zmysluplnnej výučby prostredníctvom interaktívnej tabule sú kvalitné výučbové materiály na celostný rozvoj osobnosti detí predškolského veku. Nemusia sa však obmedzovať len na využívanie hotových produktov, tie často totiž len aktualizujú paradigmu behaviorizmu a akademizmu v prostredí súčasných digitálnych technológií. Učitelia si sami vytvoria podľa vlastných predstáv a potrieb, ale rovnako aj podľa návrhov/myšlienok detí vlastné interaktívne výučbové materiály. Optimálnym bude, ak učiteľ vytvorí podmienky na to, aby boli učiace sa subjekty aktívnymi angažovanými konštruktérmi/dizajnérmí výučbových produktov v digitálnom rozhraní interaktívnej tabule. Interaktívna tabuľa je pre dieťa nielen digitálnou pomôckou, ale môžeme povedať, že sa stáva pre dieťa hračkou, s ktorou sa hrá denne a zábavnou formou zvláda učivo. Interaktívna tabuľa je elektronické zariadenie, ktoré sa využíva na interaktívne učenie sa a učenie cez digitálne technológie (napr. cez počítač, notebook, priamo z interaktívnej tabule, klikaním interaktívnym perom alebo dotykom (prstom) na premietaný obraz ap.). V súčasnosti interaktívnu tabuľu je možné využívať v procese výučby ako didaktickú (digitálnu) pomôcku a/alebo prostriedok. Prostredníctvom interaktívnej tabule učiace sa a učiace subjekty využívajú rôzne zdroje informácií (napr. internet, CD, DVD ap.); riešia rôzne učebné a životné problémy

zakomponované v projektoch; tvoria prezentácie vlastných individuálnych projektov (deti v kolaborácii s učiteľom); prezentujú získané poznatky priamo na interaktívnu tabuľu alebo z tabule ap. Interaktívna tabuľa je pre dieťa nielen digitálnej pomôckou, ale môžeme povedať, že sa stáva pre dieťa hračkou, s ktorou sa hrá denne a zábavnou formou zvláda učivo.

Interaktívna tabuľa podľa našich skúseností z praxe poskytuje neuveriteľné výhody:

- využívanie všetkých zdrojov informácií – internet, CD, DVD ap.,
- pozornosť detí,
- predvádzanie naživo všetko priamo z tabule,
- učivo, ktoré dieťa vidí, počuje, zažije, aktívne rieši úlohy, lepšie a rýchlejšie pochopí,
- riešenie úloh s rodičmi na spoločných podujatiach, ako aj prezeranie elektronického portfólia detí rodičmi.

Interaktívna tabuľa uľahčuje učiteľom ich prípravu na vyučovanie, uľahčuje im komunikáciu s deťmi a v podstate šetria čas. Umožňuje deťom cítiť sa ešte viac integrálnou súčasťou sveta dospelých, otvára im širšie dimenzie vzájomnej komunikácie. Samozrejme platí, že interaktívna tabuľa nesmie byť cieľom, ale jedným z prostriedkov využívaným vo výchove a vzdelávaní. Každý učiteľ by mal mať jasné predstavu o ich využívaní, integrovaní do výchovno-vzdelávacieho procesu. Len naozaj premyslené používanie interaktívnej tabule a robotických hračiek prinesie želaný výsledok.

Zdôrazňujeme, že tieto deti sa mimoriadne efektívne učia pri hre s hračkami a nástrojmi, preto by sme mali aj digitálne technológie sprostredkovať akorobotické hračky. Tieto robotické hračky môžu zmeniť dôležité aspekty poznávacieho procesu našich detí, pretože:

- menia učebné vzťahy medzi deťmi a pedagógmi,
- ponúkajú nové spôsoby vytvárania dynamických výstupov, sprostredkujú deťom myšlienky a pojmy, aké boli doteraz mimo ich obsah,
- podporujú rozvoj stratégí učenia sa,
- otvárajú nové príležitosti pre sociálne interakcie.

Robotické hračky, konkrétnie včielka Bee-Bot, včielka Blue-Bot a Húsenica Code a pilar sú jednoduché podlahové programovateľné hračky, prostredníctvom ktorých vieme rozvíjať poznanie základných pojmov, s ktorými sa deti stretávajú vo svojom živote a to hlavne názov predmetov dennej potreby, známych miest, ľudí, zvierat, rastlín a činností. Úlohou detí určený pojem, slovo (obrázok) vyhľadať, naprogramovať hračku tak, aby sa dostala do vopred určeného cieľa na podložke do ciela. Sú pre deti

prostriedkami, pomocou ktorých poznávajú okolity svet a pre učiteľa sú prostriedkom na zvýšenie účinnosti výchovno-vzdelávacej činnosti. Zabezpečujú plnšie, presnejšie informácie o osvojovanom učive, osvojovanie zručností a návykov, podporujú utváranie žiadúcich postojov detí, a tým prispievajú k zvýšeniu kvality výchovno-vzdelávacej činnosti. Pomáhajú uspokojovať a rozvíjať poznávacie záujmy a schopnosti detí, zvyšujú názornosť výchovno-vzdelávacej činnosti, zintenzívňujú a racionalizujú činnosť učiteľa a detí.

Cieľom využívania robotických hračiek je nielen spestriť predprimárne vzdelávanie, ale najmä zabezpečiť komplexný rozvoj digitálnej gramotnosti detí, ktorý má vplyv na celostný rozvoj ich osobnosti a tvorivosti, na schopnosť komunikovať, kooperovať, vyhľadávať, spracúvať a kriticky analyzovať informácie a tiež na rozvoj vyšších poznávacích procesov.

Tieto robotické hračky plnia funkciu motivačnú, informačnú, precvičovaciu, aplikačnú, kontrolnú, spätnoväzbovú a výchovnú. Kedže prispievajú k rozvoju osobnosti majú aj rozvíjajúcu funkciu. Spĺňajú aj ergonomickú, estetickú a technickú funkciu.

### 3 Dizajn a realizácia pilotného výskumu

#### 3.1 Výskumný problém

Hlavným cieľom skúmania bolo identifikovať pedagogické myslenie učiteľa predprimárneho vzdelávania a detí predškolského veku, ale najmä vplyv a prínos interaktívnej tabule a robotických hračiek na rozvoj:

1. sociálnych kompetencií detí,
2. matematických kompetencií detí,
3. digitálnych kompetencií detí.

Pilotný kvalitatívny výskum mál za cieľ skúmať sebavedomé a kritické využívanie interaktívnej tabule a robotických hračiek a ich uplatňovanie v procese učenia a učenia sa. Ako digitálne kompetencie učiaceho subjektu participujú na rozvoji logického a kritického myslenia učiaceho sa. Ako ovplyvňujú nadobúdanie poznatkov a rozvoj komunikatívnych a informačných spôsobilostí učiacich a učiacich sa subjektov.

Zámerom skúmania bolo zistiť či učiteľka vo výchovno-vzdelávacej činnosti rozvíja samostatnosť, spôsobilosti a kolaboratívnosť detí, na základe sociokognitívneho modelu vyučovania v procese výučby cez digitálne technológie.

### 3.2 Ciele výskumu

Realizovať vzdelávacie aktivity so zameraním na analýzu využívania interaktívnej tabule a robotických hračiek v predprimárnom vzdelávaní.

- Zistiť, či vôbec majú deti skúsenosť s aktívnou činnosťou na interaktívnej tabuli a aká je ich skúsenosť.
- Identifikovať uvažovanie detí predškolského veku vzhľadom na transfer prenosu priestoru na plochu.
- Zistiť u detí schopnosť kooperovať v skupine pri zadaných úlohách v aktivitách a aká je reakcia detí na pokyny učiteľa.
- Zistiť, príčiny nedostatočného využívania interaktívnej tabule a robotických hračiek vo vzdelávacej aktivite.

Analyzovať zistenia v oblasti práce s interaktívnu tabulou a robotických hračiek v materskej škole – čo sa deti prostredníctvom digitálnych technológií naučili a čo o nich samotných vedia. V čom vidíme účinnosť interaktívnej tabule v procese výučby.

### 3.3 Výskumné otázky

- Aká musí byť realizácia postupu, aby učiteľ dokázal komplexne, zámerne a uvedomele využívať interaktívnu tabuľu a robotické hračky vo výučbe na podkladoch sociokognitívnej teórie?
- Aké kompetencie sa rozvíjajú pri pravidelnom využívaní interaktívnej tabule a robotických hračiek vo výučbe?
- Do akej miery sa zvyšovala samostatnosť, spoznávaním reality prostredníctvom interaktívnej tabule a robotických hračiek?

Didaktické a výskumné nástroje a metódy: interview, fokusová skupina, metóda projektovania, metóda neštrukturoванého pozorovania, metóda analyzovania výskumného materiálu, interpretácia výskumných zistení.

Výskumná vzorka: učiteľka predprimárneho vzdelávania, deti predprimárneho vzdelávania.

Vstup do výskumného projektu – pred začiatkom výskumu dohodli sme si jeho realizáciu v materskej škole so zástupkyňou a s učiteľkou. Zistili sme všetky dôležité informácie o podmienkach: materiálno-technických, organizačných, personálnych. Naštudovali sme si odbornú literatúru z oblasti didaktiky, kurikulárneho plánovania i prípravy na pilotný kvalitatívny výskum. Vypracovali sme organizačnú osnovu vzdelávacej aktivity pred samotným začiatím výskumu: a) oboznámiť učiteľku so sociokognitívnymi teóriami učenia a učenia sa a s využívaním interaktívnej tabule a robotickými hračkami v procese výučby, aby nastalo zosúladenie medzi učiteľkou a výskumníkmi; b)

spolu s učiteľkou naplánovať vzdelávaciu aktivitu. Realizácia vzdelávacej aktivity: bola zrealizovaná v materskej škole v heterogénnej skupine detí. Realizácia sa uskutočnila v triede v dopoludňajších hodinách. Priamo sme sa na realizácii vzdelávacej aktivity zúčastnili mi ako profesionálni výskumníci. Išlo o priame pozorovanie realizácie výučbovej aktivity učiteľkou. Nepriame pozorovanie subjektov a analýzamateriálu – fotografie detí a videozáznamu.

### 4 Výsledky pilotného výskumu

Výsledky výskumu a ich interpretácia – v priebehu priameho a nepriameho skúmania sme zaznamenali nasledovné – deťom sme dali väčší priestor na samostatnosť v aktivitách s robotickými hračkami. Na základe otázok identifikovali, ako môžu robotické hračky spustiť a naprogramovať v priestore. V aktívnej činnosti s robotickými hračkami identifikovali rôzne funkcie a možnosti hry s ňou – naprogramovanie cestičky pre robotickú hračku s rôznymi zvukovými efektami; určovanie pohybu v s mere hore, dole, dol'ava, doprava; orientovať sa na ploche – podložke; programovať cestu po podložke k cieľu.

V priebehu priameho a nepriameho skúmania aktivity detí s interaktívnu tabuľou pri realizácii výkonového štandardu - Na základe daných pokynov pre pohyb v štvorcovej sieti, sme zistili nasledovné:

Napriek tomu, že deti neboli kontaktované s plochou na interaktívnej tabule, pravdepodobne ani na papieri čo sa týka štvorcovej sieti, na výzvu, aby vytvorili tú cestičku pre robotickú hračku včielku Bee-Bot, v zmysle tých informácií čo deti povedali, že môžeme sa s včielkou Bee-Bot pohybovať vpravo, vľavo, hore, dole, tak cestičku na interaktívnej tabuli urobili. Na ďalšie rozvíjajúce otázky: „Ukážte my, kde je smer hore“, štyri deti ukázali kde je smer na ploche hore.

Na ďalšiu otázku: „Ukážte mi kde je smer vpravo“, dievčatko pred interaktívnu tabuľou automaticky vysunulo ruku smer vpravo a v smere tej líni, ktorá bola nakreslená na interaktívnej tabuli. Nikto z ďalších detí, nenaznačil prstom línie, že toto sú tie línie, ktoré smerujú na ploche vправo. To nie je, ale chyba dieťaťa. Súvisí to s chápáním matematicko-logických vzťahov, ktoré v tomto veku vo vzťahu k deťom, sú prirodzené. Predpokladáme, že deti neboli kontaktované ešte s týmto transferom z plochy do priestoru a z priestoru na plochu. Konštatujeme, že paní učiteľka bežne v rámci výučby nevedie takéto sofistikované dialógy s deťmi. Napríklad: „Hľadajte predmet, ktorý je tam vzadu na konci triedy, vpravo v skrinke dole“ atď. Predpokladáme, že tento transfer plocha – priestor a priestor – plocha ešte nie je u detí systematicky a cielovo podporovaný.

Počas sledovania činností detí pri výučbe s interaktívou tabuľou, ako podporným komponentom sme zistili, že detí pravidelne len sledujú dej, hru, pieseň na interaktívnej tabuli, alebo dopĺňajú chýbajúce predmety podľa pokynov učiteľky. Môžeme konštatovať, že deti nie sú vedené k interaktívnej činnosti na interaktívnej tabuli. Prevažne je pri interaktívnej tabuli dominantná v činnosti učiteľka.

Vnútorná motivácia detí pri hre a činnosti s robotickými hračkami a interaktívou tabuľou bola tak silná, že v danej činnosti zotrvali aktívne v neštandardnom čase, ako je vzhľadom k ich veku prirodzené. Motivačným činiteľom boli robotické hračky, ktoré zapôsobili na vnútornú motiváciu detí, práve pre atraktívnosť ich využitia. Deti prejavovali zvedavosť, spontánny záujem, túžbu a ochotu spoznávať. Skúmali a experimentovali s robotickými hračkami a hľadali súvislosti medzi vlastnými skúsenosťami a poznatkami. Vyhýiali vôlejové úsilie v hre a prekonávali prekážky v učení. Tešili sa z vlastných výsledkov a prejavili radosť zo samostatne získaných informácií pri hre s robotickými hračkami.

Problematizáciu perspektívneho predmetu skúmania na základe výskumných zistení možno zadefinovať nasledovne:

- V súčasnej pedagogicko-didaktickej praxi je podpora celostného rozvoja osobnosti detí nedostatočná vzhľadom na rozvojové možnosti vzdelávaných detí v podobe vykonávania limitovaných a jednoznačných požiadaviek, príkazov, usmernení, kde učitelia explicitne nevykonávajú podporu učenia sa detí s využitím interaktívnej tabule a robotických hračiek vo výučbe.
- Interaktívnu tabuľu je možné využívať v procese výučby ako didaktickú (digitálnu) pomôcku a/alebo prostriedok. Prostredníctvom interaktívnej tabule učiaci sa a učiace subjekty využívajú rôzne zdroje informácií (napr. internet, CD, DVD ap.); riešia rôzne učebné a životné problémy zakomponované v projektoch.
- Didaktické zakomponovanie využitia interaktívnej tabule a robotických hračiek do procesu výučby sa neviaže iba na jednu konkrétnu oblasť rozvoja jednotlivca. V didaktickej praxi je potrebné zodpovedne, systematicky a dôsledne využívať interaktívnu tabuľu a robotické hračky s cieľom rozširovania informácií a rozvíjania spôsobilostí učiacich a učiacich sa subjektov, ktoré zároveň pomáhajú učiteľom znižovať negatívny vplyv na dieťa.

## 5 Záver

Zrealizovali sme pilotný kvalitatívny výskum, ktorého výsledky uvádzame v tomto článku. Mali sme možnosť vidieť, že keď detom poskytneme väčší priestor na samostatnosť, dávame im priestor na aktívny rozvoj kompetencií.

Deti dostali priestor samostatne konáť a pôsobiť. Aj pilotný kvalitatívny výskum mám potvrdil, že je to problematika, ktorou sa oplatí zaoberať a je zaujímavá pre deti a učiteľov ako aj pre rodičov.

Pribúdajúcim množstvom robotických hračiek bude stále otvorená otázka ako ich zapojiť do výučby a ukazuje sa ako jedno z účinných riešení spojiť interaktívnu tabuľu s robotickými hračkami.

Vedomé a cielené učenie a učenie sa s využitím interaktívnej tabule a robotických hračiek upúta a stimuluje subjekty pre nové nápady, návrhy a možnosti, ktoré korešpondujú s ich záujmami. Vnímavý a uvažujúci učiteľ počúva a akceptuje návrhy a názory detí pri realizácii rôznych tém prostredníctvom využívania digitálnej tabuľu a robotických hračiek.

V budúcnosti plánujeme realizáciu kvalitatívnych výskumov na ďalších materských školách na Slovensku.

## Literatúra

1. BAROT, T. A KRPEC, R. 2019. Alternative Approach to Fisher's Exact Test with Application in Pedagogical Research. In: 2nd Computational Methods in Systems and Software 2018: Computational and Statistical Methods in Intelligent Systems, Advances in Intelligent Systems and Computing (vol. 859) 2018-09-12 Szczecin, Poland. Cham: Springer. s. 50-59. ISBN 978-3-030-00210-7.
2. BERGER-HALADOVÁ, Z., FERKO, A., 2019. Towards Augmented Reality Educational Authoring. In E. Smyrnova-Trybulská (Ed.) E-Learning and STEM Education. „E-Learning“, 11, (pp. 587-608) Katowice-Cieszyn: Studio Noa for University of Silesia.
3. BOHDAL, R. 2019. Devices for Virtual and Augmented Reality. In: Augmented Reality in Educational Settings. (pp. 410-444). Brill Sense.
4. BRDIČKA, B. 2005. Vliv technologíí na inovaci výukových metod. In Sborník konference Informační gramotnost (pp. 92-97).
5. JANČAŘÍKOVÁ, K., & SEVERINI, E. 2019. Uses of Augmented Reality for Development of Natural Literacy in Pre-Primary Education. In Augmented Reality in Educational Settings (pp. 24-55). Brill Sense.
6. KALAŠ, I. 2013. Premeny školy v digitálnom svete. Bratislava: SPN Mladé letá. ISBN 978-80-10-02409-4
7. KALAŠ, I. 2010. Spoznávame potenciál digitálnych technológií v predprimárnom vzdelávaní. Bratislava. UNESCO IIT. ISBN 978-80-7098-495-6
8. KOREŇOVÁ, L., GUNČAGA, J. 2018. Augmented reality in mathematics education for pre-service teachers in primary level. In: APLIMAT: 17th Conference on

- Applied Mathematics. Bratislava: STU, 2018. Pages 597-605. ISBN 978-80-227-4765-3
9. KOREŇOVÁ, L., KIS, M., LAVICZA, Z., OSTRADICKÝ, P., & PRODROMOU, T. 2018. new directions in nationwide technology integration into mathematics teaching: the Geomatech Project. DIVAI 2018.
  10. KOREŇOVÁ, L., LAVICZA, Z., & VERESS-BÁGYI, I. 2019. Augmented Reality Applications in Early Childhood Education. In Augmented Reality in Educational Settings (pp. 101-119). Brill Sense.
  11. KOSTRUŠ, D., SEVERINI, E., & OSTRADICKÝ, P. 2019. Facilities providing early childhood education and childcare up to three years of age from the point of view of erudite employees. Ad Alta: Journal of Interdisciplinary Research, 9(1).
  12. KOSTRUŠ, D. A KOL. 2012. Proces výučby a digitálne technológie. Bratislava, Bratislava/Martin ,Alfa print, s. r. o.
  13. KOSTRUŠ, D., OSTRADICKÝ, P. 2019. A qualitative methodology framework of investigation of learning and teaching based on the USE of augmented reality. ICETA 2019 - 17th IEEE International conference on emerging elearning technologies and applications. Denver: Institute of Electrical and Electronics Engineers. (S.425-440) ISBN 978-1-7281-4967-7.
  14. LYNCH, Z., VARGOVÁ, M. 2016. Uplatnenie digitálnych technológií napriek vzdelávacími oblastami inovovaného Štátneho vzdelávacieho programu pre predprimárne vzdelávanie v materských školách. Bratislava:ŠPU, 2016. ISBN 978 - 80 - 8118 - 180 - 1
  15. M. MARCO SUCH, P. PERNIAS PECO (eds.) Proceedings of the SPDECE-2012. Ninth Multidisciplinary symposium on the design and evaluation of digital content for education, p. 113–122 Alicante, Spain, June 2012
  16. MCKENNEY, S. & VOGT, J. 2010. Technology and young children: How 4-7 year olds perceive their own use of computers. Computers in Human Behavior 26, 656664.
  17. ONDREJKOVIČ, P. 2007. Úvod do metodológie spoločenskovedného výskumu. 1.vyd. Bratislava: VEDA. ISBN 978-80-224-0970-4.
  18. PAPERT, S. 1996. The Connected Family. Bridging the Digital Generation Gap. Atlanta: Longstreet Press, 1996. ISBN 978-1563523359.
  19. PRENKSY, M. „Shaping Tech for the Classroom.“ 2005. edutopia. <<http://www.edutopia.org/adopt-and-adapt-shaping-tech-for-classroom>>.
  20. PRENKSY, M. 2001. Digitálni domorodci, digitálni pristáhavalci: P Art 1. Na obzore, 9 (5), 1-6.
  21. SEVERINI, E., KOSTRUŠ, D. 2018. Kvalitatívne skúmanie v predprimárnom vzdelávaní. Prešov, Rokus
  22. SEVERINI, E., LEHOTAYOVÁ, B. K., & Csandová, E. (2019). Uses of Augmented Reality in Pre-Primary Education. In Augmented Reality in Educational Settings (pp. 3-23). Brill Sense.
  23. SEVERINI, E., GAŠPAROVÁ, E. 2019. Vyučovanie a učenie prostredníctvom interaktívnej tabule. Teaching and learning process through interactive whiteboard. Trnavská univerzita v Trnave. Trnava, DIDMATTECH ISBN 978-80-568-0398-1

24. SEVERINI, E., KOSTOLANYOVA, K., GASPAROVA, E. 2019. Use of interactive whiteboard in pre-primary education for development of media literacy. ICERI 2019. (S. 11268-11273) Sevilla,
25. SUJANSKY, J. FERRI-REED, J. 2009 Keeping the Millennials. John Wiley and Sons. 2009.
26. ŠVAŘÍČEK, R., ŠEĎOVÁ, K.A KOL. 2007. Kvalitatívny výskum v pedagogických vedách. Praha: Portál, 2007. ISBN 978-80-7367-313-0
27. VÁCLAVÍK, M. ET AL. 2019. Particular Analysis of Normality of Data in Applied Quantitative Research. In: 2nd Computational Methods in Systems and Software 2018: Computational and Statistical Methods in Intelligent Systems, Advances in Intelligent Systems and Computing (vol. 859) 2018-09-12 Szczecin, Poland. Cham: Springer. s. 353-365. ISBN 978-3-030-00210-7.
28. ZÁHOREC, J. – HAŠKOVÁ, A. – Munk, M. Development of Informatics Competencies of Non-informatics Study Programme Students at the ISCED 5 Level. The 10th International Scientific Conference Distance Learning in Applied Informatics (DiVAI 2014), May 5-7, 2014, Štúrovo, Slovakia. Wolters Kluwer, p. 537-547.
29. ZÁHOREC, J. – HAŠKOVÁ, A. – MUNK, M. (2017). Teachers` didactic technological competences: Results of the pilot research. 11th IEEE International Conference on Application of Information and Communication Technologies (AICT). Moscow, (Russia), 20-22 September 2017. IEEE Catalog Number CFP1756H-ART, Print ISBN 978-1-5386-0501-1, p. 345-349.

**Recenzent:** doc. PhDr. Dušan Kostrub PhD.

#### Kontaktná adresa

Mgr. Eva Gašparová  
Ostravská univerzita, Pedagogická fakulta,  
Katedra informačných a komunikačných technológií  
Franí Šramka 3, 709 00 Ostrava, Česká republika  
e-mail: egasparova.eva@gmail.com

# VYUŽITIE MIKROKONTROLERA AKO UČEBNEJ POMÔCKY

Ildikó PŠENÁKOVÁ, Marian MINÁRIK, SK

**Abstrakt:** V edukačnom procese sú učebné pomôcky a didaktická technika nenahraditeľnými pomocníkmi pedagóga. Vo výučbe informatiky a príbuzných predmetov je najpoužívanejšou a často aj jedinou učebnou pomôckou osobný počítač. Aby sme zmenili tento trend a doplnili vyučovanie zaujímavým a poučným spôsobom, rozhodli sme sa využiť vo výučbe možnosti mikrokontrolerov. Pomocou nich je možné ukázať edukantom aj iné technické prostriedky na prácu a pedagógovia získajú zaujímavý spôsob na prezentovanie a návrh hardvéru. Navrhnutá a zostrojená učebná pomôcka je nezávislá od ostatnej výpočtovej techniky, splňa didaktickú zásadu názornosti a zvyšuje zapojenie žiakov do procesu vyučovania.

**Kľúčové slová:** mikrokontroler, hardvér, softvér, Arduino, interaktivita

## USE OF THE MICROCONTROLLER AS A TEACHING DEVICE

**Abstract:** In the educational process, teaching aids and didactic equipment are irreplaceable helpers for teachers. In the teaching of computer science and related subjects, the most used and often the only teaching aid is a personal computer. To change this trend and complement the teaching in an interesting and informative way, we decided to use the possibilities of microcontrollers in teaching. With the help of them, it is possible to show educators other technical means for work and teachers will get an interesting way to present and design hardware. The designed and constructed teaching aid is independent of other computer technology, meets the didactic principle of illustration and increases the involvement of students in the teaching process.

**Keywords:** microcontroller, hardware, software, Arduino, interactivity

### 1 Úvod

V súčasnosti už nikoho neprekvapí, keď sa pred ním otvoria dvere do budovy, či to je obchod, banka alebo metro, a pritom ich neotvára lokaj, ale deje sa to automaticky. V autobusoch, električkách, v metre sa na displeji zobrazujú názvy jednotlivých zastávok alebo aj celá trasa a ani tam nestojí riadiaci operátor. V domácnostach je už úplne prirodzené, že pračka perie sama, umývačka riadu nielen umyje, ale aj vysuší riad a pritom ho nerozbije, kúrenie domu sa zapína a vypína v závislosti od vnútornej alebo vonkajšej teploty

vzduchu a mnoho ďalších úloh, ktoré vykonáva miesto človeka „niekto iný“ alebo skôr „niečo iné“. Uviedli sme len niekoľko príkladov, s ktorými sa denodenne stretávame, a pritom si ani neuvedomujeme, „kto“ alebo „čo“ tieto funkcie zabezpečuje alebo ako je to možné. Na druhej strane musíme konštatovať, že mnohých ľudí tento jav ani nezaujíma, je to pre nich prirodzená každodenná záležitosť, ktorá im spríjemňuje život v modernej dobe.

Rozvoj techniky neustále a veľmi rýchlo napriekuje a to si vyžaduje, aby sa učiteľ sústavne v tejto oblasti vzdelával a vedel svoje vedomosti a techniku vhodnú pre vyučovací proces aj používať. Učiteľ si môže zhotovovať aj vlastné učebné pomôcky, a ak do prípravy zapojí aj žiakov určite dokáže zvýšiť zaujímavosť svojho predmetu.

### 2 Mikrokontroler

*Mikrokontroler* (angl. Microcontroller) alebo tiež mikroovládač je v podstate monolitický počítač integrovaný do jedného integrovaného obvodu (čipu), preto sa používa aj názov jednočipový počítač. Tento čip je potom pripojený na dosku plošného spoja, ktorý umožňuje pripojenie pamäte, osobného počítača, obsahuje vstupy pre napájanie a ďalšie vstupy a výstupy na rozšírenie. Dnes môžeme nájsť mikrokontrolery vo väčšine „inteligentných“ zariadeniach, ako sú napríklad hračky, rôzne zariadenia bielej a čiernej techniky ako sú práčky, chladničky, televízory a podobne. Dokážu riadiť ohrev vody, natáčanie slnečných panelov za Slnkom, merat' počet zrážok a pod. [1].

#### 2.1 Typy mikrokontrolerov

Na trhu je v súčasnosti niekoľko rôznych typov mikrokontrolerov, ktoré sa líšia napríklad veľkosťou, váhou, počtom vstupov a výstupov, kapacitou pamäte, výkonom a samozrejme cenou [2].

Medzi najznámejšie a možno aj najpoužívanejšie patrí *Arduino*. Základnú súčiastku týchto riadiacich jednotiek tvoria procesory spoločnosti Atmel. Používateľ zadáva svoje vstupné požiadavky prostredníctvom vývojového prostredia Arduino IDE, na základe ktorých sa generuje výstup. Zariadenia excelujú vo vykonávaní opakujúcich sa činností, ako je napríklad opakované otváranie a zatváranie dverí, ovládanie činnosti motora a podobne.

Najväčším konkurentom Arduino je nepochybne *Raspberry Pi*. Riadi ho procesor s 64-bitovou AMR (Advanced RISC Machine) architektúrou, ktorý sa nachádza napríklad aj v Smart telefónoch, preto sa Raspberry Pi často radí už do triedy mikropočítačov. Aktuálne najnovší Raspberry Pi 4 model B je však cenovo dvakrát drahší ako model Arduino UNO, a preto je menej rozšírený. Ak by sme však porovnali parametre oboch zariadení je jasné, že Raspberry Pi svojou kvalitou prekoná Arduino [3].

Okrem týchto typov, ktoré sú asi najznámejšie a najrozšírenejšie v praxi sa používajú aj mikroovládač *PIC* (Peripheral Interface Controller), vyrábaný spoločnosťou Microchip Corporation. PIC primárne neriadi používateľ, ale komunikuje s inými zariadeniami ako sú napríklad senzory, prepínače prípadne iné PIC. Najčastejšie sa vyskytuje v automatoch na jedlo a nápoje, alebo v diaľkových ovládačoch [4].

Mikrokontroler *STM32* od firmy ST Microelectronics obsahuje procesor typu AMR s 32 bitovou architektúrou. Charakteristické pre tento typ je, že dokáže udržať vysoký výkon (až 120 MHz) s minimálnou spotrebou elektrickej energie. Používajú sa pri zložitejších projektoch na ovládanie motorov alebo zobrazovacích plôch [5].

Pri výbere mikrokontrolera si musí používateľ zosumarizovať jeho silné a slabé stránky a zistiť, či bude vhodný pre jeho potreby. Vzhľadom k tomu, že sme nemali skúsenosti s mikrokontrolerami, sme sa rozhodli použiť Arduino, ktoré je vďaka jednoduchému vývojovému prostrediu a nenáročnému zapájaniu odporúčané pre „nováčikov“, ktorí majú záujem oboznámiť sa s problematikou mikroovládačov.

### 3 Mikrokontrolery Arduino

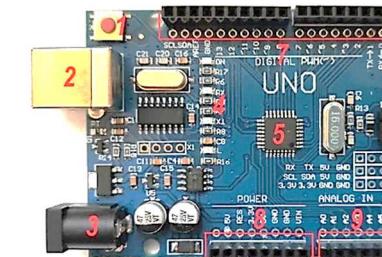
Mikrokontrolery značky Arduino sú digitálne zariadenia, ktoré pracujú s binárhou technológiou. Ak sa napríklad zapojí svetlo vyžarujuca dióda (LED - Light Emitting Diode) do takého výstupu, môže sa zapínať a vypínať, avšak nemôže sa zmeniť intenzita jej svietivosti. Na zmeny takéhoto charakteru slúžia špeciálne vstupno-výstupné porty Arduina, takzvané PWM (Pulse-Width Modulation). Tie umožňujú upravovať dĺžku časového intervalu, v ktorom do PWM výstupu prúdi elektrický prúd.

K Arduino je vytvorené pomerne jednoduché a intuitívne „open source“ (otvorené) programovacie prostredie IDE (Integrated Development Environment), ktoré je potrebné mať nainštalované v počítači, aby programátor mohol s mikrokontrolerom pracovať [6], [7]. Medzi najčastejšie používané programovacie jazyky patrí Python, C a Assembly. Výrobca mikrokontrolerov si však môže vytvoriť vlastnú knižnicu, prostredie, či dokonca celý programovací jazyk pre svoje zariadenia.

Arduino, rovnako ako všetky zariadenia výpočtovej techniky, prechádza neustálym vývojom a rozvojom. Poznáme rôzne jeho modely od základných, pomerne málo výkonných, až po zložité sústavy obsahujúce rôzne typy výstupov, antény na bezdrôtové pripojenie k počítačovej sieti a ďalšie súčasti, ktoré z neho robia kvalitný malý počítač.

V praxi asi najrozšírenejším a v literatúre najpodrobnejšie opísaným mikrokontrolerom je Arduino UNO (Obrázok 1). Aktuálne najnovší model

Arduino Uno Rev 3 riadi čip Atmel ATmega 328P s frekvenciou 16 MHz a flash pamäťou 32 kB.

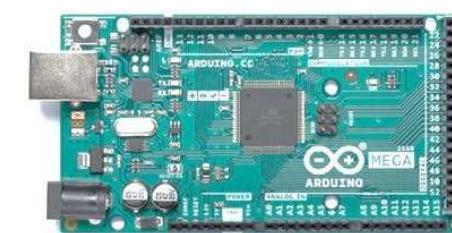


Obrázok 1: Arduino UNO

Vysvetlivky k obrázku 1 zároveň charakterizujú aj štruktúru Arduino:

1. Tlačidlo -resetovanie, respektíve spustenie programu od začiatku.
2. USB konektor.
3. Vstup pre napájanie, ktorý sa nemusí využívať, ak je napájané cez USB.
4. LED s označením L (napojená na výstup 13), Tx a Rx svietia, keď prebieha komunikácia cez sériovú linku, ON signálizuje napájanie zariadenia.
5. Mikrokontroler.
6. ICSP (In-Circuit Serial Programming) - pre externé programovanie mikrokontrolera.
7. Digitálne vstupno-výstupné piny - 14 ks.
8. Napájacie výstupy.
9. Analógové vstupy [2].

Rozšírením verzie UNO je Arduino MEGA, ktorý je vhodný pre tvorbu väčších a komplexnejších projektov. Najnovšia verzia MEGA 2560 (Obrázok 2) obsahuje čip Atmel ATmega 2560, ktorý má frekvenciu 16 MHz a 256 kB flash pamäte. Pôvodných 14 vstupno-výstupných pinov bolo navýšených na 54 (z toho 16 PWM) a 6 vstupných na 16. Tento model sme využili v návrhu učebnej pomôcky [8].



Obrázok 2: Arduino MEGA Rev 3.

Novší model Arduino DUE obsahuje už 32-bitový čip Atmel SAM3X8E, pracuje na frekvencii 84 MHz. Zdrojový kód projektov sa ukladá do flash pamäte, ktorá má veľkosť 512 kB. Zariadenie obsahuje 54 vstupno-výstupných pinov (z toho 12 PWM) a 12 vstupných slotov. Zaujímavosťou je, že pracuje s elektrickým napäťom 3,3 V a nie 5 V, a preto nie je kompatibilný s rozšíreniami, tzv. *Shields*, ktoré poskytujú používateľom Arduino nové možnosti využitia.

#### 4 Návrh učebnej pomôcky

Rozhodli sme sa, že na návrh využijeme model Arduino Mega 2560 a vývojové prostredie Arduino IDE. Presvedčilo nás jeho jednoduché ovládanie, príjemné používateľské prostredie, implementované ukážky kódu a fakt, že je to oficiálny produkt Arduino tímu.

Ako tému na spracovanie sme vybrali pozičné číselné sústavy. Jedná sa o problematiku, ktorá sa vyučuje v predmetoch informatiky. Znalosti z tejto oblasti sú potrebné aj pri programovaní a je to aj súčasťou obsahu predmetu matematika, čiže pomôcka sa bude dať využiť v rôznych predmetoch.

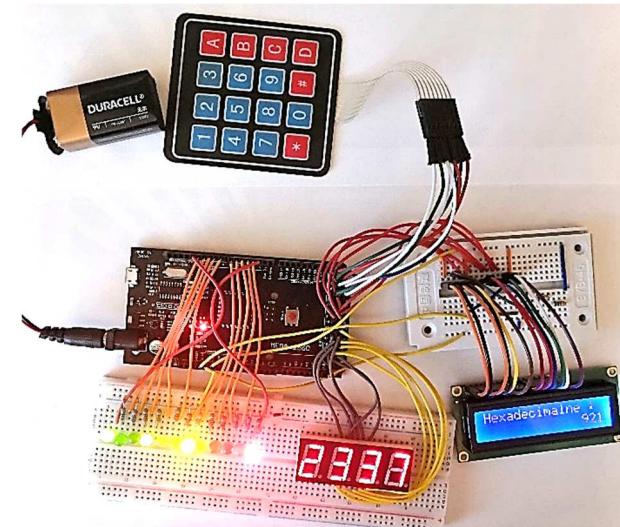
Naším cieľom bolo navrhnuť a zostrojiť učebnú pomôcku, ktorá pomôže pedagógovi s názornou demonštráciou prevodu medzi jednotlivými najpoužívanejšími pozičnými sústavami v informatike, a to sú dekadická (desiatková), binárna (dvojková) a hexadecimálna (šestnástková).

Na zadávanie údajov do mikrokontrolera sme použili klávesnicu, ktorá sa pripojila cez 8 výstupných konektorov, kde každý ovládal jeden riadok, respektíve jeden stĺpec. Klávesnica umožňuje zadávať vstupné dekadické číslo, ktoré sa následne prepočítava do ostatných pozičných sústav. Dekadické čísla sa zobrazujú na štvorznakovom sedem segmentovom displeji.

Na zobrazenie binárnej hodnoty (kódu) zadaného čísla sme použili svetelné diódy. Rozsvietená dióda reprezentovala hodnotu 1 a zhasnutá hodnotu 0. Pomôcka obsahuje 12 diód, čo umožňuje zobraziť maximálnu hodnotu  $2^{12}$ , ak svietia všetky diódy, a v závislosti od príslušnej pozície rozsvietených diód sa zobrazujú čísla z intervalu <0; 4095>.

Na zobrazenie hexadecimálneho čísla sme zvolili dvojriadkový LCD displej 1602, ktorý dokáže zobrazovať číslice aj písmená. Tento displej slúži aj na zobrazenie používateľského vstupu.

Návrh učebnej pomôcky, okrem hardvérovej časti, pozostával aj z programového kódu, takzvaného „skeču“. Na jeho napísanie sme použili už spomínané bezplatné vývojové prostredie Arduino IDE.



Obrázok 3: Fotografia funkčnej učebnej pomôcky

Vytvorená učebná pomôcka (Obrázok 3) názorne demonštruje prevod medzi číselnými sústavami. Ak sa na klávesnici zadá dekadické číslo jeho dekadická hodnota sa zobrazí na sedem segmentovom displeji, v rade svetelných diód sa „vysvetli“ jeho binárny kód, a na LCD displeji sa zobrazí jeho hexadecimálny tvar. Úpravou programového kódu mikrokontrolera môže pedagóg demonštrovať aj vzťah iných pozičných číselných sústav, samozrejme s ohľadom na limity mikroovládača a pripojených častí.

Vytvorenú učebnú pomôcku si môžu v rámci vyučovania vytvoriť aj sami študenti. Pomocou nepájivých dosiek a vodičov si jednotlivé súčiastky navzájom prepoja. Získajú tak nové skúsenosti a zručnosti s prácou s elektronickými súčiastkami.

#### 4 Záver

Počas procesu návrhu, konštrukcie a programovania učebnej pomôcky sme si postupne uvedomovali a spoznávali aj ďalšie možnosti využitia mikrokontrolera vo vyučovaní. Okrem prezentovanej učebnej pomôcky sme navrhli aj niekoľko úloh pre študentov, ktoré môžu realizovať sami na vyučovaní. Získajú tak nové skúsenosti a vedomosti, ktoré môžu ovplyvniť ich postoj k informatike, prípadne ich smerovanie do ďalšieho štúdia.

Pri používaní učebných pomôcok a didaktickej techniky vo vzdelávaní si treba uvedomiť, že ani tá najlepšia pomôcka nenahradí prácu učiteľa. Jeho úlohou

nadálej ostáva usmerňovať pozorovanie žiakov, upozorňovať na podstatu vecí a systematizovať nadobudnuté vedomosti.

Na používanie učebných pomôcok má byť učiteľ dobre pripravený, má dbať na to, aby pomôcku zaradil do vyučovacieho procesu premyslene a funkčne. Kedy používať pomôcky a kedy nie, na to univerzálne pravidlo neexistuje. Učebné pomôcky je potrebné a dobré využívať vždy, keď si to situácia vyžaduje.

*Článok bol publikovaný vďaka projektu KEGA 015TTU-4/2018 „Interaktivita v elektronických didaktických aplikáciách.“*

## Literatúra

1. ORAVEC, M. ARDUINO - programujeme mikrokontroléry/ 1. časť [online]. 2016 [cit. 10. 05. 2020]. dostupné online: <https://www.pcrevue.sk/a/ARDUINO---programujeme-mikrokontrolery-1-cast>
2. VODA, Z. a kol. 2015. *Pruvodce svetom Arduina*, Bučovice, Česká Republika : Martin Stříž, 205. 268 s.
3. HALFACREE, G. 2018. *The Official Raspberry Pi Beginner's Guide: How to Use Your New Computer*, Raspberry Pi Press, 2018. 241 s. ISBN 9781912047680.
4. DAM, B. 2007. *PIC Microcontrollers, Spojené Královstvo : Elektor*, 2007. 446 s. ISBN 978-0-905705-70-5.
5. GAY, W. 2018. *Beginning STM32 : Developing with FreeRTOS, libopencm3 and GCC*, Ontário, Kanada : Apress, 2018. 409 s. ISBN 978-1-4842-3624-6
6. CRAFT, Brock. 2013. *Arduino Projects For Dummies*, Chichester, Anglicko : John Wiley & Sons, Ltd., 2013. 404 s. ISBN 978-1-118-55150-9.
7. KURNIAWAN, A. 2017. *Arduino Programming with .NET and Sketch*, Depok, Indonesia : Apress, 2017. 65 s. ISBN 978-1-4842-2659-9
8. Arduino, *The Documentary* [online]. 2010 [cit 15. 01. 2020]. dostupné online: <https://vimeo.com/18539129?fbclid=IwAR2cdYv71qLOQaumQ0cdMx3YUhfQUWpspXlsvD8XizJ5TjVYzir-DfLYJ2I>, <https://www.arduino.cc/en/Main/AboutUs>

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

## Contact address

Ing. Ildikó PŠENÁKOVÁ, PhD.  
Trnavská univerzita v Trnave, Pedagogická fakulta  
Priemyselná 4, 918 43 Trnava  
e-mail: ildiko.psenakova@truni.sk

Bc. Marian MINARIK  
Trnavská univerzita v Trnave, Pedagogická fakulta  
Priemyselná 4, 918 43 Trnava  
e-mail: [marian.minarik97@gmail.com](mailto:marian.minarik97@gmail.com)

# MIKROVEZÉRLŐK ÉS ROBOTOK A PROGRAMOZÁS OKTATÁSBAN

József UDVAROS, SK

**Absztrakt:** Napjainkban az informatika és a számítástechnika oktatása nagyon fontos. Ezen belül a programozás kiemelt prioritást élvez. Az oktatás szempontjából nem számít, hogy milyen oktatási módszert alkalmazunk az eredményesség szempontjából. Az oktatási folyamat során nagyon fontos felhívni a hallgatók figyelmét és érdeklődését a programozás iránt. A mikroprocesszorok és a mikrovezérlők rendkívül fontos szerepet játszanak a mérnöki alkalmazások széles körében. Manapság szinte az összes intelligens elektronikai eszközöt egy vagy több mikroprocesszor vagy mikrovezérlő vezérli. Ezért nagyon fontos, hogy a tanulók már nagyon fiatal korban megismerkedjenek a mikrovezérlők működésével, programozásával és a felhasználási területeivel. Az oktatás területén a mikrovezérlők széles választékával találkozhatunk, mint pl. az Arduino család mikrovezérlői, Raspberry Pi, Lego, PIC, BBC microbit vezérlői. Az oktató feladata az iskolatípusról és a tanulók életkorától függően, hogy melyik mikrovezérlőt választja. A módszer segítségével érdekesebbé tehetjük az oktatást, valamint felkelthetjük az érdeklődésüket az elektronika, robotika és más műszaki tárgyak iránt.

**Kulcsszavak:** mikrovezérlő, oktatási módszer, robotika

## MICROCONTROLLERS AND ROBOTS IN TEACHING PROGRAMMING

**Abstract:** Nowadays, the education of informatics and computer science is very important. Within this, programming is a top priority. From an educational point of view, it doesn't matter what teaching method we use in terms of effectiveness. It is very important to draw students' attention and interest in programming during the educational process. Microprocessors and microcontrollers play an extremely important role in a wide range of engineering applications. Today, almost all intelligent electronic devices are controlled by one or more microprocessors or microcontrollers. Therefore, it is very important that students become familiar with the operation, programming and areas of use of microcontrollers from a very young age. In the field of education, we can find a wide range of microcontrollers, such as microcontrollers of the Arduino family, Raspberry Pi, Lego, PIC, BBC microbit microcontrollers. It is the teacher's task to choose which microcontroller to

choose, depending on the type of school and the age of the students. With the help of this method, we can make education more interesting and arouse their interest in electronics, robotics and technical subjects.

**Keywords:** microcontroller, teaching method, robotics

## 1 Bevezetés

A mikrovezérlők felhasználásával történő oktatáskor a tanulóknak minimális elektronikai ismeretekkel kell rendelkezniük, melyeket könnyen elsajátíthatnak a fizika és a számítástechnika órákon (digitális és analóg jelek, vezetők, félvezetők - Led dióda, szenzorok, ...). Probléma az, hogy a nemzeti tanterv nagyon kevés időt határoz meg az informatika oktatására [2]. Ezért javasoljuk rövid és intenzív tanfolyamok (projektek) kidolgozását, ahol a tanulók alapvető ismereteket szerezhetnek az elektronikából és a mikrovezérlőkről [1]. Nagyon fontos, hogy a tanulók életkorához és szellemi érettségéhez megfelelő mikrovezérlőt alkalmazzunk a tanítási folyamatban. Manapság nagyon sok mikrovezérlő típusnal találkozhatunk, melyek programozásának bonyolultsága változó. Általános iskolákban játékos formában törekszünk bemutatni a lehetőségeket, algoritmikus gondolkodást, problémamegoldást és kreativitást fejlesztjük.



Ábra 1:Bee-Bot robot

## 2 Robotok alkalmazása az általános iskolai oktatásban

Legtöbbször a Bee-Bot robotot és a Lego Mindstorms robotot programozzuk. A Bee-Bot robot kisgyermekek számára fejlesztett programozható padlórobot, amely a robotmhécske tetején található, színes gombok segítségével programozható, 90 fokot tud elfordulni, maximálisan 40 előre beprogramozott lépés megtételére képes, a lépések között rövid szünetet tarthat, a program végén hangot ad és villogtatja a szemét is. A robothoz létezik számítógépes alkalmazás is, ahol megtervezhetik a robot pályáját, illetve szimulálható a megírt program. Általában általános iskola alsó tagozatán alkalmazzák. Az általános iskola felső tagozatán Lego Mindstorms robotot érdemes programozni[7], [8]. Ekkor a Lego által létrehozott grafikus programozási környezetben építjük fel a programunkat, előre meghatározott elemekből, ahol a paramétereket nekünk kell megadni. A grafikus

programozási környezet nagyon jól szemlélteti az algoritmus szerkezetét és felépítését.



Ábra 2: LEGO MINDSTORMS Education EV3 Core csomag

Dilek Karahoca, Adem Karahoca és Hüseyin Uzunboylu [4] egy projektet készítettek az általános tanulók számára, hogy megvizsgálják a tanulók robotok iránti érdeklődését. A projekt egy vonalkövető robot létrehozását vette célul. Vizsgálták a tanulók verbális és elemző képességekre való hajlandóságát. Meghatározták a robottervezés lépéseit:

- 1) Bevezetés a robotikába
  - a) Az érzékelő áramkörök bemutatása
  - b) Érzékelő áramkör létrehozása
  - c) Az érzékelő áramkörének ellenőrzése LED-del
- 2) Alaplap kialakítása
  - a) A mikrovezérlő áramköre
  - b) Schmitt Trigger áramkör kialakítása
  - c) A motorportok helyének meghatározza
- 3) Hardvertervezés
  - a) Az alváz létrehozása
  - b) Motorok felszerelése
  - c) Érzékelők az alvázhöz
  - d) Csatlakoztatás a csatlakozókábelekhez
  - e) Kerekek felszerelése
- 4) Szoftver
  - a) Algoritmusok írása
  - b) Kódok írása
  - c) Az összes rendszer ellenőrzése

A projekt kezdete előtt a tanulók számára a robot játékként szerepelt, de a projekt végére megértették, hogy a robotok nagyon bonyolult gépek. Véleményük szerint a robotok, amelyek a technológia fejlődésének részét képezik, nagy jelentőséggel bírhatnak a tanulók fejlődésében. A robotkészítés javította a hallgatók algoritmikus gondolkodását, programozási képességeit, kreativitását és önbizalmát, és a tapasztalatok révén segítette őket a tudományos kérdések megismerésében.

### 3 Robotok és mikrokontrollerek alkalmazása a középiskolai oktatásban

A középiskolai programozás során sokkal több lehetőségünk van, hiszen a tanulók szellemi érettsége megengedi, hogy bonyolultabb mikrovezérlők lehetőségeit is kihasználjuk. Nagyon elterjedt a LegoMindstorms robot programozása. A grafikus fejlesztési környezetben a tanulók könnyen elsajátíthatják a vezérlési szerkezeteket, valamint a szenzorok működését és használatát. A LegoMindstorms lehetőséget ad más programozási nyelvek alkalmazására is, mint pl. Python, C, Java.

Egyre több országban ismerik fel a LegoMindstormsban rejлő lehetőségeket és lehetőséget biztosítanak a tehetséges tanulók tudásának megmérettetésére. Léteznek versenyek, ahol speciális robotot kell építeni, majd beprogramozni. Ilyen verseny kategóriák a következők: robotszumó, vonalkövetés, labirintus, súlyhúzás, különböző típusú akadály pályák teljesítése, célba dobás, tűzoltás, ... .

Sergey A. Filippov, Alexander L. Fradkov és Boris Andrievsky [6] a középiskolákban a robotika oktatása során szerzett néhány éves tapasztalata azt mutatta, hogy az idősebb (15-17 éves) tanulókban csökkent a LEGO robot építmények iránti érdeklődés. Ennek oka abban áll, hogy az egyetemi felvételi vizsga felé orientálódnak, és a robotika helyett a más tantárgyakra összpontosítanak. Ugyanakkor a fiatalabb (10-14 éves) tanulók leginkább a robotika, mint egy nagy játékért való érdeklődést mutatják, komoly tudományos érdeklődés nélkül[9]. A kérdés az volt, hogy hogyan lehet növelni az idősebb tanulók robotika iránti érdeklődését, és hogyan lehet motiválni őket a matematika és a programozás szilárd ismeretein alapuló komolyabb tanuláshoz? Létrehoztak egy laboratóriumot, amelyben középiskolai tanulók egyetemi hallgatókkal közösen 5 projekten dolgoztak. A projektek végén, olyan eredményre jutottak, hogy a LEGO Mindstorms kielégíti a középiskolás diákok fő oktatási és szakmai orientációs igényeit, különös tekintettel az automatizálásra, a vezérlő rendszerekre, a robotikára, stb. Fontos és lenyűgöző volt a kölcsönös érdeklődés és a megértés az egyetemi hallgatók és középiskolás tanulók együttműködése során.



**Ábra 3:** Az Arduino család mikrovezérlői

A szakköri tevékenység során egyre több középiskola foglalkozik az Arduino család mikrovezérlőinek és a Raspberry Pi programozásával [1]. Ekkor már szükséges alapszinten ismerni a villamosságot és az elektronikát.



**Ábra 4:** Raspberry Pi 4 mikrovezérlő

Léteznek olyan projektek, ahol nem szükségesek alapismeretek. Az ismereteket a projekt során sajátítják el. Egyik ilyen ismert projekt a Digitális Mágia ([www.dongo.biz/DM](http://www.dongo.biz/DM)), ahol egy alap elektronikai csomagot biztosítanak, és erre épülnek a kisebb projektek. Igyekeznek olyan feladatokat biztosítani, melyek lekötik és felkeltik a tanulók érdeklődését.

Elektrotechnikai szakközépiskolákban már jobban elmélyülnek a mikrovezérlők világában. A tanulmányaik során megismerkednek az elektronikai alkatrészekkel, valamint megismerik a processzorok felépítésével. Megismerkednek az előző robot és mikrovezérlő típusok programozásán felül más speciális mikrovezérlőkkel is, melyeket alacsonyabb szintű programozási nyelvekkel is programoznak, mint pl. a PIC mikrovezérlőt Assembly programozási nyelvben.

Dogan Ibrahim [5] tanulmányában javaslatokat tesz a mikrovezérlők oktatására:

- A mikrovezérlőt mint tervező eszközként való tanítása, az architektúra és az Assembly utasítások megtanítása helyett.
- Több népszerű mikrovezérlő architektúrájának megtanítása, ahol kevés időt kell szánni erre a feladatra.
- Magas szintű nyelv (például C) használatának megtanítása a mikrovezérlő programozásához. Kevés időt kell fordítani az Assembly nyelv tanítására, mivel manapság a legtöbb mikrovezérlő magas szintű nyelv használatán alapul. A magas szintű nyelv használata megkönnyíti a programozást és a karbantartást. Nagyon bonyolult programokat lehet kifejleszteni magas szintű nyelven, mint az Assembler nyelven.
- Fejlesztőkészletet kell használni annak lehetőségével, hogy a táblát úgy konfigurálják, hogy működjön különféle mikrovezérlő - chipekkkel. Ez a megközelítés megtanítja a tanulókat különféle mikrovezérlők használatára. Könnyű feladatnak kell lennie a program áthelyezésének egyik platformról a másikra, mivel a magas szintű nyelv általában nem függ a mikrovezérlő architektúrájától.

#### 4 Összefoglalás

Ez a cikk egy új megközelítést javasolt és ír le a mikrovezérlők és robotok programozásának oktatására az általános és középiskolákban. Javaslatot tesz, mire kell összpontosítani a mikrovezérlők programozásának tanításakor. A módszer azon alapul, hogy a mikrovezérlőt tervező eszközként használja a problémák megoldására, ahelyett, hogy jelentős időt fordítana ezen eszközök elméletének és Assembly nyelvénék programozására.

*This work has been supported by the project KEGA 012TTU-4/2018 "Interactive animation and simulation models in education".*

#### References

1. UDVAROS, J. – VÉGH, L. (2020). New teaching methods by using microcontrollers in teaching programming. eLearning and Software for Education 2020. Bukarest 1 pp. 630-637. Paper: 82 , 8 p.  
<http://doi.org/10.12753/2066-026X-20-119>
2. UDVAROS, J. (2016). The investigation of OOP helper application effects in Slovakian secondary schools. Journal of Logistic – informatics - management 2016, volume 2016/1, ISSN 2498-9037.
3. UDVAROS, J. (2019). Visualization of Control Structures Using Microcontrollers. XXXII. Didmattech 2019. Trnava, Slovakia: Trnava University in Trnava Faculty of Education, p. 20, 6 p.

4. KARAHOCA, D. - KARAHOCA, A., - Uzunboylu, H. (2011). "Robotics teaching in primary school education by project based learning for supporting science and technology courses" Procedia Computer Science, 3, 1425-1431. 2011. <http://doi.org/10.1016/j.procs.2011.01.025>
5. IBRAHIM, D. (2014). "A new approach for teaching microcontroller courses to undergraduate students," Procedia-Soc. Behav. Sci., vol. 131, pp. 411-414, 2014. <http://doi.org/10.1016/j.sbspro.2014.04.139>
6. FILIPPOV, S.A. – FRADKOV, A.L. – ANDRIEVSKY, B. (2011). Teaching of robotics and control jointly in the University and the high school based on LEGO Mindstorms NXT. Proc. 18th IFAC World Congress on Autom. Control. Milan, 2011, pp.9824-9829. <https://doi.org/10.3182/20110828-6-IT-1002.00914>
7. STOFFOVÁ, V. – ZBORAN, M.(2018). Hrvá forma stavby a programovania robotov na základnej škole. In: Trendy vevzdělávání, 11, 2018, č. 2, s. 130 – 139. ISSN 1805-8949
8. STOFFOVÁ, V.- HAVELKA, M. (2018). Práca s robotickými stavebnicami na 2. stupni ZŠ - Zbierka riešených úloh. 1. vyd. Olomouc : Pedagogická fakulta UP v Olomouci, 2018. 66. s.
9. STOFFOVÁ, V.(2019). Educational Computer Games in programming Teaching and Learning.. In: New technologies and redesigning learning spaces: eLearning and Software for Education. Bucuresti : Carol 1 National Defence University, 2019. ISSN 2066-026X, CD-ROM, p. 39-45. WoS. DOI 10.12753/2066-026X-19-004

**Reviewed by:** Prof. Ing. Veronika Stoffová, CSc.

#### Contact address

RNDr. József Udvaros, PhD.  
J. Selye University  
Bratislavskácesta 3322, 94501 Komárno  
e-mail: udvarosj@ujs.sk

## MOTION TRACKING BY AN ARDUINO DUE AND EXCEL

SOMOGYI Anikó, KELEMEN András, MINGESZ Róbert, HU

**Abstract:** The boundaries between science, mathematics, engineering, computer sciences, and even arts seem to have been blurred in the 21st century. Microcontroller programming might play an important role in not only the informatics education, but even physics and mathematics teaching can profit by integrating computer-controlled measurement experiments. To demonstrate the latter, we present an experiment implemented through technical computer science. The hardware (Arduino Due, photogate system) and software (C/C++, Excel Data Streamer and VBA) setup is suitable to track the path of 1D and 2D motions. The experiment is well suited to show the connection between uniform circular motion and simple harmonic motion and might have a role in teaching trigonometric functions. The results and methods of the study can be applied in physics, computer science and mathematics education at a secondary school level.

**Keywords:** interdisciplinary education, technical computer sciences, Arduino, LabVIEW, Excel Data Streamer.

### 1 Introduction

#### 1.1 Kinematical investigation of motions

In Hungarian physics education there is an emphasised role of simple motions such as uniform motion in a straight line, uniformly accelerated straight-line motion, projectile motion, uniform and non-uniform circular or rotational motion, simple harmonic motion and the motion of a single pendulum. There is a wide range of quite well-known measurement experiments *based on* the physical properties of these motions, e.g. to measure the gravitational acceleration by free fall experiments or with the help of a pendulum, to measure mass by spring motion, or to measure the moment of inertia in a uniformly accelerated rotational motion.

However, when first meeting with these motions in *inquiry-based science education* at classroom, precise experimental investigation of location, velocity or acceleration as a function of time would be necessary. In this first chapter, a collection of possibilities for computational motion tracking by cheap instruments in an educational environment is presented – without claiming completeness.

#### 1.1.1 Photogate

Moving a so-called ‘g ladder’ or ‘picket fence’ (a transparent long object with uniformly distributed black regions) between the arms of a photogate, the distance as a function time in any straight-line motion can be investigated. The photogate can be connected to a sound card [1] or other interfaces like an EDAQ530 [2] or even a simple Arduino UNO [3]. Similarly, if a circular plate is divided into transmissive and non-transmissive radial streaks the rotational angle as a function of time in circular motions can be tracked the same way [4]. For the same purpose, the popular fidget spinners can also be used, and not only for kinematic but also for dynamic investigations [4]. We mention that rotary optical encoders work on the same principle [5].

#### 1.1.2 Accelerometer

Three-axis acceleration sensors (a.k.a. accelerometers) are in the pocket of almost every student and every teacher, since most smartphones these days contain built-in accelerometers that can be used for measuring acceleration as a function of time [6]. Separate accelerometer sensors provide analogue output voltage as a linear function of the acceleration. These sensors can be connected to microcontrollers as accessories, but they often can be found as built-in parts on interfaces like EDAQino, designed for science educational purposes [3]. An accelerometer chip is integrated in the BBC micro:bit, which is becoming more and more popular both in natural and computer science education [7]. These can be used to measure the acceleration of as a function of time [8].

#### 1.1.3 Video motion tracker

Another useful means of teaching kinematics can be two-dimensional video motion tracking. There is a wide range of video editing applications that have an analysis function for this purpose. In physics education, possibly the most widespread program is the Tracker [9], which is suitable for postprocessing videos to evaluate the motion path of an object. Besides these, velocity and acceleration as a function of time are graphed automatically [10]. Live object tracking based on a web camera is also possible with LabCamera [11], which is available as a Windows and Android application as well.

#### 1.2 Using the Arduino platform and Microsoft Excel Data Streamer in physics education

There is quite a new trend in science education that integrates the means of technical computer sciences. Low-cost microcontrollers are available for the participants of education. One of the most well-known open-source, microcontroller-based platform is Arduino, which has gained huge popularity among students and teachers during recent years [12]. An Arduino cannot

store large amount of measurement data but can transfer them to a host computer. Data received through USB serial port can be evaluated – among others – in Data Streamer which is an add-in for Microsoft Excel [13], [14].

To achieve an interdisciplinary educational environment Arduino and Excel offer an efficient instrument for STEM ('Science, Technology, Engineering and Math') and even STEAM (A stands for Arts) laboratory projects [15], [16], [17]. In these projects, the role of students can be changed from passive observers or guided users to an active designer and programmer of their experiments. In the process of solving complex problems, they must integrate the knowledge elements of mathematics, physics (electronics) and computer sciences (C/C++ programming).

When integrating 3D computer graphics and design (for 3D printing or laser engraving) in these multidisciplinary projects, industrial and cooperative skills of the students can be improved as well as their creativity. Additionally, the finished products (e. g. experimental setups or robots) enrich the school toolbar and can be reused as demonstrational equipment [18]. Summarizing, authors of this paper suggest that these means of information technology open a new gate to show students the diverse applicability of informatics, orienting them in the direction of engineering studies.

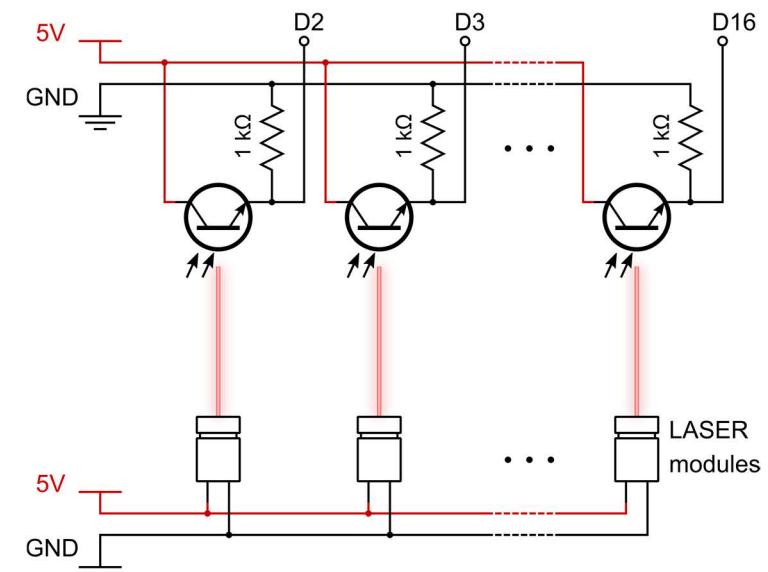
### 1.3 Project description

In this paper, we would like to present the result of a STEAM project with the aim of motion tracking to show an example of how these areas – sciences, technology, engineering, arts and mathematics - can be combined. The original version of the project which was implemented as an after-school program involved one physics teacher and two students. In the project, we designed a setup for real-time measurement of periodic motions, where the position as a function of time is detected by a self-designed multi-photogate controlled by an Arduino Due, while measurement data is displayed in Microsoft Excel Data Streamer. Here we describe one of the feasible experiments demonstrating that the projection of uniform circular motion is a harmonic motion: one location-coordinate of the moving object (i. e. the shadow of the object) is a sinusoidal function of time. However, the setup can be used to investigate other motions, too. Some methods we present might be useful in education: the software solutions for time measurement, motion control and data transfer through COM port to the host computer can be easily transferred to other projects or demonstrational experiments as well.

## 2 'Hardware' designed and used in the project

### 2.1 Measurement setup

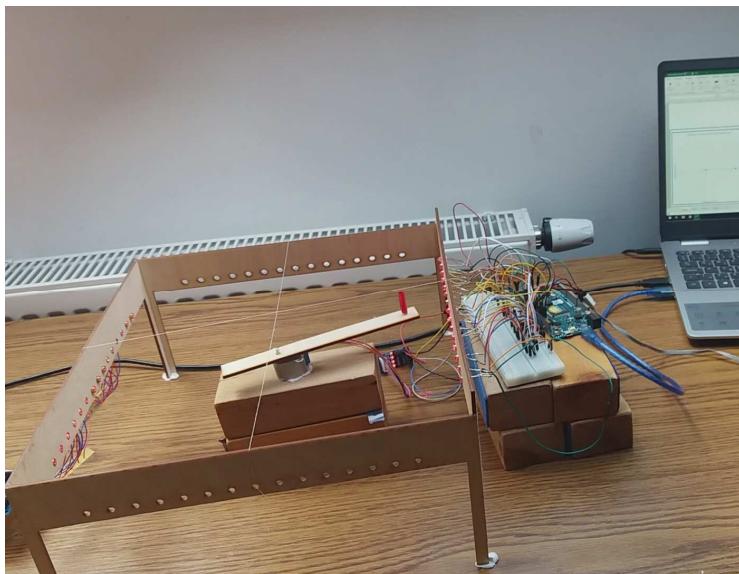
A photogate is a simple circuit that consists of a light source (usually an IR transmitter LED) and a light detector (usually an IR phototransistor). The signal of the gate jumps from a logic low to a logic high when an object intersects the path of light. Uniform and accelerated straight-line motions can be examined by only one photogate with a g ladder (described above). However, the setup is not quite suitable for tracking periodic motions and 2D motions, that is why more photogates are necessary for demonstrating the connection of uniform circular motion and simple harmonic motion. Instead of infrared light sources, red laser diodes were chosen and compatible phototransistors and were aligned in opposite rows, as shown in Figure 1.



**Figure 1:** Circuit for the multi-photogate connected to an Arduino Due

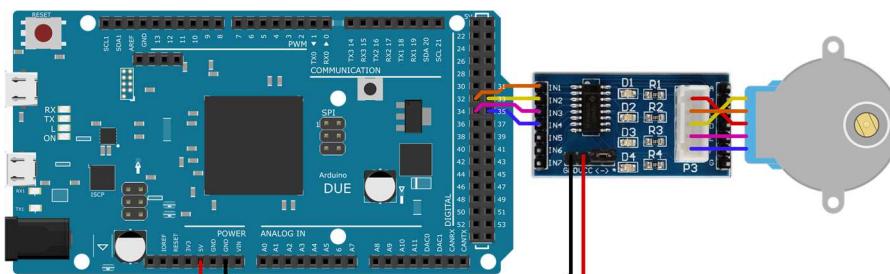
With this array of photogates (later: multi-photogate) one coordinate of the position of a moving object can be examined as a function of time. Since laser light is in the visible region, the shadow of the moving object is visible to the naked eyes, too. For two dimensional motion, it is possible to set two multi-photogates perpendicular to each other for detecting two coordinates of the position independently.

We designed a frame for the multi-photogates from laser cut wood panels for 2 arrays of 15 pairs of laser diodes and phototransistors providing equal space between the neighbouring photogates as can be seen in Figure 2.



**Figure 2:** Experimental setup for inspecting the projection of uniform circular motion

In the project, an old vinyl record player can be used to perform the uniform circular motion. However, if an adjustable frequency of motion is required, it is advised to use a stepper motor, instead. In the presented version of the experiment, a unipolar 28BYJ-48 stepper motor [19] was used with a ULN2003A driver [20] (Figure 3).



**Figure 3:** Connecting the stepper motor and the driver to the Arduino Due.

## 2.2 Interface for serial communication, motion control, position detection and a precise time measurement

In the following section tasks to be performed in the experiment are taken into consideration to find an adequate interface for realization.

### 2.2.1 Serial communication

Measured data must be transferred to the host computer. Serial communication was chosen for that purpose. Data reception on the host computer can be accomplished in many programming environments like Python, LabVIEW, etc. In this project, receiving and processing data is accomplished by Microsoft Excel Data Streamer which supports among others any Arduino platforms connected to the computer by a USB-cable.

### 2.2.2 Control a stepper motor

For the uniform circular motion, the stepper motor would run continuously. For controlling the stepper motor four digital output pins are necessary [21]. The precise timing of steps can be insured by using timer interrupts, that allow performing a task, here specifically changing the phase of the motor at very specifically timed intervals, regardless of other processes going on the platform [22].

### 2.2.3 Position detection and precise time measurement

The self-designed frame allows fixing the exact location of each photogate in the two-dimensional array. When the moving object intersects the path of light of a photogate, a jump in the logic level happens and the digital signal can be detected through a digital pin of an interface. By identification of the digital pin receiving the current signal, the coordinate of the current position is measured. In the presented project for the multi-photogate thirty digital input pins are needed. However, the most widespread Arduino UNO does not provide enough digital I/O pins for this larger scale Arduino project.

When detecting the crossings of the light-path, it is essential to record a high-resolution timestamp of the event. For this precise time measurement, a perfect ‘stopwatch’ might be to apply interrupt service routines for each digital pin executed by the shift in the logic level of the digital signal [23], [24]. We mention that an Arduino UNO has only two digital pins that can handle interrupts.

Consequently, to accomplish all tasks, we put our vote down next to the Arduino Due, which meets all of our expectations with its 84 MHz clock, a Programming and a Native USB port, 54 digital input/output pins, all of them designed to handle external interrupts [25].

### 3 'Software' designed and used in the project

#### 3.1 Programming of the Arduino serial communication, motion control, position detection and a precise time measurement

As described above, there are quite a few tasks for the microcontroller to handle in parallel. Arduino Due is based on one Atmel SAM3X8E ARM Cortex-M3 CPU, so real parallel processes are not possible. However, by using interrupt service routine it is possible to execute tasks independently.

In every basic Arduino program, there is a `setup()` function which runs only once after starting the board and a `loop()` function which is an indefinite cycle running over and over while electric power is supplied to the board. In our project, this loop is interrupted by

- the timer to trigger the stepper motor after specified time intervals
- the external digital signals coming from each photogate when an event (line path crossing in motion) happens.

Actually, with these interrupts, it becomes possible to handle these three processes in parallel by only one interface. Although we talk about a single-core system, the use of interrupts makes it possible to handle multiple processes running as a kind of time-sharing system.

##### 3.1.1 Serial communication to transfer data to a host computer

Both for programming and serial data transfer the Programming Port of the Arduino Due was used. Data transfer happens through Serial USB-port at a baud rate of 115200 bit/s.

```
/* setup() runs once after one plugs in the Arduino Due.*/
void setup()
{
    Serial.begin(115200); // Setting up Baud Rate of Serial port
}
```

It was important to set up a protocol for the sent data appropriate for Microsoft Excel Data Streamer. When five possible message-parts are concatenated in a string, separated by commas, DataStreamer reads data in five channels (columns). Since measurement of time and position takes place along two axes, and by both axes an event is recorded by a stamp of elapsed time and a stamp of position, four columns are reserved for these four pieces of information. The fifth column contains information about the angle of the stepper motor given by a counter. This way the protocol of the message is  $(a, b, c, d, e)$  where  $a$  is the x-axis timestamp,  $b$  is the x-axis positionstamp,  $c$  is the y-axis timestamp,  $d$  is the y-axis positionstamp and  $e$  is a step-counter value. A `sendMessage()` function was declared for creating messages according to the described protocol.

```
/*To handle measurement data by Excel Data Streamer, send data in 5
concatenated string-pieces, separated by commas. */
void sendMessage (long timeStampY,int positionStampY, \
                  long timeStampX, int positionStampX, int angleStamp)
{
    String message=" "; //Declare an empty local string variable
                        //for messages.
    message.concat(timeStampY);
    message.concat(",");
    message.concat(positionStampY);
    message.concat(",");
    message.concat(timeStampX);
    message.concat(",");
    message.concat(positionStampX);
    message.concat(",");
    message.concat(angleStamp);
    message.concat(",");
    Serial.println(message); // Sending the message
}
```

##### 3.1.2 Control a stepper motor by handling timer interrupts

Since in the experiment the uniform circular motion would be examined by the multi-photogate, it would be simple to use two different interfaces for motion control and measurement. However, it is possible to accomplish both tasks by using interrupts. For independent and precisely timed motion control it is advisable to use timer interrupts [26].

Timing of these steps is critical to realize uniform motion, that is why timer interrupts trigger the alternation of the phases.

We used one of three channels (Channel 0) of one of the three timer counters (TC1) in Waveform Mode. To this particular channel belongs the TC3\_IRQn controller from the Nested Vector Interrupt Controller (NVIC) that can be handled by `TC3_Handler()` interrupt function. One of the five internal clocks (TIMER\_CLOCK4) for this channel is used that has a specified frequency, which is the master clock frequency, 84 MHz (VARIANT\_MCK) divided by 128. This internal clock can be selected for the counter in the Channel Mode Register (TC\_CMRR).

To generate a square wave with a specified duty cycle two registers must be set: Register A (RA) is the clock count where the output goes logical HIGH and Register C (RC) is the clock count where our output goes LOW [27]. In this case, RA was set as zero, so that interrupts are triggered when the counter reaches the value stored in the compare match register (RC). This way the value of RC equals the ratio of the desired time interval between steps of the motor to the interval between timer counts.

$$RC = \frac{\text{time interval between steps}}{\text{time interval between timer counts}} = \text{frequency of timer counter (Hz)} \times \text{time interval between steps (s)}$$

All these settings are in the TimerStart() function which is called in the setup() part of the program.

```
#define DELAY_STEP 4 //Time gap between steps of the stepper motor in
milliseconds
void TimerStart(Tc *tc, uint32_t channel, IRQn_Type irq, uint32_t
delayStep)
{
    pmc_set_writeprotect(false); // turn off write protection
    pmc_enable_periph_clk(irq); //enable the peripheral clock for
                                //particular channel referenced by NVIC irq
/*Select Waveform Mode and instruct the TC (Timer Clock 4)
to count up with a reset on register C (RC) compare.*/
    TC_Configure(tc, channel, TC_CMR_WAVE | TC_CMR_WAVSEL_UP_RC |
                TC_CMR_TCCLKS_TIMER_CLOCK4);
/*Count timer frequency: 84 Mhz /128 =656.25 kHz than multiply by
intervals between steps in milliseconds */
    uint32_t rc = VARIANT_MCK / 128 *delayStep/1000;
    TC_SetRA(tc, channel, 0); //Set RA register to 0.
    TC_SetRC(tc, channel, rc); //Set RC register to rc
    TC_Start(tc, channel); //Timer is stopped after configuration
                            //and must be restarted.
/*Enabling required interrupt types:*/
    tc->TC_CHANNEL[channel].TC_IER= TC_IER_CPCS | TC_IER_CPAS;
    tc->TC_CHANNEL[channel].TC_IDR=~(TC_IER_CPCS | TC_IER_CPAS);
    NVIC_EnableIRQ(irq); //Enable compare interrupt
                            //at specified channel
}
void setup()
{
...
//Start timer interrupts.
    TimerStart(TC1, 0, TC3_IRQn, DELAY_STEP);
...
}
```

For the continuous running of a unipolar stepper motor four phases must be alternated cyclically.

|        | stepperpin[0] | stepperpin[1] | stepperpin[2] | stepperpin[3] |
|--------|---------------|---------------|---------------|---------------|
| phase0 | HIGH          | LOW           | LOW           | LOW           |
| phase1 | LOW           | HIGH          | LOW           | LOW           |
| phase2 | LOW           | LOW           | HIGH          | LOW           |
| phase3 | LOW           | LOW           | LOW           | HIGH          |
| phase0 | HIGH          | LOW           | LOW           | LOW           |
| ...    |               |               |               |               |

Table 1: Phases of the driver of the unipolar stepper motor

At once, only one digital pin that controls the motor driver must be set to logic high value then comes to the next pin, starting again sequentially after the fourth pin is switched on.

The TC3\_Handler() function is the routine for interrupts triggered by TC\_GetStatus(), that can be customized to the task of setting the phases triggered by the timer interrupts, and recording the value of an angle-step-counter (angleCounterIsr) variable. For safe data transfer from the routine to the loop(), this variable should be declared as volatile, to make sure that data will not be cached in any register. The transferred value is stored in angleCounterTmp variable temporarily as a reference of the uniform circular motion.

```
int stepperPins[] = {32,33,34,35}; //Digital 32-35 pins to control the
motor.
int activeCoilIndex = 0; //variable for changing the four phases
                        //of the unipolar stepper motor.
volatile unsigned int angleCounterIsr = 0; //Variable to safely
                                         //pass the angle counter value
int angleCounterTmp; //variable to store the current angle position
                     //value of the stepper motor temporarily

void setup()
{
...
/*Initialize digital pins used to control the stepper motor as an
OUTPUT.*/
    for (int i=0;i<4;i++)
    {
        pinMode(stepperPins[i],OUTPUT);
    }
...
}

void TC3_Handler() //IRQ Handler Function for Channel 0 of
                    //TC1 timer
{
/* At once only one digital output is set to HIGH. With each step the
index of the chosen digital output is increased from 0 to 3, then repeated
again and again. */
    TC_GetStatus(TC1, 0);
    if(activeCoilIndex >3)
    {
        activeCoilIndex =0;
    }
    for (int k = 0; k<4; k++)
    {
        if (k== activeCoilIndex)
        {
            digitalWrite(stepperPins[k],HIGH); //the j-eth pin is
                                         //set to HIGH
```

```

        }
    else
    {
        digitalWrite(stepperPins[k], LOW); //all the others are LOW.
    }
}
activeCoilIndex++; //increase value of j variable
angleCounterTmp = angleCounterIsr;
angleCounterIsr++;
}

```

The chosen 28BYJ-48 stepper motor with the built-in 1/64 reduction gears in the four-step sequence mode rotates with  $32 \cdot 64 = 2048$  per revolution, which means approximately  $0.18^\circ$  angle steps. Since time interval between steps is set to 4 ms, the period time of the uniform circular motion is 8.192 s.

### 3.1.3 Position detection and time measurement by handling external interrupts

In our project, we have 30 photogates generating digital signals. We only have to record these signals when the path of light is crossed by the moving object. These events can be used to interrupt the loop() function. When preparing Arduino Due to receive these external interrupts, the first task is to attach an interrupt service routine to each digital pin by the attachInterrupt() function [28].

In our case, when a transit occurs in front of a photogate, the digital signal changes from logic LOW to logic HIGH, so a so-called RISING type edge is generated in the digital signal of that particular pin connected to the photogate. Reacting to this event an interrupt service routine (ISR) is executed. Since there are 30 digital pins connected to the multi-photogate, 30 different isrPIN()-type functions are declared. These short routines must be as short as possible, in our case only two tasks have to be accomplished: getting a timestamp (elapsed time from the start of the microcontroller) in microseconds by using micros() when an event (i.e. an interrupt) happens, and to identify which digital PIN received the latest interrupt. All variables are set to be a volatile type for safe data passing from the routine to the loop(). Since Arduino Due is based on a 32bit ARM core, to make sure that the 4-byte-long timestamp value and an additional integer are safely passed to the loop(), interrupts are disabled during data copy.

Timestamp and pin identifier are then temporarily stored in variables before further evaluation.

```

// Digital 2-31 pins are used for the multi-photogate.
int isrPins[] = {2,3,... 31};
#define TYPE RISING // In the multi-photogate detected: Rising edge
volatile unsigned long timeIsr; // variable to safely pass the
                                //timestamp value
unsigned long timeTmp; //variable to store timestamp value temporarily
unsigned int pinTmp; //variable to store pin identifier temporarily
unsigned long timePrev =0; //variable to store the previous
                            //timestamp temporarily
unsigned long deltaTime; //variable to store time difference temporarily
long elapsedTime; // variable to store elapsed time temporarily
int currentPosition; //variable to store the current position temporarily
/*To generate 30 similar isr_() indexed functions to handle interrupts at
each photogate, use ## preprocessor. In an indexed interrupt service routine
isrPIN() two tasks are accomplished:record timestamp of the event in
microseconds and identification of the photogate where the event happens*/
#define GENERATE_ISR(PIN)
void isr ## PIN()
{
    \
    timeIsr = micros(); \
    pinIsr = PIN; \
}
/* Generate all the isrPIN()-type functions */
GENERATE_ISR(2)
GENERATE_ISR(3)
...
GENERATE_ISR(31)

/* Declare an array for the isrPIN()-type functions to handle them by
index. */
void (*isrArray[30])() = {isr2,isr3,... isr31};
void externalIsrHandler ()
{
    noInterrupts(); // Desabling interrupts in order to pass the
                    //timestamp value safely
    timeTmp = timeIsr; // Copying timestamp in the temporary variable
    pinTmp = pinIsr; // Copying pin identifier in the temporary variable
    interrupts(); // Allowing interrupts again
}
void setup()
{
...
/*Configure digital pins used at the photogates as INPUT and then assign
interrupt to digital inputs. */
    for (int i=0;i<30;i++)
    {
        pinMode(isrPins[i], INPUT);
        attachInterrupt(digitalPinToInterrupt(isrPins[i]), \
                        isrArray[i], TYPE);
    }
...
}

```

A technical but still important task is to synchronise the start time and the beginning of angle position recording. In the project, one has to start the stepper motor and wait until it reaches a particular photogate which would start the measurement process. We solved this by running a loop inside the `setup()` function, then after a condition is satisfied (i.e. reaching the start position) the counter for stepper motor position and the elapsed time variable are reset to zero.

```
void setup()
{
...
//Handle external interrupts till moving object passes photogate 9.
do
{
    externalIsrHandler();
}while(pinTmp!=9);
angleCounterTmp = 0; //Set temporary anglecounter to 0.
angleCounterIsr = 0; //Set isr counter of the stepper to 0.
elapsedTime = 0; //Set start time to 0.
currentPosition =pinTmp-9; //Set current position to 0
// Send time-position pair when moving object passes photogate 9.
sendMessage(elapsedTime,currentPosition,-1,-1,angleCounterTmp);
//Initialize previous timestamp with the current timestamp
timePrev = timeTmp;
}
```

Before sending data to the host computer, the elapsed time (counted from the previously described starting time) and position value (counted from the pin identifier) are determined. To send data according to the desired protocol, the `sendMessage()` function is called: when an event happened before an y or x-axis photogate the `elapsedTime` and the `currentPosition` values must be written in the first and second or the third and fourth places, respectively, while the alternative parameters are set to be -1. In the fifth parameter as a reference for the location, the value of the `angleCounterTmp` variable is written. With this the protocol is:

'y-type': (`elapsedTime`, `currentposition`, -1, -1, `angleCounterTmp`) or  
'x-type': (-1, -1, `elapsedTime`, `currentposition`, `angleCounterTmp`).

```
/*function that passes timestamp and pin identifier to host computer */
void timePositionMessageWrite()
{
// When the previous timestamp is not equal to the current one:
// an evenhappened.
if (timePrev != timeTmp)
{
    deltaTime = timeTmp-timePrev; // count time difference
                                //between events
    elapsedTime += deltaTime; //count the elapsed time from
```

```
//start of the measurement
/* When the event happened at an x-axis-photogate (pins numbered from 2-16) the message should be in the first and second column */
if(pinTmp <17)
{
    currentPosition = pinTmp-9; //pin numbers 2-16
                                //to position values -7 to 7.
    sendMessage (elapsedTime,currentPosition,-1,-1, \
                angleCounterTmp);
}
/* When the event happened at ay-axis-photogate (pins numbered from 17-31) the message should be in the third and fourth column */
else
{
    currentPosition = pinTmp-24; //pin numbers 17-31
                                //to position values -7 to 7.
    sendMessage(-1,-1,elapsedTime,currentPosition, \
                angleCounterTmp);
}
timePrev = timeTmp; // Refresh stored timestamp
}
/*Loop function is an infinite cycle so runs over and over until Arduino Due is unplugged.*/
void loop ()
{
    externalIsrHandler ();
    timePositionMessageWrite()
}
```

### 3.2 Using Excel for receiving, processing and real-time displaying measurement data

#### 3.2.1 Data Streamer: an add-in for receiving data

In this paper, an easy-to-use way of receiving data by the host computer is presented. We implement one of the free add-ins for Microsoft Excel created by one of the Microsoft Garage teams directly for educational purposes and student measurements, [13]. Data Streamer as a COM-extension can be enabled in Office 365. The application can be customized for each experiment. Excel Data Streamer can be combined for example with micro:bits [8], and Arduino [14].

On the 'Connect a Device' tab, the appropriate device is selected, in this case, an Arduino Due. Worksheets in Excel for Data In, Data Out, and Settings are automatically displayed. The time interval between incoming pieces of data is set to 10 ms (which is the least possible value), the number of channels is five. The most recent line of data is written in cells B5-F5.

The default number of data rows that can be displayed is 25, which in the current version of Data Streamer can be increased to a maximum of 500. In Advanced Settings, the communication rate (baud rate) is set to match the baud rate that is used in the measurement (in this case 115200). The measurement can be started with the Start Data button [4].

### 3.2.2 Programming an Excel VBA macro to sort measurement data for evaluation

When two dimensional examination of the movement is implemented, it is necessary to sort received data by dimensions. A short Excel VBA macro was written to monitor the cells of Data In worksheet (B5:F5), in which the most recent pieces of data are displayed, whether either of the values changes. When a valid timestamp or angle data arrives in the first, third or fifth place in the message, that pieces of data are always positive, in contrast with the -1 value. This fact gives a simple opportunity to sort and collect valid data on a new worksheet. By monitoring the sign of the first (B5) or third (D5) values of the latest message, it is simple to recognize a timestamp caused by an interrupt along the y- or x-axis, respectively.

After this classification, the values (timestamp and position value pairs along y- and x-axes, and the angle data) are sorted in separate columns of another worksheet. Choosing the row of the cell happens by finding the last row of the particular column and selecting the following cell. The content of the data cells is exported and written in the chosen cell. Thus, the collected and separated data are listed in chronological order, without empty rows, in the corresponding column of our worksheet used for evaluation. The value of the counter of the steps (angleCounterTmp) is written always in the same cell (E2) as a reference to the displacement.

```
Private old1 As Long
...
Private Sub Worksheet_Change(ByVal Target As Range)
    Dim KeyCells As Range
    Set KeyCells = Range("B5:F5")
    If Not Application.Intersect(KeyCells, Range(Target.Address)) Is Nothing Then
        If Not Worksheets("Data In").Range("B5").Value < 0 Then
            v1 = Worksheets("Data In").Range("B5").Value
            v2 = Worksheets("Data In").Range("C5").Value
            If old1 <> v1 Then
                LstRw1 = Worksheets("Munka1").Cells(Rows.Count, "A").End(xlUp).Row + 1
                Worksheets("Munka1").Cells(LstRw1, "A") = v1
                Worksheets("Munka1").Cells(LstRw1, "B") = v2
                old1 = v1
            End If
        End If
    ...

```

```
v5 = Worksheets("Data In").Range("F5").Value
Worksheets("Munka1").Cells(2, "E") = v5
```

```
...
End If
End Sub
```

### Results

Once the Excel workbook is prepared for receiving data, the graphical display can be set. Two types of graphs are used to illustrate the characteristics of the phenomenon.

One of them is a simple XY graph. Along the horizontal axis the time, along the vertical axis the measured position values are plotted, and this way a real-time display of the function is achieved as shown in Figure 4. The graph shows that this coordinate of the displacement vector (the 'shadow') is a sinusoidal function of time.

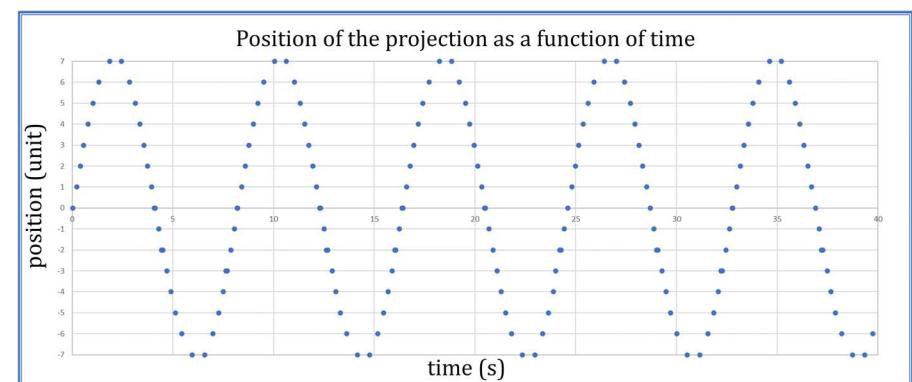
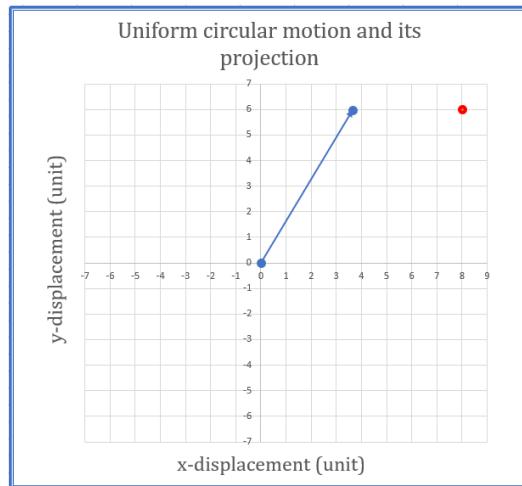


Figure 4: Real-time graphical display of the measured data:  $y(t)$  function

On the other graph, there are only two points of data. The angleCounterTmp value is switched to the angle of rotation ( $\alpha$ ) and the coordinates of the first point are  $(\cos(\alpha); \sin(\alpha))$ . The second point has a fixed first coordinate and the vertical coordinate is the currentPosition value (Figure 5). By these choices, this graph shows effectively the rotating displacement vector of the moving object and the 'movement of the projection' in parallel.



**Figure 5:** Real-time graphical display: uniform circular motion and its projection

## Conclusion

Technical informatics can build a bridge between STEAM subjects, especially informatics and physics. In our experience, it is worth adopting measurements as it is useful in teaching programming beyond its motivational role. In this paper, we have provided effective solutions for implementing a specific experiment and evaluating the measurement data, which can be utilized for other experiments as well. The source codes are attached to the study to support other colleges to apply our methods.

## Acknowledgement

This study was funded by the Content Pedagogy Research Program of the Hungarian Academy of Sciences.

## References

1. Z. GINGL, K. KOPASZ, *A high-resolution stopwatch for cents*. Physics Education, (2011) 46. 430–432. <https://doi.org/10.1088/0031-9120/46/4/009>.
2. K. KOPASZ, P. MAKRA, Z. GINGL, *Edaq530: a transparent, open-end and open-source measurement solution in natural science education*. European Journal of Physics, (2011) 32. 491–504. <https://doi.org/10.1088/0143-0807/32/2/020>.
3. Z. GINGL, J. MELLÁR, T. SZEPE, G. MAKAN, R. MINGESZ, G. VADAI, K. KOPASZ, *Universal Arduino-based experimenting system to support teaching of natural sciences*. Journal of Physics: Conference Series, (2019) 1287. 012052. <https://doi.org/10.1088/1742-6596/1287/1/012052>.
4. A. SOMOGYI, A. KELEMEN, J. MELLÁR, R. MINGESZ, *A fidget spinner forgómozgásának vizsgálata a műszaki informatika eszközeivel - PDF Free Download*, in: Szlávi Péter, Zsakó László (Ed.) InfoDidact2019, Webdidaktika Alapítvány, Zamárdi, 2019 277–292. <https://people.inf.elte.hu/szlawi/InfoDidact19/Infodidact2019.pdf> (Last retrieved 06/14/2020).
5. *Basics of Rotary Encoders: Overview and New Technologies*. Machine Design, (2014). <https://www.machinedesign.com/automation-iiot/sensors/article/21831757/basics-of-rotary-encoders-overview-and-new-technologies> (Last retrieved 06/14/2020).
6. M. BRASKÉN, R. PÖRN, *Studying rotational dynamics with a smartphone—accelerometer versus gyroscope*. Physics Education, (2017) 52. 045024. <https://doi.org/10.1088/1361-6552/aa737f>.
7. Y. ROGERS, V. SHUM, N. MARQUARDT, S. LECHELT, R. JOHNSON, H. BAKER, M. DAVIES, *From the BBC micro to micro:bit and beyond: a British innovation*. Interactions, (2017) 24. 74–77. <https://doi.org/10.1145/3029601>.
8. A. TEIERMAYER, *Improving students' skills in physics and computer science using BBC Micro:bit*. Physics Education, (2019) 54. 065021. <https://doi.org/10.1088/1361-6552/ab4561>.
9. *Tracker Video Analysis and Modeling Tool for Physics Education*. <https://physlets.org/tracker/> (Last retrieved 06/14/2020).
10. D. BROWN, A.J. COX, *Innovative Uses of Video Analysis*. The Physics Teacher, (2009) 47. 145–150. <https://doi.org/10.1119/1.3081296>.
11. *LabCamera by Mozaik Education*. Mozaik Digitális Oktatás., <https://www.mozaweb.com/hu/Product/labCamManual> (Last retrieved 06/14/2020).
12. M. EL-ABD, *A Review of Embedded Systems Education in the Arduino Age: Lessons Learned and Future Directions*. International Journal of Engineering Pedagogy (IJEP), (2017) 7. 79. <https://doi.org/10.3991/ijep.v7i2.6845>.
13. *Education / DataStreamer*. <https://www.microsoft.com/en-us/education/hackingstem/datasreamer> (Last retrieved 04/22/2020).
14. PILÁTH K., *Data Collection with Excel (in Hungarian)*. Fizika kísérletek, (2018). <https://pilath.wordpress.com/adatgyujtes-excelben/> (Last retrieved 04/22/2020).
15. L.M. HERGER, M. BODARKY, *Engaging students with open source technologies and Arduino*, in: 2015 IEEE Integrated STEM Education

- Conference, IEEE, Princeton, NJ, USA, 2015 27–32.  
<https://doi.org/10.1109/ISECon.2015.7119938>.
16. G. MAKAN, D. ANTAL, R. MINGESZ, Z. GINGL, J. MELLÁR, G. VADAI, K. KOPASZ, *Interdisciplinary Technical Exercises for Informatics Teacher Students*. Central-European Journal of New Technologies in Research, Education and Practice, (2019) 1. 21–34.  
<https://doi.org/10.36427/CEJNTREP.1.1.382>.
17. *STEM lesson plans & hands-on activities / Microsoft Education*. Microsoft., <https://www.microsoft.com/en-us/education/education-workshop> (Last retrieved 06/14/2020).
18. S. FORD, T. MINSHALL, *Invited review article: Where and how 3D printing is used in teaching and education*. Additive Manufacturing, (2019) 25. 131–150. <https://doi.org/10.1016/j.addma.2018.10.028>.
19. *28BYJ-48 Stepper Motor Pinout Wiring, Specifications, Uses Guide & Datasheet*. <https://components101.com/motors/28byj-48-stepper-motor> (Last retrieved 06/14/2020).
20. *ULN2003A datasheet*. <https://www.ti.com/document-viewer/ULN2003A/datasheet/>.
21. *All About Stepper Motors*. Adafruit Learning System., <https://learn.adafruit.com/all-about-stepper-motors/what-is-a-stepper-motor> (Last retrieved 06/15/2020).
22. *Multi-tasking the Arduino - Timer interrupts*. Adafruit Learning System., <https://learn.adafruit.com/multi-tasking-the-arduino-part-2/timers> (Last retrieved 06/15/2020).
23. *Multi-tasking the Arduino - External interrupts*. Adafruit Learning System., <https://learn.adafruit.com/multi-tasking-the-arduino-part-2/external-interrupts> (Last retrieved 06/15/2020).
24. Z. GINGL, G. MAKAN, J. MELLAR, G. VADAI, R. Mingesz, *Phonocardiography and Photoplethysmography With Simple Arduino Setups to Support Interdisciplinary STEM Education*. IEEE Access, (2019) 7. 88970–88985. <https://doi.org/10.1109/ACCESS.2019.2926519>.
25. *Arduino Due / Arduino Official Store*. <https://store.arduino.cc/arduino-due> (Last retrieved 06/15/2020).
26. *Interrupt-Controlled Timer Function For The Arduino Due*. Copperhill., <https://copperhilltech.com/blog/interruptcontrolled-timer-function-for-the-arduino-due/> (Last retrieved 06/19/2020).
27. J. Ko7m, *Arduino Due Timers*. KO7M - Ham Radio Blog, (2015).  
<http://ko7m.blogspot.com/2015/01/arduino-due-timers-part-1.html> (Last retrieved 06/19/2020).

28. *Arduino Reference - External interrupts: attachInterrupt()*. <https://www.arduino.cc/reference/en/language/functions/external-interrupts/attachinterrupt/> (Last retrieved 06/15/2020).
29. *Appendices - Motion tracking by an arduino due and excel / MISZAK*. <http://www.inf.u-szeged.hu/miszak/publikaciok/didmattech2020/> (Last retrieved 06/20/2020).

**Reviewed by:** Szakmány Csaba, PhD

#### Contact address

Somogyi Anikó  
Department of Technical Informatics University of Szeged  
H-6720 Szeged, Árpád tér 2.  
e-mail: somogyi.aniko1@gmail.com

#### Appendices

We provide source code for the Arduino Due with explanatory comments and the Excel VBA [29].

## THE DEVELOPMENT OF MULTILITERACY WITH LEGO DEVICES

Tünde LENGYEL MOLNÁR, Réka RACSKO, ZOLTÁN SZÚTS, HU

**Abstract:** In the digitalised school of the future students and teachers are connected to a network with digital devices while simultaneously maintaining the cognitive perspective of the printed culture and the attitudes required by the information-based society. This duality manifests itself in the phenomenon of multiliteracy impacting the very concept of literacy as well. We aim to explore how has multiliteracy influenced the teaching and learning process in today's schools while identifying the main features of education in the information-based society and examining the potential of multiliteracy in enhancing the effectiveness of the knowledge acquisition process. LEGO device-supported story-telling can provide such opportunities. Various schools in several countries encourage teachers to strengthen the playful aspects of learning and prepare the related educational materials. This gamification-oriented approach helps teachers to increase student involvement in designing and solving the respective assignments. Thus, the process emphasizes the nurturing and not the suppressing of the playful attitude in children.

**Keywords:** multiliteracy, LEGO, competence, story-telling, gamification

### 1 Introduction

Digital schools require a digital methodology in order to reflect the basic principles of digital pedagogy forwarded by the education community. The digital competence of teachers promotes the efficiency of the instruction process utilizing transversal competences. Consequently, it not only means the shifting of traditional instruction into a digital context, but calls for a new perspective and methodology. Comparing the educational process in the industrial and information-based society, Bertalan Komenczi (1999) asserts that before the emergence of the world wide web and the social integration of digital technologies ready-made solutions and the transmission of closed knowledge units dominated, while current education practices emphasize competence. Therefore, in addition to formally acquired knowledge learning takes place throughout life and in extracurricular contexts while the dividing line between leisure time, work, and learning is blurred. In the industrial society the source and acquisition of knowledge was restricted to the schools, the education was subject matter and teacher focused, and frontal instruction played a dominant role. Conversely, contemporary learning emphasizes the

use of on-line sources in an inspiring learning environment in which knowledge is independently acquired via individualized learning routes.

### 2 The concept of multiliteracy

The 2014 curriculum reform radically altered the system of key competences in Finland by introducing transversal (cross-curricular)<sup>26</sup> competences. The most significant aspect of the curricular reform is the shift from learning objectives to more comprehensive competences exceeding the framework of the school.

This perspective introduces the concept of multiliteracy entailing versatile reading and writing skills both in the context of native tongue and foreign languages. This basic competence known as communication competence in Estonia implies the comprehension, composing, and evaluation of written, oral, or multimodal texts in the Finnish context appearing in a well-developed textual environment. (Kiili és Eskelä-Haapanen, 2015 quoted by Racsko, 2017).

Consequently, students can interpret or comprehend the surrounding world easier along with understanding cultural diversity by relying on the skills of critical thinking and self-regulated learning. By creating various printed, analogue and digital texts they can express or articulate themselves better helped by the tools of digital literacy providing solutions which they are familiar with.

### 3 The impact of the culture shift on the individual

The current digital revolution radically transforms human capabilities. As Bruner (2004) asserts cultural changes have a direct impact on individual skills as the operation of the human mind depends on the availability of the respective devices. In our case the emergence of the computer and smart devices are the basis for such changes. (Racsko, 2017).

It is important to know, however, that computerised devices only create the conditions for the maximization or realization of the potential of the human mind by multiplying the combination capability and options of the human

<sup>26</sup> The concept of transversal competence has already appeared in the 2012 declaration of the European Commission titled "Let's reconsider the education process". (European Commission, 2012 qtd. by Racsko, 2017) Accordingly "*transversal competences including critical thinking, initiative, problem solving, and collaboration prepare individuals to cope with the diverse and unpredictable development of current careers. Special attention should be paid to the improvement of entrepreneurial skills.*" Svecnik (2012 quoted by Racsko 2017) emphasizes that the European Union considers or uses the term 'transversal competences' in a cross-curricular sense.

brain. (quoted by Z. Karvalics 1997 after Lima and Piaget). At the same time such devices transform the functioning of the brain in several areas as well. Technological improvements of the digital age increased the speed and carrying capacity of information transmission based on spatial and visual stimulation. Thus instead of profound interpretation of or immersion in readings, the memory only records impressions. This results in weakening reading comprehension while conceptual thinking is superseded by a thought process dominated by ready-made images. (Gyarmathy, 2012).

In other words the virtual world fosters virtual skills since experiences are acquired in a passive manner as digital technology makes active corporeal and neural participation along with several traditional skills unnecessary.

Thus the subsequent drastic decline of reading comprehension skills in the digitalized world calls for unprecedented methodological solutions. Taking advantage of the motivational and cognitively beneficial aspects of playfulness assured by LEGO® devices can be such an option.

The LEGO® company was established in 1932 (the name originates from LEG GODT meaning "to play well") and launched the LEGO® EDUCATION program in 1980. The LEGO® EDUCATION offers a complete methodology for the development of crucial 21st century competences (textual comprehension, algorithmic thinking) and soft or social skills implying communication, responsibility, and team spirit. Presently, more than 60 countries including Germany, China, Peru, and Singapore apply the methodology of the LEGO® EDUCATION.

#### **4 Learning in the information-based society**

By now the prevalence of computers and info-communication technology has made autonomous learning, knowledge acquisition, and the establishment of individual learning routes ubiquitously available in our complex world. Some of these new methods can be integrated into public education. Thus gamification can be a playful form of knowledge monitoring in classroom context while the emergence of digital storytelling resulted in the shifting of group work or project assignments into an interactive on-line environment. Simultaneously with the dominance of on-line communication and media the traditional obstacles or barriers are gradually being eliminated in the learning and teaching process leading to more experimentation and system-wide changes. As a result of the integration of info-communication technologies into everyday life the mechanism of information acquisition, teaching, and learning has radically changed (Molnár, 2015).

#### **5 Gamification in education**

Gamification can be considered more as a methodological component than a full methodology. The educational use of gamification aims to convert learners from passive receivers of information into active and interactive participants in the learning process. Prior to the emergence of the information-based society several attempts were made to increase the playful aspects of education including serious games, edugames, or games developed exclusively for instructional purposes. Such developments laid the foundation for game-based learning eventually leading to gamification.(Szűts, 2019). Most people do not play for results, rankings, or points, but simply want to enjoy the game. Gamification can be most effective in a classroom context in which the appropriate technological conditions are available and teachers possessing high digital competences can pay adequate attention to the integration of such approaches into the teaching and learning process (Dicheva and associates, 2015).

#### **6 Digital story telling**

Similarly to gamification digital storytelling is also a methodological component and not an independent methodology. It is based on the establishment of learning-related content during which students tell a given story from their own point of view via the help of info-communication devices and digital platforms either individually, in pairs, or in group work. The creation of narratives in the environment of digital story telling integrates new aspects into story telling. According to the classic theory the reader has to start from a point identified by the writer and has to arrive at another specified point in a linear manner. Vilmantė Liubinienė and Saulius Keturakis assert that narratives have always played a major role in cultures and learning as well (Liubinienė and Keturakis, 2014). Their purpose was to preserve traditions and pass them on to the future generations. Narratives also offered moral comment and consequences, explained past events, and provided a direct, hands-on or personalized experience for the listener. Readers can enjoy these narratives as they are linear and linearity can express the world it wishes to describe in an ordered and stable manner.

#### **7 Integrating the LEGO® perspective in education**

*"Imagine that you can be a teacher in a school where your main responsibility is to come up with ways to improve the playfulness of students, and where the most important part of preparing for the class is to develop the playfulness of the subject matter." (Thomsen, 2018)*

While several schools in various countries have adopted this perspective, the promotion of playful learning is a crucial component of the educational philosophy of the "LEGO® schools" in Denmark where teachers strive to involve students in designing and solving the given tasks.

The primary objective is increasing playfulness in children instead of extinguishing it and this playfulness should be the foundation of the whole system.

Furthermore, students must learn to make mistakes and integrate the respective experiences into the problem solving process.

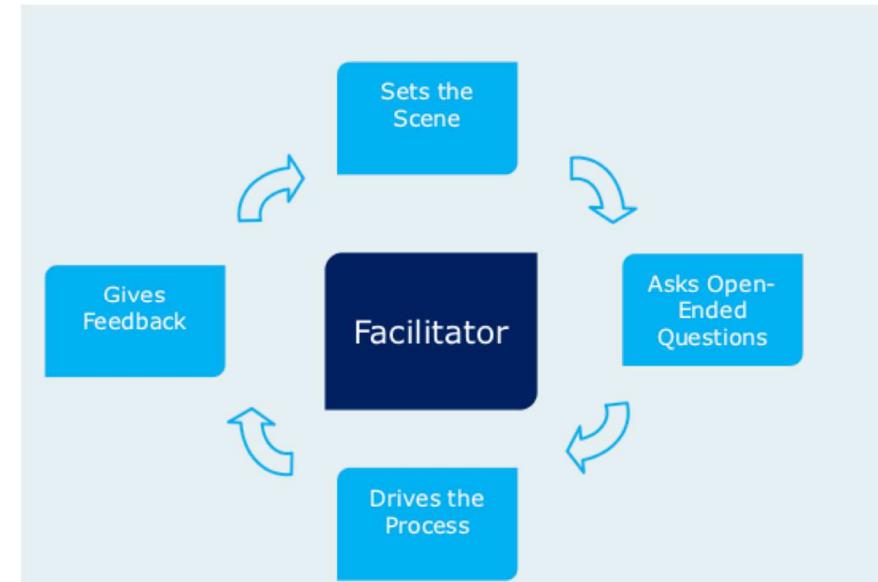
Open ended assignments offering several ways for solving the given problem are prevalent. (i.e. Students are given a package of a pre-determined number and colour bricks and are instructed to build a duck. The solution illustrates that there are no two identically appearing constructs but all solutions are correct.)

Teachers play a key role in promoting the realization of educational goals with playful means. They are responsible for continuously searching ways to integrate games into the learning process. In order for an institute or school to become satisfied with the work of the teacher the latter has to demonstrate that he or she can incorporate games in the learning and teaching process in a "continuous" manner.

Thus instead of frontal instruction this approach calls on the teacher to become a facilitator or moderator assisting and not directing the students.

Evaluation is an important aspect of the learning and teaching process. In Denmark teachers are provided continuous feedback on their work and the assessment of educational performance, usually carried out by the school principal, is crucial. One form of assessment is a discussion during which the educator evaluates his or her performance with special attention to the introduction of playful elements into the teaching process.

In addition to providing feedback to teachers student evaluation is also a significant component. Teachers continuously document and record the students' academic progress. Every six weeks they invite the parents and introduce them what their children learned during the given time. It is important that parents understand that this is a different type of instruction. Demonstration lessons help to show parents how their children's skills improved.

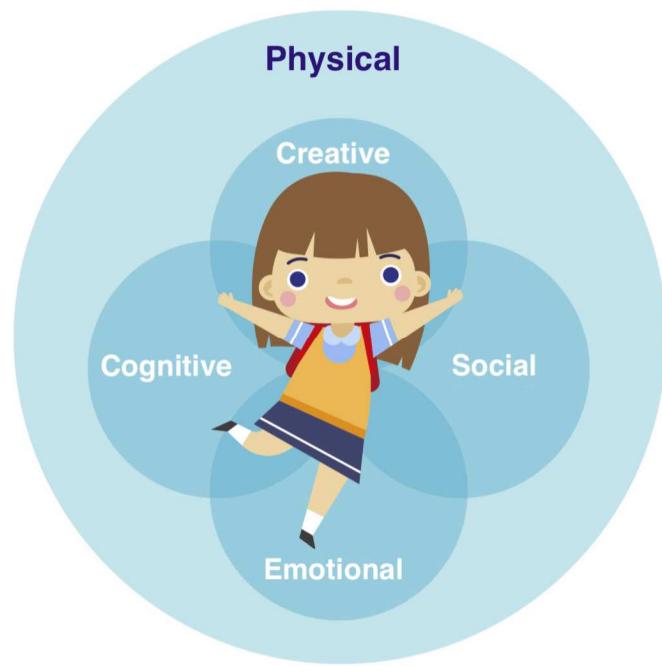


**Figure 1.** (based on: Thomsen, 2018) The components of changing teacher roles (Facilitator, presentation of topic, developing open-ended questions, controlling and monitoring solutions, providing feedback)

Naturally this type of perspective has not been innately adopted by all educators and schools in Denmark as not all schools are LEGO® schools. Consequently, in order to learn how to implement this perspective or philosophy most effectively teachers participate in continuous training programs. Playfulness and gaming as an other requirement for success should be continuous among teachers as well.

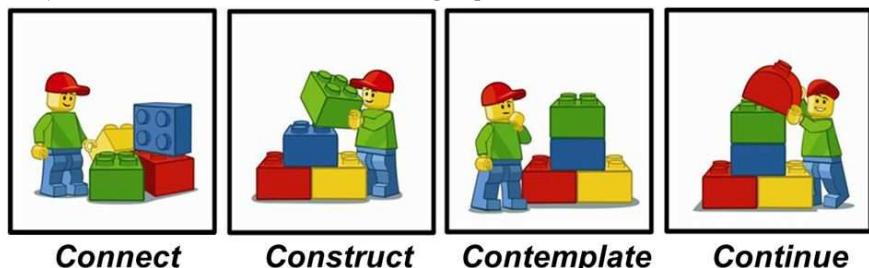
## 8 Pedagogical models in the LEGO® philosophy

Learning with LEGO® bricks should be considered a holistic experience as it contributes to the development of several skills in a simultaneous manner:



**Figure 2.** A holistic approach to learning (Source: Lego Foundation 2020)  
Physical skills, Creativity, Social Skills, Emotional skills, Cognitive skills

According to the holistic approach to learning model the knowledge acquisition process can be described by the 4C scheme (Connect, Construct, Contemplate, Continue). The creative, cognitive, social, and emotional aspects of learning guarantee skill development and a deeper integration of the subject matter into the learner's thought process.



**Figure 3.** The components of the 4C model (Source: Joosten, 2018)

*Connect (establish connection):* The task design should utilize the curiosity of students, and teachers should assign tasks that are motivating and relevant to the earlier experiences of students.

*Construct (build):* The construction or compilation of the given task enables learners to gain hands-on experience. This is the active, learning, or constructive stage of the process providing students with the opportunity of constructive or action-based learning. The involvement of their hands into the solution of the given task compels students to a more active thinking.

*Contemplate (development of perspective):* If students summarize what they learned during the construction process and the given conclusion is not drawn by the teacher then students can develop their skills in composing constructive questions. Teachers should encourage students to answer the questions and draw the conclusions themselves. Students should share the new knowledge and task-related experiences with each other.

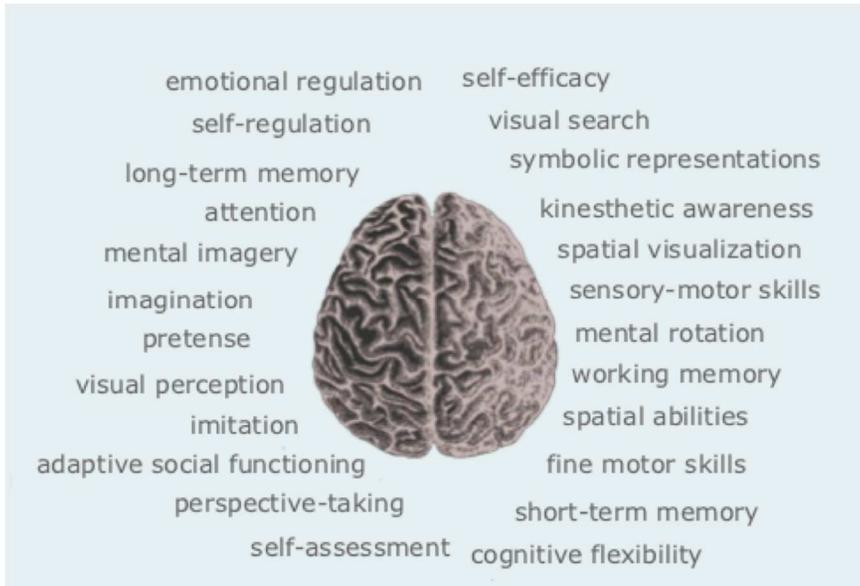
*Continue (carrying on the activity):* In order to provide challenges to students the knowledge and skills acquired during the first three steps should be integrated into a new task. This will help them to fortify and solidify their knowledge and skills along with achieving and maintaining the Flow experience. Problems and assignments with open ended questions or requiring creative solutions can help them to reach the fourth "C"step.

Surveying the cognitive areas impacted by learning with bricks leads to the conclusion that this activity significantly engages both the left and right hemisphere of the brain. Therefore it contributes to the equalization of cerebral hemispheric dominance forming a bridge between the analog and virtual world at the time of a cultural paradigm shift brought on by digital transformation. (Gyarmathy, 2012)

Gradual task processing focusing on relations and detail, or in case of sequential functions including speech, writing, reading, counting, logic and skills related to appropriate fitting of parts are regulated by the left hemisphere of the brain.

The right hemisphere of the brain helps in comprehensive and simultaneous processing of information. along with providing for spatiovisual skills, musical comprehension, imagination, and humour. Furthermore, the composition of the whole from the parts belongs to this field as well.

We illustrate below how working with LEGO® (i.e. rendering a brick-based version of a story) requires complex and comprehensive activities engaging both hemispheres of the brain.



**Figure 4.** Activities to be carried out by LEGO® and the cognitive areas that can be improved (based on: Thomsen, 2018)

spatial skills, adaptive functioning in community, perspective-based vision, short term memory, mental rotation, work memory, peripheral vision, discipline, imitation, attention, fine motor skills, flexible thinking, kinesthetic awareness, self-evaluation, emotional regulation, self-regulation, self-efficacy, long-term memory, attention concentration, mental imagination, visual perception, visual search, symbolic thinking.

The first area is physical skills, primarily referring to fine-motoric activities but it also includes sense of balance, coordination of movement, and spatial or peripheral comprehension.

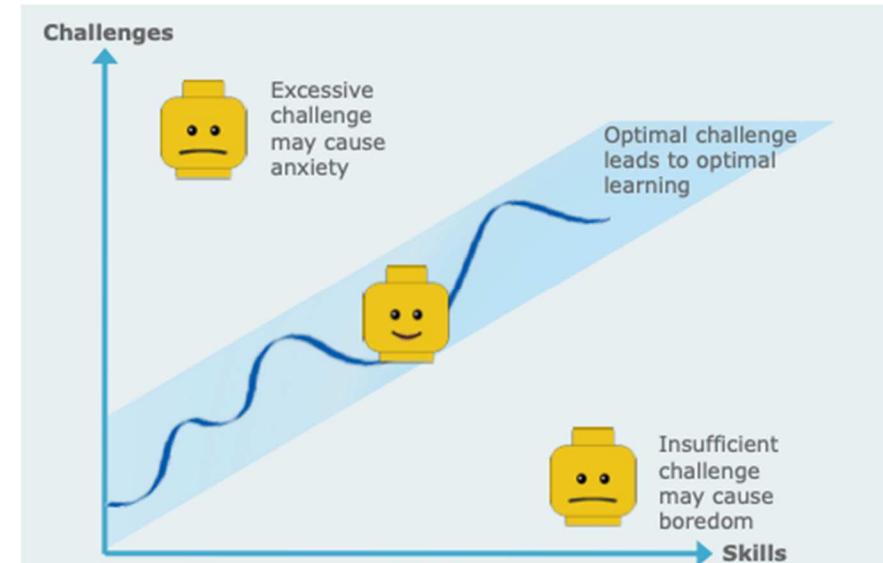
Furthermore, it develops social competences including collaboration, communication, understanding others, the acceptance of new perspectives, observing the rules of communication, conflict resolution, and empathy.

The other area is the development of creative skills implying openness to new developments, new ideas, perspectives, creative use of devices, mental representation, transformation of existing ideas, cognitive association and the use of symbols.

The third aspect entails emotional (soft) skills including self-confidence, trusting others, self-control, thinking, persistence, empathy, ability to express oneself, regulation of one's emotions.

An important component of this philosophy is the achievement of the flow experience during which "[...]the individual gets immersed in an activity, which overshadows everything else, and the given experience becomes so enjoyable that the person wants to continue the activity at any cost, just for the sake of the given action" (Csíkszentmihályi, 2001. p. 11.)

The flow experience frequently accompanies playful activities implying the expectation of an optimal performance to promote optimal level of student activity and participation.



**Figure 5.** The FLOW level in the learning process, the optimal proportion of challenges and skills can facilitate the achievement of the FLOW experience.  
(Source: Egles, 2012)

Excessive performance expectation leads to anxiety.

Optimal performance expectation leads to optimal learning.

Lack of a sufficient challenge makes the task boring.

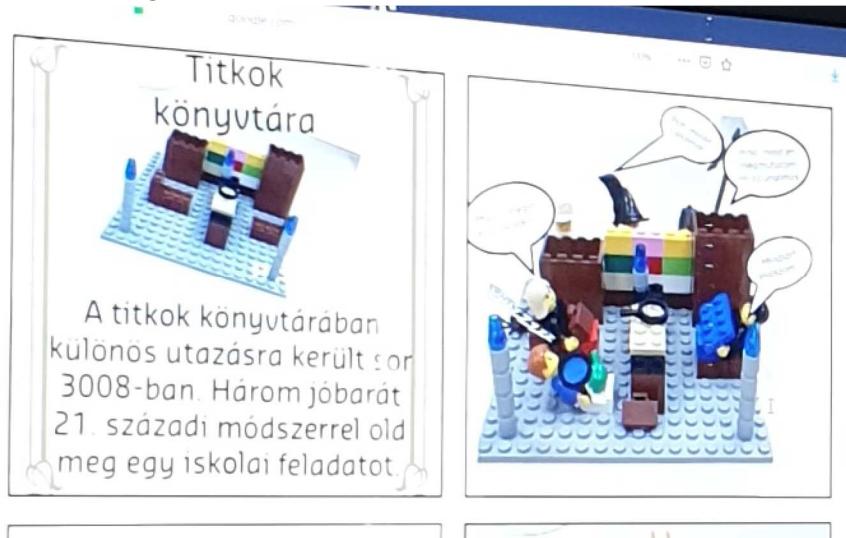
It can be concluded that activities performed in analog and digital contexts, that is, creative construction and compilation of content, along with digital storytelling implying further consideration of a situation in a digital context represent the highest, or creative level of the Bloom taxonomy (1976).

The effectiveness of the method is illustrated by the Dale pyramid or experience cone model (1969). Accordingly, dramatization, the simulation of reality, and the obtaining of real experience increase the depth and efficiency of learning. Research indicates that 90% of what was said and done could be recalled within two weeks.

## 9 Introducing the LEGO® StoryStarter

The StoryStarter is a LEGO® set designed for educational purposes containing special building blocks, stickers, and a parts catalogue assisting classroom management.

The use of the elements of the StoryStarter helps students to re-interpret real life situations, literary works, and various narratives. Their stories can be recorded with modern ICT devices into their own digital narrative while constructing characters, designing comic strips, and films accompanied with subtitles or narration. The StoryStarter package containing carefully chosen LEGO® parts includes selected characters, animals, accessories, devices, basic bricks, buildings, and sheets for the creation of no more than five scenes.



**Figure 6.** The library of secrets A part of a story enhanced with digital solutions.  
(In 2008 three good friends solve a school assignment with 21st century methods during a special trip in the library of secrets.)

The LEGO® Story Starter is a unique creative learning device expanding the knowledge of students while allowing them to experience the joy of creation and story telling.

The StoryStarter involves students in the educational process and motivates them to use their imagination during the formation of the characters and the stories. Storytelling is an effective device for improving writing and reading skills and encouraging students to communicate with self-confidence. The method promotes comprehension, strengthens fantasy and creativity and helps students to realize or carry out new innovative ideas.

Furthermore, students can gain experience in describing characters, the composition of dialogues and the shifting of the stories into a different historical age or venue.

The stories are constructed along Laswell's (Wenxiu, 2015) 5 W model. The plot and then the full story emerge from the given parts including the bricks and the answers to the following questions:

- Who? Who are the characters?
- Where? Where does the story take place?
- When? When does the story take place?
- What? What happens in the plot?
- Why? Why does it happen?

The StoryStarter method helps students to communicate with self-confidence in various situations, to break the stories into different parts and reconstruct them while improving speech and reading comprehension and reading and writing skills. Consequently, students will be able to analyze the characters and scenes of stories along with identifying the given genres, recognizing the respective features and applying digital technology in a creative manner.

The LEGO® StoryStarter supports the development of native tongue-related competences primarily reading and textual comprehension, and text creation along with the development of abstract and critical thinking typical of adolescents of secondary school age.

## Digital storytelling in practice

In addition to integrating the students into a playful process the educational application of the LEGO® Story Starter increases task solving motivation while functioning as a device or medium supporting communication. The diverse assortment of figures promotes thinking and can launch the story creation effort. The methodological solutions described earlier direct the process while guaranteeing the fulfilment of the given educational goals. This method has proven to be useful to promote independent text creation along

with processing the reading of literary works and the elaboration of alternative conclusions to the stories. Furthermore, the method helps in promoting the awareness of composition structures and the analysis of genre-specific features for the upper level elementary and secondary school students.

In addition to their capability of promoting creativity the LEGO devices play an important role in supporting the development of digital competences. Value creation in digital culture includes digital literacy implying the effective use of a wide variety of digital devices, conscious use of digital sources, communication and making media products (Lengyel-Molnár, 2016).

After constructing one or more episodes of a story from LEGO components, and depending on the age of the students, the work is digitalized, still and motion pictures are prepared and with the help of an age-appropriate digital comic strip preparation software the participants make their own comic strips or e-books. The story components displayed on comic book scenes or e-book pages are enhanced with various backgrounds, dialogue panels and the final product is shared with peers. The solution of the given task, however, does not mean the completion of the process and in order to guarantee the fulfilment of the requirements of the Contemplate (development of perspective) stage of the 4C model and the maintenance of the flow experience students should be given an opportunity to perform or introduce their work to their classmates. This step assures the fulfilment of the method's final objective, as summarizing the subject matter in their own narrative and their reaction to feedback from peers develops argumentation and communication skills.

At the same time we have to take critical views into consideration. W. J. T. Mitchell (1994) asserts that as a result of the image-based turn the images not only represent, but shape the surrounding world and the life of people. As Mitchell argues images play an increasing role in the construction of social reality. Moreover, "we have to cope with the impact of television and Internet-based learning on the culture of future generations. Students read less, but are more proficient than adults in processing visual information" (Golnhofer, 2011, 41).

## References

1. BLOOM, B. S. *Human characteristics and school learning*. New York, NY, US: McGraw-Hill, 1976.
2. BRUNER, J. S. *Az oktatás kultúrája*. (The culture of education) Budapest: Gondolat, 2004.
3. CSÍKSZENTMIHÁLYI, M. *FLOW. Az áramlat. A tökéletes élmény pszichológiája*. (The psychology of optimal experience) Budapest : Akadémiai Kiadó, 2001.
4. DALE, E. *Audio-Visual Methods in Teaching*. New York, The Dryden Press, 1954.
5. DARINA DICHEVA et al. "Gamification in education: A systematic mapping study." In *Educational Technology & Society*, Vol. 18. No. 3, 2015, p. 75-88.
6. EGLES, B. LEGO Education, 2012. URL: <https://pt.slideshare.net/eglesb/lego-education/2?smtnoRedir=1> (last viewed: 2020. April 10.)
7. GYARMATHY, É. „Ki van kulturális lemaradásban?” (Who is caught in a cultural gap?) In: *Digitális Nemzedék Konferencia Tanulmánykötet*. Budapest, ELTE, 2012 p. 9–16.
8. JOOSTEN, F. *Teachers should be encouraged to step outside their comfort zone*, 2018. URL: <https://www.pxlexperts.be/teachers-should-be-encouraged-to-step-outside-their-comfort-zone/> (last viewed: 2020 April 10.)
9. LearnToLearn. Curriculum Pack. [online] [2020.04.30] <[https://le-www-live-s.LEGO@cdn.com/downloads/LearnToLearn/LearnToLearn\\_Curriculum\\_2.0\\_en-GB.pdf](https://le-www-live-s.LEGO@cdn.com/downloads/LearnToLearn/LearnToLearn_Curriculum_2.0_en-GB.pdf)>
10. Lego Foundations Skills for holistic development, 2020. URL: <<https://www.legofoundation.com/en/why-play/skills-for-holistic-development/>>
11. LENGYELNÉ MOLNÁR, T. „Digitális írástudás fejlesztése a könyvtárakban.” (The development of digital literacy in the library) In *Tudományos és Műszaki Tájékoztatás*, Vol. 63. No. 2 , 2016, p. 65-72. [online] [2020.05.04] <http://tmt.omikk.bme.hu/tmt/article/view/25/10450>
12. MOLNÁR, GY. „Korszerű technológiák az oktatásban.” (Modern technologies in education) 2015. [https://www.tankonyvtar.hu/en/tartalom/tamop412b2/2013-0002\\_korszeru\\_technologiak\\_az\\_oktatashan/kt/sktes23g.htm](https://www.tankonyvtar.hu/en/tartalom/tamop412b2/2013-0002_korszeru_technologiak_az_oktatashan/kt/sktes23g.htm)
13. RACSKO, R. *Digitális átállás az oktatásban*. (Digital transformation in education) Budapest: Iskolakultúra, Gondolat, 2017.
14. SZÜTS, Z. "A Critical Approach to Digital Pedagogy. A Holistic Methodology in the Information Society." In *Opus et Educatio: Munka és nevelés*, No.4, 2019, p. 426-434.
15. THOMSEN, A. *Thera-Build® with LEGO®: A Playful Therapeutic Approach for Promoting*. Jessica Kingsley Publishers, 2018.
16. LIUBINIENĖ, V – KETURAKIS, S. "The Genre is the Message, or about Genres of New Media Narratives." Inter-Disciplinary.Net. A Global Network for Dynamic Research and Publishing Session 9b: Narrative and New Media 6th Global Conference: Storytelling, 2014. <http://www.inter-disciplinary.net/probing-the-boundaries/wp-content/uploads/2014/04/vilmantestorypaper.pdf>
17. WENXIU, P. "Analysis of new media communication based on Laswell's '5W' model." *Journal of Educational and Social Research*, 5(3), 2015, p. 245-245.

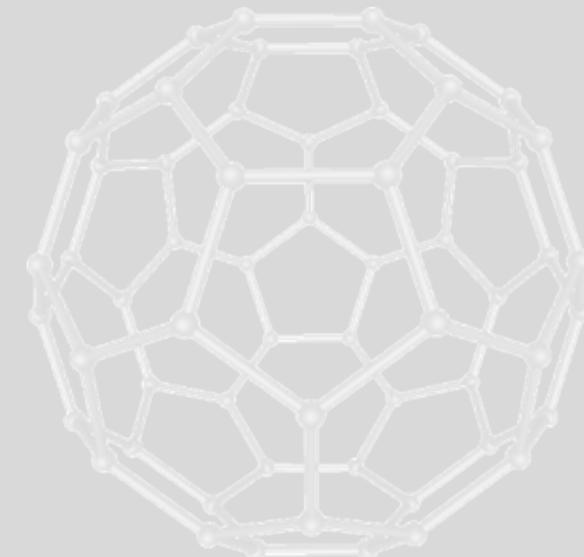
18. Z. KARVALICS L. „Az információs frástudástól az internetig.” (From information literacy to the Internet) *Educatio.* 4, 1997, p. 681-698. URL: <https://goo.gl/lBbNX> (last viewed: 2020. April 10.)

## Contact address

Tünde LENGYEL MOLNÁR, PhD.  
Eszterházy Károly University  
Informatics Faculty  
Digital Technology Institute  
Address: H-3300 Eger, Leányka út 4. C\*/2  
e-mail: lengyelne.tunde@uni-eszterhazy.hu

## F. Simulation

- F1.** Márk Z. TÓTH, Veronika STOFFOVÁ: Monte Carlo Methods in education  
**F2.** Roman HORVÁTH, Soňa HORVÁTHOVÁ, Veronika STOFFOVÁ: Metóda Monte Carlo v praxi (The Monte Carlo method in praxis)  
**F3.** Rudolf IZSÁK, Gábor TARKÓ: Web-based interface to Geant4 simulations of radiation and nuclear material



## MONTE CARLO METHODS IN EDUCATION

Márk Z. TÓTH, Veronika STOFFOVÁ, HU, SK

**Abstract:** The contribution briefly describes an experiment to measure the accuracy of a Monte Carlo simulation implemented with a naive approach besides educational use cases of MC methods. In addition, three applications are presented. The first one's task was to generate data about accuracy, the second application was created to visualize the results of accuracy measurement. The third application is prototype which can be used as an educational tool.

**Keywords:** simulation, Monte Carlo method, education, educational tools, accuracy.

### 1 Introduction

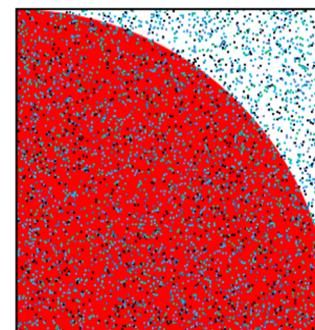
The term Monte Carlo method is used to describe algorithms and simulations which are based on the generation of a series of (uniformly distributed) random numbers—(Kehl, 2012). With the use of Monte Carlo simulations (hereinafter MC simulations), we can calculate approximations of problems which cannot be solved with an analytical approach. In order to perform an MC simulation which results in a relatively precise approximation, we need a computer that is able to execute calculations with high-speed. This is because the higher the number of generated random numbers, the more accurate the approximation is. Nowadays this requirement can be fulfilled easily so the application of MC methods and simulations became popular. MC simulations are applied in several fields including physics, biology, finance and artificial intelligence. Moreover, due to the simulational nature of MC methods, they can be used as educational tools (Stoffová, 2000). According to a meta-analysis performed by D'Angelo, Rutstein and Harris (2016) the use of simulations in STEM (Science, Technology, Engineering, and Mathematics) fields in K-12 classrooms is highly associated with improved learning outcomes.

Considering that MC simulations are non-deterministic and that they are based on random sampling, it is understandable, if one wants to examine the accuracy of such simulations (Horvath & all., 2020). This article presents data resulted from one particular way of measuring accuracy, an application which visually presents the accuracy of given simulation and an application prototype which presents a real-world use case primarily for educational purposes.

### 2 Measurement of accuracy

In order to measure accuracy, we need an MC simulation that approximates a value which is already known. Therefore, the approximation of  $\pi$  is a problem which can be used for this purpose. The method used to approximate  $\pi$  was the following:

If we generate random points on a plane which includes a 2D object, then the number of points inside the object is in the same proportion to the number of all generated points as the area of the object is in proportion to the area of the plane. If we combine this relation with the formula for the area of a circle, we can approximate  $\pi$  the following way (figure 1):



$$\pi \approx \frac{4 T_{square} P_{quadrant}}{P_{square}} * \frac{1}{r^2}$$

$$P_A = \text{Number of points inside shape } A$$

Figure 1: Monte Carlo method for  $\pi$  calculation

Another important piece in the process of accuracy measurement is to define what kind of value represents the degree of accuracy. In this case the measured value was the average deviation from  $\pi$  of a simulation performed  $N$  times (with the same parameters). In the following this value will be called  $\Delta M$ . The average deviation from  $\pi$  of a simulation series performed with parameters  $n, p, s$  will be called  $\Delta M_{p,s}^n$  where:

- $n$ : number of simulations,
- $p$ : number of generated points during one simulation,
- $s$ : size of the side of the square (in pixels).

There are methods and strategies which decrease the variance, therefore increase the accuracy of a simulation without increasing the number of generated points, however this solution applied a naïve approach. The variance decreasing strategies are well-presented by Dániel Kehl in the June 2012 issue of *Statisztikai Szemle*.

The program executing the simulations is a console application written in C#. Thanks to the .NET Core 3.1 framework, the solution is cross-platform. The

application needs a .csv file as an input. This .csv file contains the aforementioned 3 parameters in  $s; p; n$  order separated by a semicolon line by line. Every time a new point is generated, the approximation of  $\pi$  is recalculated. The application generates a new .csv file for every simulation series where one line contains the  $p$  value of a simulation and the deviation from  $\pi$ . In the end, the application reads these generated .csv files and generates a final file with the values of  $p$  and  $\Delta M_{p,s}^n$ .

### 3 Analysis of results

At the beginning, only the value of  $p$  was changed, the value of  $s$  was fixed. After reaching a certain value for  $p$ , the value of  $\Delta M$  did not decrease. After that, the effects of changing the value of  $s$  was examined. It is clear from the results, that the level of detail in representation is directly proportional to the accuracy (figure 2).

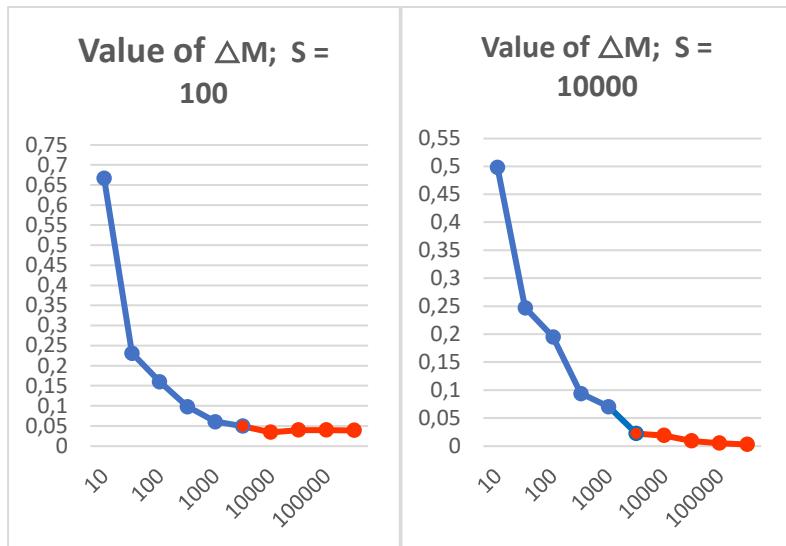


Figure 2: Graphs of results

I tried to perform a linear regression analysis on the data with the help of Microsoft Azure Notebooks, but the result was not proofed by real data. According to the result of linear regression analysis, after  $p$  reaches a certain value the value of  $\Delta M$  is increasing instead of decreasing. This was denied by test results. Thus, either the relation between the value of  $p$  and  $\Delta M$  is not linear or the tests were not correct. Further research is needed to test this idea.

### 4 Visualizing accuracy

First of all, because the visualizing application can be used as an educational tool, cross-platform accessibility was a priority. Because of this, the application is implemented on an HTML page using Javascript. Therefore, the application can be accessed from a regular browser. The application uses the same algorithm as the C# program which was used to generate data. It uses the Canvas API to draw the quadrant and the generated points and the ChartJS library to visualize the results on a graph (figure 3).

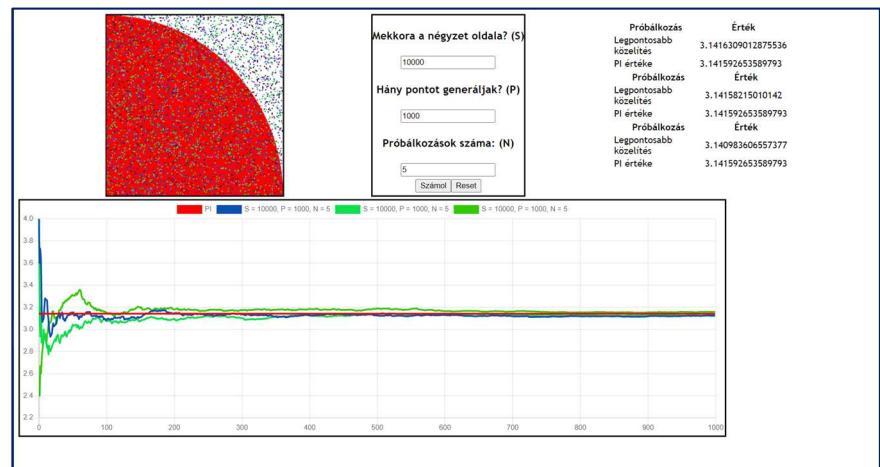


Figure 3: Monthe Carlo method editor

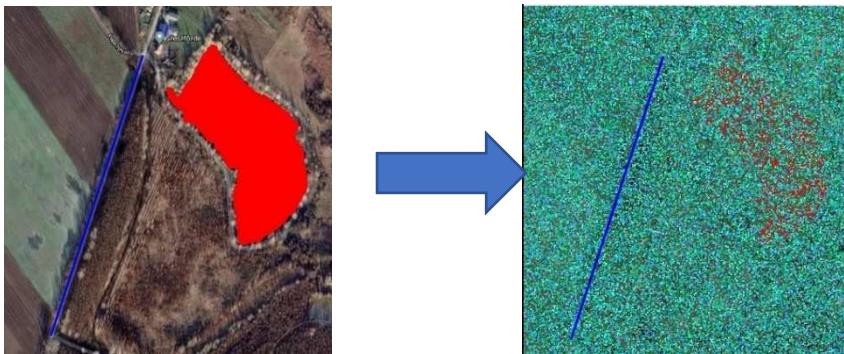
We can perform simulation series with different parameters and can compare the results. In the top-right corner, in the results table, we can see the value of  $\pi$  and closest approximation for every simulation series. Moreover, we can also compare the results on the graph. We can restart the process with the **Reset** button.

### 5 Educational prototype implementing the Monte Carlo integration

Considering the base idea, we can use a Monte Carlo simulation to approximate the area of an object. The concept is the following:

- Take an image, for example, a satellite image.
- Select any part of the image you want to approximate the area of, give a scale for the application and it approximates the area of the selected part with an MC integration.

During the implementation, the same technological stack was used to develop the prototype, therefore it is also a web application.



**Figure 4:** A satellite image and determination of the size of its marked part

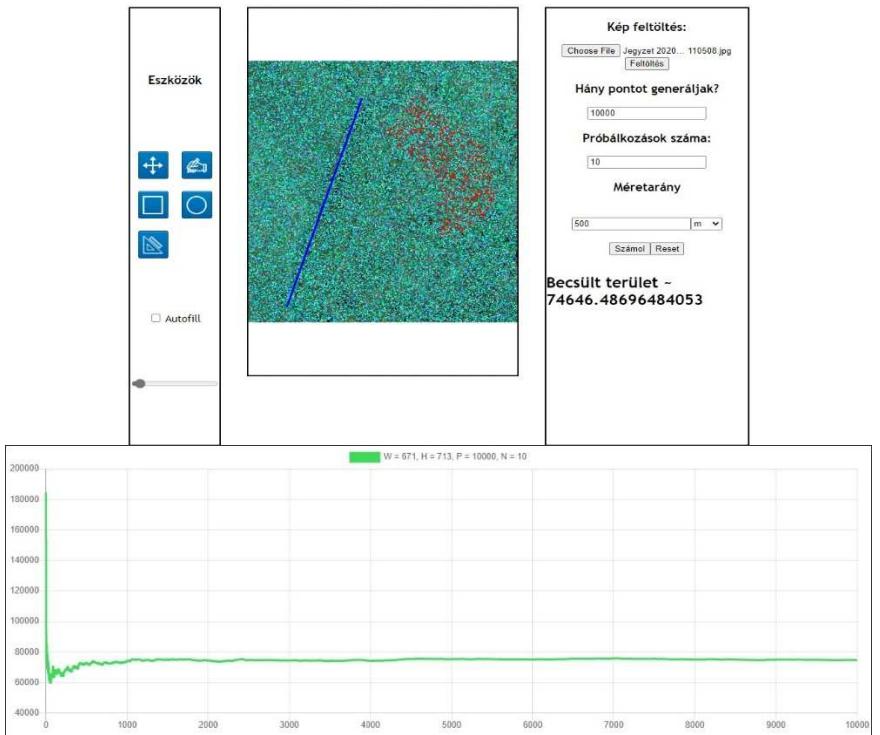
The application implements basic image editing features (figure 4):

- image loading,
- image moving,
- zoom in, zoom out,
- area selection (color: red) with autofill,
  - rectangle,
  - ellipsis,
  - free hand,
- scale selection (color: blue),
- changing brush size.

The workflow of the application is this:

- The user uploads the image, then selects the part whose area he/she wants to approximate,
- then selects a line on the image (this will be the scale), gives  $n$  &  $p$  parameters and the real-world length of the scale for the application ( $s$  is given with the size of the image),
- and in the end, presses *Calculate*.

The program performs the MC integration and presents the results (figure 5).



**Figure 5:** Application of the MC method with graphical display of results

Selecting the scale manually decreases the accuracy of the program but increases the level of interactivity which is a significant factor in educational applications. Moreover, this prototype implements a naïve approach, thus the accuracy can be improved significantly. Currently the prototype is in an experimental state. It needs bugfixes and improvements.

## 6 Conclusion

The use of MC simulations in education is reasonable according to the results of accuracy measurement. The measured and applied simulations were implemented with a naïve approach. Therefore, the implementation of variance decreasing strategies could increase the accuracy of the applications. Another important factor of these applications is execution speed. Because the applications are implemented in Javascript, the execution speed of simulations are relatively slow compared to other compiled languages, such as C++ or Rust. From the viewpoint of performance, it is worth considering implementing the applications on a new technological stack.

## ACKNOWLEDGMENT

This paper is sponsored by the European Social Fund under the project "Talent Management in Autonomous Vehicle Control Technologies (EFOP-3.6.3-VEKOP-16-2017-00001)".

## References

1. KEHL, D. (2012). Monte-Carlo-módszerek a statisztikában. *Statisztikai Szemle*, 90(6). Retrieved from [http://www.ksh.hu/statszemle\\_archive/2012/2012\\_06/2012\\_06\\_521.pdf](http://www.ksh.hu/statszemle_archive/2012/2012_06/2012_06_521.pdf)
2. D'ANGELO, C., RUTSTEIN, D., & HARRIS, C. (2016). Learning with STEM Simulations in the Classroom: Findings and Trends from a Meta-analysis. *Educational Technology*, 56(3), 58-61. Retrieved June 21, 2020, from [www.jstor.org/stable/44430495](http://www.jstor.org/stable/44430495)
3. STOFFOVÁ, V. (2000). Metóda Monte Carlo na počítači. (Monte Carlo Method on Computer) In: *XVIII. Mezinárodní vědecké kolokvium o řízení osvojovacího procesu*. Vyškov : Vysoká vojenská škola pozemního vojska vo Vyškově, 2000. s. 311-316.
4. HORVÁTH, R., HORVÁTHOVÁ, S., STOFFOVÁ, V. (2020). Metóda Monte Carlo v praxi (The Monte Carlo Method in Praxis) In: XXXIII DIDMATTECH 2020, Eötvös Loránd University (ELTE), Faculty of Informatics, Savaria Institute of Technology (in press)

Reviewed by: PaedDr. Krisztina Czakóová, PhD.

## Contact address

prof. Ing. Veronika Stoffová, CSc. & Márk Z. Tóth  
Trnava University in Trnava, Faculty of Education, Department of Mathematics and  
Computer Science &  
ELTE, Faculty of Informatics, Budapest  
e-mail: nikastoffova@seznam.cz & hello@tothmark.hu

## METÓDA MONTE CARLO V PRAXI

Roman HORVÁTH, Soňa HORVÁTHOVÁ, Veronika STOFFOVÁ, SK

**Abstrakt:** Príspevok poukazuje na praktické využitie metódy Monte Carlo. Zaobrá sa použitím nami implementovaného interaktívneho softvéru určeného na využitie tejto metódy. Softvér sme testovali diagnostikovaním stavu (kondície) nohy podľa odtlačku chodidla. Implementáciu predchádzala analýza iných diagnostických metód používaných v praxi, konkrétnie plantografických, ktoré boli použité na referenciu k našej metóde. Test sme vykonali analýzou sedemnástich vzoriek odtlačkov chodidel. Výsledky stručne porovnávame a zhodnocujeme.

**Kľúčové slová:** metóda Monte Carlo, diagnostika plochej nohy, interaktívny softvér, didaktický softvér.

## THE MONTE CARLO METHOD IN PRAXIS

**Abstract:** The contribution briefly describes the implementation and use of the interactive software that utilises the Monte Carlo method. We tested the software using several footprints to diagnose the condition of the foot, e.g. if the foot is flat, normal, or in other condition. Two plantographic diagnostic methods were analysed in precedence to the implementation. Those served for the comparison of the Monte Carlo method results. The software was tested with seventeen footprint samples. We briefly compare and evaluate the results here, too.

**Keywords:** Monte Carlo method, flat foot diagnostics, interactive software, didactic software.

## 1 Úvod

Našim cieľom bola implementácia všeobecne zameraného interaktívneho softvéru, ktorý umožní metódou Monte určiť obsah l'ubovoľnej nepravidelnej plochy na zadanom obrázku. Softvér sme testovali s pomocou analýz odtlačkov nôh, pri ktorých sme určovali stav plochosti nohy (tejto problematike sa venujú napríklad: Dungl, 2005; Horáková, 2013; FootBalance, 2014; InterSport, 2012). Na posúdenie relevantnosti meraných výsledkov, sme použili dve plantografické metódy (Tomanová, et al., 2015; Klementa, 1987; Vášová, 2019), ktoré diagnostikujú stav nohy na základe iných princípov. Prvá sa skrátene nazýva indexová a na určenie stavu nohy používa výpočet indexu z rozmerov zmeraných na odtlačku. Druhá sa nazýva priamková a tá používa na diagnostiku geometrické rozdelenie plochy

odtlačku na niekoľko častí, na základe čoho tiež hodnotí stav nohy (Hábová, 2011; Bláhová, 2014; Bartošk, Chudá, 2000).

## 2 Využitie metódy Monte Carlo

Metóda Monte Carlo sa používa na modelovanie rôznych fyzikálnych a iných systémov. Má široké využitie napríklad pri rýchлом nájdení približných výsledkov rôznych výpočtov, ako je výpočet určitého integrálu, určovanie pravdepodobnosti vzniku udalostí v určitých dejoch, empirické určenie hodnoty Ludolfovho čísla ( $\pi$ ), odhady nákladov v určitých situáciach a pod. Ide o numerickú metódu založenú na využití hodnôt náhodných veličín a teórii pravdepodobnosti. Jej korene siahajú do 18. storočia a spájajú sa s takzvanou Buffonovou úlohou.

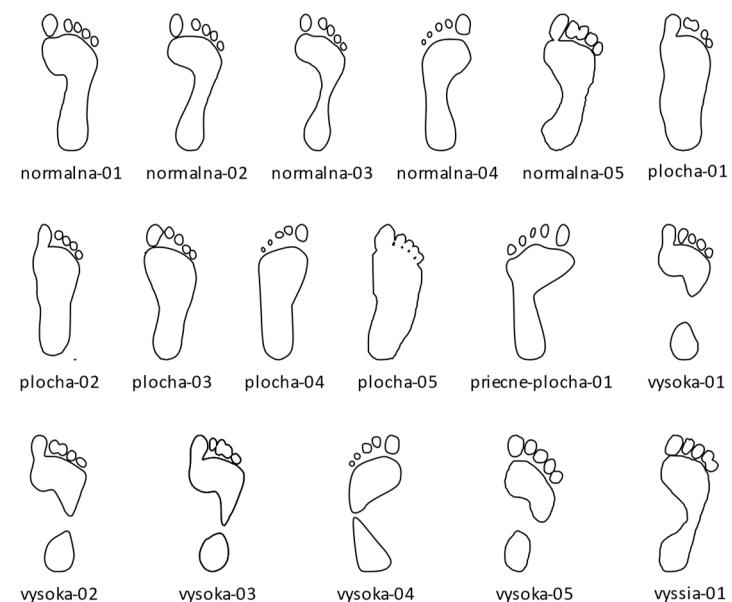
Za využitie metódy Monte Carlo sa dá považovať každá taká výpočtová alebo simulačná metóda, ktorá vo svojom postupe používa náhodné čísla (náhodné udalosti). V našom prípade je hľadaným riešením problému určenie neznámej plochy (2D útvaru), ale metóda sa dá po ďalšom zovšeobecnení využiť aj na hľadanie objemu troj- alebo viacrozmerného útvaru (kde sa jej využitie nekončí, ako sme naznačili vyššie). Vďaka tejto metóde vieme získať približné riešenia množstva stochastických aj deterministických úloh. Riešenie úlohy sa musí dať opísať s pomocou funkcie hustoty pravdepodobnosti, inak nie je možné dej (stav, situáciu) korektnie simulovať (zhodnocovať).

Metóda vyžaduje náhodnú veličinu (teda takú, ktorá nadobúda náhodné hodnoty). Na získanie náhodných hodnôt sa v praxi používajú rôzne spôsoby, napríklad merania reálnych fyzikálnych náhodných veličín (napríklad mikrovlnné pozadie kozmického žiarenia, parametre rôznych druhov šumu a pod.). Na počítačové riešenie úloh takéhoto charakteru sa využívajú generátory pseudonáhodných čísel (Šlégr, 2007; Knežo, 2012; Guštar, 2000; Palisade, 2008). Každé programovacie prostredie má implementovaný generátor pseudonáhodných čísel, ktorý zvyčajne produkuje sekvenciu pseudonáhodných čísel s rovnomerným rozdelením. Špeciálne prostredia na modelovanie systémov (napríklad MatLab) ponúkajú širšiu paletu generátorov pseudonáhodných čísel s rôznymi vlastnosťami. Programovací jazyk Java, v ktorom sme implementovali našu aplikáciu, má implementovaný multifunkčný generátor založený na schopnosti generovania sekvencie pseudonáhodných bitov s rovnomerným rozložením neopakujúcej sa na veľmi dlhom intervale, ktorú potom mapuje do rôznych funkcií (základom sú Gaussovo a rovnomerné rozloženie; pozri Random - Java Platform SE 8). Využili sme tú jeho súčasť, ktorá generuje reálne uniformné pseudonáhodné hodnoty.

V tomto príspevku sa zaoberáme zhodnocovaním stavu (kondície) nohy s pomocou metódy Monte Carlo podľa odtlačkov chodidla. Metódu sme

aplikovali tak, že sme ohraničili odtlačok nohy podľa objektívne stanovených pravidiel a percentuálne sme vyjadrili odhad plochy zmeraný nami implementovanou metódou. Softvér bol implementovaný tak, aby bol schopný vykonať diagnózu chodidla aj s pomocou plantografických metód.

Prvým krokom analýzy bola teda diagnóza s pomocou dvoch plantografických metód. Do obrázka sme s pomocou funkcií softvéru vložili potrebné priamky a ďalšie klúčové prvky (ako sú priesiečníky, stredy úsečiek a podobne) a softvér následne zmeral potrebné dĺžky (pri prvej metóde) alebo sme vizuálne vyhodnotili prekrývanie odtlačku so segmentmi, ktoré vznikli na odtlačku v súlade s použitím druhej metódy.



**Obrázok 1:** Tvary predlôh odtlačkov nôh použitých pri analýzach so skrátenými názvami súborov, v ktorých boli uložené

Na obrázku 1 sú zobrazené všetky tvary odtlačkov použité pri analýzach vykonávaných s použitím nášho softvéru. Sú prevzaté z rôznych zdrojov, ktoré sme používali aj pri analýze potrieb pred tvorbou aplikácie (je to väčšina zdrojov v použitej literatúre). Názvy súborov sme na zvýšenie prehľadnosti skrátili. Odzrkadľujú kategórie, do ktorých boli zaradené pôvodnými autormi. (Rovnaké názvy sme použili v grafe 1, nižšie. Očakávaným výsledkom bolo zaradenie odtlačkov nami použitými metódami do rovnakej kategórie.)

Druhým krokom bolo využitie metódy Monte Carlo. Aby boli namerané údaje navzájom porovnateľné, stanovili sme jednoznačné kritériá na definíciu plochy merania. Použili sme tri spôsoby ohraničenia odtlačkov, ktoré sme označili variant A až C. V nich sme odtlačky chodidiel umiestňovali do obdĺžnikových a tesnejšieho lichobežníkového tvaru (oblasti), v ktorých bola meraná veľkosť odtlačku (vyjadrená percentuálne).

Pri variante A sme definovali obdĺžnikovú plochu tak, aby do nej čo najmenej zasahovali odtlačky prstov nohy. Variant B bol tiež obdĺžnikového tvaru, ale zahrával celý odtlačok (vrátane prstov). Variant C zahŕňal celý odtlačok, ale mal lichobežníkový tvar. Skrátený postup definície ohraničujúcej plochy je ukázaný na obrázku 2 a podrobnosti postupov sú uvedené nižšie. Namerané výsledky sme vzájomne porovnali.

Variant A:

- Vložiť prvú priamku tesne sa dotýkajúcu vnútorného okraja odtlačku.
- Vložiť priamku kolmú k prvej a tesne priliehajúcu k päte.
- Vložiť priamku kolmú k prvej a tesne priliehajúcej k odtlačku nohy v prednej časti – „bez prstov.“
- Vložiť priamku rovnobežnú s prvou a tesne priliehajúcu k vonkajšiemu odtlačku nohy.
- Definovať štyri priečeníky priamok, ktoré pri tom vzniknú, využiť ich na definíciu oblasti merania metódou Monte Carlo a vykonať merania.



Obrázok 2: Fázy postupu pri definovaní plochy merania pri metóde Monte Carlo.

Variant B:

- Postup sa zhoduje s variantom A, okrem časti „bez prstov,“ čiže priamky sú vložené tak, aby tesne priliehali k celému odtlačku (vrátane prstov).

Variant C:

- Vložiť mimobežné priamky tesne priliehajúce k celému odtlačku zo vonkajšej a vnútornej strany nohy.

- Vložiť dve priamky kolmé na priamku, ktorá je pri vonkajšej strane nohy. Kolmice majú tesne priliehať k celému odtlačku nohy v prednej (prstovej) a zadnej (pätovej) časti. Zhodnotili sme, že kolmice zostrojené k priamke priliehajúcej z vonkajšej strany nohy vytvoria obálku plochy, ktorá pokryje odtlačok tesnejšie.
- Definovať štyri priečeníky priamok, ktoré ležia najbližšie k odtlačku, definovať podľa nich oblasť merania metódou Monte Carlo a vykonať merania.

Pri všetkých variantoch sme vykonávali dvanásť meraní plochy, z ktorých sme vypočítali priemernú hodnotu.

### 3 Vyhodnotenie a diskusia

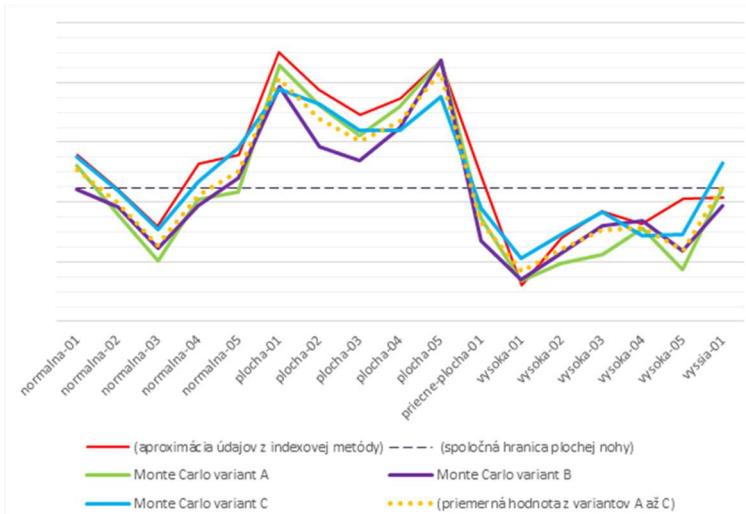
Počas testovania sme si uvedomili značnú vágnosť pri prvých dvoch metódach. Vyššiu volnosť a tým aj väčšiu mieru nepresnosti sme si uvedomovali najmä pri druhej použitej plantografickej metóde (metóde priamok), pretože pri nej záviselo výsledné hodnotenie v relatívne vyššej mieri od subjektívnych faktorov. Napriek spomínamej subjektívnosti sme sa mohli presvedčiť, že výsledky oboch metód sú dostatočne spoločné a že sa vzájomne relatívne zhodujú a vhodne dopĺňajú. Pri metóde Monte Carlo sme pociťovali vyššiu mieru istoty. Táto metóda neobsahovala toľko prvkov subjektivity pri definícii geometrie potrebnej na meranie a diagnostiku.

Pri vyhodnocovaní a posudzovaní rozdielov medzi metódami sme s výhodou využili grafické spracovanie výsledkov. V tomto príspevku sme použili ten z grafov, ktorý má podľa nás najvyššiu výpovednú hodnotu (pozri graf 1). Vopred sme predpokladali, že všetky tri varianty metódy Monte Carlo sa budú vo veľkej mieri prekrývať, aj keď ich jednotlivé číselné výsledky boli mierne odlišné. Neboli sme si však vopred istí, či sa podobné očakávanie naplní pri prvých dvoch metódach.

Nami použité tvary odtlačkov mali byť ukázkami/predlohami určitých stavov nôh (normálne, ploché, vysoké...). Na grafe 1 vidno, že dve z nôh, ktorá mali byť podľa zdrojov normálne (normalna-01 a normalna-04), boli prvými dvomi metódami zhodnotené ako mierne ploché. Tiež pri jednej z prezumpčne normálnych nôh (normalna-05) bol výsledok sporný. Ostatné závery obidvoch metód sa zhodovali. Na grafe je vidieť podobnosť výsledkov plantografických metód s výsledkami jednotlivých variantov metódy Monte Carlo.

Princíp získavania údajov metódou Monte Carlo kladie dobré predpoklady na ich objektívnosť. Získané hodnoty vyzkazujú veľmi dobrú zhodu. V každej sérii nameraných hodnôt (podľa variantov) sme postrehli určité odchýlky, preto sme do grafu vnesli jednu orientačnú krivku naviac, ktorej hodnoty sme

vypočítali z priemerov všetkých troch variantov. Porovnanie naznačuje, že metóda Monte Carlo bude v prípade sporných nôh konzervatívnejšia. Treba však byť opatrnej a nerobiť predčasné závery. Hodnoty v grafoch sa súčasne nachádzajú zdanlivo dostatočne pod úrovňou hodnôt, ktoré vykazujú ploché nohy, ale na potvrdenie tejto domnieky by bolo potrebné vykonať ďalšiu analýzu.



**Graf 1:** Údaje z analýzy výsledkov pri použití rôznych metód diagnostiky odtlačku nohy zarovnané na spoločnú líniu.

Po zhodnotení získaných informácií konštatujeme, že najbližšie k očakávaným výsledkom je variant B metódy Monte Carlo. Tiež sa (možno trochu paradoxne) ukazuje, že aj umiestnenie a tvar krivky získanej z priemerných údajov všetkých troch variantov ju nominujú na celkom dobrého kandidáta. Na to, aby sme získali vyššiu presnosť a istotu v správnosti používania novej metódy, by sme ju museli aplikovať na omnoho masívnejšiu množinu odtlačkov, ktoré by sme v ideálnom prípade získali od klinických ortopédov (t. j. priamo z praxe) a pri ktorých by sme namerané údaje spracúvali s použitím štatistických metód. No už pri takejto malej množine experimentov metóda ukázala tendenciu poskytovať objektívne (a tým spoločné) údaje.

V tejto fáze rozpracovania sme dospeli k nasledujúcim hraniciam pre ploché nohy pri jednotlivých variantoch metódy – variant A: 59,78 %, variant B: 55,35 %, variant C: 63,4 % a (alternatívne) hranica pre krivku priemeru z týchto troch meraní by bola: 59,31 %.

#### 4 Záver

Záverom môžeme zhodnotiť, že použitie metódy Monte Carlo splnilo naše očakávania. Editor metódy Monte Carlo sme navrhovali tak, aby smeroval k možnostiam jeho všeobecného použitia. Problematika plantografie a analýzy plochých nôh nie je jediným zamýšľaným spôsobom použitia tejto aplikácie. Táto problematika bola využitá na vývoj prvého prototypu softvéru. Proces vývoja a ladenia je časovo náročný, preto zostáva otvorený priestor na ďalší rozvoj aplikácie. Na dopracovanie ďalších užitočných funkcií, ktoré by rozšírili možnosti univerzálneho použitia metódy Monte Carlo na riešenie rôznych problémov.

Implementovaný editor nájde svoje uplatnenie aj vo vyučovaní, konkrétnie v predmete *modelovanie a simulácia systémov*, v ktorého osnovách sa nachádza aj metóda Monte Carlo. Napríklad na základe simulačných experimentov na výpočet analyticky presne vypočítateľnej plochy metódou Monte Carlo sa dá demonštrovať ako táto metóda funguje a ako sa dá zvýšiť presnosť výsledku (Tóth – Stoffová, 2020).

*Príspevok bol podporený projektmi KEGA 012TTU-4/2018: Interaktívne animačno-simulačné modely vo vzdelení (Interactive animation and simulation models in education) a KEGA 015TTU-4/2018 Interaktivita v elektronických didaktických aplikáciach (Interactivity in electronic didactic applications).*

#### Literatúra

1. *Analýza chodidla*. Bratislava : InterSport, 2012. Dostupné na: <<http://www.intersport.sk/standorte/aktionen/fussanalyse/index.html?forceWeb=1>>. Citované: 1. 12. 2019.
2. Bartošík, Július – Chudá, Božena. 2000. *Základy zdravotnej telesnej výchovy*. 2. vyd. Bratislava : Univerzita Komenského. 141 s. ISBN 80-223-1442-0.
3. Bláhová, Štěpánka. 2014. Možnosti ovplyvnení podélné klenby kinesiotapou. Praha : Klinika rehabilitace a tělovýchovného lékařství, 2. lékařská fakulta, Univerzita Karlova v Praze. 56 s. Bakalárska práca. Vedúci bakalárskej práce: Mgr. Martina Ježková. Dostupné na: <<https://is.cuni.cz/webapps/zzp/download/130126838>>. Citované: 1. 12. 2019.
4. Dungl, Pavel, et al. 2005. *Ortopedie*. Praha : Grada Publishing, 2005. 1280 s. ISBN 80-247-0550-8.
5. Guštar, Milan. 2000. Generování náhodně proměnných veličin v metodě Monte Carlo. In *I. ročník celostátní konference Spolehlivost konstrukcí*. Ostrava : ISBN 80-02-01344-1. Dostupné na: <<https://web.archive.org/web/20050205181708/http://www.sbra-anthill.com/doc/2000a.pdf>>. Citované: 1. 12. 2019.
6. Hábová, Kristýna. 2011. Hodnocení morfologie nohy u seniorek – studentek U3V na FTK UP. Olomouc : Katedra funkční antropologie a fyziologie, Fakulta tělesné kultury, Univerzita Palackého v Olomouci. Diplomová práca. Vedúci diplomovej práce: prof. RNDr. Jarmila Riegerová, CSC. Dostupné na: <[https://theses.cz/id/6w7hk9/Habov\\_diplomov\\_prce\\_2011.pdf](https://theses.cz/id/6w7hk9/Habov_diplomov_prce_2011.pdf)>. Citované: 1. 12. 2019.

7. Horáková, Jarmila. 2013. Plochá noha môže vzniknúť aj po úrazoch. Dostupné na: [http://www.mia.sk/vseobecne\\_inf/denna\\_tlac/m\\_clanok.php?hop=4&dbr=15569](http://www.mia.sk/vseobecne_inf/denna_tlac/m_clanok.php?hop=4&dbr=15569). Citované: 1. 12. 2019.
8. Klementa, Josef. 1987. *Somatometrie nohy : frekvence některých ortopedických vad z hlediska praktického využití v lékařství, školství a ergonomii*. Acta Universitatis Palackianae Olomucensis : Facultas Paedagogica - zvázok 8. Praha : Státní pedagogické nakladatelství.
9. Knežo, Dušan. 2012. O metóde Monte Carlo a možnostiach jej aplikácií. In *Transfer inovácií* 24/2012. Košice : Ústav technológií a manažmentu, Strojnícka fakulta, Technická univerzita v Košiciach. ISSN 1337-7094. Dostupné na: <https://www.sjf.tuke.sk/transferinovaci/pages/archiv/transfer/24-2012/pdf/178-181.pdf>. Citované: 1. 12. 2019.
10. *Monte Carlo Simulation : What Is It and How Does It Work?* Palisade : 2008. Dostupné na: [https://www.palisade.com/risk/monte\\_carlo\\_simulation.asp](https://www.palisade.com/risk/monte_carlo_simulation.asp). Citované: 1. 12. 2019.
11. Prečo FootBalance? Niečo o Vašich klenbách. Bratislava : Footbalance.sk, 2014. Dostupné na: <http://footbalance.sk/preco-footbalance/>. Citované: 1. 12. 2019.
12. Random – Java Platform SE 8. Oracle, 1993, 2020. Dostupné na: <https://docs.oracle.com/javase/8/docs/api/java/util/Random.html>. Citované: 1. 5. 2020.
13. Šlégr, Jan. 2007. *Metoda Monte Carlo, Generátory náhodných čísel*. Studijní text předmětu INUM. Hradec Králové : Univerzita Hradec Králové, Pedagogická fakulta, Katedra fyziky a informatiky. Dostupné na: <http://www.black-hole.cz/soubory/mc.pdf>. Citované: 1. 12. 2019.
14. Tomanova, Michaela – Lippert-Grüner, Marcela – Lhotska, Lenka. 2015. Specific rehabilitation exercise for the treatment of patients with chronic low back pain. In *Journal of Physical Therapy Science*, volume 27, <https://doi.org/10.1589/jpts.27.2413>.
15. Vášová, Radka. 2019. *Změny antropometrických parametrů chodidla u dětí mladšího školního věku*. Olomouc : Katedra přírodních věd v kinantropologii, Fakulta tělesné kultury, Univerzita Palackého v Olomouci. Diplomová práca. Vedúci diplomovej práce: doc. RNDr. Miroslava Přidalová, Ph.D. Dostupné na: [https://theses.cz/id/m5hbqw/DP\\_finln\\_verze.pdf](https://theses.cz/id/m5hbqw/DP_finln_verze.pdf). Citované: 1. 12. 2019.
16. Tóth, Márk Zoltán – Stoffová, Veronika. (2020). Monte Carlo Methods in Education. In *XXXIII DIDMATTECH 2020*. Eötvös Loránd University (ELTE), Faculty of Informatics, Savaria Institute of Technology (in press).

**Recenzoval:** doc. RNDr. PaedDr. Ladislav Huraj, PhD.

## Kontakt

Mgr. Ing. Roman Horváth, PhD.; prof. Ing. Veronika Stoffová, CSc.  
 Pedagogická fakulta Trnavskej univerzity v Trnave  
 Priemyselná 4, 917 01 Trnava  
 roman.horvath@truni.sk; veronika.stoffova@truni.sk

## WEB-BASED INTERFACE TO GEANT4 SIMULATIONS OF RADIATION AND NUCLEAR MATERIAL

Rudolf IZSÁK, Gábor TARKÓ, HU

**Abstract:** GEANT4 is undoubtedly the most elaborate Monte Carlo simulation toolkit in nuclear physics. However, mastering GEANT4 demands profound knowledge in C++ programming. The paper describes a web-based user interface for GEANT4 aimed at providing researchers, lecturers and nuclear engineers with a simple tool to exploit the computing power of GEANT4.

**Keywords:** GEANT4, web, user interface, Monte Carlo simulation, nuclear physics.

### 1 Introduction

Ionizing radiation is just as inevitable constituent of the environment as is matter. As its name suggests, it can ionize atoms, ions and molecules causing e.g. faults in biological tissues. While ionization is a complex process, it is only one out of the abundant possible outcomes of radiation—matter interaction [1]. In general, it is the radiation—matter interaction through that the presence and physical properties of radiation can be verified and investigated. Interaction outcomes depend on the

- type (alpha, beta, gamma) of the radiation,
- physical characteristics (direction, energy) of the radiation,
- type (chemical constitution, nuclear state) of the target material.

It is the radiation—matter interaction that makes possible to detect radiation, and radiation detection has fundamental relevance in medical diagnostics and therapy, nuclear safety, and research in nuclear physics.

Performance of detector setups or radiation shielding can be estimated via simulation. For example, geometric detection efficiency calculations are based almost exclusively on simulation.

### 1.1 GEANT4

The most elaborate simulation software for radiation, matter and interaction is GEANT4 (GEometry ANd Tracking) [2]. It is a C++ library for Monte Carlo simulations in nuclear physics and is widely (almost exclusively) used in nuclear facilities since its initial release in 1998 based on the experience of former editions back to 1974. GEANT4 takes into account hundreds of particles like bosons, leptons, mesons, baryons and common matters in nuclear physics like metals, plastics, crystals and gases.

Even biological tissues like bone, skin have validated models in GEANT4. The size of its validated databases and calculation methods makes GEANT4 an inevitable Monte Carlo simulation tool in radiation detection.

### 1.2 Difficulties with GEANT4

Mastering the GEANT4 demands a considerable knowledge in C++ programming, which skill has almost nothing in common with the original purpose of the simulation library. Even the installation process of the toolkit is complicated based on the limited documentation. While GEANT4 is open source and cross platform, its computing power is only available for companies and research groups who can afford a GEANT4-expert.

### 1.3 Web-based user interface to GEANT4

The primary aim of our project was to make GEANT4 simulations available for researchers, lecturers, nuclear engineers via a web interface and without the need of programming so that focus can be kept on the physical rather than on technical details.

As the interface is web-based it is only a decent web browser that the user needs to manage simulations.

### 1.4 RadSrc integration

By default, GEANT4 supports particle guns as a primary source of beam (radiation) and follows the primary (secondary etc.) beam-particles through the matter. The user sets the type (photon, electron, proton etc.), direction and energy of the primary particles emitted by a particle gun repeatedly.

In practice, the source of radiation is often a radioisotope ( $^{60}\text{Co}$ ,  $^{137}\text{Cs}$ ,  $^{235}\text{U}$  etc.) of which activity (number of emitted particles per second) and the physical properties of radiation alters in years, so that the particle source itself must also be simulated.

The developed user interface integrates the RadSrc [3] radioisotope generator into GEANT4. Given the concentration and age of a specific radioisotope RadSrc computes the radioactive decays and the resulting radiation. Note that the decay series of  $^{235}\text{U}$  involves 17 daughter isotopes and more than 20 decay modes each having a unique discrete probability distribution for possible decay energies. RadSrc can also calculate relaxation X-rays and bremsstrahlung and contains the decay data and physical characteristics of more than 100 isotopes.

## 2 Construction of the web application for GEANT4 simulations

Being an interface, the web page in Figure 1 in the clients' web browser is responsible for the (1) parametrization of the simulation and (2) visualization of the simulation results. The simulation runs on the server side.

The user defines the simulation setup which is passed to the server that runs the GEANT4 simulation. The server assigns an identification number to each request so that multiple requests can be performed simultaneously but limited to a certain number to avoid server overload.

From the technological point of view the frontend (interface) is a React-Bootstrap [4] application. React [5] is an extended JavaScript library for building user interfaces and Bootstrap [6] is currently the largest web-UI ecosystem. The backend (server side) consists of two components. The Node.js [7] JavaScript application communicates with the front-end and makes the GEANT4 application run that is the second component of the back end. The communication between front- and back-end is handled by the Express.js [8] web framework.

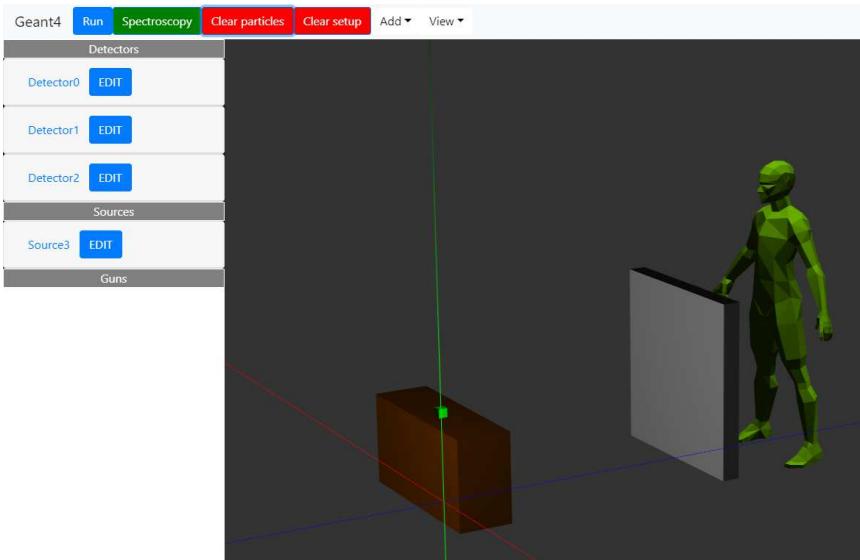
The web application is available at the internet address [radsim.inf.elte.hu](http://radsim.inf.elte.hu).

According to the first tests, for a client application connected to high-speed internet (1 Gbps) the communication overhead is less than 1 second. In an experimental setup consisting of three lead cubes (detectors) and a  $^{60}\text{Co}$  radioactive source the back end can simulate 2500 primary particles per second on a 3GHz Xeon processor.

As the application does not require any personal information only physical details the data stream is not encrypted. In general, the lack of personal, sensitive, or confidential data or content prevents server attacks from being harmful despite making the service temporary unavailable.

GEANT4 describes the physical scene to be simulated as a number of volumes placed into a single *world* volume. The *world* volume is the full space of simulation and can be made of (filled with) some material like air. The user can define other volumes with a user defined geometry (shape), material, and position. Each volume (other than *world*) can be regarded as a detector: when a particle in the simulation passes the volume GEANT4 records the points of enter and exit (if exists) and the total energy deposited inside the volume.

Following the concepts of GEANT4, the user interface allows the definition of arbitrary number of detectors and particle sources.



**Figure 1:** The main page of the web interface for GEANT4 simulations. There are three volumes (detectors) defined in the scene: desk (big brown box) with a little green gamma source on it, shielding wall (big grey box) and a human.

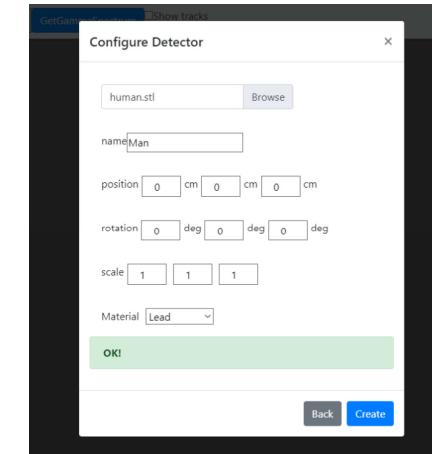
## 2.1 Detector definition

As mentioned, the simulation scene is made of physical volumes and a particle source. The physical volumes (or detectors) must have shape, position and material.

The shape can be defined either as one of the predefined simple shapes like boxes, spheres, cones etc., or as an arbitrary triangulated shape. The latter shapes can be defined via STL (stereolithography) files having standardized structure. STL files can be generated as an output from a lot of well-known CAD (computer aided design) software.

GEANT4 has an extensive database of common nuclear physics materials such as metals and scintillators (NaI, plastics) that can be selected as volume materials from drop-down lists in the detector definition dialog.

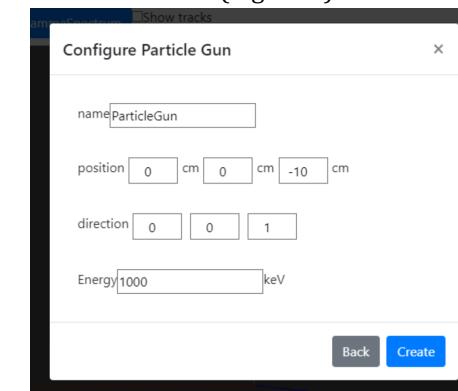
The dialog for detector definition is shown in Figure 2.



**Figure 2:** Dialog for detector definition. The triangulated shape can be defined in STL files that the user can upload. It is possible to *rotate* and *scale* the detector before placed at the desired *position*. GEANT4 contains an abundant collection of common nuclear physics materials; the actual *material* can be selected from the drop- down list.

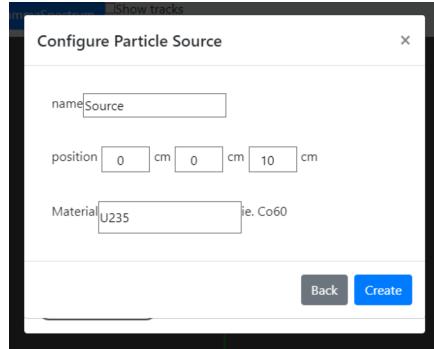
## 2.2 Particle source definition

Particle source is a necessary building block of a GEANT4 simulation. Particle emerge from the source and are tracked through the detector system until exiting the world volume or being absorbed. The default particle source in GEANT4 is the particle gun that can emit arbitrary particles with a given energy into a pre-defined direction (Figure 3).



**Figure 3:** Dialog for particle gun definition. The dialog asks for the position, direction and energy of the simulated gamma photons.

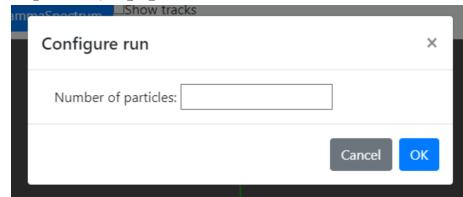
It is also possible in the web interface to define a radioisotope as a particle source. It is the RadSrc library that generates random counts of gamma photons based on the radio isotope's type, initial activity, and age (Figure 4). RadSrc computes the complete decay chain of radioisotopes and selects gamma counts randomly according the discrete probability distribution of the chain's radioisotopes based on the actual activities.



**Figure 4:** Dialog for RadSrc particle source definition. Photons are emitted at uniform solid angles. The dialog asks for the name of the radioisotope and for its position in the world volume.

### 2.3 Launching the simulation

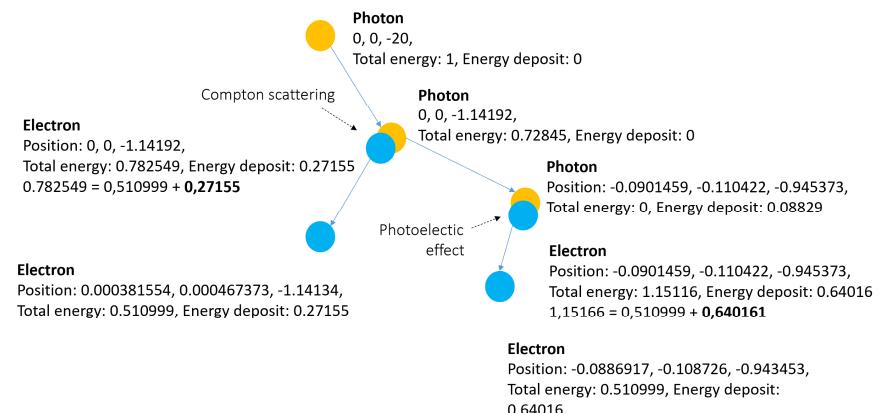
The simulation can be launched once the detector and particle source are defined and placed into the *world* volume. Clicking on the Run button a dialog appears and asks the user for the number of simulated particles (Figure 5). The client application then sends the detector, source, and event number data to the server where a master application configures the related GEANT4 simulation and makes it run. The output dataset is sent to the client application using Express.js [8].



**Figure 5:** Dialog for simulation launch. The user is supposed to enter the number of simulated primary particles.

Note that the initial particles may generate secondary particles in matter. For example, energetic photons may generate electron—positron pairs where both particles are tracked further until being absorbed or leaving the world

volume [1]. Figure 6 demonstrates the simulation results of an initial photon of 1 MeV energy. There are two secondary electrons generated by Compton scattering and photoelectric effects. The simulation keeps record of all physical characteristics of the initial and secondary particles.

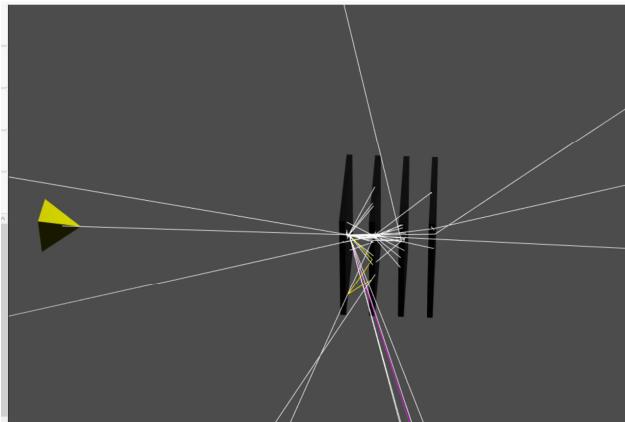


**Figure 6:** Complete GEANT4 simulation output for a single primary 1 MeV photon. The photon first Compton scatters on an electron (the electron becomes a secondary particles) and then gets absorbed via photoelectric effect (this electron becomes secondary particle too). Both secondary electrons lose their energies in the matter along a short range according to the Bethe—Bloch formula.

### 2.4 Visualization of simulation results

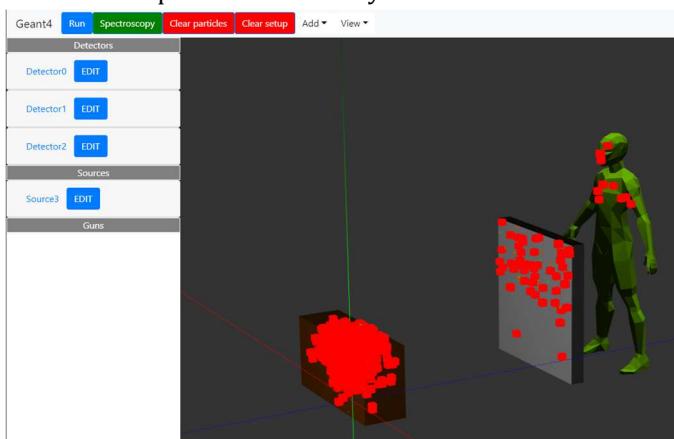
The graphical visualization of the physical scene and the simulation results in the interface is based on WebGL 2.0 which is JavaScript API for rendering interactive 2D and 3D graphics in web pages. WebGL 2.0 is supported by the four most popular web browsers, although in Safari the support of WebGL 2.0 must currently be enabled manually. Using WebGL the interface renders the detectors and simulated particle paths in 3D and allows traversing of the scene via mouse movements.

Electron (purple), positron (yellow) and photon (white) tracks are rendered in different colors as shown in Figure 7 where an energetic 300 MeV photon punches perpendicularly into four parallel layers of lead walls of 1 cm thickness each.



**Figure 7:** Visualization in the interface of an energetic 300 MeV photon emerging from the particle gun (yellow pyramid) and punching perpendicularly into four parallel layers of lead walls of 1 cm thickness each. Electron (purple), positron (yellow) and photon (white) tracks are rendered in different colors.

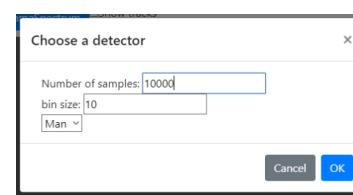
The interface can also visualize energy deposits as shown in Figure 8. The size of the red boxes corresponds to the amount of deposited energy. Photons emitted from the gamma source are absorbed in the desk, in the shielding wall and in the unshielded part of human body.



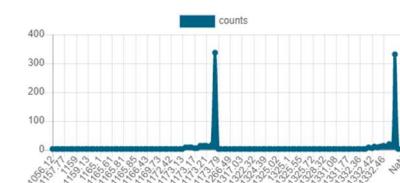
**Figure 8:** Visualization of the energy deposit. The sizes of the red boxes correspond to the amount of deposited energy. Photons emitted from the gamma source are absorbed in the desk, in the shielding wall and in the unshielded part of human body.

## 2.5 Spectrum generation of energy deposits

In nuclear instrumentation energy deposit is a common output of detectors and the frequency distribution of energy deposits (energy spectrum) is often studied for radioisotope identification and performance analysis of the measurement setup. The interface features spectrum generation. The dialog shown in Figure 9a asks for the number of events to be simulated and the bin size of the histogram generated. In Figure 9b the simulated energy spectrum from a radioisotope  $^{60}\text{Co}$  is shown. The emitted gamma photons are absorbed in a thick lead volume. In the energy spectrum one can clearly identify the full energy peaks corresponding to the 1.17 and 1.33 MeV lines of  $^{60}\text{Co}$ . The flat regions on the left-hand-side of the peaks correspond to events where the scattered primary or any secondary particle escapes from the detector volume so that the energy deposit in the detector will not be complete.



(a) simulation dialog



(b) energy spectrum (simulation result)

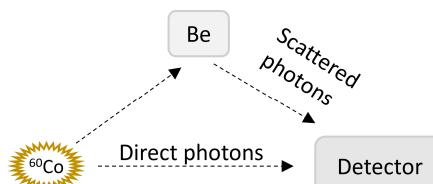
**Figure 9:** Energy spectrum generation via the user interface. The dialog (on the left) asks for the number of simulated particles and for the bin size of the histogram. The resulting energy spectrum (on the right) from a  $^{60}\text{Co}$  radioisotope with the 1.17 and 1.33 MeV gamma lines.

## 3 Example application

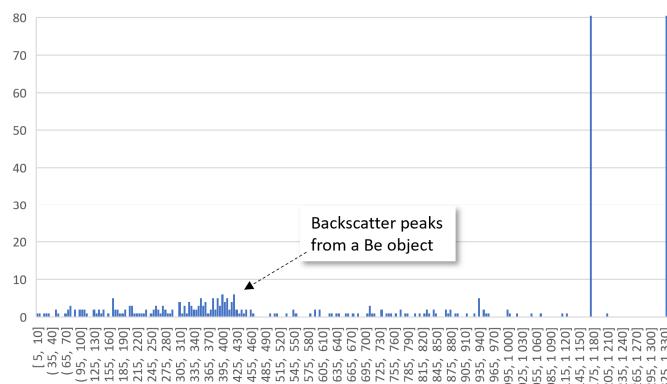
As a demonstration of the web application we use the interface for the simulation of gamma detection with a scattering object. When collecting energy spectra from radioactive substances for identification purposes it is often inevitable to have scattering objects in the measurement vault like concrete walls, desks or the housing of the detector. In that case, gamma photons emerging from the investigated radio-source may undergo Compton scattering on these objects so that the scattered photon produces a count in the detector with an altered (relative to the original gamma photon's) energy that is a function of the scattering angle. These scattered counts appear as small but significant peaks in the energy spectrum and may be erroneously identified as gamma lines. One way to suppress these issues is to simulate the whole measurement process including all objects present in the measurement

vault. Then by inserting or removing scattering objects the backscatter peaks can be identified in the energy spectra.

The schematics of a measurement scenario is shown in Figure 10. The gamma photons emerging from a  $^{60}\text{Co}$  source can enter the detector either directly or back-scattered from a Be object. In the resulting energy spectrum in Figure 11 the back-scattering peaks can be clearly identified (corresponding to the 1.17 and 1.33 MeV lines of  $^{60}\text{Co}$ ) although having magnitudes by a factor of 100 lower than those of the direct peaks. Their positions correspond to the Klein—Nishina formula at 90° scattering angle (340 keV).



**Figure 10:** Schematics of an energy spectrum measurement with a Be scattering object from which gamma photons may Compton-scatter to the detector.



**Figure 11:** Resulting energy spectrum with backscatter peaks from the energy measurement of  $^{60}\text{Co}$  lines. The 1.17 and 1.33 MeV lines appear on the right with magnitudes higher by a factor of hundred.

## 4 Conclusion

GEANT4 is undoubtedly the most elaborate simulation software in nuclear physics. Our web-based user interface for GEANT4 described in the paper aims to provide researchers, lecturers and nuclear engineers with a simple tool to exploit the computing power of GEANT4. Minimizing the time and manpower allocated for mastering GEANT4, small researcher or engineer work groups (even individuals) can concentrate more on the physical and engineering relevance of nuclear physics simulations. In the paper we introduced the user interface and demonstrated its usage on example problems. The web application is available at the internet address radsim.inf.elte.hu. Future plans are to enhance ease of use and adding features partly and hopefully based on user recommendation.

*The project has been supported by the European Union, co-financed by the European Social Fund. EFOP-3.6.1-16-2016-0023.*

## References

1. LILLEY, J. S. Nuclear Physics. John Wiley & Sons, Ltd, 2002. ISBN 0-471-97936-8
2. AGOSTINELLI, S. et al. Geant4—a simulation toolkit. In *Nuclear Instruments and Methods in Physics Research Section A*. Vol. 504, Iss. 3, July 2003, pp. 250–303.
3. HILLER, L. – GOSNELL, T. – GRONBERG, J. – WRIGHT, D. *RadSrc Library and Application Manual*. Lawrence Livermore National Laboratory, March 2013, pp. 1–35, [on-line] [https://nuclear.llnl.gov/simulations/radsrc\\_v1.6\\_doc/radsrc.pdf](https://nuclear.llnl.gov/simulations/radsrc_v1.6_doc/radsrc.pdf).
4. <https://react-bootstrap.github.io>
5. <https://reactjs.org>
6. <https://getbootstrap.com/>
7. <https://nodejs.org/>
8. <https://expressjs.com>

## Contact address

Rudolf Izsák, PhD.  
Department of Informatics, ELTE  
H-1117 Budapest, Pázmány P. s. 1/C.  
e-mail: irudolf@inf.elte.hu

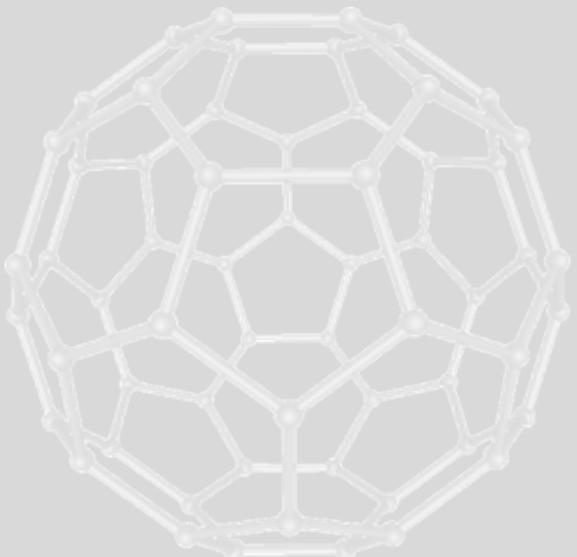
# G. Informatics in various subjects

**G1.** Melánia FESZTEROVÁ: E-learningový kurz zameraný na manipuláciu s chemickými látkami: rozvoj vedomostí študentov (E-learning course for pre-service chemistry teachers: a way to education development)

**G2.** Péter NÉGYESI, Ilona OLÁHNÉ TÉGLÁSI, Réka RACSKÓ: The application of a custom-made mathematical software in order to support problem-solving strategy of high school students

**G3.** Tomáš GODIŠ: Jazykové programy a cudzojazyčné vzdelávanie (Language programs in foreign language teaching)

**G4.** Gergely BENCSIK, Zoltán PÖDÖR: Complex framework to expand the time series analysis possibilities and to determine the reliability of the given correlations



## E-LEARNINGOVÝ KURZ ZAMERANÝ NA MANIPULÁCIU S CHEMICKÝMI LÁTKAMI: ROZVOJ VEDOMOSTÍ ŠTUDENTOV

Melánia FESZTEROVÁ, SK

**Abstract:** Vysokoškolské vzdelávanie je veľmi dôležité pre osobný a profesionálny rast mladých ľudí. Prioritou by malo byť poskytnúť mladému človeku kvalitné vzdelanie s možnosťou, aby uplatnil získané vedomosti v praxi. Príspevok predstavuje vybranú tému z e-learningového kurzu. E-learningový kurz pod názvom „Modernizácia vzdelávacieho a interdisciplinárneho prístupu v kategórii odpad a odpadové hospodárstvo“ je rozdelený do vybraných tém. Vzdelávacie témy e-learningového kurzu obsahujú študijný materiál, ktorý sa zameriava na zásady BOZP v chemických laboratóriách s orientáciou na správnu manipuláciu s chemickými látkami a zmesami. Úlohou vzdelávania týkajúceho sa bezpečnosti a ochrany zdravia pri práci (BOZP) je zabezpečiť budúcim učiteľom chémie potrebné vedomosti a informácie. Neoddeliteľnou súčasťou ich prípravy je starostlivosť o zdravie a bezpečnosť pri práci v oblasti vzdelávania a odbornej prípravy. Súčasné informácie o dodržiavaní zásad správnej manipulácie s chemickými látkami a zmesami ukazujú, že táto aktivita na školách nie je postačujúca.

**Kľúčové slová:** vzdelávanie, e-learning, chémia, budúci učitelia chémie, chemická látka.

## E-LEARNING COURSE FOCUSED ON HANDLING OF CHEMICALS: DEVELOPMENT OF PRE-SERVICE STUDENTS' KNOWLEDGE

**Abstract:** University education is essential for pre-service teachers' personal and professional growth. The priority should be to provide the young person in question with quality education with the possibility of applying knowledge acquired in practice. This paper presents a chosen topic from the e-learning course. The e-learning course is called „Modernization of Education and Interdisciplinary Approach in the Category Waste and Waste Management“ and is divided into selected topics. The educational themes of the e-learning course include study material, which focuses on the Occupational Health and Safety (OHS) principles in laboratories and for safe handling of chemicals. The aim of education regarding OHS is to offer student-pre-service chemistry teachers the necessary knowledge and information. An integral part of the preparation is taking care of OHS in the field of education and training. Current

information on compliance with the principles of safety manipulation of chemicals shows that this activity is not satisfactory in schools.

**Keywords:** education, e-learning, chemistry, pre-service teacher, chemical substance.

## 1 Úvod

Pochopenie vlastností chemických látok a zmesí sa častokrát orientuje len na vybrané oblasti. Úlohou by malo byť ich vzájomné prepojenie s chemickými javmi a použitím v praxi napr. počas laboratórnych cvičení. Prvým krokom k priblíženiu sa chemickým javom je pozorovanie a opis chemických a fyzikálnych zmien, ako je zmena farby alebo stavu [1-2]. Na vysvetlenie chemických javov študenti počas laboratórnych cvičení musia poznat' vlastnosti chemických látok, ktoré používajú a ich reakcie [3-5]. Vo vzdelávaní zameranom na chémii mnohé štúdie opisujú problémy študentov súvisiace s pochopením chemických javov [2], ale najmä nedostatočné vedomosti a znalosti študentov, ktoré sa týkajú vlastností chemických látok. Tieto dôvody si vyžadujú nové prístupy [6-7] nielen vo výchove budúcich pedagógov, ale aj vo vzdelávaní študentov - budúcich učiteľov chémie.

V príspevku je prezentovaný e-learningový kurz pre budúcich učiteľov chémie a pre učiteľov z praxe pod názvom „Modernizácia výučby a interdisciplinárneho prístupu v rámci kategórie odpad a odpadové hospodárstvo“. Témy e-learningového kurzu sú okrem iného zamerané na bezpečnú prácu s chemickými látkami a chemickými zmesami. Význam a opodstatnenosť e-learningového vzdelávania budúcich učiteľov chémie v oblasti správnej manipulácie s chemickými látkami a zmesami sú dôležité z pohľadu výchovnovzdelávacej práce ako aj vo vzťahu ich aplikácie do pedagogickej praxe. Cieľom učebných textov, ktoré sú obsiahnuté v jednotlivých témach e-learningového kurzu je zdôrazniť vzájomné prepojenie poznatkov týkajúcich sa zloženia chemických látok a zmesí, ich vzájomných reakcií, vznikajúcich odpadov a ich správnej likvidácie. E-learningový študijný materiál analyzuje situácie, ku ktorým môže dôjsť pri nesprávnej manipulácii s chemickými látkami. Upozorňuje na negatívne účinky chemických látok a zmesí nielen na prostredie, ale predovšetkým na zdravie (úrazy a otravy). V té mach e-learningového kurzu sme využili nové trendy a metódy a to na základe analýz a vlastného stavu poznania súvisiaceho s vedomostnou úrovňou študentov-budúcich učiteľov chémie, ktorá bola sledovaná počas vybraných laboratórnych cvičení.

## 2 E-learningové vzdelávanie: motivácia k rozvoju vedomostí

Motivácia v chémii predstavuje komplexný a mnohovrstvový priestor spájajúci vonkajšie a vnútorné motívy a životné skúsenosti. Vzťah medzi motiváciou a výkonom študentov v chémii je publikovaný v mnohých výskumných prácach [8-13]. Motivácia vo vzdelávaní zameranom na chémiu je špecifická [14-18]. Najmä z hľadiska vlastností chemických látok a následných chemických reakcií, ku ktorým môže dochádzať pri nesprávnej manipulácii s nimi. Nesprávna manipulácia s chemickými látkami a zmesami počas laboratórnych cvičení môže ohroziť nielen zdravie študenta, ale aj celej skupiny [19]. Preto je dôležité dbať na dodržiavanie zásad bezpečnosti pri práci (BOZP) a neustále vzdelávať študentov v správnej manipulácii s chemickými látkami. Prezentovaný e-learningový kurz pre študentov chémie predstavuje súčasť vzdelávania zameranú na zvýšenie motivácie a rozšírenie ich vzdelenostnej základne. Cieľom e-learningového kurzu s názvom „Modernizácia vzdelávacieho a interdisciplinárneho prístupu v kategórii odpad a odpadové hospodárstvo“ je upozorniť na:

- nebezpečenstva a z nich vyplývajúce riziká pri práci s chemickými látkami;
- dôležitosť posudzovania rizík, ktoré nemožno vylúčiť, najmä pri výbere a počas reakcií, analýz a syntéz chemických látok, práce s laboratórnymi prístrojmi a voľbe pracovných postupov;
- vykonávanie opatrení a odstránenie nebezpečenstiev v mieste ich vzniku;
- uprednostňovanie kolektívnych ochranných opatrení pred individuálnymi ochrannými opatreniami;
- nahrádzanie prác, pri ktorých je riziko poškodenia zdravia bezpečnými prácami alebo prácami, pri ktorých je menšie alebo eliminované riziko poškodenia zdravia [20];
- prispôsobovanie práce schopnostiam študentov a správnej manipulácií s pracovnými predmetmi a laboratórnym náradím;
- zohľadňovanie ľudských schopností, vlastností a možností najmä pri navrhovaní laboratórneho experimentu, výbere pracovného prostriedku, laboratórnych postupov s cieľom vylúčiť alebo zmierniť účinky škodlivých faktorov práce, práce s chemickými látkami s cieľom ochrany zdravia študentov a životného prostredia;
- plánovanie a vykonávanie prevencie zavádzaním bezpečných pracovných postupov, technológií a metód organizácie laboratórnej práce, skvalitňovaním pracovných podmienok s ohľadom na faktory laboratórneho prostredia.

Vzdelávanie formou e-learningu je jednou z možností ako získať nové informácie a dosiahnuť plynulé rozširovanie nadobudnutých vedomostí študentov [21-22]. Poskytuje aj možnosti ako prepojiť a preveriť získané poznatky zamerané na bezpečnú prácu a správnu manipuláciu s chemickými látkami a zmesami. Cieľom e-learningového kurzu je overenie nadobudnutých vedomostí študentov vo výchovno-vzdelávacom procese počas laboratórnych cvičení.

### 3 Materiál a metódy

Vzdelávanie študentov-budúcich učiteľov chémie zamerané na správnu manipuláciu s chemickými látkami a laboratórnymi prístrojmi vo výučbe chémie je základným predpokladom dobrých experimentálnych výsledkov. Katedra chémie, Univerzity Konštantína Filozofa v Nitre (Slovensko) každoročne oboznámuje študentov študijného programu UAP-chémia v kombinácii v rámci úvodných školení s danou problematikou. Téma zameraná na manipuláciu s chemickými látkami, zmesami a BOZP je rozdelená do nasledovných častí:

- zásady bezpečnej práce v chemickom laboratóriu;
- zabezpečenie dobrých výsledkov práce v chemických laboratóriách;
- správna manipulácia s chemickými látkami a zmesami;
- likvidácia odpadov chemických látok počas laboratórnych cvičení a experimentálnych častí záverečných prác (bakalárskych, magisterských, dizertačných).

V rámci úvodného školenia BOZP ako aj počas prác študentov v chemickom laboratóriu vychádzame zo skúseností, že nesprávna manipulácia s chemickými látkami a likvidácia odpadov môže vážne ovplyvniť zdravie a stav životného prostredia. E-learning vzdelávanie vytvára nové možnosti pre rozširovania vedomostí, nadobúdanie nových poznatkov a skúseností pre pedagógov z praxe ako aj pre študentov [23-24]. Tvorba učebného materiálu zameraného na správnu manipuláciu s chemickými látkami, zmesami a odpadom v laboratóriu vychádza z experimentálnych výskumných metód. Výskumné metódy (didaktický test, dotazník, interview) sme použili v prípravejnej fáze tém e-learningového kurzu. Zrealizovali sme prieskum vedomostí študentov chémie z 2. a 3. ročníka bakalárskeho štúdia a 1. ročníka magisterského štúdia na Katedre chémie Univerzity Konštantína Filozofa v Nitre.

#### Ciel prieskumu:

Zistiť postoje a skúsenosti študentov chémie zamerané na správnu manipuláciu s chemickými látkami a chemickými zmesami a zneškodňovanie odpadov chemických látok počas laboratórnych cvičení.

#### Predmet prieskumu:

- a) Učivo laboratórnych cvičení (napr. Laboratórne cvičenia z analytickej chémie, Laboratórne cvičenia z organickej chémie, Laboratórne cvičenia z inštrumentálnych metód) (Obrázok 1).
- b) Poznatky a skúsenosti študentov z oblasti dodržiavania BOZP.
- c) Vedomosti študentov o správnej likvidácii odpadov chemických látok a chemických zmesí.



**Obrázok 1:** Práca v chemických laboratóriach (Laboratórne cvičenia z analytickej chémie, Laboratórne cvičenia z inštrumentálnych metód)

Prieskumu sa zúčastnilo 170 respondentov. Na základe interpretácie výsledkov prieskumu, odporúcaní a skúseností spolupracujúcich pedagógov sme pripravili e-learningové študijné materiály zamerané na správnu manipuláciu s chemickými látkami, zmesami a zneškodňovanie odpadov chemických látok počas laboratórnych cvičení v laboratóriach. E-learningový kurz zameraný na správnu manipuláciu s chemickými látkami a zmesami poskytuje možnosti rozširovať vedomosti a nadobúdať nové poznatky a informácie budúcim absolventom. V kurze je niekoľko elektronických nástrojov, ktoré môžu zlepšiť proces učenia (*chat, diskusné fóra, zasielanie správ, prieskumy počas laboratórnych cvičení*) [25].

Na základe výskumného problému bola sformulovaná hlavná hypotéza (**H**) rozšírená troma podhypotézami (**H1-H3**):

**H:** E-learning zameraný na správnu manipuláciu s chemickými látkami a odpadmi z chemických látok pozitívne motivuje študentov-budúcich učiteľov chémie k dodržiavaniu zásad BOZP z dôvodu ochrany vlastného zdravia a životného prostredia.

**H1:** Zvyšovanie vedomostí o fyzikálnych a chemických vlastnostiach chemických látok a zmesí rozširuje znalosti študentov z chémie a ďalších prírodrovedných disciplín.

**H2:** Poznatky o správnej likvidácii odpadov chemických látok a zmesí prispievajú k rozvoju environmentálneho povedomia.

**H3:** Znalosti týkajúce sa správnej manipulácie s chemickými látkami, zmesami a zneškodňovania odpadov chemických látok sú zamerané na k starostlivosť o okolité prostredie a tým aj o ochranu a udržanie kvality zdravia.

téma 11

#### E-learningové vzdelenie

E-LEARNINGOVÉ VZDELÁVANIE PRE ŠTUDENTOV ZAMERANÉ NA SPRÁVNU MANIPULÁCIU S CHEMICKÝMI LÁTKAMI, CHEMICKÝMI ZMESAMI A BEZPEČNÚ LIKVIDÁCIU CHEMICKÝCH ODPADOV. DODRŽIAVANIE ZÁSAD BOZP: PRÁCA V CHEMICKOM LABORATORIU: LABORATORYNÝ PORIADOK.

E-learningové vzdelenie je jedným zo spôsobov ako osloviť žiakov, študentov-budúcich učiteľov chémie a učiteľov z praxe. Cieľom témy je upozorniť na nebezpečné faktory súvisiace s prácou s chemickými látkami a zmesami v chemických laboratóriach. Poukázať na negatívny dopad chemických látok a zmesí na okolité prostredie a na zdravie. Pracovný priestor-chemické laboratórium a súvisiace miestnosti (vádzne, sklad) si vyžadujú dodržiavanie zásad BOZP. Pri nedodržaní BOZP môže byť ohrozené naše zdravie aj zdravie ostatných, študentov, pedagógov a technických zamestnancov, ktorí sa pracujú v chemickom laboratóriu.



- Upozorniť na nebezpečné faktory v priestoroch chemických laboratórií, ktoré môžu mať negatívny dopad na prostredie a na zdravie.
- Využiť medzipredmetové vzťahy pri riešení danej problematiky.



Pre budúcich učiteľov chémie

Fyzikálne, chemické, biologické a iné nebezpečenstvá.

- Spôsoby vzdelenia na nasledovných pojmoch: horľavé kvapaliny; horľavé tuhé látky; samovolne reagujúce látky a zmesi; samozápalné kvapaliny; samozápalné tuhé látky; samovolne sa zadrívajúce látky a zmesi; látky a zmesi, ktoré pri kontakte s vodou uvoľňujú horľavé plyny; oxidujúce kvapaliny a oxidujúce tuhé látky.

BOZP - definícia, kritériá klasifikácie, informovanie o nebezpečnosti, ďalšie Hladiská klasifikácie.



KLASIFIKAČIA A OZNAČOVANIE NEBEZPEČNÝCH LÁTOK  
PRÁCA V CHEMICKOM LABORATORIU: LABORATORYNÝ PORIADOK

**Obrázok 2:** E-learningový kurz umiestnený na stránke Univerzity Konštantína Filozofa v Nitre na webovej stránke „amos.ukf.sk“ na portáli v LMS Moodle

E-learningový kurz je umiestnený na webovej stránke Univerzity Konštantína Filozofa v Nitre na portáli „amos.ukf.sk“ v prostredí LMS Moodle. Témy kurzu zamerané na podporu vzdelávania týkajúceho sa správnej manipulácie s chemickými látkami, zmesami a likvidáciu odpadov na základe jeho chemického zloženia sú vytvorené ako študijný materiál pre budúcich učiteľov a učiteľov z praxe (Obrázok 2). E-learningový kurz kombinuje prednášky v textovej forme (MS Word) s prezentáciami (Power Point), grafikou, diagramami, testovaním a ďalšími materiálmi (testy, kontrolné zoznamy, prieskumy). Existuje niekoľko spôsobov ako spracovať a prezentovať vzdelávací obsah, od jednoduchej textovej formy po interaktívne cvičenia a komplexné simulácie reálnych situácií [26-27]. Preto jedna z tém kurzu obsahuje video prezentáciu, ktorá približuje správnu manipuláciu s chemickými látkami a zmesami. Najdôležitejšie časti kurzu sú v simuláciách konkrétnych situácií súvisiacich so zraneniami spôsobenými nesprávnou manipuláciou s chemickými látkami, zmesami a vedľajšími produktami chemických laboratórnych experimentov.

## 4. Výsledky

Cinnosti v chemickom laboratóriu predstavujú vždy určité nebezpečenstvá, pretože sú spojené s prácou s chemickými látkami, zmesami a elektrickými prístrojmi [28-29]. V zmysle platnej legislatívy v Prílohe č. 2 k NV SR č. 395/2006 Z. z. (2006) sú uvádzané nasledovné zoznamy nebezpečenstiev: *fyzikálne nebezpečenstvá, chemické nebezpečenstvá, biologické nebezpečenstvá a iné nebezpečenstvá* [30]. *Chemické nebezpečenstvá* vyplývajú z práce s chemickými látkami, zmesami a ich účinkov: *plyny, pary, aerosóly, pevné látky, kvapalné látky*. Sú rozdelené do siedmich skupín: *toxicné, žieravé, dráždivé, senzibilizujúce, karcinogénne, mutagénne a teratogénne*.

Na základe prieskumu sme zistili, že študenti - budúci učitelia chémie nemajú dostatočné vedomosti o vlastnostiach chemických látok a zmesí. Sú to najmä anorganické a organické látky, ktoré môžu ohroziť zdravie človeka. Z uvedeného dôvodu témy, ktoré sú zaradené v e-learningovom kurze sú zamerané na anorganické látky (prvky, zlúčeniny) na základe ich postavenia v periodickej sústave prvkov.

Ako príklad uvádzame anorganické látky (prvky IV. A skupiny a ich zlúčeniny) a ich vlastnosti, s ktorými študenti chémie prichádzajú do kontaktu v priebehu laboratórnych cvičení počas štúdia. Študenti boli oboznámení nielen s fyzikálnymi a chemickými vlastnosťami, ale aj s vplyvom vybraných chemických látok na ľudský organizmus. (Tabuľka 1)

**Tabuľka 1:** Fyzikálne a chemické vlastnosti prvkov IVA skupiny a ich zlúčenín**Prvky IV.A skupiny**

Do tejto skupiny patria: **uhlík, kremík, germánium, cín a olovo**. Uhlík je nekov, kremík je polokov, germánium, cín a olovo sú kovy.

**Uhlík a jeho zlúčeniny***Fyzikálne a chemické vlastnosti:*

Uhlík sa vyskytuje v podobe alotropických modifikácií: *diamant, grafit, uhlík a fullerény*. Pri laboratórnej teplote je elementárny uhlík chemicky veľmi málo reaktívny. Až pri vysokých teplotách nastáva jeho oxidácia silnými oxidovadlami a reakcie s inými prvkami. Uhlík vytvára veľa anorganických zlúčenín a obrovský počet organických zlúčenín.

Uhlík je súčasťou zlúčenín, ktorých premenou sa získava energia a koordinuje sa organizácia celého metabolismu. V organizme sa vyskytuje uhlík aj v minerálnych formách ( $\text{CO}_3^{2-}$  a  $\text{HCO}_3^-$ ), ktoré majú veľký význam ako tlmivé sústavy vo vnútornom prostredí organizmu. V organizme sa vyskytuje aj  $\text{CO}_2$  ako produkt oxidačných dejov. Malé množstvo horečnatých a vápenatých uhličitanov sa vyskytuje v kostiach. Z anorganických zlúčenín uhlíka majú toxickej charakter najmä  $\text{CO}$ ,  $\text{CO}_2$  vo vysokej koncentráции,  $\text{CS}_2$ ,  $\text{HCN}$  a  $\text{CN}^-$ .

*Oxid uholnatý ( $\text{CO}$ ):*

- vzniká pri spalovaní uhlíka a jeho zlúčenín bez prístupu vzduchu;
- je to plyn bez farby a zápachu, l'ahší ako vzduch;
- jeho toxickej účinok spočíva vo jeho veľkej afinité ku hemoglobínu za vzniku karbonylhemoglobínu, čím znemožňuje odovzdávanie kyslíka bunkám;
- akútne otrave vedie k zaduseniu, smrť môže nastat' v priebehu niekoľkých sekúnd;
- pri akútnej otrave sa objavujú príznaky ako: skrátenie dychu, bolesti hlavy, malátnosť, zvýšená únava, celková nevoľnosť, závraty, hučanie v ušiach, nauzea, vracanie, hyperpyrexia (teplota tela okolo  $42^\circ\text{C}$ ), apatia, zrýchlený pulz;
- tažká otrava sa prejavuje hlubokým bezvedomím, hyperpyrexiou, plytkým alebo nepravidelným dýchaním [31].

*Oxid uhličitý ( $\text{CO}_2$ ):*

- plyn bez zápachu, slabo kyslej chuti, tažší ako vzduch;
- vzniká pri kvasení, hnití, tlení rastlinných látok;
- je konečným produkтом horenia organických látok;
- pri nízkej koncentrácií dráždi dýchacie centrum;
- pri 5 % koncentrácií tmí dýchanie (narkotický účinok);
- pri vyššej koncentrácií sa postihnutí stážajú na tažký dych, bolesti hlavy a pocit slabosti, postihnutí majú zrýchlené dýchanie, zvýšený krvný tlak a zníženú telesnú teplotu;
- pri 20 % koncentrácií nastáva smrť zastavením dýchania.

*Kyanovodík ( $\text{HCN}$ ):*

- bezfarebná kvapalina, pri izbovej teplote prchavá;
- jej pary majú vôňu horkých mandli;
- je to prudko toxickej látka, vstrebáva sa plúcami, kožou a v tráviacom trakte;
- v krvi sa viaže na hemoglobín;

- pri otrave  $\text{HCN}$  je venózna krv nápadne svetločervená, pretože je presýtená kyslíkom, ktorý tkanivá neprijíma;
- pri akútnej otrave majú postihnutí bolesti hlavy, hučanie v ušiach, pocit tepla, závraty, spomalené dýchanie, nauzea, vracanie, koža tváre je sfarbená do ružova, môže nastat' aj bezvedomie [32].

**Kremík a jeho zlúčeniny***Fyzikálne a chemické vlastnosti:*

Kremík nie je dostatočne reaktívny prvek. S väčšinou prvkov sa zlúčuje len pri vysokých teplotách, pričom vznikajú binárne zlúčeniny, napr.: oxidy, halogenidy, sulfidy, nitridy a s kovmi silicidy. Kremík s kyselinami nereaguje, výnimkou je HF. S roztokmi silných hydroxídov reaguje za vzniku kremičitanov. Má redukčné vlastnosti. Kremík je mikrobiogénny prvek.

*Inhalovanie zlúčenín kremíka, napr.  $\text{SiO}_2$  môže spôsobiť ochorenie plúc.*

*Oxid kremičitý ( $\text{SiO}_2$ ):*

- nie je toxickej;
- vdychovanie prachu volného kryštalického  $\text{SiO}_2$  môže spôsobiť silikózu.

*Kyselina kremičitá ( $\text{H}_2\text{SiO}_3$ ) a kremičitan sodný ( $\text{Na}_2\text{SiO}_3$ ):*

- dráždia dýchacie cesty.

*Vodné sklo (roztok polykremičitanu sodného):*

- má zásadité vlastnosti;
- dráždi oči a dýchacie cesty;
- môže spôsobiť poleptanie.

*Sílán ( $\text{SiH}_4$ ):*

- bezfarebný, vo vode nerozpustný plyn nepríjemného zápachu;
- vdychovanie pár spôsobuje bolesti hlavy.

**Cín a jeho zlúčeniny***Fyzikálne a chemické vlastnosti:*

Cín je striebrobiely kov. Je pomerne málo reaktívny. S prvkami sa zlúčuje iba pri vysokých teplotách. Cín vytvára cínaté aj ciničité zlúčeniny. Cínaté zlúčeniny majú silné redukčné vlastnosti, pretože sa l'ahko oxidujú na ciničité zlúčeniny. Vo vode je nerozpustný.

*Oxid ciničitý ( $\text{SnO}_2$ ):*

- kyselinotvorný oxid.

*Chlorid ciničitý ( $\text{SnCl}_4$ ):*

- bezfarebná kvapalina;
- pôsobí dráždivo na oči, kožu a dýchacie cesty.

*Stannán ( $\text{SnH}_4$ ):*

- toxickej plyn;
- má dráždivé účinky, môže vyvolať kŕče;
- pôsobí aj na centrálnu nervovú sústavu.

**Olovo a jeho zlúčeniny:***Fyzikálne a chemické vlastnosti:*

Olovo je mäkký, sivý, lesklý kov, vo vode nerozpustný. V styku so vzduchom sa olovo pokrýva tenkou vrstvičkou oxidu a uhličitanu. S inými prvkami reaguje len pri vyšších teplotách. Reaguje s  $\text{HNO}_3$ . Olovo vytvára prednostne stálejšie olovnaté

zlúčeniny. Olovičité zlúčeniny sú silné oxidovadlá, lebo sa ľahko redukujú na olovnaté zlúčeniny. PbO<sub>2</sub> patrí medzi najsilnejšie oxidovadlá (oxiduje mangánaté soli na managanistany). Hlavnými cestami vstupu olova do organizmu sú trávaci trakt a respiračný systém. Perorálne vstrebávanie sa mení s vekom. Inhalácia plúcami závisí od objemu vdychovaného vzduchu a od veľkosti častíc. Anorganické zlúčeniny olova sa neabsorbujú kožou. V krvi je olovo viazané na erytrocyty. Anorganické olovo sa ukladá do obličiek, pečene, kostí a aj do mozgu [33]. Dýchacími cestami sa dostane do organizmu len asi 10 % olova, avšak z toho až 90 % inhalovaného anorganického olova sa absorbuje do organizmu.

#### Oxid olovnatý (PbO):

- žltý, vo vode takmer nerozpustný;
- nebezpečnejší ako kovové olovo.

#### Mínium (Pb<sub>3</sub>O<sub>4</sub>):

- toxicá látka.

Ostatné oxidy olova sú menej toxicke.

#### Dusičnan olovnatý, (Pb(NO<sub>3</sub>)<sub>2</sub>):

- akútne je veľmi toxicke.

#### Uhličitan olovnatý (PbCO<sub>3</sub>):

- bielej farby, rozpustný v kyselinách;
- smrtel'ná dávka je 50 g.

#### Chlorid olovnatý, (PbCl<sub>2</sub>):

- bezfarebný, pomerne dobre rozpustný;
- akútne je veľmi toxicke.

#### Chróman olovnatý (PbCrO<sub>4</sub>):

- žltej farby, rozpustný v kyselinách;
- jeho toxicita je posudzovaná rôzne.

## 4 Záver

Vo vyučovaní chémie je v súčasnosti nevyhnutné zaviesť nové, netradičné metódy, spôsoby vzdelávania, ktoré sa týkajú celého systému. V laboratórnej činnosti ako aj vo výučbe sa stretávame so stále rastúcim počtom nových chemických látok a zlúčení, preto potrebujeme všeestranne vzdelaných pedagógov, ktorí sú schopní orientovať sa v nových požiadavkách a primerane reagovať na ne. Získané vedomosti počas univerzitného štúdia sú pre budúcich učiteľov chémie základom pre ich pedagogickú prax. E-learningový kurz prináša inovatívnosť do vyučovacieho procesu. Zároveň rozvíja doterajšie postupy a poznatky. Je zameraný na zvyšovanie vzdelávania študentov chémie-budúcich učiteľov, ktorí sa pripravujú na svoje povolanie. Implementácia najnovších poznatkov do študijných materiálov prostredníctvom informačných technológií a didaktických prostriedkov sa javí veľmi perspektívna. Myšlienka zahrnúť takéto študijné materiály do e-learningového kurzu bola motivovaná časťimi zraneniami, ku ktorým dochádzalo v dôsledku nesprávnej manipulácie s chemickými látkami a pri nedodržiavaní zásad BOZP. Preto je v našom záujme podporovať vzdelávanie

učiteľov chémie v oblasti správnej manipulácie s chemikáliami a odpadmi vznikajúcimi pri experimentálnej práci. Bezpečná manipulácia s chemikáliami závisí od teoretických znalostí základných postupov a praktických zručností. E-learningový kurz môže zvýšiť dostupnosť danej problematiky a zároveň poskytnie spätnú väzbu. V e-learningovom kurze sú prezentované metódy prieskumu, ako aj ich aplikácia do výchovno-vzdelávacej praxe.

*Príspevok vznikol v rámci riešenia projektu KEGA č. 029/UKF-4/2020 a s podporou Európskeho spoločenstva v rámci projektu: Vybudovanie výskumného centra „AgroBioTech“, projekt číslo 26220220180.*

## Literatúra

1. KOZMA, R. B. – RUSSELL, J. Multimedia and understanding: expert and novice responses to different representations of chemical phenomena. In *J. Res. Sci. Teach.* Vol. 34, 1997, pp. 949–968.
2. KEINER, L. – GRAULICH, N. Transitions between representational levels: characterization of organic chemistry students' mechanistic features when reasoning about laboratory work-up procedures. In *Chemistry Education Research and Practice*. 2019, pp. 1-14.
3. GILBERT, J. K. – TREAGUST, D. F. *Multiple representations in chemical education*. Dordrecht : Springer, Vol. 4, 2009, pp. 333–350.
4. TALANQUER, V. Macro, submicro, and symbolic: the many faces of the chemistry "triplet". In *Int. J. Sci. Educ.* Vol. 33, 2011, pp. 179–195.
5. TABER, K. S. Revisiting the chemistry triplet: drawing upon the nature of chemical knowledge and the psychology of learning to inform chemistry education. In *Chem. Educ. Res. Pract.* Vol. 14, 2013, pp. 156–168.
6. DEENA, G. – RAJA, K. A study on knowledge based e-learning in teaching learning process. 2017 International Conference on Algorithms, Methodology, Models and Applications in Emerging Technologies. *ICAMMAET 2017*. 2017, pp. 1-6.
7. JØRGENSEN, N. J. – MADSEN, K. D. – LÆSSØE, J. Waste in education: the potential of materiality and practice. In *Environmental Education Research*. 2017, p. 1-11. DOI: 10.1080/13504622.2017.1357801.
8. BLACK A. E. – DECI E. L. The effects of instructors' autonomy support and students' autonomous motivation on learning organic chemistry: a self-determination theory perspective. In *Science Education*. Vol. 84, N 6, 2000, pp. 740–756.
9. TAASOOBSHIRAZI, G. – GLYNN, S. M. College students solving chemistry problems: a theoretical model of expertise. In *J. Res. Sci. Teach.* Vol. 46, N 10, 2009, pp. 1070–1089.
10. CHAN, J. Y. K. – BAUER, C. F. Identifying at-risk students in general chemistry via cluster analysis of affective characteristics. In *J. Chem. Educ.* Vol. 91, N 9, 2014, pp. 1417–1425.
11. GONZA'LEZ, A. – PAOLONI, P.-V. Perceived autonomy support, expectancy, value, metacognitive strategies and performance in chemistry: a structural equation model in undergraduates. In *Chem. Educ. Res. Pract.* Vol. 16, N 3, 2015, pp. 640–653.

12. FERRELL, B. – PHILLIPS, M. M. – BARBERA, J. Connecting achievement motivation to performance in general chemistry. In *Chem. Educ. Res. Pract.* Vol. 17, N 4, 2016, pp.1054–1066.
13. LIU, Y. – FERRELL, B. – BARBERA, J. – LEWIS, J. E. Development and evaluation of a chemistry-specific version of the academic motivation scale (AMS-Chemistry). In *Chem. Educ. Res. Pract.* Vol 18, N 1, 2017, pp. 191–213.
14. BAUER, C. F. Beyond “student attitudes”: chemistry selfconcept inventory for assessment of the affective component of student learning. In *J. Chem. Educ.* Vol. 82, N 12, 2005, pp. 1864–1870.
15. UZUNTIRYAKI, E. – AYDIN, Y. Ç. Development and validation of chemistry self-efficacy scale for college students In *Res. Sci. Educ.* Vol. 39, N 4, 2009, pp. 539–551.
16. FERRELL, B. – BARBERA, J. Analysis of students' selfefficacy, interest, and effort beliefs in general chemistry. In *Chem. Educ. Res. Pract.* Vol. 318, N 16, 2015, pp. 318–337.
17. SALTA, K. – KOULOUGLIOTIS, D. Assessing motivation to learn chemistry: adaptation and validation of Science Motivation Questionnaire II with Greek secondary school students. In *Chem. Educ. Res. Pract.* Vol. 16, N 2, 2015, pp. 237–250.
18. LIU Y. – FERRELL B. – BARBERA J. – LEWIS J. E. Development and evaluation of a chemistry-specific version of the academic motivation scale (AMS-Chemistry). In *Chem. Educ. Res. Pract.* Vol. 18, N 1, 2017, pp. 191–213.
19. KOCAK, N. The Level of Knowledge and Opinions of Science Teacher Candidates on Safety Measurements in General Chemistry Laboratory Studies. In *Journal of Education and Training Studies*. Vol. 7 Iss. 11, 2019, pp. 1-7, ISSN 2324-805X.
20. TOMKOVÁ, V. Detektia možnosti vzniku pracovných úrazov pomocou analýzy rizík na pracovisku. In *Edukacja - Technika - Informatyka*. Roč. 22, č. 4, 2017, pp. 289–294. ISSN 2080-9069.
21. SALATA, E. *Teoria i praktyka przygotowania nauczycieli edukacji techniczno-informatycznej*. Radom : Uniwersytet Technologiczno-Humanistyczny, 2013. 221 p.
22. STOFFA, J. – STOFFOVÁ, V. Teacher's terminological competence. In *Edukacja wczoraj - dziś - jutro Edukacja w dialogu pokoleń budowaniu lepszej przyszłości*. 2015, pp. 457-464.
23. AZEITEIRO, U. M. – FILHO, W. L. – CAEIRO, S. (eds.) E-learning and education for sustainability. In *E-Learning and Education for Sustainability*. Vol. 35, N 2, 2015, 290 p. ISBN 3-653-02460-9.
24. SANGANYADO, E. – NKOMO, S. Incorporating Sustainability into Engineering and Chemical Education Using E-Learning Edmond. In *Educ. Sci.* Vol. 8, N 39, 2018, pp. 1-11.
25. STOFFOVÁ, V. Use of ICT in the teacher profession- Creation of didactic applications). In DRÁBKOVÁ J. – BERKI, J. (eds.) Sborník konference Didinfo 2018 Liberec, 2018, p. 153-162, ISSN: 2454-051X [online]. [http://www.didinfo.net/images/DidInfo/files/Didinfo\\_2018.pdf](http://www.didinfo.net/images/DidInfo/files/Didinfo_2018.pdf)
26. STOFFOVÁ, V. How to Create and How to Use Didactic Educational Software. In *eLearning& Software for Education*. Vol. 1, 2018, pp. 487-494.

27. STOFFOVÁ, V. – ZBORAN, M. Prezi na tvorbu didaktických aplikácií In: *XXXIII DIDMATTECH 2020* :1. vyd. Budapest : Eötvös Loránd University in Budapest : Faculty of Informatics, 2020. (v tlači).
28. KANDEL, K. P. – NEUPANE, B. B. – GIRI, B. Status of chemistry lab safety in Nepal. In *Plos One*. Vol 12, N 6, 2017, pp. 1-10. [online]. <https://doi.org/10.1371/journal.pone.0179104>.
29. JENISOVÁ, Z. - FESZTEROVÁ, M. - TOKÁROVÁ, B. Chemical experiment focused on monitoring energy changes in ice melting with the implementation of the school measuring system. In *EDULEARN 20* : 12th International conference of education, and New Learning Technologies : 6-7 July 2020 : IATED Academy, 2020. - ISBN 978-84-09-17979-4, pp. 4710-4719.
30. Nariadenie vlády SR č. 395/2006 Z. z. o minimálnych požiadavkách na poskytovanie a používanie osobných ochranných pracovných prostriedkov.
31. JAROŠ, F. *Praktická toxikológia*. Martin : Osveta, 1988. 204 p.
32. PELCLOVA, D. et al. *Nejčastejší otravy a jejich terapie*. Praha : Galén, 2000. 96 p. ISBN 80-7262-074-6.
33. VOPRŠALOVÁ, M. – ŽÁČKOVÁ, P. *Základy toxikologie*. Praha : Univerzita Karlova, 2000. 234 p. ISBN 80-7184-282-6.

**Recenzovala:** doc. PaedDr. Danka Lukáčová, PhD.

#### Kontaktná adresa

doc. Ing. Melánia Feszterová, PhD.  
Univerzita Konštantína Filozofa v Nitre  
Tr. A. Hlinku 1, 949 74 Nitra  
e-mail: mfeszterova@ukf.sk

## THE APPLICATION OF A CUSTOM-MADE MATHEMATICAL SOFTWARE IN ORDER TO SUPPORT PROBLEM-SOLVING STRATEGY OF HIGH SCHOOL STUDENTS

Péter NÉGYESI, Ilona OLÁHNÉ TÉGLÁSI, Réka RACSKO, HU

### Abstract

Although number theory is one of the oldest and most natural mathematical pursuits, some of its topics are not part of the Hungarian high schools' mathematics curriculum. We examined whether our custom-made web application, including a closely-related task collection and a collaboration interface, may support the problem-solving strategy of students in these tasks, thus supporting their introduction to high school education. For this purpose, we contacted 4 high schools from Jász-Nagykun-Szolnok county ( $N=352$ ) after developing the website<sup>1</sup>, preparing the number theory task collection, and creating the cooperation interface. Subjects were randomly assigned to an experimental (EXP) or control (CON) group, where members of EXP but not CON and their teachers had access to our website when studying the new number theory topics. We hypothesized that members of EXP will show better test results as compared to CON, indicating the potential benefits of our website during the introduction of new topics. Mann-Whitney U test revealed better overall results in EXP as compared to CON ( $p < .001$ ). Moreover, Kruskal-Wallis tests showed that subjects EXP vs. CON had higher points in each task (all  $p < .05$ ), indicating the success of our website. We aim to increase the sample size and to develop additional web applications in our future studies.

**Keywords:** collaboration; education; illustration; number theory; task collection; web application

### 1 Introduction

Student motivation is one of the most critical issues in the entire education system today, especially in the field of mathematics. Their attention is precisely focused only when the information is delivered through pictures or videos, however, they only able to concentrate for a short period of time. Because conventional methods appeared to be less effective in arousing their interest, there is a need to develop new strategies. Polya (1962) pointed out that solving a problem equals to finding a way out from a difficult situation, achieving a goal that we would otherwise have not been able to reach directly.

For this purpose, collaboration between students might be a useful way that requires the provision of interfaces and tools (Lopez-Morteo, López 2007). Previous surveys (Csányi, Fábián, Szabó, Szabó 2015) have shown that number theory education in high schools is extremely deplorable. Critical thinking is essential for learning number theory, therefore, using smartphones can be useful for mathematics education, as it also develops algorithmic thinking, logical thinking and the ability to concentrate with appropriate web tools (Fehér, Hornyák 2013). Web-based visual aids not only encourage students but also promote the development of their critical thinking (Agustina, Farida, Wicaksono 2020).

To support this idea, we developed a website<sup>1</sup>, prepared a collection of number theory tasks and created a cooperation interface. In the present study we aimed to investigate whether our custom-made website may support the problem-solving strategy of high school students in number theory-related mathematical tasks. We hypothesized that our web applications and collaborative interface will support students' efficiency in solving the task collection, indicating that topics not found in most of the high schools' curriculum can be successfully introduced into the education. The primary goal of our research is to emphasize the use of ICT tools in mathematics education by optimizing our web applications for computers, smartphones, and tablets in terms of both appearance and functionality. In addition, our undisguised goals are to arouse students' interest and increase their motivation.

### 2 Materials and Methods

#### 2.1 Subjects

9-11<sup>th</sup> graders ( $N = 352$ ) were randomly assigned to an experimental (EXP) or control (CON) groups with the involvement of their mathematics teachers.

#### 2.2 Experimental procedures

Members of EXP and their teachers had access to our website during the teaching process of the new topics, while members of CON and their teachers could not use it. The processing took place in six 45-minute lessons, and then, with the help of the worksheet-generating application in our website, the students had to solve a printed, 6-task, intermediate-level worksheet on their own. Students completed the same worksheet in each school and that they could receive a maximum of 8 points for their solutions.

<sup>1</sup> <https://negyesipeter.hu>

## 2.3 Intermediate-level worksheet

- **Task1:** A picture of each student in the graduating classes is placed in the school yearbook. They want to place the images by department separately to each line have the same number of images. How many is the maximum number of images they can put in a row, if there are 30 and 25 members in the classes?
- **Task2:** Merlin, the Wizard, delighted King Arthur with the following interesting task: on Avalon Island you can only pay with silver coins equivalent to 115 and 50 cents. Can a product cost 1100 cents and how many different ways can it be paid out?
- **Task3:** The screen aspect ratio of traditional TVs is 4: 3. Screen sizes are usually characterized by the length of the diagonal. How wide and how high a screen with a diagonal length of 55 cm?
- **Task4:** What are positive integers that have exactly four positive divisors, and their sum equals with 84?
- **Task5:** Is there a square number among the perfect numbers?
- **Task6:** The measures of the edges of a rectangle are integers. Adding the measures of the volume of the rectangle, half its surface, and the length of the edges starting from one vertex, we get 2014. What are the edges of the rectangle?

## 2.4 Data acquisition, data analysis and statistical analyses

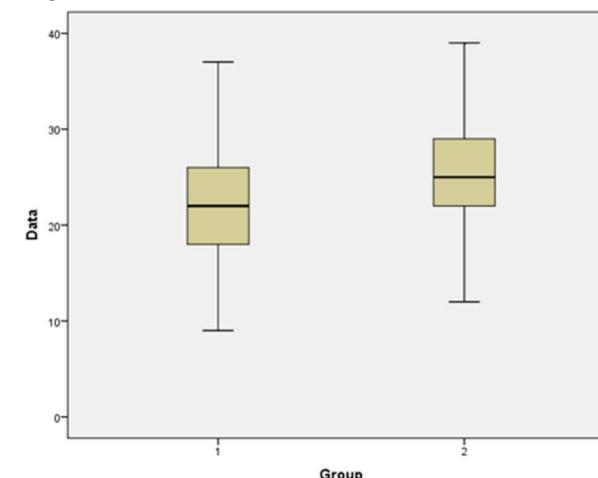
In line with the requests from the participating high schools, the examinations were carried out between 10<sup>th</sup> February 2020 - 28<sup>th</sup> February 2020, including both the evaluation of the worksheets and the statistical analysis (data cleaning, screening of outliers, statistical tests). To determine the differences between the two groups' overall results, Mann-Whitney U test was performed. For a more detailed analysis, we ran Kruskal-Wallis tests to determine whether subjects in the EXP and CON groups had different results in each task. Statistical significance was set at  $p < 0.05$ . Results were interpreted by 95% confidence intervals.

## 3 Analysis of results

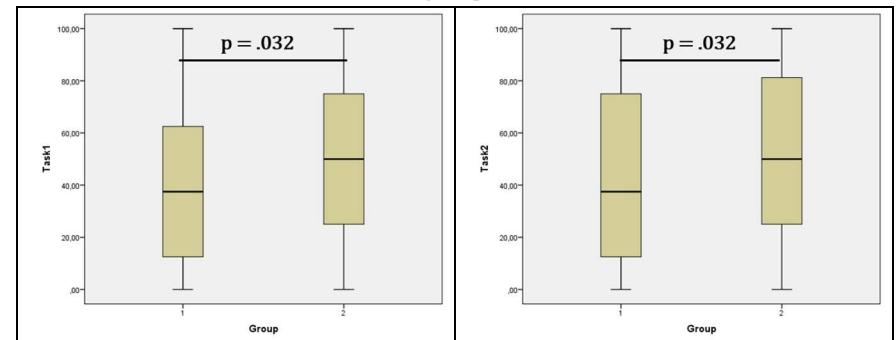
Mann-Whitney test [ $U = 10641,500$   $Z = -5,085$   $p < .001$  (2-tailed)  $r = .27$ ] revealed better overall scores for students in EXP as compared to CON. Moreover, Kruskal-Wallis tests showed in Figure 2 that subjects EXP vs. CON had higher points in each task (all  $p < .05$ ), indicating the success of our website.

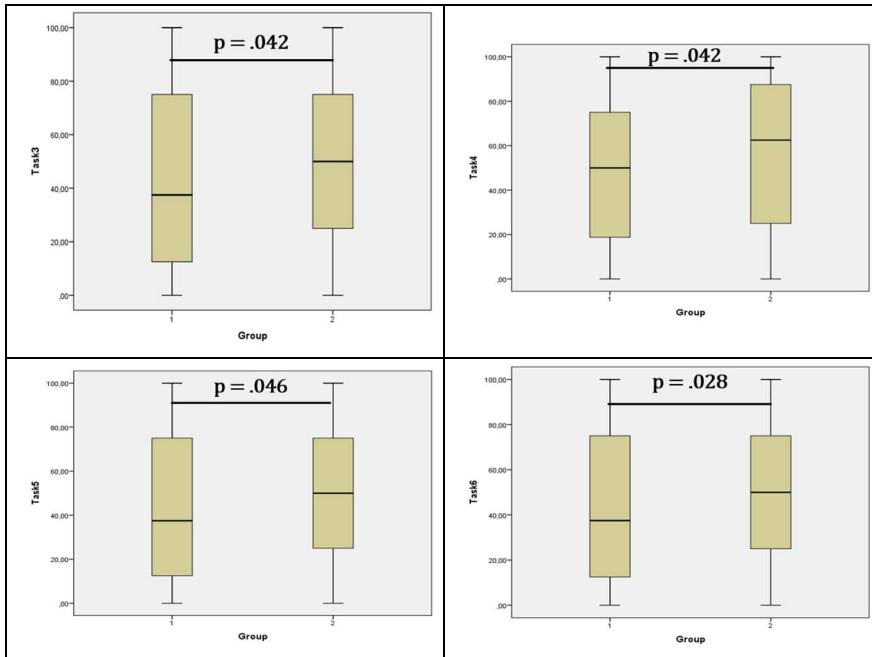
## 4 Conclusion

As shown in Figure 1, in line with our hypothesis, participants in EXP had better overall result as compared to CON, indicating that our web applications can be efficiently used to successfully introduce new topics to mathematics education in high schools.



**Figure 1:** The overall difference between the results of the CON (1) and EXP (2) group





**Figure 2:** The difference per task between the results of the CON (1) and EXP (2) group

## 5 Discussion

We aim to increase the sample size by extending our study to 12<sup>th</sup> grades students. Moreover, our motivation is to develop additional web applications in our future studies. In addition, we also plan to compare data from intermediate and advanced number theory tasks to detect if the level of the task may affect the efficient application of our mathematical software. Finally, we also aim to develop an automatic monitoring/evaluation system.

## References

- Agustina, R. – Farida N. – Wicaksono, S. 2020. *Experimentation of Problem-Based Learning Model on Critical Thinking Ability in Learning Number Theory*. Journal of Physics: Conference Series. Volume 1467. Issue 35.
- Csányi P. - Fábián K. - Szabó Cs. - Szabó Zs. 2015. *Number theory vs. Hungarian highschool textbooks: The fundamental theorem of arithmetic*. Teaching Mathematics and Computer Science. Volume 13. Issue 2. pp 209-223.
- Fehér P. - Hornyák J. 2011. *8 hours of rest, 8 hours of fun, or Netgeneration 2010 research experiences*. ELTE Eötvös Publisher. Budapest. pp 101-109.

- Lopez-Morteo, G. - López, G. 2007. *Computer support for learning mathematics: A learning environment based on recreational learning objects*. Computers & Education. Volume 48. Issue 4. pp 618-641.
- Polya, G. 1962. *Mathematical Discovery on Understanding, Learning, and Teaching Problem-solving*. Volume I-II. Wiley.

**Reviewed by: dr. Csilla Herzog, PhD**

## Contact address

Péter Négyesi, Ilona Oláhné Téglási PhD, Réka Racsko PhD  
Eszterházy Károly University  
3300 Eger, Leányka u. 4.  
e-mail: [mathnek@gmail.com](mailto:mathnek@gmail.com)  
e-mail: [teglesi.ilona@uni-eszterhazy.hu](mailto:teglesi.ilona@uni-eszterhazy.hu)  
e-mail: [racsко.reka@uni-eszterhazy.hu](mailto:racsко.reka@uni-eszterhazy.hu)

# JAZYKOVÉ PROGRAMY A CUZOJAZYČNÉ VZDELÁVANIE

Tomáš GODIŠ, SK

**Abstrakt:** V multilingválnom európskom prostredí je nutné ovládať okrem rodného jazyka aj minimálne 2 ďalšie cudzie jazyky. Európska únia ako spoločenstvo s heslom „spojenie v rozmanitosti“ podporuje politiku výučby minimálne dvoch cudzích jazykov a to prostredníctvom európskych projektov či budovaným inštitúcií špecializovaných na cudzojazyčné vzdelávanie – napríklad ECML (Centrum moderných jazykov). V príspevku sa venujeme inovatívnym metódam a postupom v cudzojazyčnom vzdelávaní, ktorých základom sú rôzne informačno-komunikačné technológie. Venujeme sa predovšetkým vzdelávacím programom a interaktívnym portálom. Práve vďaka nim je možné vyučovať jazyk efektívnejšie, prinášať do vyučovacieho procesu väčšiu efektivitu, individualizáciu a autonómnosť. Využitie IKT vo výučbe (nielen) jazykov je spojené s vysokými nárokmi kladenými na mediálnu kompetenciu učiteľa, ktorý musí vedieť médiá nielen dokonale ovládať a poznáť ich funkcionality, ale zároveň ich musí vedieť správne didakticky implementovať do vyučovania a to tak, aby naplnil pedagogicko-didaktické ciele, rešpektoval vzdelávacie potreby študenta a zároveň zvýšil jeho motiváciu. V poslednej kapitole príspevku predstavujeme vzdelávaciu aplikáciu „Duolingo“, ktorá umožňuje rozvíjať inovatívne vyučovanie cudzieho jazyka a vo veľkej miere motivuje študenta učiť sa jazyk.

**Kľúčové slová:** informačno-komunikačné technológie IKT, vyučovanie jazyka, interaktivita, vzdelávacie programy a portály pre výučbu jazyka

## LANGUAGE PROGRAMS IN FOREIGN LANGUAGE TEACHING

**Abstract:** In multilingual European region, it is necessary to speak at least 2 other foreign languages in addition to the native language. The European Union, as a community with the motto "connecting in diversity", supports the policy of teaching at least two foreign languages through various European projects or institutions being built specializing in foreign language education - such as ECML (Center for Modern Languages). In this contribution, we focus on innovative methods and procedures in foreign language education, which are based on various information and communication technologies. We focus mainly on educational programs and interactive portals. Thanks to them, it is possible to teach the language more effectively, to bring greater efficiency, individualization and autonomy to the teaching process. The use of ICT in language teaching (not only) is associated with high demands on the media

competence of the teacher, who must not only be able to master the media perfectly and know their functionalities, but must also be able to implement them correctly in language teaching so as to fulfil pedagogical-didactic goals, respected the educational needs of the student and at the same time increased his motivation for further education. In the last chapter of the contribution, we present the educational application "Duolingo", which allows you to develop innovative foreign language teaching and greatly motivates students to learn the language.

**Keywords:** information and communication technologies ICT, language teaching, interactivity, teaching applications, portals of language teaching

„Žiadne vzdelanie bez médií“

Horst Niesytois [1]

## 1 Úvod

Doba moderných komunikačných technológií a elektronickej komunikácie výrazne zmenila život človeka. Dnes si už mälokto vie predstaviť existovať bez moderných zariadení ako sú počítač, tablet, mobilný telefón alebo bez pripojenia na internet. Nové komunikačné technológie ovplyvnili vzdelávanie, výskum, získavanie informácií, obchod, vol'ný čas a samozrejme aj samotnú medziľudskú komunikáciu. Komunikovať je možné s l'ubovoľným partnerom hoci aj na opačnej strane planéty, v reálnom čase a bez nutnosti fyzicky sa stretnúť. Spoločnosť sa tak stala mobilnejšou, prepojenejšou a globálnejšou. Nové možnosti neobmedzenej komunikácie poukázali však aj na nutnosť univerzálneho komunikačného jazyka. Dnes sa týmto jazykom stala bezpochyby angličtina, ktorá je najviac rozšírenejším jazykom naprieč kontinentmi a národnimi svetami.

Práve potreba univerzálneho jazyka a nevyhnutná komunikácia s partnermi z celého sveta je dôvod, prečo sa jazykové vzdelávanie nielen na Slovensku stalo absolútne nevyhnutným. Dôležitosť vedieť cudzí jazyk je v súčasnom prepojenom globálnom svete, kde sa národy spájajú do rôznych spolkov, federácií či únií, nespochybniel'ná. Jazykové znalosti, ako nástroj prežitia v globálnom svete, vyzdvihuje aj Európska únia, ktorá výučbu jazykov podporuje prostredníctvom rôznych európskych fondov a aj cez priame dotácie. Jej cieľom však nie je vzdelávanie len jedného, ale hned' viacerých cudzích jazykov, lebo práve znalosť viacerých jazykov sa ukázala v rámci spolupráce európskeho multikultúrneho kontextu ako nevyhnutná a to hlavne v oblasti obchodu, vzdelávania, poznávania kultúry jednotlivých národov, práce či všedného života. Európska únia ako spoločenstvo s heslom „zjednotenie v rozmanitosti“ zastáva model multijazyčnosti, pričom za prioritný cieľ v oblasti vzdelávania jazykov si kladie „umožniť každému

*občanovi EÚ, aby sa vedel dohovoriť okrem materinského jazyka dvomi ďalšími jazykmi*“ [2]. Tento ambiciozny cieľ bol ukotvený aj v dokumentoch vzdelávacej politiky EU schválených a prezentovaných v deklaráciách z Lisabonského a Barcelonského summitu z rokov 2000 a 2002. [2]. K týmto deklaráciám sa prihlásili všetky členské krajiny EU v rátane Slovenska. O dôležitosti cudzojazyčného vzdelávania v EU svedčia aj mnohé európske organizácie vytvorené za cieľom zlepšenia a zefektívnenia vyučovania jazykov. Jednou takouto organizáciou je aj ECML (European Centre for Modern Languages of the Council of Europe – Centrum moderných jazykov vytvorené Radou Európy). Toto centrum združuje mnohých odborníkov na cudzojazyčné vzdelávanie s cieľom čo najviac zefektívniť a zlepšiť výučbu jazykov. ECML stojí (okrem iného) aj za vytvorením unikátneho európskeho systému hodnotenia znalosti cudzieho jazyka, podľa ktorého je možné opísat stupeň komunikačnej schopnosti jednotlivca v cudzom jazyku – nazvaný „Spoločný európsky referenčný rámec pre jazyky“ (CEFR – Common European Framework of Reference for Languages). Aj vďaka CEFR je možné zjednotiť, vyučovacie postupy, metódy vyučovania jazykov a vytvoriť objektívne hodnotenie znalosti cudzieho jazyka v každej z európskych krajín a tým čiastočne zjednotiť aj národné stratégie v oblasti učenia sa moderných cudzích jazykov.

## 2 Moderné komunikačné technológie a výučba cudzích jazykov

V poslednom desaťročí sa na Slovensku aj vďaka fondom Európskej únie podarilo zmodernizovať veľké množstvo škôl a školských zariadení, vybaviť ich počítačmi, tabletmi s napojením na internetovú sieť či inou na vyučovanie potrebnou didaktickou technikou. Aj napriek tomu, že dnes sú školy technicky relatívne dobre vybavené, nevyužívajú sa tieto technológie naplno. Mnohým učiteľom totiž ešte stále chýbajú inštrumentálne znalosti v oblasti práce s modernou didaktickou technikou. Tento stav sa snažia zmeniť rôzne školské organizácie (napr. Metodicko-pedagogické centrum MPC, neštátne vzdelávanie organizácie alebo vysoké školy) a to organizovaním školení zameraných práve na ovládanie, funkcie a implementáciu IKT do vyučovania. Aj napriek snahám pedagogických odborníkov a špecialistov dnes stále absentuje univerzálna metodická príručka, či všeobecne akceptovaná didaktická metodológia, ktorá by sa venovala práve tematike implementácie IKT do výučby. Učiteľ je konfrontovaný s problémom ako vhodne využiť IKT vo vyučovaní, pričom je pri riešení tohto problému nútený spoločnúť sa na svoju vlastnú didakticko-pedagogickú zručnosť [3]. On sám musí vytvoriť postupy implementácie IKT do svojho vyučovacieho procesu a to tak, aby rešpektoval nielen pedagogicko-didaktické ciele (v podobe štátnych

a školských vzdelávacích programov), ale aj vzdelávacie potreby svojich žiakov a zároveň ich motivoval k ďalšiemu vyučovaniu jazyka.

Vyučovanie jazykov spojené s využitím IKT označované aj anglickou skratkou „CALL“ (Computer assisted Language learning) prináša množstvo výhod. K tým najvýznamnejším radíme vyššiu mieru individualizácie, autonómnosti vyučovania, vyššiu motiváciu ako aj prvky interaktívnosti [4]. Primárny cieľom výučby cudzieho jazyka je vyvíjať u študentov komunikačnú kompetenciu zameranú na praktické využívanie jazyka v reálnych životných situáciach. Bez nasadenia IKT do procesu výučby je možnosť simulovať autentické a reálne situácie do inak umelého školského prostredia veľmi obmedzená. Práve táto simulácia umožňuje učiteľovi navodiť autentické jazykové situácie a tým nielen zlepšovať komunikačnú kompetenciu ale aj kultúrnu kompetenciu študentov inštrumentalizovanú napr. v podobe interaktívnych programov či portálov s tematikou krajinovedy, zvykov a tradícií krajiny, kde sa daným cudzím jazykom hovorí.

Školská trieda ako sociálne zoskupenie žiakov približne rovnakého veku, nie je homogénnou, ale heterogénnou skupinou, kde každý člen má rôzne vzdelávacie potreby a záujmy. Pre pedagóga nie je vždy možné vyučovať tak, aby rešpektoval potreby každého jedného žiaka a zároveň napĺňal všetky pedagogicko-didaktické ciele. Školské programy však volajú po väčšej individualizácii vyučovania. Túto vo vyššej mieri prinášajú do vyučovacieho procesu práve IKT. Prostredníctvom nich je totiž možné využiť napr. rôzne bezplatné portály interaktívnych cvičení, ktoré ponúkajú napr. vydavateľstvá učebníčkov cudzieho jazyka ako Klett ([www.vydavatelstvoklett.sk](http://www.vydavatelstvoklett.sk)), Huber ([www.huber.de](http://www.huber.de)), Oxford (<https://elt.oup.com>), alebo vzdelávanie inštitúcie napr. Goethe-Institut ([www.goethe.de](http://www.goethe.de)) či Österreich-Institut ([www.oesterreichinstitut.at](http://www.oesterreichinstitut.at)). Okrem portálov je možné využiť aj bezplatné komplexné jazykové programy napr. „Deutsch am Arbeitsplatz“ (od Goetheho inštitútu) alebo multijazykový program „Duolingo“ alebo „Ankommen“ (od nemeckého Spolkového úradu pre migráciu BAM). Existuje aj množstvo platených výučbových jazykových programov od rôznych vzdelávacích inštitúcií, ktoré sú koncipované ako komplexné výučbové jednotky s cieľom autonómneho vyučovania bez potreby väčšieho zásahu učiteľa (či lektora). K týmto radíme napríklad program „Deutsch in einem Monat“ alebo „Deutsch für Kinder“.

Všetky tieto programy či portály umožňujú vysokú mieru interakcie vo vzťahu študent – program – učiteľ a umožňujú autonómne vyučovanie. Už spomínané portály slúžia ako prostriedok výučby slovnej zásoby, gramatických či fonetických štruktúr alebo na nácvik reálnych komunikačných situácií. Žiak si môže podľa svojej vlastnej potreby zvoliť druh cvičenia, jeho formu niekedy dokonca aj tematický obsah, môže sa k nim znova vracať, zároveň môže

regulovať čas a tým sa rozhodnúť či sa bude viac venovať problematickým oblastiam jazyka a menej tým, ktorým už rozumie. Väčšina programov ponúka aj možnosť okamžitej spätej väzby v podobe vyhodnotenia vyplnených cvičení a hodnotenia úrovne znalostí a pochopenia nových poznatkov. Niektoré programy sú koncipované tak, že zároveň poskytnú reflexiu v podobe odporúčania zopakovať si isté problematické časti jazyka alebo tieto znova prostredníctvom videa či vedomostnej mapy študentovi znova vysvetlia. Vyučovanie prostredníctvom takýchto portálov alebo programov mení tradičné vyučovanie na moderné a autonómne, pričom to zo sebou prináša zmenu tradičnej role žiaka ako aj učiteľa. Žiak už nie je len recipientom istých poznatkov naplánovaných v školskom vzdelávacom programe a sprostredkovaných prostredníctvom učiteľa, či učebníc. Je aj spolutvorcom, ktorý môže reálne ovplyvniť intencie svojho vyučovania (napr. výberom tému, formy cvičení ci frekvencie opakovania...) zároveň môže kontrolovať a aktívne tak zvyšovať svoj jazykový progres. Učiaci sa, sa teda stáva spoluzodpovedný za vyučovací proces.

Tým, že učiteľ v procese vyučby s použitím IKT stráca svoju inštrukčnú funkciu, sa môže zdať, že sa stáva zbytočným. No práve opak je skutočnosťou. Aj rola pedagóga sa výrazne mení - na jednej strane niektoré úlohy stráca na druhej strane získava úplne nové. Sú to hlavne úloha plánovača, mediálneho znalca či pomocníka. Práve pedagóg musí plánovala a organizovať sled činností pred a po práci s IKT, plánovala a organizovať činnosť, ktorú žiaci konajú prostredníctvom IKT aby napĺňala všetky stanovené pedagogicko-didaktické ciele a bola efektívna. Zároveň musí byť kreatívny aby tak zvýšil motiváciu žiaka k ďalšiemu učeniu sa jazyka. Potreba technológií vo vyučovaní zvýšila nároky kladené na pedagóga a to hlavne v oblasti mediálnej kompetencie. Mediálnu kompetenciu pritom chápeme ako schopnosť narábať s médiami, prijímať a interpretovať mediálne obsahy a aktívne vystupovať v procese mediálnej komunikácie. Predstavujú teda zručnosti pre aktívne pracovanie a narábanie s médiami [11]. Predpokladom používania IKT vo vyučovaní (nielen) jazykov je teda, že učiteľ pozná všetky dôležité nástroje, vie ich ovládať a zároveň vhodne implementovať do svojho vyučovania. Učiteľ musí prácu s programom vysvetliť aj svojim študentom a naučiť ich s ním správne pracovať. Práve preto musí mať učiteľ vysoko vyvinutú mediálnu kompetenciu - čím sa ale nemyslí len dokonalá znalosť moderných technológií po stránke technickej ale aj didaktickej. Práve prepojenie týchto dvoch oblastí je klíčové a vedie k tvorbe efektívneho a motivujúceho vyučovacieho procesu. Ako už bolo vyššie spomenuté dnes je ešte stále veľa učiteľov, ktorým mediálna kompetencia chýba, alebo je nedostatočná. Takýto učitelia technológie zapájajú do vyučovania žiaľ len minimálne a otázna je aj efektivita ich využitia. Dôležitá je totiž aj kompetencia didaktická - a teda

vedieť aké výhody IKT prináša a ako ich správne didakticky využiť v kontexte vyučby jazyka. Využitie IKT nemá byť len akosi odmenou a doplnkom za dobré učenie sa, ale integrálnou súčasťou vzdelávacích postupov a didaktických metód. Je preto nevyhnutné aby vzdelávacie inštitúcie vychovávajúce budúcich učiteľov pripravili svojich poslucháčov na budúcu pedagogickú činnosť aj v tejto oblasti a zároveň, aby aktívnym učiteľom poskytli kurzy, kde by túto kompetenciu mohli získať alebo si ju zdokonaliť.

### 3 Programy pre cudzojazyčné vzdelávanie

„*Využitie didaktických médií vo vyučovacom procese prináša vyššiu pridanú hodnotu vzdelávania*“ [4]. Nemecký didaktik Jörg Roche namiesto pojmu IKT vo vyučovaní používa presnejší pojem „didaktické médiá“ (nem. Lehrmedien), pod ktoré zahŕňa všetky elektronické zariadenia, ktoré sa využívajú pri vyučovaní (počítač, tablet, interaktívna tabuľa ale aj vzdelávacie programy a portály) [4]. Za hlavné funkcie didaktických médií vo vyučovaní cudzieho jazyka považuje nasledovné:

Informačno-komunikačné technológie:

- sprístupňujú jazyk v reálnom kontexte – umožňujú navodiť autentické situácie v inak umelom školskom prostredí;
- sprístupňujú neobmedzené množstvo autentických materiálov (on-line texty, noviny, e-knihy, video, filmy, klipy, webstránky, mapy a pod...);
- umožňujú lepšie spoznať kultúru danej krajiny – aj prostredníctvom aktuálnych materiálov;
- umožňujú učiteľovi pristupovať k študentovi individuálnejšie, čím môže lepšie reflektovať na jeho špecifické vzdelávacie potreby a učebný štýl;
- vytvárajú možnosti kooperatívneho prístupu v učení sa žiaka (napr. pri projektovom vyučovaní, kde sa študenti elektronicky spájajú za cieľom komunikovať a pracovať na spoločnom projekte);
- menia autoritatívnu rolu učiteľa na rolu tútora (učiteľ získava zároveň nové nástroje na prácu so študentmi);
- umožňujú zapojiť študenta do tvorby vyučovacieho procesu (študent si napr. môže sám zvoliť cvičenia na opakovanie učiva, čím sa stáva spoluzodpovedný za svoj vzdelávací proces – študent sa stáva aktívnym spolutvorcom a nie je len pasívny príjemca informácií);
- mení tradičné vyučovanie na moderné – nie je však náhradou metód tradičného vyučovania ale ich rozšírením - Blended Learning (kombinácia prezenčnej a dištančnej formy vyučby) [5].

V našom príspevku - ako už bolo spomenuté v úvode - sa zameriavame na programy a portály výučby jazyka a preto sa nebudeme ďalej venovať iným médiám, aj keby si určite zaslúžili hlbšiu analýzu. Roche a Dohnicht rozlišujú niekoľko druhov vzdelávacích programov využitelných na vyučovanie jazyka a to podľa ich funkcií. Sú to programy opakovacie, situačné a konštruktívne. [6]:

**Riadené (nácvičné, opakovacie) programy** (ang.: Drill and practice programs, nem.: Turorielle Programme) slúžia študentovi na opakovanie už získaných gramatických, lexikálnych či fonetických štruktúr. Sú to teda programy, využitelné prevažne vo fixačnej fáze vyučovania a vo fáze opakovania. Riadené programy ponúkajú interaktívne cvičenia, ktoré sú pre študenta motivujúcejšie a zaujímavejšie ako cvičenia v učebnici. Ponúkajú spätnú väzbu v podobe okamžitej kontroly odpovedí a zároveň vyhodnocujú úroveň študentovej znalosti po vypracovaní celej jednotky (skupiny) cvičení. Program mu zároveň navrhne čo by si mal ešte zopakovať, resp. mu problematickú látku znova vysvetlil. Riadené programy majú nasledovné poznávacie znaky [6]:

- vždy pracujú s určitým rozsahom poznatkov. (napr. s látkou 1 lekcie - slovná zásoba k téme rodina, predložky času, použitie prítomného času prezenta apod.) z ktorého vyberajú len niektoré poznatky, ktorých znalosť žiak musí pri plnení úloh preukázať;
- po vypracovaní jednotlivých cvičení nasleduje okamžitá čiastková kontrola a vyhodnotenie správnosti odpovedí - väčšinou sa uvádza percentuálna úspešnosť (niektoré programy umožňujú spätnú väzbu aj po každej zadanej odpovedi a zároveň aj po vypracovaní celého cvičenia - napr. na portáli [www.hueber.de](http://www.hueber.de) alebo v programe Duolingo);
- po vypracovaní skupiny cvičení tvoriacich výučbovú jednotku (lekciu či test) nasleduje celkové vyhodnotenie práce študenta - vo väčšine v percentuálnom vyjadrení (niektoré programy študentovi navrhnujú aj aké oblasti by si mal ešte zopakovať alebo sa ich znova naučiť);
- študent sa k daným cvičeniam môže opäťovne vrátiť a vypracovať ich odznova.

Riadené programy možno chápať aj ako elektronickú náhradu tradičných cvičebnicových úloh, či papierových pracovných zadanií s tým rozdielom, že sú to cvičenia interaktívne, spojené s okamžitou kontrolou, spätnou väzbou [4]. Tento druh programov podporuje tak autonómne učenie (študent sa učí samostatne bez zásahu učiteľa) ako aj kooperatívne učenie (kde je nutné aby študenti spolupracovali v rámci skupiny, pričom je potrebné usmernenie zo strany učiteľa). Väčšinu na internete dostupných programov možno definovať práve ako riadené programy. K tomuto typu programov radíme aj portály online cvičení, ktoré sú určené na precvičovanie učiva z učebníc jazyka - sú

súborom rôznych cvičení a majú rovnakú funkciaľitu ako riadené programy. Niektoré príklady z portálov online cvičení prezentujeme v príklade 1 nižšie.

**Wie fahren Sie zur Arbeit?**  
Was passt? Wählen Sie aus.

1. Ich fahre mit  U-Bahn oder mit  Bus in die Arbeit. Und Sie?  
 2. Ich fahre immer mit  Auto. Und du, Thomas?  
 3. Mit  Fahrrad. Das ist besser. Und ihr, Thea und Rolf?  
 4. Wir fahren nicht mit  Fahrrad und wir fahren auch nicht mit  Taxi oder  Straßenbahn. Wir gehen zu Fuß.

Fertig! Tipp:

**Wo ist...?**  
Was ist richtig? Wählen Sie aus.

<= 1/8 =>

Das Auto steht \_\_\_ der Bushaltestelle.  
 A an  
 B vor

### Príklad 1: Online-cvičenia (riadený program)

Zdroj: <https://hueber.de/shared/uebungen/schritte-plus/fset.php?Volume=2&Unit=4&Exercise=2&SubExercise=1>

Práve kvôli možnosti využitia riadených programov v rôznych fázach vyučovania ich Bálintová rozdeľuje na 4 podtypy a to na programy [7]:

- výučbové – sprostredkujúce nové poznatky (napr.: vysvetľovacie animácie, prezentácie, videá);
- opakovacie – slúžia na opakovanie a fixáciu získaných vedomostí a poznatkov (programy na opakovanie slovnej zásoby, gramatických štruktúr);
- nácvičné – nacvičovanie práve získaných vedomostí v praktickom a autentickom kontexte (programy na fixáciu novozískaných poznatkov s funkciou okamžitej opravy a vysvetlenia chýb);
- kontrolné – sú tie, ktoré umožňujú učiteľovi zistíť mieru úspešnosti študentov pri napĺňaní didakticko-pedagogických cieľov.

**Situačne zamerané programy** (nem.: situativ ausgerichtete Programme) sú zamerané na rozvoj komunikačnej kompetencie a vychádzajú z konkrétnej autentickej situácie. Ich znakom sú podporné materiály v podobe krátkeho videa (klipu), filmu, posluchu, textu alebo obrázkového príbehu (napríklad vo forme komiksu) zobrazujúceho istú životnú situáciu (napr. svadbu, oslavu narodenín, reklamáciu, partnerskú hádku a pod.). Práve podporný materiál je klúčový, lebo slúži ako zdroj slovnej zásoby, slovných fráz, floskúl, fonetickej ako aj gramatickej štruktúry. Aj napriek tomu, že situačne zamerané programy pomáhajú rozvíjať komunikačné schopnosti, nemusia nutne využívať autentické materiály. Ako pripomína Roche „vo väčšine týchto programov sa dokonca princíp authenticity potláča“ [4]. Videoklipy, texty, posluchy a iný

podporný materiál môže byť totiž didaktizovaný a teda spojený s jazykovou kontrolou. Rovnako ako riadené programy aj situačne zamerané programy slúžia na precvičovanie získaných lexikálnych, gramatických a fonetických štruktúr a môžu byť využité tak vo fixačnej fáze hodiny aj pri opakovani.

Situačne zamerané programy pracujú s rôznymi typmi cvičení. K frekventovaným patria hlavne cvičenia s označením správnej či nesprávnej odpovede; dopĺňanie počutých alebo videných informácií do tabuľky, spojenie správnych tvrdení s osobou, ktorá vypovedá a pod. ...). Situačne zamerané programy sú uzavreté, pričom sa ich obsah obmedzuje len na konkrétnu situáciu. Rovnako ako riadený program je aj ten situačný spojený so spätnou väzbou a hodnotením úrovne vedomostí v danej oblasti. Ako príklad uvádzame situačný program (vid' príklad 2) z portálu „Deutschlernerblog.de“ pre jazykovú úroveň A1 s témove „osobná vizitka“. Program ako podporný materiál používa 2-minútový posluch – dialóg ženy a muža v ktorom sa zhovárajú o svojom povolení, vzedlaní, veku, záľubách atď. K posluchu je prezentovaných 8 vizitiek rôznych osôb, z ktorých majú študenti vybrať práve tie dve, ktoré prislúchajú osobám v dialógu. Na základe vypočutých faktov musia študenti správne osoby označiť v tabuľke s fotkami vpravo (vid' príklad 2). Pri vypracovaní tohto cvičenia je činnosť študent receptívna, pričom porovnáva počuté fakty s tými, ktoré sú uvedené v tabuľke. V nasledovnej úlohe sú však študenti produktívni, musia totiž na základe vypočutého a prečítaného textu vytvoriť vizitku pre svojho spolužiaka ako aj svoju vlastnú.

**Konštruktívne programy** (nem.: konstruktive Programme) slúžia študentovi na správnu úpravu textu, či slovného vyjadrenia. Tieto programy obsahujú nástroje, ktoré pomáhajú vylepšiť tak písomnú či ústnu komunikáciu. Jedná sa o nástroje typu: kontrola pravopisu, webový editor, elektronické slovníky, dotazníky, elektronický asistent písania, nástroje spracovania textu, predlohy textu (napr. pozvánky, vizitky, životopis a pod.) a iné [4]. Konštruktívne programy neslúžia však len na spracovanie textových štruktúr alebo spracovanie textu.

### Übung A1 (1/2): Steckbriefe

Meike und Torsten sind „das Idealpaar“. Aber welche dieser vier Frauen ist die Meike aus der Erzählung? Welcher dieser vier Männer ist der Torsten aus der Erzählung?  
Lest zuerst die Steckbriefe. Dann hört ihr Ausschnitte aus dem Text „Das Idealpaar“.

Welche dieser vier Frauen ist die Meike aus der Erzählung?

|   |
|---|
| <b>A Meike Hildebrand</b>                                     |
| <b>Wohnort:</b> München                                       |
| <b>Beruf:</b> Lehrerin  |
| <b>Hobbies:</b> Lesen, ins Kino gehen, Sport, Musik hören     |
| <b>Interessen:</b> Kunst, Computer und Mode                   |
| <b>Lieblingsfilm:</b> Alle Filme von Woody Allen              |
| <b>Lieblingsessen:</b> Italienisch: Pizza und Nudeln          |
| <b>Was ich mag:</b> Freunden treffen                          |
| <b>Was ich hasse:</b> Putzen                                  |
| <b>Aktivitäten am Wochenende:</b> Fernsehen und viel schlafen |

|  |
|--|
| <b>B Meike Huber</b>                                     |
| <b>Wohnort:</b> München                                  |
| <b>Beruf:</b> Journalistin                               |
| <b>Hobbies:</b> Reisen, ins Kino gehen, Schuhe kaufen    |
| <b>Interessen:</b> Kunst, Musik und Computer             |
| <b>Lieblingsfilm:</b> Alle Filme von Woody Allen         |
| <b>Lieblingsessen:</b> Italienisch: Pizza und Nudeln     |
| <b>Was ich mag:</b> Interessante Menschen kennen lernen  |
| <b>Was ich hasse:</b> Bügeln                             |
| <b>Aktivitäten am Wochenende:</b> Wandern und Ski fahren |

|   |
|---|
| <b>C Meike Maier</b>  |
| <b>Wohnort:</b> München                                       |
| <b>Beruf:</b> Journalistin                                    |
| <b>Hobbies:</b> Reisen, in Konzerte gehen, Volleyball spielen |
| <b>Interessen:</b> Musik, Computer und Politik                |
| <b>Lieblingsfilm:</b> Alle Filme von Woody Allen              |
| <b>Lieblingsessen:</b> Italienisch: Pizza und Nudeln          |
| <b>Was ich mag:</b> Picasso, Schuhe                           |
| <b>Was ich hasse:</b> früh aufstehen                          |
| <b>Aktivitäten am Wochenende:</b> Freundinnen treffen         |

|   |
|---|
| <b>D Meike Zimmermann</b>   |
| <b>Wohnort:</b> München   |
| <b>Beruf:</b> Lehrerin  |
| <b>Hobbies:</b> Reisen, Yoga, ins Kino gehen, Volleyball spielen    |
| <b>Interessen:</b> Literatur, Musik und Kino                        |
| <b>Lieblingsfilm:</b> Alle Filme von Woody Allen                    |
| <b>Lieblingsessen:</b> Italienisch: Pizza und Nudeln                |
| <b>Was ich mag:</b> Am Wochenende in die Berge fahren               |
| <b>Was ich hasse:</b> Kochen  |
| <b>Aktivitäten am Wochenende:</b> Volleyball spielen und Ski fahren |

Hier hört ihr die Textausschnitte für die Übung A1 (1/2)

Hier macht ihr die Übung

Wer ist die Meike aus "Das Idealpaar"?

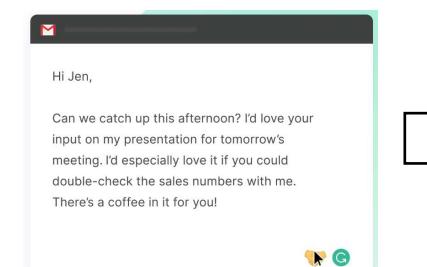
A. \_\_\_? Meike Hildebrand

B. \_\_\_? Meike Huber

C. \_\_\_? Meike Maier

D. \_\_\_? Meike Zimmermann

**Príklad 2:** Priradovacie cvičenie v situačne zameranom programe  
(Zdroj: <https://deutschlernerblog.de/leonhard-thoma-das-idealpaar-uebungen-zum-hoerverstehen-deutsch-a1-bis-b1/>)



GRAMMARLY TONE DETECTOR

Here's how your text sounds

Confident



Optimistic



Joyful



**Príklad 3:** Konštruktívny program – Grammarly

(Zdroj: [www.grammarly.com](http://www.grammarly.com))

Slúžia aj kreativite. Žiak totiž môže prebrať istú rolu (scenár) napr. moderátora - žurnalistu a spracovať text ako novinový článok (reportáz, správa...) alebo výskumníka a spracovať ho ako vedeckú štúdiu – na to mu pomôžu práve rôzne nástroje úpravy textu, viet alebo nástroje vyhľadávania informácií na internete. Tieto nástroje študenta zároveň učia správne text spracovať, rozčleniť a využiť vhodnú gramatickú, lexikálnu a štýlistickú

štruktúru. Na rozdiel od iných programov konštruktívne programy napomáhajú k naučeniu sa komplexných rečových situácií s využitím rôznych jazykových zručností. K typickým konštruktívnym programom radíme programy precvičovania textov – takzvané OWL-programy (Online Training Labs) [10]. Ako príklad uvádzame program Grammarly, ktorý slúži ako program opravy gramatickej správnosti a aj správnosti použitia lexikálnych štruktúr. Tento program učí študenta písat' štylisticky a gramaticky správne a to podľa situácie v ktorej má písomnosť vzniknúť (napr. úradný list, osobný list, novinový článok či policajná správa atď.) vid' príklad 3.

Najväčšie výhody programov na vyučovaní jazyka sú podľa Rocheho nasledovné[4]:

- ponúkajú cvičenia a úlohy pre žiakov s rôznym učebným štýlom (vizuálno-verbálnym, vizuálno-neverbálnym, auditívnym, či kinestetickým);
- umožňujú zakomponovať do výučby radu rôznych elektronických nástrojov napr. elektronické slovníky, prekladače, prehľadávač informácií na rôznych webových stránkach, kontrolu pravopisu a pod.;
- integrácia interaktívnych grafov, pojmových máp a iného vizuálneho materiálu (vysvetľujúcich napr. gramatické či lexikálne štruktúry alebo iné ) pre lepšiu názornosť;
- koordinované cvičenia s kombináciou viacerých jazykových zručností (čítanie, písanie, rozprávanie, počúvanie);
- individualizovaný prístup k žiakom;
- možnosť opäť sa k cvičeniam vrátiť, znova ich vyplniť alebo si pripomenúť chyby (napr. cez archív cvičení);
- spätná väzba a hodnotenie jazykového progresu študenta;
- rozvoj interaktivity vo vzťahu študent - program;
- presnejšia diagnostika problémov jazykového progresu študenta.

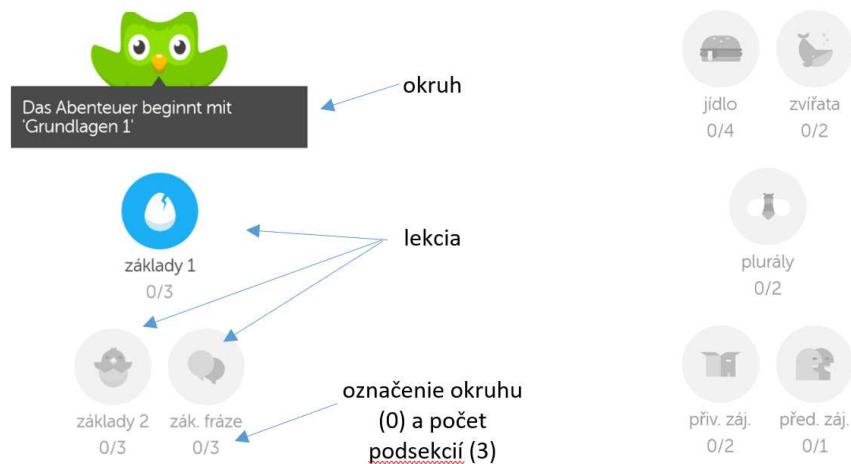
Využitie IKT vo vyučovaní jazyka neznamená automaticky efektívnejšie a progresívnejšie vyučovanie. K tomuto záveru došli vedci po skúsenostiah s e-learningovým vyučovaním v deväťdesiatich rokoch minulého storočia [8]. Jazykové vyučovanie „CALL“ je efektívne len vtedy, keď IKT implementované do vyučovacieho procesu reflekujú pedagogicko-didaktické ciele, rešpektujú záujmy aj individualitu študentov, sú didakticky vhodne implementované vo forme vyučovacích postupov či metód a zároveň zvyšujú motiváciu študentov [9]. Moderné technológie majú radu výhod a aj nevýhod. Nevýhodou je napr., že program nevie odhadnúť záujmy či vzdelávanie potreby študenta ani mu pomôcť s špecifickými problémami, či vysvetliť učivo rôznymi spôsobmi. Rovnako aj tradičné vyučovanie bez technológií má svoje výhody a nevýhody. Nemecká didaktička Surkamp podotýka, že netreba hned' zatracovať všetky

metódy tradičného vyučovania. Dnes sa totiž javí ako najvhodnejšie také jazykové vyučovanie, ktoré kombinuje metódy elektronického(moderného) a tradičného vzdelávania - tzv. „Blended Learning“ - využívajú sa teda výhody oboch a zároveň sa eliminujú ich nevýhody, čím sa dosahuje najvyššia efektivita vyučovania jazyka [8].

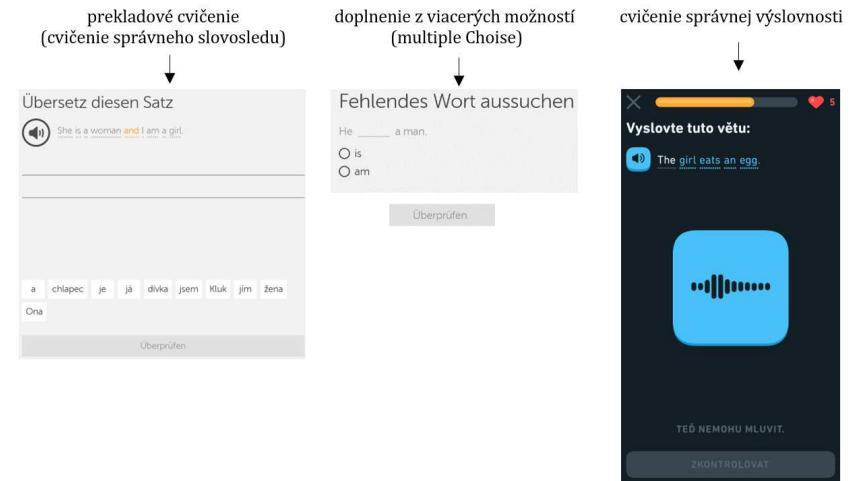
#### 4 Mobilná aplikácia Duolingo

V nasledovnej kapitole by sme chceli krátko predstaviť mobilnú aplikáciu na výučbu cudzieho jazyka Duolingo, ktorá podľa nás patrí k tým najlepším bezplatným riadeným programom súčasnosti. Duolingo je multilingválna aplikácia, neponúka na výber len jeden ale hned' niekoľko jazykov a to anglický, nemecký, španielsky, taliansky či ruský jazyk. Tvorcovia aplikácie vsadili na kreatívny a personalizovaný prístup k učeniu sa jazyka a navrhli jeho štruktúry ako istý druh hry, kde sa používateľ musí posúvať od prvej až do poslednej úrovne (levelu). Vyššiu úroveň dosiahne automaticky zvládnutím tej nižšej. Celá aplikácia vychádza z princípu individualizovaného vyučovania, kde si používateľ sám určí ako rýchlo chce v učení postupovať - hned' po registrácii si totiž musí vybrať rýchlosť akou sa chce jazyk učiť. Rýchlosť je meraná počtom denných bodov, ktoré získa za vypracovanie konkrétnych cvičení – l'ahšie cvičenia majú hodnotu 1-5 XP Bodov a ďažšie majú hodnotu až 10 XP bodov. Na dennú métu je možné zvoliť získanie 10, 20, 30 alebo 50 XP bodov. V nastavení aplikácie si učiaci sa zároveň môže zvoliť, či chce precvičovať aj zručnosť počúvanie a s tým spojenú zručnosť rozprávanie (záleží od dostupnosti mikrofónu). Aplikácia žiaľ neponúka možnosť pre pokročilejších používateľov preskočiť l'ahšie úrovne – musia prejsť všetkými levelmi, čo pre nich môže pôsobiť domotivujúco. Čo sa týka štruktúry aplikácie, je táto rozčlenená na 5 hlavných postupových okruhov (s rôznymi tématami) z ktorých každý obsahuje viaceré lekcie a každá lekcia je ešte ďalej rozčlenená na podsekcie už s konkrétnymi cvičeniami. Príklad dizajnu aplikácie ponúkame v príklade 4:

Ešte pred začatím samotných okruhov musí používateľ vypracovať tzv. „nultý okruh“ (príklad 4), ktorý zahrňa elementárne základy cudzieho jazyka a teda: základnú slovnú zásobu a frázy (témy sú zvieratá, jedlo, čislovky) ako aj gramatické štruktúry (tvorba plurálov, časovanie, privlastňovacie zámená, osobné zámená). Po vypracovaní nultého okruhu sa používateľ dostáva do okruhu č.1 – jeho tému je oblečenie, farby, rodina, tvorba otázok, času, predložiek a správneho slovosledu. Potom nasleduje okruh 2 s tému zamestnanie, ľudia, cestovanie, vzdelanie, miesta, spojky, prítomný čas a príslovky potom nasleduje postupne okruh 3, 4 a 5. Celkový počet okruhov v celej aplikácii je zatiaľ 5, priebežne sa ich počet zvyšuje, čo však záleží od doplnenia okruhov tvorcami aplikácie.

**Príklad 4:** Dizajn a štruktúra aplikácie Duolingo(Zdroj: [www.duolingo.com](http://www.duolingo.com))

Okruhy sa delia na lekcie a tie na podsekcie. Každá podsekcia obsahuje samotné cvičenia. Najčastejšie sa vyskytujú cvičenia prekladové a na správny slovosled. Ak sa má prekladať z anglického jazyka do materinského, tak je anglická veta prečítaná sprievodcom aplikácie. Tento sprievodca je rodený hovoriaci (native speaker). Ak sa prekladá do angličtiny je nutné dbať aj na už spomenutý správny slovosled viet. K ďalším typom cvičenia patria cvičenia na výber z viacerých možností (multiple choice) – tieto sa využívajú predovšetkým na opakovanie gramatických ale aj lexikálnych štruktúr. Vyskytujú sa však aj cvičenia na správnu výslovnosť. Tieto cvičenia obsahujú vety, ktoré sprievodca aplikáciou najsúčasnú prečíta. Ak číta rýchlo je možné, aby si používateľ rýchlosť nahrávky spomalil a vypočul ju znova. Potom vypočítanú vetu musí ústne zopakovať – počítáč pri tom vyhodnotí kvalitu jeho výslovnosti. Na vyšších úrovniach sa vyskytujú aj iné typy cvičení ako napr. rôzne formy priradovacích cvičení (priradovanie správneho pojmu a definície resp. obrázka k situácií. V príklade 5 prezentujeme najčastejšie sa vyskytujúce cvičenia v aplikácii.

**Príklad 5:** Cvičenia v aplikácii Duolingo(Zdroj: [www.duolingo.com](http://www.duolingo.com))

Hodnotenie odpovedí (a teda spätná väzba) prebieha okamžite po každej vyplnenej položke, pričom sa konštatuje jej správnosť alebo nesprávnosť. Správne odpovede sú spojené so zeleným vizuálom, nesprávne s červeným. V prípade nesprávnej odpovede program uvedie aj ako mala znieť správna odpoveď (príklad 6).

**Príklad 6:** Hodnotenie jednotlivých odpovedí(Zdroj: [www.duolingo.com](http://www.duolingo.com))

Aplikácia ponúka zároveň aj priebežné hodnotenie a to v podobe štatistických tabuľiek, z ktorých je možné zistiť splnenie daných cieľov ako aj rýchlosť a kvalitu vedomostného pokroku. Forma hodnotenia nie je slovná a nevyjadruje sa známkou. Existuje vlastný systém hodnotenia – podľa progresu je používateľ zaradený do bronzovej, striebornej alebo zlatej ligy čo predstavuje – štandardné, skvelé a výborné výsledky. V prípade, že nie je zaradený v žiadnej lige sú jeho výsledky podpriemerné. Štatistickú tabuľku prezentujeme v príklade 7 nižšie:



**Príklad 7:** Štatistiky pokroku a hodnotenie v aplikácii Duolingo  
(Zdroj: [www.duolingo.com](http://www.duolingo.com))

V aplikácii je možné využiť aj motivačné nástroje ku ktorým patria napr. súboje s priateľmi o čo najvyšší pokrok za nejaký časový úsek alebo o najrýchlejšie dosiahnutý spoločný cieľ. Iným motivačným prvkom zaradujeme aj získanie pokladu (zlatej truhličky) alebo získanie vyššieho počtu bodov (dvojnásobok bodov pri vypracovaní viac cvičení ako je stanovené v dennom pláne) a tým vyššie posunutie sa v rebríčku úspešnosti. Každá aplikácia má svoje výhody ako aj nevýhody. Výhody aplikácie Duolingo vidíme v nasledovných bodech:

#### Aplikácia

- je štruktúrovaná ako hra; umožňuje možnosť súperiť s kamarátmi o čo najvyšší pokrok či skoré dosiahnutie stanoveného cieľa; obsahuje veľa interaktívnych prvkov, čo je spojené s vysokou mierou motivácie učiť sa jazyk;
- je ľahko manipulovateľná a prehľadná;
- umožňuje vyučovanie jazyka personalizovať – je šitá na mieru vzdelávacím potrebám jednotlivca;
- obsahuje cvičenia všetkých zručností, ich frekvencia však nie je rovnaká – vyšší dôraz sa klade na prekladové vety, slovosled vo vetách a porozumenie fráz a viet;
- umožňuje preopakováť si nielen lexikálne a gramatické ale aj fonetické štruktúry (cvičenia správnej výslovnosti);
- je spojená s okamžitou kontrolou po každej odpovedi; uvádzajúce priebežné štatistiky úspešnosti – nie však formou známky ale formou symbolov (úspešnosť: bronzová, strieborná liga ...);
- umožňuje používateľovi opäťovne sa k cvičeniam vrátiť a znova ich vypracovať;
- obsahuje všeobecné témy, čím je možné ju integrovať aj do vyučovacieho procesu ako náhradu napr. cvičení z učebník;
- je výborná napríklad aj pre domáce vyučovanie (homeschooling)

Nevýhody aplikácie vidíme predovšetkým;

- v typoch cvičení, ktoré by sa ľahko dali rozšíriť o nové typy a formy (napr. cvičenia zamerané na zručnosť čítanie, cvičenia doplnovacie, slovné hry ...);
- v nerovnomernom zastúpení jednotlivých zručností (nedostatočne je zahrnutá zručnosť čítanie či rozprávanie);
- neumožňuje pokročilým učiacim sa postúpiť na vyššiu úroveň jazyka – každý musí najprv prejsť základmi a postupne sa dostat' vyššie, čo môže tento typ používateľov domotivovať učiť sa ďalej;
- nie je možné vybrať si tému ani formu cvičení;
- neposkytuje slovné hodnotenie a neobsahuje ani odporúčanie na preopakovanie si konkrétnej látky resp. problematickej oblasti jazyka.

V súčasnosti existuje viacero mobilných aplikácií, ktoré je možné využívať na vyučovanie a opakovanie štruktúr cudzieho jazyka. Za všetky spomenieme aspoň aplikácie „Lingo“, „Drops“, „Busuu“ alebo „Lingodeer“. Všetky tieto aplikácie je možné integrovať do vyučovania, všetky však ponúkajú len demo-verzie a majú teda obmedzený prístup. Plná verzia je totiž platená, čím sa ich dostupnosť obmedzuje.

#### 5 Záver

Mobilné aplikácie na výučbu cudzích jazykov nie sú dokonalé programy, ale ponúkajú funkcie, vďaka ktorým môže učiteľ svoje vyučovanie urobiť zaujímavejším, pristupovať k študentom individuálnejšie a hlavne môže výučbu zefektívniť. Využitie týchto aplikácií prináša výhody nielen študentovi v podobe rýchlejšieho progresu v poznávaní jazyka či motivácie ale aj učiteľovi v podobe možnosti využiť inovatívnejšie didaktické metódy a vyučovacie postupy. Predpokladom vyučovania s využitím jazykových programov a portálov je na jednej strane dobrá technická vybavenosť škôl a to tak, aby každý zo študentov mal prístup k počítaču alebo tabletu a mohol s aplikáciou pracovať samostatne. Na druhej strane je kladený vysoký nárok na mediálnu kompetenciu učiteľa, ktorý by mal aplikáciu dokonale poznáť, vedieť s ňou pracovať, a zároveň ju správne didakticky integrovať do vyučovacieho procesu. Úlohou dnešných vzdelávacích inštitúcií preto musí byť vzdelávať svojich poslucháčov aj v oblasti mediálnej kompetencie a ponúkať školenia pre aktívnych učiteľov aby túto kompetenciu mohli získať alebo ju ďalej rozvíjať. Aby programy jazykové vyučovanie zefektívňovali musia tu byť integrované tak, aby napomáhali plniť pedagogicko-didaktické ciele, rešpektovali individuálne vzdelávacie potreby študenta, a boli pre neho motivujúce.

Článok bol publikovaný vďaka projektu KEGA 015TTU-4/2018 „Interaktivita v elektronických didaktických aplikáciách.“

## Literatúra

1. KÄMPER-VAN DE BOOGAART, M. (Hrsg.). *Deutsch Didaktik*. Berlin. Cornelsen. 2014. 318 s. ISBN: 978-3-589-16400-4
2. *Informačné listy Európskej únie – jazyková politika*. [online]. [www.europarl.europa.eu/factsheets/sk/sheet/142/jazykova-politika](http://www.europarl.europa.eu/factsheets/sk/sheet/142/jazykova-politika)
3. PŠENÁKOVÁ, I. & KELEMEN, A. Az interaktív tábla a magyar nyelvtan oktatásában. In: *Veda pre vzdelanie – vzdelanie pre vedu*. Nitra: UKF. 2011. s. 201-205. ISBN 978-80-8094-973-0.
4. ROCHE, J. *Fremdsprachendidaktik*. Tübingen. UTB-Basics. 2008. 287 s. ISBN: 978-3-8252-2691-6
5. KUMAR, S & TAMMELIN, M. *Integrovanie IKT do vyučovania cudzích jazykov*. Linz. Johannes Kepler Universität Linz. 2008. [online] <https://docplayer.net/62222858-Integrovanie-ikt-do-vyucovania-cudzich-jazykov.html>
6. BOVET, G. & HUWENDIEK, V.(Hrsg.) *Leitfaden Schulpraxis Pädagogik und Psychologie für den Lehrberuf*. Berlin. Cornelsen Scriptor. 2014. 639 s. ISBN: 978-3-589-16307-6
7. BÁLINTOVÁ, H. *Cudzie jazyky áno, ale ako?*. Banská Bystrica: UMB. 2003. 88 s. ISBN 80-8055-762-4.
8. SURKAMP, C. 2017. *Metzler Lexikon Fremdsprachendidaktik*. Stuttgart. J.B.Metzler. 399 s. ISBN: 978-3-476-04473-0
9. TIŇÁKOVÁ, K. *Využívanie komunikačných technológií vo vzdelávaní*. 2007. 8 s. [online] [http://www.mtf.stuba.sk/docs/internetovy\\_casopis/2007/2/tinakova1.pdf](http://www.mtf.stuba.sk/docs/internetovy_casopis/2007/2/tinakova1.pdf);
10. LEHNER, M. *Didaktik*. Bern
11. BUCKINGHAM, D. *Media education. Literacy, Learning and Contemporary Culture*. Polity Press. 2005. s. 4.

## Zdroje

1. [www.duolingo.com](http://www.duolingo.com)
2. [www.europarl.europa.eu](http://www.europarl.europa.eu)
3. [www.hueber.de](http://www.hueber.de)
4. [www.deutschlernerblog.de](http://www.deutschlernerblog.de)
5. [www.ecml.at](http://www.ecml.at)

**Recenzent:** Mgr. Orsolya Hegedűs, PhD.

## Kontakt

Mgr. Tomáš Godiš, PhD.

Trnavská univerzita v Trnave, Pedagogická Fakulta, Katedra nemeckého jazyka a literatúry,

Priemyselná 4, Trnava 918 43

[tomasgodis@gmail.com](mailto:tomasgodis@gmail.com)

## COMPLEX FRAMEWORK TO EXPAND THE TIME SERIES ANALYSIS POSSIBILITIES AND TO DETERMINE THE RELIABILITY OF THE GIVEN CORRELATIONS

Gergely BENCSIK, Zoltán PÖDÖR HU

**Abstract:** Mankind lives in the age of data, where huge number of methods are implemented in various frameworks to analyze the different data sets. The process is also supported by the Big Data environment and by the Internet of Things phenomena. The current data analysis paradigm is about how to discover correlations between this huge amount of data in a systematic way. This approach includes filtering, scaling or different transformation methods to prepare the variables. After these operations new, derived data rows appear and with them deeper and more complex examinations can be revealed. However, because of the huge number of variables and the new, derived data rows, the probability of the randomly found correlations is increased. A complex analysis framework – included two new methodologies – is presented which is capable to fulfil the new paradigm.

**Keywords:** CReMIT method, Random Correlation theory, Big Data, time series, analysis framework.

## 1 Introduction and problem statement

The Big Data [1] has a huge number of challenges [2] including data challenges (storing and handling problems), process challenges (data preparation, analysis, and visualization), and management questions (privacy and security). In many cases, the collected time series satisfy the conditions of Big Data based on their volume and their frequency. In practice, the fact that the used data are Big Data [3] does not guarantee that the examinations on this data will be complete. Among different available techniques, the correlation and regression analysis are the most frequently used ones for determining the relationships between one or more independent and dependent variables [4, 5]. After all, time series sometimes do not allow us to do properly deep and complex examinations, because the basic, collected time series give us only a few variables, or we can do derived time series, for example with aggregated values or a specific segment of the full range, but only on an intuitive way. The CReMIT (Cyclic Reverse Moving Interval Techniques) method [6] significantly affects the completeness and success of the studies by involving the sphere of dependent and independent variables. The study of the effects of periods with time shifting, delayed and varying length can also be examined not only in an intuitive, but also in a systematic way. The efficiency of the search for

connections between time series can be affected by the applied methods of analysis and the sphere of the used variables as explained in this paper. The increase of the number of variables enables deeper and more complex examinations, which are not available using only the original time series.

The CReMIT method enables to examine the temporal changes and time shifting effects of the relationships in a systematic way. A huge number of derived time series are created for new dependent or independent variables. The structure of these new data rows is the same as the original, basic time series, therefore the analysis opportunities do not change. The CReMIT prepares all derived time series according to the user-defined input parameters in a systematic way, and it does not use a prior condition. Due to it can extend the whole analysis possibilities and therefore complex correlations are revealed, which cannot be found by using the original data rows.

On the other hand, the increased analysis possibilities can cause such environments, in which the correlations can be born just randomly. The random property means that the data values, the transformation of the data, aggregated or derived new data rows and the method of analysis itself predestinate the result, i.e., the huge number of analyses can eventuate positive correlation between the examined variables. The Internet of Things (IoT), the Industry 4.0 and Big Data environments also support the countless analysis possibilities and it can be assumed that the bigger the data volume is the more precisely the analysis can be performed. The scientific world follows this trend and deals with IoT, Industry 4.0 and Big Data. However, a lot of contradictory results were born in different scientific fields and the literature contains many inconsistent statements.

In forestry, Fowler and Ekström stated that in the UK there was more rainfall in the recent years than before [7]. According to Burke et al., in the UK, there is not just simple drought, but further drought is predicted [8]. In Sociology, Lam and Peng evinced that the increasing Internet usage among young people increases the chance of depression [9]. But Shen et al. concluded that Internet is critical for the daily satisfaction of the children [10]. In medicine, the analyses of salt consumption always generated opposite publications. There are papers supporting it and they did not disclose any connection between consumption and high blood pressure [11]. Another research stated that the high salt consumption causes not only high blood pressure, but kidney failure as well [12]. In biology, three different results can be found about bird migration. According to the first, bird migration time is short [13]. The second presents long migration time [14]. The third reported that bird migration is out of fashion [15]. In Earth science, Knippertz et al. deal with wind speeds

and they have concluded that wind speed becomes faster [16]. Another resource group stated that wind speed was declined by 10-15% [17].

We can see that making a decision is not so easy, even if we have Big Data environment. It is also true that extending the original Big Data property with CReMIT can lead to more complex analyses and results. However, this is also possible, that the increased analytical space can simply cause fake correlations. Random Correlations (RC) techniques can filter these non-valid results [18].

In this paper a complex framework is presented to resolve this paradox property between the Big Data and randomness. The framework fulfils two main goals: (1) extension of the time series analysis possibilities based on the huge number of derived time series as input data, and (2) determining the reliability of the given correlations to decrease the size of the result set and filter the pseudo-results.

## 2 The proposed framework

Our aim is to define a module-based and complex framework to examine time series and to seek reliable correlations among them. The framework includes a special data preparation method (CReMIT) module, which enables to create a lot of secondary data rows from the input time series, with different time shifting and window width. In practice, it makes a Big Data type dataset from simple input time series to give scope for doing deeper and more complex data analysis. The second module is the analysis module. It uses the output of the first module, and currently it uses correlation- and regression-based methodologies. The third module is the RC module, which verifies the correctness of the results of the second module, to determine the reliable correlations and filter the false ones. The second module uses well-known time series analysis procedures and so the presentation of them is not our aim here. We focus on the first and third modules, which contain the two new approaches: CReMIT and RC.

### 2.1 The CReMIT method

The original CReMIT method [6] was developed for periodical time series, where  $P$  denotes the length of the period, e.g.,  $P = 12$  for monthly data or  $P = 52$  for weekly data. Let us give the

$$x = \begin{pmatrix} x_1 \\ x_2 \\ \vdots \\ x_m \end{pmatrix}, \quad (1)$$

vector with the element of the examined time series, where  $x_1$  is the chronologically latest value. There are four, user-defined parameters: (a) the

starting point,  $SP$ , (b) the maximal time shifting value,  $I$ , (c) the maximal window width value,  $J$  and the transformation function,  $TR$ . The first three parameters define all the windows over the original time series based on their periodicity  $P$ , while  $0 \leq i \leq I$  and  $0 \leq j \leq J$  are the actual values in each iteration step. The number of the windows for given parameters,  $i$  and  $j$  is determined by the next formula:

$$MCN = \left\lceil \frac{m-(SP+i+j)}{P} \right\rceil + 1, \quad (2)$$

where  $\lceil \rceil$  is the entire function.

For parameters  $P$ ,  $i$  and  $j$  the CReMIT creates  $MCN$  (2) pieces windows over  $x$ , where the start and the end points of these windows are stored in two vectors:

$$\text{index}_{begin} = \begin{pmatrix} SP + i + 0 * P \\ SP + i + 1 * P \\ \vdots \\ SP + i + (MCN - 1) * P \end{pmatrix} \quad (3)$$

$$\text{index}_{end} = \begin{pmatrix} SP + i + j + 0 * P \\ SP + i + j + 1 * P \\ \vdots \\ SP + i + j + (MCN - 1) * P \end{pmatrix} \quad (4)$$

Based on the elements of these vectors (3) (4), a new time series is created using the transformation function  $TR$  over the windows.  $TR$  can be for example a SUM, AVG, MIN, MAX, or more complicated functions.

$$tr-ts_{SP,i,j} = \begin{pmatrix} TR(\text{index}_{begin}[1]; \text{index}_{end}[1]) \\ TR(\text{index}_{begin}[2]; \text{index}_{end}[2]) \\ \vdots \\ TR(\text{index}_{begin}[MCN]; \text{index}_{end}[MCN]) \end{pmatrix} \quad (5)$$

According to the systematical approach of CReMIT  $(I+1) \cdot (J+1)$  new, derived time series (5) are created to sphere the number of variables.

Our aim was to generalize the basic CReMIT method to non-periodical time series, keeping the above introduced formalism and notations. If the time series  $x$  does not have periodicity, then  $P = 0$ , and it means that in each iteration step we have only one window over  $x$ . The four, user defined parameters have the same meaning as earlier defined:  $SP$  and  $I$  define the beginning of the new window and  $J$  is the maximal width of this window, while  $0 \leq i \leq I$  and  $minww \leq j \leq J$  define the actual window beginning and window width in each iteration step. In practice,  $I + J \leq m - SP$  and we have to define a minimal window width, i.e.,  $minww$ , to create an adequately long time.

According to the period value, if  $P = 0$  the index vectors contain only two different values,  $SP + i$  is the beginning and  $SP + i + j$  is the end of the window, the value of  $MCN$  is unimportant, but for the sake of the earlier used notations, let it be  $MCN = 0$ . There is only one window based on  $SP, i, j$ . The window is the continuous part of the original time series  $x$ , and the transformation function  $TR$  must be an approval function: it does nothing with the values in the actual window.

Using this approach in CReMIT method, it is suited for handling non-periodical time series to create secondary variables in a systematic way.

The CReMIT was often used on forestry data [19, 20], because in this area the shifted effects are important. The tree growth and tree health (leaf loss) properties (as dependent variables) depend on the basic climatic variables, temperature, and precipitation (as independent variables). The resolution of these meteorological parameters is usually monthly because they are universally available, and the received results are extendible onto other and bigger areas. But to do this, it is insufficient to compare only the simple monthly climatic and yearly tree growth time series. In many articles, some special period was defined [21, 22, 23], which are based on subjective observations.

## 2.2. The Random Correlations theory

With the CReMIT method, the analysis space is extended to find more correlations. Researchers follow precise research methodologies trying to seek correlations, however, based on the measured data and the current method of analysis, the result can be predetermined. In other words, if the number of data and the number of methods increase, researchers get the expected result, sooner or later. The various data transformation possibilities and the different values of the input parameters increase the predetermination of the adequate results. On the other hand, the given result is just a random one in this case, despite of the precisely followed research methodologies, and the random property of the result is also hidden from the researchers. The main question is how the random factor can be calculated. Behind the Random Correlations (RC) theory, the main idea is that the properties of the data and the properties of the method of analysis can ensure the good correlation [24]. The definition of the RC theory is that the data rows as variables present the revealed, methodologically correct results, however these variables are not truly connected, and this property is hidden from the researchers as well. To measure the random factor of the result, three new methods were developed.

The first method is the  $\Omega$ -model. In this case, the whole probability space ( $\Omega$ ) is in focus. All possible data rows must be produced based on the data rows

created by CReMIT. Let denoted the CReMIT-created data rows by  $nd_{i,j}^{TR}$ , where TR is the aggregation function,  $i$  and  $j$  parameters are defined before in the CReMIT section. Based on this data row, all possible data rows are produced by RC, based on the rules  $l_i = \min(nd_{i,j}^{TR})$ ,  $u_i = \max(nd_{i,j}^{TR})$  and  $r(l_i, u_i) = \{l_i + p * c, \text{where } p \in 1, 2, 3, \dots, u_i \text{ and } c \in N\}$ . The current method of analysis is performed with all derived data rows. If the judgement is "correlated" then the number of the variable  $S_1$  is increased by 1. After all derived data rows are analyzed in this way, dividing  $S_1$  with  $\Omega$  defines the rate  $R$ .  $R$  shows that from all the possible measurable data rows which one gives the "correlated" result using the current method of analysis. If the  $R$  is high, it means that the probability of finding one "correlated" result from all possible data rows is high. On the contrary, if  $R$  is low, that means relatively low probability of finding a correlation.

In case of the  $\theta$ -model, rate  $C$  is calculated. This shows how much data is needed to find a correlation with high possibility. Researchers usually have a hypothesis, and then they are trying to prove their theory based on data. If one hypothesis is rejected, scientists try another one. In practice, we have a data row  $A$  and if this data row does not correlate with another, then more data rows are used to get some kind of connection related to  $A$ . The question is how many data rows are needed to find a certain correlation. We seek that number of data rows after which, correlation will be found with high possibility. During the  $\theta$ -model calculation process, first we generate all possible candidates ( $|\Omega|$ ). We create individual subsets. It is true for each subset that every candidate in the given subset is correlated with each other. We generate candidates after each other and during one iteration we compare the current generated candidates with all subsets' all candidates. If we find a correlation between the current candidate and either of the subsets' candidates, then the current candidate goes to the proper subset. Otherwise, a new subset is created with one element, i.e., with the current candidate.  $C$  is the number of subsets. The value of  $C$  shows us that how many datasets must be measured during the research to get a correlation with at least two data sets for sure. If  $C$  is high, it means that the analyzed data has less sensitivity to RC. However, if  $C$  is low, then, relatively few datasets can produce good correlation.

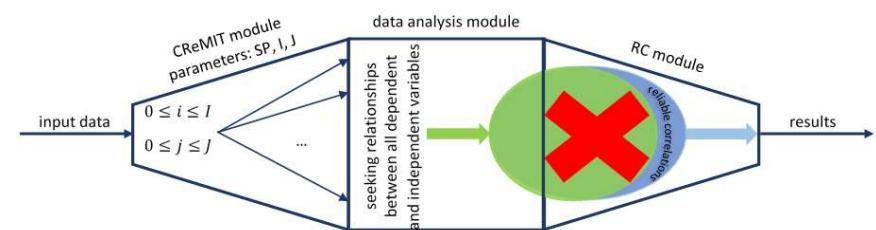
The third model which determines the random factor of the given analysis is the  $\Gamma$ -model. Subsets are created based on the original data row. The current method of analysis is performed for all generated subsets. If the correlated judgement is noticed in case of the current subset, then the value of variable  $S_1$  is increased by 1. If the non-correlated judgement occurs, then  $S_2$  value is increased. Rate  $H = \frac{S_1}{\Omega}$  is an index to show the judgement changeability tendency of the given data row, i.e.,  $nd_{i,j}^F$ . Let us denote the length of the

original data row by  $n$ . The  $\Gamma$ -model has an additional parameter  $m$ , where  $m < n$ . Then subsets with elements  $n - 1, n - 2, n - 3, \dots, n - m$ , are created, where  $m$  is the lower limit. The lower limit means that number with which the data row is still meaningful, e.g.,  $m = n - 1$  is meaningless, because if only 1 element is in the actual subset then the method of analysis cannot be executed on this subset. The value of parameter  $m$  depends on the current research parameter, but mainly  $m$  is determined by the method of analysis, the length of the original data row i.e., method's assumptions, or by the scientists, e.g., based on their knowledge or rule of thumbs. In this case,  $\Omega$  is not equal to the strict meaning of the total probability space, because of  $m$ , not all possible subsets are produced. At the end,  $H$  is evaluated. If  $H$  is close to 1, then the data row is stable. If  $H$  is around 0.5, it means that the data row is not so stable. When  $H$  is low, or close to 0, the judgement is less acceptable. Relatively few new data items can change the judgement.

### 2.3 The general process of the framework

The abstract schema of the proposed analytical framework can be seen in Figure 1. The first step is to use CReMIT on the original data to extend the analytical possibilities with creating new, derived data rows. Now, CReMIT is eligible only for vector  $x$  while vector  $y$  remains the original, and all derived  $x$  are compared with  $y$  with some kind of method of analysis, such as regression techniques (data analysis module).

During the second phase, all three RC models can be applied to filter the results affected by RC. Thanks to the enormous number of data transformation, the derived data item values have no choice, but to correlate after a while. This property can be behind of the contradictory results which are mentioned in Section 1. There are lot of techniques to measure result's endurance, such as  $R^2$ , Bootstrapping, Cramer Coefficient or Type I and II errors etc. We do not intent to replace these measurements with RC.



**Figure 1:** The components of the framework and its relationships

The main difference between "endurance measurement" values and RC is the approach of the false result. We can calculate  $R^2$ , critical values and Type I and

II errors, we can make the decision based on them, but the result still can be affected by RC. From the RC point of view, the main question is that if we have the set of the possible inputs, how the result can be calculated at all.

### 3. Conclusion

The researchers often examine the connections between the dependent and independent variables to determine the relationships between them and predict the future values of the dependent variable. The completeness of the analysis does not only depend on the sphere of the applied analyzing methods, but also on the completeness of the data involved in the current examination. The CReMIT based, derived time series enable to do deeper and more complex examinations, based on the systematic increasing number of the variables.

Certainly, the increase volume of the input data can cause the growth of the output's size, e.g., the number of correlation values. The volume and the reliability of these output values are important questions, and they determine the correctness of the examination. Nowadays, the general approach is that the extension of the examination depends on the sphere of applied analyzing methods. However, it depends on the sphere of applied dependent and independent variables, which are generated in a systematic way. While we increase the number of variables, the results' size will grow too, and the reliability of these outcomes is an important question.

The introduced framework gives the possibility to spread out the set of variables in a systematic way, to examine these variables and to determine the reliability of the results. The applicability of this framework does not depend on the research area, it can be used in all kind of researches, where the collected data has time stamps and there are in demand correlations between the variables.

*This work was supported by the European Union, co-financed by the Social Fund.  
EFOP-3.6.1-16-2016-0023."*

### References

1. Undefined by data: A survey of Big Data definitions, Retrieved from: <https://www.technologyreview.com/s/519851/the-big-data-conundrum-how-to-define-it/>, 2013.
2. SIVARAJAH, U. – KAMAL, M. M. – IRANI, Z. – WEEWAKKODY, V. Critical analysis of Big Data challenges and analytical methods. In Journal of Business Research. Vol. 70, January 2017, p. 263-286.
3. O'REILLY TEAM Big Data now. O'Reilly Media Inc., 2014. 149 p. ISBN 978-1-44935-668-2.
4. J. MILES, J. – SHEVLIN, M. Applying regression and correlation: A guide for students and researchers. Sage publications Ltd., 2000. 272 p. ISBN 9780761962304.
5. MYERS, R. H. Classical and modern regression with applications. Thomson Learning, 1990. 488 p. ISBN 0534380166.
6. PÓDÖR, Z. – EDELÉNYI, M. – JEREB, L. Systematic analysis of time series – CReMIT. In Infocommunication Journal. Vol. 6 Iss. 1, March 2014, p. 16-21.
7. FOWLER, H. J. – EKSTRÖM, M. Multi-model ensemble estimates of climate change impacts on UK seasonal precipitation extremes. In International Journal of Climatology. Vol. 29 Iss. 3, March 2009, p. 385-416.
8. BURKE, E. J. – PERRY, R. H. J. – BROWN, S. J. An extreme value analysis of UK drought and projections of change in the future. In Journal of Hydrology. Vol. 388 Iss. 1, June 2010, p. 131-143.
9. LAM, L. T. – PENG, Z. W. Effect of pathological use of the Internet on adolescent mental health. In Medicine. Vol. 164 Iss. 10, October 2010, p. 164-174.
10. SHEN, C. X. – LIU, R. D. – WANG, D. Why are children attracted to the Internet? The role of need satisfaction perceived online and perceived in daily real life. In Computers in Human Behavior. Vol. 29 Iss. 1, January 2013, p. 185-192.
11. HOOPER, L. – BARTLETT, C. – SMITH, G. D. – EBRAHIM, S. Systematic review of long term effects of advice to reduce dietary salt in adults. In British Medical Journal. Vol. 325 Iss. 628, September 2002, p. 628-632.
12. PLJESA, S. The impact of hypertension in progression of chronic renal failure. In Bantao Journal. Vol. 1 Iss. 1, September 2003, p. 71-75.
13. VISSER, M. E. – PERDECK, A. C. – VAN BALEN, J. H. – BOTH, C. Climate change leads to decreasing bird migration distances. In Global Change Biology. Vol. 15 Iss. 8, July 2009, p. 1859-1865.
14. DOSWALD, N. – WILLIS, S. G. – COLLINGHAM Y. C. – PAIN, D. J. – GREEN, R. E. – HUNTLEY, B. Potential impacts of climatic change on the breeding and non-breeding ranges and migration distance of European Sylvia warblers. In Journal of Biogeography. Vol. 36 Iss. 6, June 2009, p. 1194-1208.
15. PULIDO, F. – BERTHOLD, P. Current selection for lower migratory activity will drive the evolution of residency in a migratory bird population. In Proceedings of the National Academy of Sciences of the United States of America. Vol. 107 Iss. 16, June 2010, p. 7341-7346.
16. KNIPPERTZ, P. – ULBRICH, U. – SPETH, P. Changing cyclones and surface wind speeds over the North Atlantic and Europe in a transient GHG experiment. In Climate Research. Vol. 15 Iss. 2, July 2000, p. 109-122.
17. VAUTARD, R. – CATTIAUX, J. – YIOU, P. – THÉPAUT, J. N. – CIAIS, P. Northern Hemisphere atmospheric stilling partly attributed to an increase in surface roughness. In Nature Geoscience. Vol. 3 Iss. 11, November 2010, p. 756-761.
18. BENCSIK, G., BACSÁRDI, L. New methodology to analyze the random impact level of mathematically proved results. In proceedings of IEEE 15th International Symposium on Computational Intelligence and Informatics (CINTI). November 2014, p. 33-38.
19. FÜHRER, E. – EDELÉNYI, M. – HORVÁTH, L. – JAGODICS, L. – JEREB, L. – KERN, Z. – MÓRING, A. – SZABADOS, I. – PÓDÖR, Z. Effect of weather conditions on annual and intra-annual basal area increments of a beech stand in the Sopron Mountains in Hungary. In Időjárás – Quarterly Journal of the Hungarian Meteorological Service. Vol. 120 Iss. 2, June 2016, p. 127-161.

20. CSÓKA, GY. – PÖDÖR, Z. – NAGY, GY. – HIRKA, A. Canopy recovery of pedunculate oak, Turkey oak and beech trees after severe defoliation by gypsy moth (*Lymantria dispar*): Case study from Western Hungary. In *Forestry journal*. Vol. 61 Iss. 3, December 2015, p. 143-148.
21. BRIFFA, K. R. – OSBORN, T. J. – SCHWEINGRUBER, F. H. – JONES, P. D. – SHIYATOV, S. G. – VAGANOV, E. A. Tree-ring width and density data around the Northern Hemisphere: Part 1, local and regional climate signals. In *The Holocene*. Vol. 12 Iss. 6, November 2002, p. 737-757.
22. PELECH-PILICHOWSKI, T. – DUDA, J. T. A two-level algorithm of time series change detection based on a unique changes similarity method, In Proceedings of the International Multiconference on Computer Science and Information Technology, Los Alamitos IEEE Computer Society Press, November 2010, p. 259-263.
23. SCHARNWEBER, T. – MANTHEY, M. – CRIEGEE, C. – BAUWE, A. – SCHRODER, C. – WILMKING, M. Drought matters – Declining precipitation influences growth of *Fagus Sylvatica* L. and *Quercus robur* L. in north-eastern Germany. In *Forest Ecology and Management*. Vol. 262 Iss. 6, September 2011, p. 947-961.
24. BENCSIK, G. – BACSÁRDI, L. Novel methods for analyzing random effects on ANOVA and regression techniques. In *Advances in Intelligent Systems and Computing*. Vol. 416, January 2016, p. 499-509.

**Reviewed by:** László Bacsárdi, PhD, Budapest University of Technology and Economics

#### Contact address

Gergely Bencsik, PhD.  
Department of Data Science and Energeeing  
Pázmány Péter sétány 1/C, Budapest, Hungary  
e-mail: bg@inf.elte.hu

Zoltán Pödör, PhD.  
Department of Numerical Analysis  
Pázmány Péter sétány 1/C, Budapest, Hungary  
e-mail: pz@inf.elte.hu