

**Zeszyty Naukowe  
Wydziału Elektrotechniki i Automatyki  
Politechniki Gdańskiej**

---

**52**

**IV Konferencja  
e-Technologie w Kształceniu Inżynierów**

**Politechnika Gdańska  
Gdańsk, 27-28 kwietnia 2017**

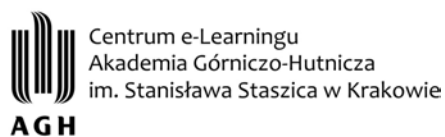




**IV Konferencja  
e-Technologie w Kształceniu Inżynierów**

Politechnika Gdańska  
Gdańsk, 27-28 kwietnia 2017

Organizatorzy



Wydawnictwo Wydziału Elektrotechniki i Automatyki  
Politechniki Gdańskiej

Gdańsk 2017

## REDAKCJA

Dariusz Świsulski

### KOMITET NAUKOWY KONFERENCJI

Izabella Bednarczyk-Bochenek, *Uniwersytet Warszawski*  
Agnieszka Chrzęszcz, *Akademia Górniczo-Hutnicza im. Stanisława Staszica w Krakowie*  
Anita Dąbrowicz-Tłałka, *Politechnika Gdańska*  
Marcin Dąbrowski, *Szkoła Główna Handlowa*  
Wojciech Głac, *Uniwersytet Gdański*  
Krzysztof Goczyła, *Politechnika Gdańska*  
Anna Grabowska, *Politechnika Gdańska*  
Karolina Grodecka, *Akademia Górniczo-Hutnicza im. Stanisława Staszica w Krakowie*  
Sambor Guze, *Akademia Morska w Gdyni*  
Andrzej Just, *Politechnika Łódzka*  
Barbara Kołodziejczak, *Uniwersytet Medyczny im. Karola Marcinkowskiego w Poznaniu*  
Dorota Krawczyk-Stańdo, *Politechnika Łódzka*  
Jan Kusiak, *Akademia Górniczo-Hutnicza im. Stanisława Staszica w Krakowie*  
Paweł Lubomski, *Politechnika Gdańska*  
Agnieszka Landowska, *Politechnika Gdańska*  
Colin Loughlin, *University of Surrey*  
Magdalena Łapińska, *Politechnika Gdańska*

Brygida Mielewska, *Politechnika Gdańska*  
Iwona Mokwa-Tarnowska, *Politechnika Gdańska*  
Magdalena Musielak, *Politechnika Gdańska*  
Joanna Mytnik, *Uniwersytet Gdański*  
Arkadiusz Orłowski, *Szkoła Główna Gospodarstwa Wiejskiego w Warszawie*  
Elżbieta Piwowarska, *Politechnika Warszawska*  
Wiesław Półjanowicz, *Uniwersytet w Białymstoku*  
Magdalena Roszak, *Uniwersytet Medyczny w Poznaniu*  
Eugenia Smyrnova-Trybulska, *Uniwersytet Śląski w Katowicach*  
Ryszard Sobczak, *Politechnika Gdańska*  
Jacek Stańdo, *Politechnika Łódzka*  
Jolanta Szulc, *Uniwersytet Śląski w Katowicach*  
Dariusz Świsulski, *Politechnika Gdańska*  
Marcin Wata, *Politechnika Gdańska*  
Alicja Wieczorkowska, *Polsko-Japońska Wyższa Szkoła Techniki Komputerowych*  
Maria Wilkin, *Uniwersytet Warszawski*  
Maria Zając, *Szkoła Główna Handlowa*  
Janusz Zalewski, *Florida Gulf Coast University*

### KOMITET ORGANIZACYJNY KONFERENCJI

#### **Politechnika Gdańska**

Anita Dąbrowicz-Tłałka  
Dariusz Świsulski  
Agnieszka Landowska  
Brygida Mielewska  
Iwona Mokwa -Tarnowska  
Tomasz Neumann  
Izabela Treder

#### **Akademia Górniczo-Hutnicza**

**im. Stanisława Staszica w Krakowie**  
Jan Kusiak  
Agnieszka Chrzęszcz  
Karolina Grodecka

### RECENZENCI

Agnieszka Chrzęszcz, *Akademia Górniczo-Hutnicza im. Stanisława Staszica*  
Anita Dąbrowicz-Tłałka, *Politechnika Gdańska*  
Jakub Drewnowski, *Politechnika Gdańska*  
Wojciech Głac, *Uniwersytet Gdański*  
Anna Grabowska, *ProMed sp. z o.o.*  
Karolina Grodecka, *Akademia Górniczo-Hutnicza im. Stanisława Staszica*  
Sambor Guze, *Akademia Morska w Gdyni*  
Andrzej Just, *Politechnika Łódzka*  
Barbara Kołodziejczak, *Uniwersytet Medyczny im. Karola Marcinkowskiego w Poznaniu*  
Agnieszka Landowska, *Politechnika Gdańska*  
Paweł Lubomski, *Politechnika Gdańska*  
Magdalena Łapińska, *Politechnika Gdańska*  
Brygida Mielewska, *Politechnika Gdańska*  
Iwona Mokwa-Tarnowska, *Politechnika Gdańska*

Adam Muc, *Akademia Morska w Gdyni*  
Magdalena Musielak, *Politechnika Gdańska*  
Joanna Mytnik, *Uniwersytet Gdański*  
Anna Niewulis, *Politechnika Gdańska*  
Wiesław Półjanowicz, *Uniwersytet w Białymstoku*  
Magdalena Roszak, *Uniwersytet Medyczny im. Karola Marcinkowskiego w Poznaniu*  
Eugenia Smyrnova-Trybulska, *Uniwersytet Śląski w Katowicach*  
Ryszard Sobczak, *Politechnika Gdańska*  
Jacek Stańdo, *Politechnika Łódzka*  
Dariusz Świsulski, *Politechnika Gdańska*  
Marcin Wata, *Politechnika Gdańska*  
Alicja Wieczorkowska, *Polsko-Japońska Akademia Techniki Komputerowych*  
Barbara Wikieł, *Politechnika Gdańska*

**The Scientific Papers of  
Faculty of Electrical and Control Engineering  
Gdańsk University of Technology**

**52**



**4th Conference  
e-Technologies in Engineering Education**

Gdańsk University of Technology  
Gdańsk, April 27-28, 2017

Organizers



Published by Faculty of Electrical and Control Engineering  
Gdańsk University of Technology

Gdańsk 2017

ISSN 2353-1290

Copyright © by Politechnika Gdańska, Wydział Elektrotechniki i Automatyki

Adres redakcji:

Politechnika Gdańska  
Wydział Elektrotechniki i Automatyki  
ul. Narutowicza 11/12  
80-233 Gdańsk  
<http://eia.pg.edu.pl/zn/>

#### PATRONAT NAD KONFERENCJĄ

JM Rektor Politechniki Gdańskiej prof. dr hab. inż. Jacek Namieśnik  
JM Rektor Akademii Górniczo Hutniczej im. Stanisława Staszica w Krakowie prof. dr hab. inż. Tadeusz Słomka

#### PATRONAT MEDIALNY KONFERENCJI

**EDUAKCJA**  
MAGAZYN EDUKACJI ELEKTRONICZNEJ

**e-mentor**  
DWUMIESIĘCZNIK SZKOŁY GŁÓWNEJ HANDLOWEJ W WARSZAWIE  
WSPÓŁWYDAWCA: FUNDACJA PROMOCJI I AKREDYTACJI KIERUNKÓW EKONOMICZNYCH

#### WSPÓŁPRACA NAUKOWA KONFERENCJI



Autor zdjęcia na okładce  
Krzysztof Krzempek

Wydano za zgodą  
Dziekana Wydziału Elektrotechniki i Automatyki  
Politechniki Gdańskiej  
na podstawie materiałów dostarczonych przez autorów

Artykuły po recenzjach zakwalifikował do druku  
Komitet Naukowy Konferencji

Wydanie 1  
Nakład 200 egzemplarzy

## SPIS TREŚCI

|   |    |
|---|----|
| Indeks autorów .....  | 7  |
| Anita Dąbrowicz-Tłałka, Dariusz Świsulski, Jan Kusiak<br><b>Wstęp</b><br><i>Introduction</i> .....  | 9  |
| 1. Piotr Andrzejewski<br><b>Wykorzystanie narzędzi pracy zdalnej w działaniach Koła Naukowego Konstruktorów Pojazdów</b><br><i>Use of remote work tools in activities of Vehicles Designers Scientific Circle</i> .....   | 11 |
| 2. Marek Bukowski, Tomasz Rozwadowski<br><b>Kurs UrbanLab 3.0 jako realizacja modelu PBL w formule e-learningu</b><br><i>The UrbanLab 3.0 course as the implementation of the PBL in e-learning formula</i> .....   | 15 |
| 3. Anna Czaja, Anna Grabowska, Ewa Kozłowska, Paulina Pałasz<br><b>Przykłady dobrej praktyki w projekcie SP4CE ERASMUS+</b><br><i>Examples of good practice in SP4CE ERASMUS+ project</i> .....   | 19 |
| 4. Jakub Drewnowski, Katarzyna Rusek<br><b>Technologie komputerowego wspomagania projektowania BIM w procesie kształcenia inżyniera branży sanitarnej</b><br><i>The technology of computer design support BIM in education process of the engineer in sanitary industry</i> ..... | 25 |
| 5. Fernando Gonzalez, Dahai Guo, Adam Nowicki, Janusz Zalewski<br><b>Senior lab projects for teaching the Internet of Things in a Software Engineering program</b><br><i>Laboratoria dla „Internetu rzeczy” w programie Inżynierii Oprogramowania</i> .....                       | 31 |
| 6. Gertruda Gwóźdź-Łukawska, Monika Potyrała, Daniel Schön<br><b>Mobile quizzes in math</b><br><i>Quizy mobilne w matematyce</i> .....  | 37 |
| 7. Gertruda Gwóźdź-Łukawska, Katarzyna Stawowczyk, Martyna Wdowiak<br><b>Budowanie zaangażowania studentów</b><br><i>Building students engagement</i> .....   | 41 |
| 8. Agnieszka Kaczmarek-Kacprzak, Kinga Kurowska<br><b>Innowacyjne formy kształcenia w edukacji inżynierów</b><br><i>Innovative teaching methods in education of engineers</i> .....   | 45 |
| 9. Kinga Korniejenko<br><b>Możliwości wykorzystania metod wielokryterialnych w projektowaniu e-learningu</b><br><i>Possibility of use of multi-criteria decision analysis for desing e-learning courses</i> .....   | 51 |
| 10. Elżbieta Kotlicka-Dwurznic, Joanna Rzepecka<br><b>Zastosowanie kalkulatora Desmos do tworzenia gier, testów i zadań matematycznych</b><br><i>The application of Desmos calculator for making educational games, tests and mathematical problems</i> .....                     | 55 |
| 11. Dorota Krawczyk-Stańdo, Jacek Stańdo<br><b>Efekty kształcenia z matematyki w ujęciu technologii informacyjno-komunikacyjnej (ICT)</b><br><i>Use of information communication technology (ICT) in learning outcomes with mathematics</i> .....                                 | 59 |
| 12. Rafał Leszczyna<br><b>Nauczanie zagadnień cyberbezpieczeństwa w Unii Europejskiej – trendy, wyzwania</b><br><i>Cybersecurity education in the European Union – trends, challenges</i> .....   | 63 |

|   |     |
|---|-----|
| 13. Paweł Lubomski  |     |
| <b><i>MOST Wiedzy jako narzędzie promocji otwartych zasobów nauki</i></b>   |     |
| <i>Multidisciplinary Open System Transferring Knowledge as a tool of open science resources promotion</i> .....   | 69  |
| 14. Jarosław Makal  |     |
| <b><i>Doświadczenia z realizacji przedmiotu Metodyka Studiowania na kierunku elektrotechnika</i></b>  |     |
| <i>Experiences of provided subject the Methodology of Study at electrical engineering programme</i> .....   | 73  |
| 15. Anna Mietlarek-Kropidłowska   |     |
| <b><i>Wykorzystanie materiałów zamieszczanych na stronach internetowych i kodów dwuwymiarowych w dostępie do materiałów zaliczeniowych tworzonych przez studentów</i></b> |     |
| <i>The use of webpage-based reports and QR codes in academic didactics</i> .....  | 79  |
| 16. Iwona Mokwa-Tarnowska   |     |
| <b><i>Potencjalna wartość i możliwe oddziaływanie odznak cyfrowych – nowy sposób oceniania pracy studentów</i></b>  |     |
| <i>Potential value and possible impact of digital badges – a new way of assessing students</i> .....  | 87  |
| 17. Lech Murawski, Adam Muc, Adam Szeleziński   |     |
| <b><i>Wykorzystanie programów bazujących na metodzie elementów skończonych do nauczania projektowania złożonych i wielkogabarytowych konstrukcji cienkościennych</i></b>  |     |
| <i>The application of finite element method software to the teaching of designing of complex and large-scale thin-walled structures</i> .....                             | 93  |
| 18. Krystyna Maria Noga   |     |
| <b><i>Przykłady przetwarzania dźwięku w środowisku VisSim</i></b>   |     |
| <i>Examples of sound processing in the VisSim environment</i> .....   | 99  |
| 19. Beata Pałczyńska, Krystyna Maria Noga   |     |
| <b><i>Sieciowy rozproszony system pomiarowy w laboratorium dydaktycznym</i></b>   |     |
| <i>Network distributed measurement system in didactic laboratory</i> .....  | 105 |
| 20. Sławomir Radomski, Adam Muc, Adam Szeleziński, Piotr Mysiak   |     |
| <b><i>Badanie akceptacji oprogramowania open source na wydziałach inżynierskich uczelni technicznej</i></b>   |     |
| <i>Testing of open source software acceptance on the engineering faculties of universities of technology</i> .....  | 109 |
| 21. Ryszard Sobczak   |     |
| <b><i>Inżynier: wiedza, technika, technologia</i></b>   |     |
| <i>Engineer: knowledge, technique, technology</i> .....   | 115 |
| 22. Marcin Wata, Dorota Żarek, Katarzyna Kiepiela   |     |
| <b><i>Wybrane oprogramowanie wspomagające nauczanie matematyki</i></b>  |     |
| <i>Selected software supporting mathematics teaching</i> .....  | 119 |
| 23. Wojciech Zuziak, Eugenia Smyrnova-Trybulska   |     |
| <b><i>Podejście inżynierskie w nauczaniu</i></b>  |     |
| <i>Engineering approach in teaching</i> .....   | 125 |

## INDEKS AUTORÓW

|                                    |         |
|------------------------------------|---------|
| Piotr Andrzejewski .....           | 11      |
| Marek Bukowski .....               | 15      |
| Anna Czaja .....                   | 19      |
| Jakub Drewnowski .....             | 25      |
| Fernando Gonzalez .....            | 31      |
| Anna Grabowska .....               | 19      |
| Dahai Guo .....                    | 31      |
| Gertruda Gwóźdź-Łukawska .....     | 37, 41  |
| Agnieszka Kaczmarek-Kacprzak ..... | 45      |
| Katarzyna Kiepiela .....           | 119     |
| Kinga Korniejenko .....            | 51      |
| Elżbieta Kotlicka-Dwurzniak .....  | 55      |
| Ewa Kozłowska .....                | 19      |
| Dorota Krawczyk-Stańdo .....       | 59      |
| Kinga Kurowska .....               | 45      |
| Rafał Leszczyna .....              | 63      |
| Paweł Lubomski .....               | 69      |
| Jarosław Makal .....               | 73      |
| Anna Mietlarek-Kropidłowska .....  | 79      |
| Iwona Mokwa-Tarnowska .....        | 87      |
| Adam Muc .....                     | 93, 109 |
| Lech Murawski .....                | 93      |
| Piotr Mysiak .....                 | 109     |
| Krystyna Maria Noga .....          | 99, 105 |
| Adam Nowicki .....                 | 31      |
| Paulina Pałasz .....               | 19      |
| Beata Pałczyńska .....             | 105     |
| Monika Potyrała .....              | 37      |
| Sławomir Radomski .....            | 109     |
| Tomasz Rozwadowski .....           | 15      |
| Katarzyna Rusek .....              | 25      |
| Joanna Rzepecka .....              | 55      |
| Daniel Schön .....                 | 37      |
| Eugenia Smyrnova-Trybulska .....   | 125     |
| Ryszard Sobczak .....              | 115     |
| Jacek Stańdo .....                 | 59      |
| Katarzyna Stawowczyk .....         | 41      |
| Adam Szeleziński .....             | 93, 109 |
| Marcin Wata .....                  | 119     |
| Martyna Wdowiak .....              | 41      |
| Janusz Zalewski .....              | 31      |
| Wojciech Zuziak .....              | 125     |
| Dorota Żarek .....                 | 119     |





## WSTĘP

Wszyscy zdajemy sobie sprawę, że żyjemy w czasach, w których błyskawiczny rozwój technologii zmienia nasze życie. Przykładowo – w niecałe 30 lat, cena za gigabajt pamięci komputerowej spadła z 700.000 dolarów do 7 centów, około piętnaście lat temu Nokia zaprezentowała pierwszy telefon, który posiadał możliwość korzystania z gier, a dziś każdy smartfon ma możliwość uruchamiania setek tysięcy gier, które pobiera się zdalnie. Już nie trzydzieści, a tylko trzy lata wystarczą, aby powstała nowa kategoria urządzeń czy aplikacji, która zmienia sposób pracy, czy formy spędzania wolnego czasu. Szybko oswajamy się z nową technologią i ciągle zmiany w tym zakresie przyjmujemy jako coś zupełnie oczywistego. Przez ostatnie lata niesamowicie wzrosła dojrzałość technologiczna społeczeństwa czyli gotowość do samodzielnego i efektywnego posługiwania się technologiami informacyjno-komunikacyjnymi. Co najważniejsze – posługiwania się również w sposób innowacyjny. Zwłaszcza młodzi ludzie nie tylko są użytkownikami technologii, ale również śmiało formułują oczekiwania wobec technologii.

Postęp w zakresie wykorzystywanych technologii występuje również w edukacji. W szkołach w ramach projektu Cyfrowa Szkoła zainstalowano duże, nawet 102-calowe tablice interaktywne, które zastąpiły zielone tablice i kredę. Szkoły zaczęły na własną rękę inwestować w nowe technologie. Aplikacje, gry edukacyjne, projekty multimedialne to standardowe formy wykorzystywane przez nauczycieli. Także studenci wstępując w progi wyższej uczelni oczekują innowacyjności w kształceniu.

Nie możemy zapominać o misji szkół wyższych, które muszą sprostać potrzebom współczesnego świata, w którym procesy globalizacji narzucają tempo zmian technologicznych i ekonomicznych. Uczelnie powinny być ośrodkami badawczymi stale poszukującymi innowacyjnych rozwiązań, czyniącymi z nauki czynnik decydujący o rozwoju gospodarczym i społecznym. To szkoły wyższe powinny kształtować kreatywnych projektantów posiadający umiejętność krytycznego myślenia i ciekawość poznawczą, wyposażonych w wiedzę pozwalającą na stawianie pytań i poszukiwanie na nie odpowiedzi. W świecie wypełnionym technologią nie da się tego zrobić bez technologii.

W kształceniu na poziomie akademickim stosowanie nowatorskich rozwiązań technologicznych powinno iść w parze z przemyślanym postępowaniem metodycznym. Nie chodzi bowiem o ilość zastosowanych rozwiązań, ale o ich jakość. To właśnie wysoka jakość kształcenia pozwoli naszym absolwentom skutecznie konkurować na rynku naukowym i na rynku pracy. Tym bardziej, że mobilność nie stanowi obecnie problemu – co więcej jest czynnikiem pożądanym w rozwoju wiedzy i umiejętności. Zamykanie kształcenia na najnowsze rozwiązania technologiczne, zamyka młodym ludziom możliwość otwarcia na elastyczne włączanie się do najlepszych nurtów światowej edukacji. Absolwenci wyższych uczelni technicznych muszą być zdolni nie tylko do sprawnego wykorzystania technologii, ale także do inicjowania nowych trendów rozwojowych.

Bardzo dużego znaczenia nabiera kształcenie w zakresie języków obcych. Internacjonalizacja procesu kształcenia stawia całkiem nowe wyzwania przed nauczycielami akademickimi. Należy nie tylko jak najlepiej przygotować naszych studentów do podjęcia nauki i pracy w innych krajach, ale również właściwie przygotować kadrę akademicką do nauczania i tworzenia materiałów edukacyjnych w języku angielskim. Wysokie jakościowo materiały edukacyjne dostępne przez Internet tworzą bowiem wspaniałą reklamę uczelni, która może przyciągnąć potencjalnych kandydatów na studia oraz budować markę uczelni.

Zmiany technologiczne powodują konieczność stałego uzupełniania wiedzy i rozwoju kompetencji. Dotyczy to zarówno studentów jak i pracowników szkół wyższych. Powiększa się grono uczestników kształcenia i uczelnie muszą dostosowywać swoje struktury do nowych wyzwań i zmieniać nie tylko programy, ale i metody nauczania. Postęp technologiczno-informatyczny zmienia również sposób uprawiania nauki i upowszechniania jej wyników. Zarówno pracownicy szkół wyższych jak i studenci muszą być świadomi jakie możliwości stwarza technologia w tym zakresie. Efektywne korzystanie z technologii w sposób twórczy i innowacyjny ma bezpośredni wpływ na konieczność zmian w metodach kształcenia – zwłaszcza na wyższych uczelniach technicznych.

Kolejne edycje Konferencji e-Technologie w Kształceniu Inżynierów są miejscem wymiany doświadczeń, wyników naukowych i dobrych praktyk w kształceniu z wykorzystaniem najnowszych technologii. Tegoroczna – IV edycja – gromadzi osoby aktywnie zaangażowane w tworzenie nowych, wysokiej jakości rozwiązań związanych z kształceniem na poziomie akademickim. Po raz drugi jest to wspólna inicjatywa Politechniki Gdańskiej i Akademii Górniczo-Hutniczej im. Stanisława Staszica w Krakowie. Daje to o wiele szerszy obraz i silniejszy merytoryczny oddźwięk. W sferze naszego zainteresowania leży nie tylko technologia, ale metodyka jej wykorzystania. Szybki rozwój technologiczny powoduje, iż taka cykliczna wymiana wyników badań i doświadczeń pozwala nie tylko na popularyzację najskuteczniejszych metod kształcenia, upowszechnianie najnowszych rozwiązań, ale i na zachęcenie kadry akademickiej do podjęcia wyzwania związanego z otwarciem na kształcenie z wykorzystaniem najnowszych technologii.

*dr Anita Dąbrowicz-Tłałka, doc. PG  
Politechnika Gdańska, Centrum Nauczania Matematyki i Kształcenia na Odległość*

*dr hab. inż. Dariusz Świsulski, prof. PG  
Politechnika Gdańska, Wydział Elektrotechniki i Automatyki*

*prof. dr hab. inż. Jan Kusiak  
Akademia Górniczo-Hutnicza im. Stanisława Staszica w Krakowie, Centrum e-Learningu*



## WYKORZYSTANIE NARZĘDZI PRACY ZDALNEJ W DZIAŁANIACH KOŁA NAUKOWEGO KONSTRUKTORÓW POJAZDÓW

Piotr ANDRZEJEWSKI

Koło Naukowe Konstruktorów Pojazdów, Wydział Mechaniczny, Politechnika Gdańska  
tel.: +48 784 184 563, e-mail: piotr.andrzejewski@pg.gda.pl

**Streszczenie:** Niniejszy artykuł stanowi opis działalności Koła Naukowego Konstruktorów Pojazdów, w którego działaniach wykorzystywane są nowoczesne narzędzia pracy zdalnej. Dzięki takiemu podejściu, możliwe staje się wyeliminowanie niedogodności, z którymi borykano się stosując standardowe, starsze podejście do realizacji zadań projektowych w jednostkach badawczo-rozwojowych. Podane przykłady ilustrują, w jaki sposób powszechny obecnie dostęp do sieci internetowej służy poprawie sposobu prowadzenia projektu, rozliczania go, a także integracji pomiędzy poszczególnymi członkami grup zadaniowych, które występują w ramach projektu. Ponadto, ukazano możliwości prowadzenia edukacji za pośrednictwem serwisów internetowych, gdzie wiedzę przekazuje się w sposób rzetelny, ale jednocześnie łatwy do przyswojenia.

**Słowa kluczowe:** pojazd elektryczny, pojazd pneumatyczny, praca zdalna, nauczanie.

### 1. KOŁO NAUKOWE KONSTRUKTORÓW POJAZDÓW JAKO JEDNOSTKA NAUKOWA

#### 1.1. Idea przyświecająca utworzeniu Koła Naukowego Konstruktorów Pojazdów

Koło Naukowe Konstruktorów Pojazdów jest młodą jednostką naukową, powstałą 1. października 2014 roku przy Wydziale Mechanicznym Politechniki Gdańskiej. Celem jej utworzenia było uzupełnienie wiedzy zdobywanej przez studentów podczas zajęć i umożliwienie realizacji ich twórczych projektów.

#### 1.2. Działania Koła Naukowego Konstruktorów Pojazdów

Koło Naukowe Konstruktorów Pojazdów stwarza szansę na poznanie podstawowych zasad pracy przy projektach, od etapu koncepcji, aż po testy prototypów. Dodatkowo członkowie dzielą się zdobytą wiedzą z innymi poprzez wspólne spotkania, ale także dzięki nowym technologiom, które dostępne są dla wszystkich użytkowników sieci internet. Oprócz praktycznego podejścia do projektów – czyli budowania – w ciągu dwóch lat działalności Koła Naukowego Konstruktorów Pojazdów wykreowała się również postawa naukowa, będąca podstawą do prowadzenia badań napędów elektrycznego i pneumatycznego, a także studium aerodynamicznego projektowanych konstrukcji.

W roku 2016 powstały dwa pojazdy – jeden napędzany silnikiem elektrycznym, a drugi siłownikiem pneumatycznym. Obecnie prowadzone są prace rozwojowe

dla obu konstrukcji. Dalszymi krokami będą badanie możliwości optymalizacji i rozwój napędu pneumatycznego, redukcja zużycia energii elektrycznej oraz optymalizacja sposobu jej przechowywania i dystrybucji.

### 2. PROJEKTY ZREALIZOWANE PRZEZ CZŁONKÓW KOŁA NAUKOWEGO KONSTRUKTORÓW POJAZDÓW

W roku 2016 członkowie Koła Naukowego Konstruktorów Pojazdów zrealizowali dwa projekty budowy pojazdów z alternatywnymi źródłami napędu: silnikiem elektrycznym i siłownikiem pneumatycznym.

#### 2.1. URB16 – pojazd elektryczny

Pojazd napędzany silnikiem elektrycznym, nazwany URB16, został zbudowany w oparciu o wymagania stawiane pojazdom biorącym udział w międzynarodowych zawodach Shell Eco-marathon. Jest to samochód czterokołowy, wyposażony w silnik prądu stałego o mocy 450 W, zasilany napięciem 24 V z akumulatora LiFePO<sub>4</sub> o pojemności 15 Ah. Silnik napędza bezpośrednio jedno z tylnych kół pojazdu. Główną konstrukcję nośną stanowi spawana rama, wykonana ze stopu aluminium o oznaczeniu 6060. Nadwozie zostało wykonane z laminatu epoksydowo-szklanego z materiałem przekładkowym w postaci pianki PVC. Pojazd jest wyposażony w światła i kierunkowskazy, lusterka wsteczne, klakson oraz wycieraczkę. Głównymi elementami bezpieczeństwa kierowcy są sześciopunktowe, rajdowe pasy bezpieczeństwa, kask, a także pałąk bezpieczeństwa, który jest integralnym elementem ramy pojazdu. Dodatkowo, pojazd został wyposażony w dwuobwodowy, hydrauliczny układ hamulcowy z hamulcami tarczowymi, pracujący w układzie „przód-tył”. Pojazd jest wyposażony w autorski sterownik silnika i rozwija prędkość około 25 km/h.

Wykonaniem autorskiego sterownika silnika oraz podłączeniem instalacji elektrycznej pojazdu zajmował się student Wydziału Elektrotechniki i Automatyki, natomiast pozostałe podzespoły zostały zaprojektowane i zmontowane przez studentów Wydziału Mechanicznego.

Poniższe fotografie przedstawiają zbudowany pojazd podczas badań technicznych, przeprowadzonych w trakcie zawodów Shell Eco-marathon Le Mans, które odbyły się we Francji w dniach 13-15 maja 2016 roku.



Rys. 1. Pojazd URB16 podczas testu sprawności hamulców w trakcie zawodów Shell Eco-marathon Le Mans 2016 [1]



Rys. 2. Pojazd URB16 podczas testu wymiarów w trakcie zawodów Shell Eco-marathon Le Mans 2016 [1]



Rys. 3. Pojazd P16 podczas testu instalacji pneumatycznej w trakcie zawodów Aventics Pneumobile 2016 [1]



Rys. 4. Pojazd P16 podczas parady pojazdów w trakcie zawodów Aventics Pneumobile 2016 [1]

## 2.2. P16 – pojazd pneumatyczny

Pojazd napędzany siłownikiem pneumatycznym, nazwany P16, został zbudowany w oparciu o wymagania stawiane pojazdom startującym w międzynarodowych zawodach Aventics Pneumobile. Pojazd posiada trzy koła, a siłownik pneumatyczny, będący elementem napędzającym, jest zasilany ze zbiornika sprężonego powietrza, umiejscowionego z przodu samochodu. Ciśnienie przechowywania gazu wynosi 20 MPa (200 bar), a ciśnienie robocze układu wykonawczego jest równe 0,7 MPa. W pojeździe zastosowano dwustopniowy reduktor marki Messer. Do sterowania kierunkiem działania siłownika liniowego użyto monostabilnego zaworu mechanicznego, przełączanego za pomocą pedału sterującego. Zespół napędowy pojazdu stanowi siłownik pneumatyczny o średnicy tłoka 63 mm i skoku 320 mm, którego tłoczyśko jest połączone z parą listew zębatych o module 2, przykręconych do listwy pozycjonującej, która jest przymocowana do płyty ustalającej napędu. Z listwami współpracują dwa koła zębate, których obrót jest następnie przekazywany za pomocą łańcucha na wałek pośredni, a stamtąd trafia na tylną oś. Pojazd osiąga prędkość około 30 km/h.

Poniższe fotografie przedstawiają zbudowany pojazd podczas badań technicznych i parady, które odbyły się w trakcie zawodów Aventics Pneumobile 2016 w dniach 5-7 maja 2016 roku. Zespół konstruktorów pojazdu P16 uzyskał 18. miejsce spośród 55 drużyn startujących w wyścigu długodystansowym.

## 3. PRACA W GRUPIE PROJEKTOWEJ I PROBLEMY DLA CZŁONKÓW KOŁA NAUKOWEGO KONSTRUKTORÓW POJAZDÓW, WYNIKAJĄCE Z KLASYCZNEGO PODEJŚCIA

Standardowe podejście do pracy przy realizacji projektu zakłada spotkania członków grupy projektowej, co wiąże się między innymi z ustaleniem terminów tychże spotkań. O ile podczas pracy zarobkowej stanowi to główne zajęcie pracowników, to w przypadku koła naukowego każdy z jego członków musi poświęcić swój wolny czas, aby na takie spotkanie przybyć. Wiadomo, że osoby udzielające się w organizacjach studenckich pozostają studentami, a więc mają zajęcia odbywające się na uczelni, które przewiduje program studiów. Oprócz tego, część osób pracuje już zawodowo, co generuje kolejne obowiązki. Kolejnym aspektem są wszelkie zajęcia dodatkowe, na które poszczególne osoby przeznaczają swój czas. Ważne jest też miejsce spotkania, gdyż z tym wiąże się czas potrzebny na dojazd poszczególnych członków grupy projektowej. Uwzględniając powyższe aspekty, zorganizowanie spotkania dla całego zespołu projektowego na Politechnice Gdańskiej jest wręcz niemożliwe.

Kolejnym problemem jest różny stopień wiedzy członków grupy projektowej. Wyrównywanie różnic wymaga poświęcenia dodatkowego czasu na pracę z osobami, które w mniejszym stopniu opanowały programy inżynierskie do modelowania trójwymiarowego czy obliczeń.

Bardzo istotnym aspektem jest też poprawne i schludne prowadzenie dokumentacji technicznej projektu, a także przechowywanie wszelkich dokumentów związanych z realizacją poszczególnych zadań. Niestety bardzo często poszczególni członkowie grupy projektowej, pracując

na własnych stanowiskach roboczych, nie prowadzą dokumentacji w sposób uporządkowany, co prowadzi do późniejszych problemów z montażem gotowych elementów w pojeździe.

#### **4. PRACA ZDALNA – ROZWIĄZANIE PROBLEMÓW WYNIKAJĄCYCH Z KLASYCZNEGO PODEJŚCIA**

Przedstawione powyżej problemy mogą być rozwiązane dzięki zastosowaniu nowoczesnych technologii. Pierwszy z opisanych wcześniej problemów może być rozwiązany za pomocą dostępnych na rynku, darmowych komunikatorów. Najpopularniejszym, obecnie ciągle stosowanym przez członków Koła Naukowego Konstruktorów Pojazdów, komunikatorem jest portal Facebook. Dzięki jego użyciu każdy z uczestników projektu może wymieniać swoje opinie i notatki, prowadzić dyskusje z innymi osobami. Zdecydowaną zaletą tego typu komunikacji jest to, że obecnie praktycznie każdy student używa Facebooka niemal bez przerwy, a więc zawsze ma pod ręką dostęp do dyskusji nad rozwiązaniami problemów prowadzonego projektu.

Wymiana informacji może odbywać się drogą mailową. Zasada działania pozostaje ta sama, to znaczy w każdej chwili każdy z członków grupy projektowej ma dostęp do wszystkich informacji, które przekazały inne osoby. Dodatkowym sposobem komunikacji jest też aplikacja Skype, za pomocą której można prowadzić wideokonferencję, a więc angażuje ona uczestników w sposób najbardziej zbliżony do fizycznego spotkania w konkretnym miejscu. Pozwala to na bardzo dużą oszczędność czasu, gdyż w takich konferencjach można brać udział z dowolnego miejsca, w którym przebywamy – jedynym warunkiem, który musi być spełniony, jest dostęp do Internetu. W takich konferencjach może brać udział nawet kilkanaście osób, jednak ich wadą jest to, że gdy jedna osoba mówi, pozostałe są automatycznie wyciszane, więc może to być uciążliwe i wtedy zdecydowanie warto wybrać inny sposób komunikacji.

Jeśli chodzi o problemy z różnym poziomem wiedzy wśród członków, w naszej organizacji radzimy sobie z tym za pomocą wspólnych spotkań i przekazywania wiedzy przez bardziej doświadczonych osoby. Dotyczy to nie tylko nauki, prowadzonej w praktyce przy obróbce części, zarówno na maszynach CNC, jak i używając narzędzi konwencjonalnych, ale także odniesienia do stworzonej wcześniej dokumentacji technicznej. Wyjaśniane są wówczas aspekty związane z projektowaniem poszczególnych części, co daje szansę na naukę i wypracowanie dobrych praktyk inżynierskich. Po takim wprowadzeniu, kolejne osoby są angażowane w projekt, gdzie ich praca jest weryfikowana, a następnie przekazywane są wskazówki, na co należy zwrócić większą uwagę, a co jest już robione poprawnie.

Najistotniejszym narzędziem, które pozwoliło uporządkować projekt i umożliwiło pracę zdalną dla członków Koła Naukowego Konstruktorów Pojazdów, jest internetowy dysk wymiany informacji, stworzony przez firmę Google. Jest to sieciowy serwer, na którym można przechowywać wszystkie pliki projektowe. Dodatkowo, posiada on własne aplikacje pozwalające tworzyć nowe dokumenty tekstowe, arkusze obliczeniowe, prezentacje multimedialne, a także formularze ankietowe, które są szczególnie przydatne do prowadzenia rekrutacji, gdyż pozwalają w łatwy sposób zebrać dane kontaktowe

i automatycznie zapisuje je w arkuszu kalkulacyjnym. Narzędzie do tworzenia dokumentów tekstowych ma tę zaletę, że w dowolnej chwili każdy z członków zespołu może zapoznać się z przygotowywanymi raportami z prac, a także wszelkiego rodzaju dokumentami administracyjnymi, związanymi z działalnością Koła Naukowego. Przy użyciu plików stworzonych w arkuszu kalkulacyjnym prowadzone są harmonogramy czasowe i wykonawcze projektów. Dane takie są potrzebne, aby poszczególni członkowie zespołu mogli w sposób przejrzysty zapoznać się z obecnie realizowanymi zadaniami oraz aktualizować ich statusy. Pozwala to na odpowiednio szybką reakcję na wszelkiego rodzaju opóźnienia, co w konsekwencji zapobiega przekroczeniu terminu realizacji projektu. Dodatkowo pozwala na zebranie wszystkich informacji o projekcie w jednym miejscu. Na poszczególnych arkuszach znajdują się informacje o zadaniach i etapie ich realizacji, osobach odpowiedzialnych za ich wykonywanie, materiałach, które należy zakupić, aby możliwe było wykonanie obróbki wymaganych elementów, planowany budżet projektu, czy też podsumowanie bieżących wydatków.

Wspólne korzystanie z tego samego serwera do przechowywania plików skraca czas potrzebny na wymianę informacji. Umożliwia to również jednoczesną pracę nad projektami, gdyż po wprowadzeniu zmian i ich synchronizacji, tworzone są kolejne wersje plików. Starsze wersje plików domyślnie są zachowywane na serwerze, więc istnieje możliwość powrotu do wcześniejszej koncepcji danego rozwiązania. Jeśli w tym samym czasie dwie osoby otworzą ten sam plik, po jego zapisaniu zostanie utworzony osobny plik z numerem obok nazwy. Niestety, obecnie nie ma możliwości zablokowania dostępu do aktualnie otwartego pliku, więc należy uważnie sprawdzać, jakie zmiany zostały dokonane i kto je wprowadził, a następnie konieczne jest skontaktowanie się z daną osobą i wyjaśnienie oraz ewentualną korektę wprowadzonych zmian.

#### **5. PROWADZENIE DZIAŁALNOŚCI EDUKACYJNEJ DLA OSÓB NIEBĘDĄCYCH CZŁONKAMI KOŁA NAUKOWEGO KONSTRUKTORÓW POJAZDÓW Z WYKORZYSTANIEM E-TECHNOLOGII**

Oprócz działalności związanej z rozwojem studentów, członków Koła Naukowego Konstruktorów Pojazdów, jednostka ta prowadzi także szereg akcji edukacyjnych dla każdego, niezależnie od stopnia posiadanej wiedzy z zakresu technologii maszyn, zagadnień mechaniki czy elektroniki. Wykorzystuje się do tego celu internetowe portale społecznościowe takie, jak Facebook czy YouTube. Za pośrednictwem profilu na Facebooku umieszczane są zdjęcia wykonywanych części wraz z krótkimi opisami sposobu wykonania, a także przygotowania prefabrykatów do obróbki poszczególnych części składowych podzespołów konstruowanych pojazdów. Dodatkowo, w serwisie YouTube umieszczane są filmy z przeprowadzonej obróbki, gdzie każdy użytkownik sieci ma możliwość zapoznać się ze sposobem obsługi maszyn do obróbki skrawaniem oraz sposobem przygotowania materiału do frezowania. Ponadto, po zbudowaniu pojazdów, w serwisie YouTube zamieszczono także filmy z jazd testowych. Dzięki temu możliwe jest zapoznanie się ze sposobem prowadzenia testów pojazdów prototypowych, nauczenie się pewnych

procedur, które prototyp powinien przejść, aby móc być wdrożonym do produkcji.

Dodatkową ideą, którą członkowie Koła Naukowego Konstruktorów Pojazdów wdrażają, jest publikacja serii filmów edukacyjnych, związanych z obróbką plastyczną, pod nazwą „Wykłady Pana Darka”. Pokazany w nich jest proces realizowany przy produkcji danych elementów z zastosowaniem adekwatnych maszyn, a dodatkowo wyjaśniane są poszczególne etapy realizacji tego procesu przez doświadczonego technika, który posiada wieloletnie doświadczenie w wykonywaniu podobnych operacji. Narracja w tych filmach prowadzona jest w sposób przystępny tak, aby ideę procesu wytwarzania mogła zrozumieć osoba zupełnie nie związana z branżą produkcyjną czy wytwórczą.



Rys. 5. Film przedstawiający proces ciągnięcia drutu na ciągarce łańcuchowej [2]

Jak pokazuje rysunek 5, zasięg publikowanych filmów jest duży, co sprzyja ciągłemu rozprzestrzenianiu się wiedzy, dzięki czemu coraz więcej osób może mieć

do niej dostęp. Stwarza to szansę na lepsze poznanie procesów produkcyjnych osobom, które na co dzień nie poruszają się w tym środowisku lub też mają utrudniony dostęp do zasobów.

## 6. PODSUMOWANIE

Większość prac prowadzonych przez Koło Naukowe Konstruktorów Pojazdów opiera się na używaniu nowoczesnych technologii internetowych, które w znaczny sposób ułatwiają pracę i integrację wkładu poszczególnych członków organizacji w rozwój realizowanych projektów. Technologie te stanowią nie tylko wygodne narzędzia, zmniejszające czas potrzebny na optymalne prowadzenie projektu, ale również umożliwiają szybką wymianę informacji oraz tworzą platformę służącą do edukacji i rozwoju.

Oprócz tego, dzięki zastosowaniu serwisu YouTube i oferowanych przez niego usług, możliwe staje się edukowanie innych przez internet. Dzięki powszechnej dostępności do publikowanych filmów, a także prowadzenia ich w sposób ułatwiający zrozumienie procesu, każdy użytkownik sieci może posiadać podstawową wiedzę inżynierską z zakresu obróbki i projektowania części maszyn.

## 7. BIBLIOGRAFIA

1. Lutarewicz P., zdjęcia z archiwum prywatnego.
2. Serwis internetowy YouTube.

## USE OF REMOTE WORK TOOLS IN ACTIVITIES OF VEHICLES DESIGNERS SCIENTIFIC CIRCLE

Present article describes activities and projects conducted by Vehicles Designers Scientific Circle in a manner of use remote work tools. First sections concern of already finished projects – designing two vehicles – one driven by electric motor and the other powered by compressed air. Both cars were built in May 2016 and participated in international competitions, correspondingly Shell Eco-marathon Le Mans and Aventics Pneumobile. Next paragraph shows difficulties that occur when students try to do tasks like an employee – first and most important issue is the lack of time to attend to a meeting with your team for designing purposes. There are several more problems, which can be solved by using modern remote applications, such as Google Drive, Facebook or YouTube. Use of Google Drive reduces time needed for managing all files of the project, from 3d geometry files, to spreadsheets for lifetime of the project and finance overview. When using Facebook, communication is almost instant, so project team members can actually react just in time for changes or any delays in implementation of the ideas of the project. On YouTube, there are posted videos, which explain basic processes of manufacturing. Thanks to free access and wide range, posted videos can achieve many people around the country, and even world, and give them a chance to learn how manufacturing looks like.

**Keywords:** pneumatic vehicle, electric vehicle, remote work, teaching.

*IV Konferencja*

*eTechnologie w Kształceniu Inżynierów eTEE'2017*

Politechnika Gdańska, 27-28 kwietnia 2017

**KURS URBANLAB 3.0  
JAKO REALIZACJA MODELU PBL W FORMULE E-LEARNINGU**

**Marek BUKOWSKI<sup>1</sup>, Tomasz ROZWADOWSKI<sup>2</sup>**

1. Gdański Uniwersytet Medyczny, Muzeum Gdańskiego Uniwersytetu Medycznego  
tel.: 58 3491446, e-mail: marski@gumed.edu.pl
2. Politechnika Gdańska, Wydział Architektury, Katedra Urbanistyki i Planowania Regionalnego  
tel.: 58 3471062, e-mail: trozw@pg.gda.pl

**Streszczenie:** Artykuł przedstawia metodologię i efekty interdyscyplinarnego, eksperymentalnego kursu z grupy tzw. blended learning, prowadzonego na Politechnice Gdańskiej. W badaniach posłużono się sondażami i studiami literaturowymi podkreślającymi innowacyjne aspekty zastosowanej konstrukcji kursu. Celem artykułu jest pokazanie potencjału techniki e-learningu połączonej z wykorzystaniem systemu PBL w formie „odwróconej klasy”. Analiza wyników czterech edycji kursu pokazuje korzystne efekty połączenia technik zdalnego nauczania z aktywnościami polegającymi na bezpośredniej współpracy studentów. Wypracowana przez autorów metoda prowadzenia kursu UrbanLab stanowi interesującą propozycję rozwoju nowoczesnych form organizacji interdyscyplinarnych kursów na uczelniach technicznych.

**Słowa kluczowe:** blended learning, PBL, odwrócona klasa, e-learning, innowacyjna edukacja, UrbanLab.

## 1. GENEZA KURSU

W ostatnich trzech dekadach obserwuje się niespotykany dotąd rozwój technologii cyfrowej w zasadniczy sposób modyfikującej codzienne życie. Postęp ten pociąga za sobą zmiany paradygmatu poznawczego, będącego punktem wyjścia treści i metod dydaktycznych. Świadomość tempa zmian i konieczność stałego modyfikowania procesu przekazywania wiedzy stały się punktem wyjścia dla opracowania nowej metody dydaktycznej. Artykuł jest podsumowaniem doświadczeń doskonalenia zajęć na Wydziale Architektury Politechniki Gdańskiej poprzez zbudowanie nowej formuły kursu dla przyszłych projektantów miasta. Wprowadzony na PG kurs UrbanLab 3.0 bazuje na interdyscyplinarności i łączeniu różnych technik edukacyjnych. Opracowanie i doskonalenie kursu oparto o łączenie wcześniejszych doświadczeń jego twórców z obserwacjami wyniesionymi ze stażu w Massachusetts Institute of Technology i innych uczelniach zachodnich. Ta autorska metoda dydaktyczna realizowana jest po raz pierwszy na PG jako kurs międzywydziałowy pomiędzy studentami: architektury, informatyki z udziałem studentów medycyny z Gdańskiego Uniwersytetu Medycznego. Po doświadczeniach czterech edycji kursu wydaje się on stanowić obiecujące i efektywne

narzędzie edukacji, pozwalające na przygotowanie przyszłych projektantów miasta do funkcjonowania w warunkach współczesnego rynku pracy oraz skutecznego zarządzania przestrzenią miejską.

## 2. EDUKACJA AKADEMICKA W POLSCE

W większości polskich uczelni nadal obowiązuje tradycyjny tzw. twardy podział na dziedziny wiedzy. Dydaktyka jest realizowana z perspektywy naukowej tylko jednej dyscypliny w odrębnych budynkach wydziałowych. Szereg publikacji pokazuje, iż brak udogodnień dla podejścia interdyscyplinarnego uniemożliwia studentom kierunków technicznych efektywne nabywanie umiejętności określanych jako „21-century skills” [1, 2]. Wydaje się też, że modyfikacja curriculum uniwersyteckiego następuje zbyt opieszale w stosunku do tempa przemian ustrojowo-ekonomicznych w efekcie czego obserwuje się rozwarstwienie pomiędzy wyzwaniem cywilizacyjnymi, przed jakimi stawiani są absolwenci kierunków technicznych, a możliwościami przekazywania studentom wiedzy i umiejętności niezbędnych do podolania tym wyzwaniom. Trend ten potwierdzają zastrzeżenia pracodawców dotyczące kompetencji absolwentów i ich przygotowania do pracy w zespołach interdyscyplinarnych. W tym kontekście kardynalnego znaczenia nabiera skuteczność systemu edukacji w zakresie tzw. umiejętności „miękkich”, innowacyjności i kompetencji społecznych.

## 3. METODA PRACY URBANLAB 3.0

Efektywna edukacja będzie z pewnością stanowić jedno z poważniejszych wyzwań XXI wieku. Istotną rolę, będzie odgrywać też nabywanie kompetencji do pracy w zespole. Aktywne strategie uczenia się polegające na współpracy w grupach zorientowanych na cel zwiększając zaangażowanie uczniów [3], ich „zanurzenie” w środowisku nauczania, wpływają też na poprawę jakości procesu uczenia się i jego wyników [4, 5].

Opisany w artykule kurs jest połączeniem tzw. techniki „odwróconej klasy” z elementami nauczania zdalnego realizowanymi w formie PBL (ang. *project based learning*).



PBL jest to proces nauczania i uczenia się, oparty na działaniach projektowych skoncentrowanych na problemie, dążący do opracowania gotowego rozwiązania lub produktu dla klienta. Jest to metoda od lat stosowana na wielu zachodnich uczelniach. Kursy budowane w ten sposób pozwalają na maksymalne zbliżenie procesu dydaktycznego do realnych warunków pracy. Poprzez swoją formułę, metoda odzwierciedla sposób, w jaki ludzie uczą się w prawdziwych i życiowych sytuacjach [6].



Rys. 1. Schemat organizacji kursu ukazujący podział na zakres aktywności realizowanych poza uczelnią i na sali zajęciowej

Dwa aspekty PBL są szczególnie mocno akcentowane w literaturze przedmiotu m.in. wymienione w raporcie Banku Światowego z 2002 roku: uczenie w celu transformowania informacji w nową wiedzę i uczenie transformowania nowej wiedzy we wdrożenia [7]. Wysoka zdolność do kumulowania wiedzy i generowania innowacji jest kluczowym źródłem wzrostu gospodarczego [8]. Istotną specyfiką metody jest również nacisk kładziony na swobodę poszukiwań oraz obszerne pole do testowania optymalnych zasad współpracy w zespole, co tworzy środowisko bliższe centrów innowacji czy grup start-up'owych niż typowej sali akademickiej. W badaniach porównawczych PBL wykazuje też wyższą skuteczność w nabywaniu umiejętności planowania i monitorowania własnej edukacji przez studentów oraz nabywania umiejętności rozwiązywania problemów (ang. *problem-solving skills*) w stosunku do konwencjonalnych metod akademickich [9-11].

Metoda PBL na kursie UrbanLab 3.0 została zrealizowana w formule łączenia „odwróconej klasy” (ang. *flipped class*). Odwrócona klasa jest strategią edukacyjną, jednym z typów tzn. 'blended learning', która polega na zamianie tradycyjnych aktywności w środowisku nauczania [12]. Zdobywanie wiedzy przenosi się poza uczelnię, na czas pracy własnej studenta, natomiast w czasie wspólnych spotkań realizowane są aktywności, które tradycyjnie były wykonywane jako zadania domowe.

Metodologia kursu, jak pokazano na schemacie (rys. 1) opiera się na dużej swobodzie pracy w zespołach odbywającej się poza uczelnią oraz na możliwościach wymiany doświadczeń i uwag mających swoje miejsce w trakcie regularnych spotkań na sali wykładowej. Kolejne fazy pracy zespołowej są momentem, kiedy dostarczane są spersonalizowane treści teoretyczne i zapewnione konsultacje z zewnętrznymi ekspertami.

Przedstawiony w pracy kurs UrbanLab 3.0 i metoda jego prowadzenia ma cechy innowacyjnego procesu

dydaktycznego nieobecnego w szerszym wymiarze w programach polskich uczelni. Metoda kursu spełnienia dwie kategorie warunków:

#### A. Dotyczących treści programowych

1. wykorzystanie rozwoju technologii w zarządzaniu szeroko rozumianym systemem osadniczym,
2. wskazywanie interakcji pomiędzy postępowaniem technologii a funkcjonowaniem społeczeństwa w skali mikro i makro,
3. krytyczna ocena możliwości i zagrożeń wpływających z zastosowania technologii.

#### B. Dotyczących metod dydaktycznych

1. interdyscyplinarność oferująca szeroki horyzont intelektualny, rozwijająca umiejętność myślenia nieszablonowego, nieograniczonego ramami jednej dziedziny i specjalności, ponadto mająca istotny wpływ na stymulowanie odpowiedzialności i kształtowanie dojrzałych postaw społecznych opartych na empatii i koncyliacyjności [13],
2. *PBL* – efektywnie przygotowująca studenta do wyzwań współczesnego rynku pracy,
3. *Flipped class*, stymulująca umiejętność samodzielnego definiowania problemów badawczych, ich analizę oraz syntezę wyników, ponadto pozwalająca studentom pracować w tempie i w sposób najbardziej dla nich efektywny,
4. weryfikacja wiedzy, szczególnie wyjaśnianie wątpliwości poprzez osobiste spotkania z nauczycielem oraz poprzez uczestnictwo w pracy zespołu.

Formuła zdalnego nauczania w przypadku metody UrbanLab 3.0 jest stosowana w zakresie ograniczonym do fazy pracy w poszczególnych zespołach zgodnie z zasadą odwróconej klasy. Stanowi ona uzupełnienie tradycyjnych form nauczania, pozwalając na dużo skuteczniejsze wykorzystanie czasu wspólnych spotkań na sali wykładowej.

## 4. UWARUNKOWANIA E-LEARNINGU W PERSPEKTYWIE KURSU TYPU PBL

Wielu autorów podkreśla, że aby sprostać wymogom złożonej rzeczywistości, współczesna edukacja musi być w coraz większym stopniu spersonalizowana i opierać się na formie e-kursów w pełni dostosowanych do potrzeb użytkowników [14-17], z drugiej strony metoda PBL jest trudna do pełnego zastosowania w przypadku technik e-learningu ze względu na konieczność zapewnienia efektywnej komunikacji i wspólnego działania w ramach zespołów.

Jakość e-learningu w dużej mierze zależy od efektywności jego podstawowych składowych tj. poziomu komunikacji, skuteczności kontroli prowadzonej przez nauczycieli oraz motywacji studentów [18]. Elementy te są głównymi predyktorami ogólnej efektywności kursu.

Badania pokazują ponadto, że lepsze wyniki uzyskiwane są, gdy współpraca między uczestnikami kursu jest oparta o osobisty kontakt niż poprzez internet. Brak jakiegokolwiek socjalizacji między studentami jeszcze bardziej obniża efekty kursu [19]. Studenci przyzwyczajeni do zachowań kolektywnych, pozostający od wpływów „kultury współpracy” odbierają kurs, jako przynoszący więcej korzyści niż studenci przyzwyczajeni do pracy indywidualnej. Obie skrajne postawy studentów wpływają na ich subiektywną ocenę satysfakcji z kursu zarówno w wymiarze indywidualnym jak i organizacyjnym [20, 21].

W przypadku „collaborative e-learning environment” wysoki poziom samodyscypliny jest łatwiejszy do uzyskania ze względu na presję zespołu w przypadku skutecznie realizowanej metodologii współpracy. Konieczność skutecznego motywowania studentów do pokonywania kolejnych etapów kursu, jako kluczowego zagadnienia nauczania zdalnego znalazła odzwierciedlenie w piśmiennictwie [22].

Oprócz zagadnień wymienionych powyżej szczególne znaczenie w przypadku kursów interdyscyplinarnych ma również dostosowanie zawartości kursu do oczekiwań uczestników – z uwagi na różny zakres ich wiedzy oraz odmienne podejście badawcze. Zagadnienie personalizacji można uznać za jeszcze bardziej złożone, po uwzględnieniu specyfiki poszczególnych dziedzin wiedzy i różnego stopnia osobistego przygotowania studentów oraz odmienności sposobu uczenia, jak również definiowania przez uczestników różnych celów kursu [23, 24].

## 5. WYNIKI I Dyskusja

Kurs prowadzony na PG pokazuje, że interdyscyplinarna edukacja realizowana w formule PBL jest narzędziem posiadającym duży potencjał w budowaniu nowoczesnej agendy akademickiej, korespondującej z wyzwaniem, jakie stawia współczesny rynek pracy. Prace przygotowywane przez studentów pokazały ogromny potencjał kursu, zarówno w zakresie tworzenia innowacji, jak nabywania umiejętności miękkich i pracy z zespołem.

Praca na kursie jest uważnie monitorowana poprzez przeprowadzane na poszczególnych jego etapach sondy i szczegółową ankietę przeprowadzaną po jego zakończeniu. Uzyskiwane na bieżąco wyniki ankiet dają przesłanki do eksperymentów z poszczególnymi komponentami kursu i modyfikowania ich treści. Ogólna ocena studentów jest bardzo wysoka i sięga 98% na skali satysfakcji. Często w ankietach podkreślany jest też pozytywny wpływ na rezultaty, jaki daje czas dostępny na mniej formalną refleksję dotyczącą postępów pracy i wzajemnie mobilizujący efekt współpracy w dużym zespole (75% odpowiedzi). Wspomniany czas refleksji, wymiany lub nawet negocjacji ma miejsce na sali zajęciowej szczególnie w momentach, gdy członkowie zespołów projektowych uzgadniają sposób i kierunek rozwoju projektu oraz sposoby jego realizacji lub gdy podejmują dyskusje na temat szczegółowych rozwiązań z prowadzącymi zajęcia lub zaproszonymi ekspertami. Na tej podstawie można stwierdzić, że różnorodność środków dydaktycznych podnosi atrakcyjność kursu. Wartość dalszego badania i opracowania są refleksje wyrażone przez studentów na temat znaczenia samodzielnych studiów, wartości czasu przeznaczonego na zadawania pytań i próby zespołowego poszukiwania odpowiedzi (80% pozytywnych odpowiedzi wskazuje na te aspekty). Doświadczenia wskazują też na konieczność precyzyjnego wyważenia proporcji poszczególnych jego elementów składowych z zakresem realizowanym w formie e-learningu i każdorazowego elastycznego „dostrojenia” tych proporcji do specyfiki tematu kursu i oczekiwań studentów.

Osobnym zagadnieniem są oczekiwania wobec efektów osobistych. Zasadnicze z nich dotyczą nabycia umiejętności projektowych pozwalających na tworzenie i wdrażanie rozwiązań prowadzących do sukcesu finansowego. Poza nimi dało się zauważyć trudne do zwerbalizowania przez studentów oczekiwania, aby kurs był czymś więcej niż tylko kolejnym przedmiotem wymagającym zaliczenia.

Oczekiwaniu temu towarzyszy aprobatą dla stawianych przed studentami wysokich wymagań i zaangażowania w pracę. Oczekują oni, oraz wysoko oceniają zajęcia pozwalające na wykazanie się pomysłowością, otwartością i oryginalnym myśleniem (89% respondentów wskazujących ten aspekt kursu). Jako mankamenty kursu studenci wskazywali różny stopień zaangażowania i zróżnicowanie nakładów pracy wśród członków zespołów. W ciągu czterech edycji kursu nie udało się wypracować satysfakcjonującego modelu równomiernego obciążenia studentów pracą w zespołach.

## 6. PODSUMOWANIE

Analiza przeprowadzonych zajęć metodą UrbanLab nasunęła następujące wnioski:

1. W agendzie polskiego szkolnictwa wyższego wciąż w zbyt małym stopniu podnosi się zagadnienie uczenia pracy zespołowej.
2. Kursy e-learningowe, mogą stanowić uzupełnienie wielowymiarowego modułu dydaktycznego.
3. Skuteczność e-learningu wymaga badań i dalszych poszukiwań optymalnych rozwiązań.
4. Wyniki ankiet studenckich potwierdzają, że edukacja oparta na osobistych spotkaniach i współdziałaniu w zespole jest wyżej oceniana i przynosi lepsze efekty.
5. Metoda UrbanLab jest innowacją dydaktyczną, skutecznie łączącą nowatorskie techniki stacjonarne z elementami e-learningu (ankiety ewaluacyjne odzwierciedlają unikalny pod tym względem charakter kursu).

Analizując przeprowadzone edycje kursu, poziom powstałych projektów studenckich, zawartość ankiet ewaluacyjnych oraz uwzględniając literaturę przedmiotu, zdiagnozowano dwa problemy metody UrbanLab:

a - trudne do uzyskania równomierne zaangażowanie członków zespołu w pracę nad projektem (co prowadzi do nieporozumień wewnątrz zespołów).

b - brak narzędzi służących wspólnej pracy nad projektem, dostosowanych do wymiany i przetwarzania dużych pakietów danych.

Wydaje się jednak, że oprogramowanie edukacyjne w zakresie kształcenia na odległość znajduje się ciągle w początkowej fazie rozwoju i można tu oczekiwać przełomowych rozwiązań. Nie ulega też wątpliwości, że przedstawione w artykule sposoby nauczania wymagają dalszego rozwoju, pozwalającego na dostosowanie ich do realiów systemu edukacji (np. brak mechanizmów pracy zespołowej) czy mentalności studentów (nawyki wyniesione z edukacji niższych szczebli). Zdaniem autorów, metodologia UrbanLab 3.0 ze względu na skuteczne łączenie trzech różnych technik dydaktycznych zasługuje już w obecnej postaci na rozpatrzenie, jako element wzbogacający obowiązujący system edukacji akademickiej.

## 7. BIBLIOGRAFIA

1. Chris D.: Comparing Frameworks for 21st Century Skills, Harvard Graduate School of Education, 2009, dostęp. 20.02.2017.
2. The Definition and Selection of Key Competencies, OECD 2005, dostęp. 20.02.2017.
3. Smith J. P.: The efficacy of a flipped learning classroom. Doctoral Dissertation, 2015, Illinois McKendree Univ.

4. Freeman S., Eddy S. L., McDonough M., Smith M. K., Okoroafor N., Jordt H., et al.: Active learning increases student performance in science, engineering, and mathematics. *Proceedings of the National Academy of Sciences*, 2014, 111, (23).
5. Yilmaz R.: Knowledge sharing behaviors in e-learning community: Exploring the role of academic self-efficacy and sense of community, *Computers in Human Behavior*, Volume 63, October 2016, s. 373-382.
6. Biggs J.: *Teaching for Quality Learning at University*, The Society for Research into Higher Education, 2003, Open University Press, Berkshire, United Kingdom.
7. World Bank, *Constructing Knowledge Societies: New Challenges for Tertiary Education*, The International Bank for Reconstruction and Development, The World Bank, Washington DC, USA, 2002, s. 29.
8. Antonelli C., Patrucco P., Quatraro A.: Productivity growth and pecuniary knowledge externalities: An empirical analysis of agglomeration economies in European regions. *Economic Geography*, 2011, 87(1), s. 23-50.
9. Downing K.J.: Does Problem-based Learning Enhance Metacognition? *International Problem-Based Learning Symposium Proceedings: Re-inventing PBL*, 2007, Singapore, s. 99-113.
10. Torres P., Augusto M.: The impact of experiential learning on managers' strategic competencies and decision style, *Journal of Innovation & Knowledge*, 2, 2017, s. 10-14.
11. Carriger M. S.: What is the best way to develop new managers? Problem-based learning vs. lecture-based instruction, *The International Journal of Management Education* 14, 2016, s. 92-101.
12. Thi Thai N.T., De Wever B., Valcke M.: The impact of a flipped classroom design on learning performance in higher education: Looking for the best "Blend" of lectures and guiding questions with feedback, *Computers & Education*, Volume 107, April 2017, s. 113-126.
13. Lattuca L.R., Voigt L.J., Fath K. Q.: Does Interdisciplinary Promote Learning? *Theoretical Support and Researchable Questions*. *The Review of Higher Education*, 28, 1, 2004, p. 23-48.
14. Caputi V., Garrido A.: Student-oriented planning of e-learning contents for moodle. *Journal of Network and Computer Applications*, 53, 2005, s.115-127.
15. Comi A., Fotia L., Messina F., Pappalardo G., Rosaci D., Sarne G.: Forming homogeneous classes for e-learning in a social network scenario. In *Proceedings of international conference on distributed computing*, 2015, s. 131-141.
16. Garrido A., Onaindia E.: On the application of planning and scheduling techniques to e-learning. In *Proceedings of 23rd international conference on industrial, engineering & other applications of applied intelligent systems*, IEA-AIE 2010, LNAI 6096, Springer, s. 244-253.
17. Rosaci D., Sarne G.: Efficient personalization of e-learning activities using a multi-device decentralized recommender system. *Computational Intelligence*, 26, 2010, s.121-141.
18. Yilmaz R.: Exploring the role of e-learning readiness on student satisfaction and motivation in flipped classroom, *Computers in Human Behavior*, 70, 2017, s. 251-260.
19. Yanson R., Johnson R.: An empirical examination of e-learning design: The role of trainee socialization and complexity in short term training, *Computers & Education*, Volume 101, October 2016, s. 43-54.
20. Aparicio M., Bacao F., Oliveira T.: Cultural impacts on e-learning systems' success, *The Internet and Higher Education*, Volume 31, October 2016, s. 58-70.
21. Asoodar M., Shahin Vaezi S., Izanloo B.: Framework to improve e-learner satisfaction and further strengthen e-learning implementation, *Computers in Human Behavior*, Volume 63, October 2016, s. 704-716.
22. Gorbunovs A., Kapenieks A., Cakula S.: Self-discipline as a key indicator to improve learning outcomes in e-learning environment, *Procedia - Social and Behavioral Sciences* 231, 2016, s. 256-262.
23. Garrido A., Morales L., Serina I.: On the use of case-based planning for e-learning personalization, *Expert Systems With Applications*, 60, 2016, s. 1-15.
24. Alsabawy A.Y., Cater-Steel A., Soar J.: Determinants of perceived usefulness of e-learning systems, *Computers in Human Behavior*, Volume 64, 2016, s. 843-858.

## **THE URBANLAB 3.0 COURSE AS THE IMPLEMENTATION OF THE PBL IN E-LEARNING FORMULA**

The article presents the methodology and results of interdisciplinary, experimental course conducted at Gdansk University of Technology belonging to the so-called blended learning system and realized by "flipped class" methodology. The studies used inquiries and multidisciplinary literature studies emphasizing the innovative aspects of the course construction. The aim of the article is to show the potential offered by the e-learning combined with stationary educational techniques. Results of the course show the beneficial effects of a combination of distance learning with activities involving a direct cooperation of students. Project Based Learning method conducted in the form of "flipped class", has also favourable impact on course results. The course UrbanLab 3.0 with new methodology developed by authors may be an interesting proposal for the development of new forms of organization of interdisciplinary courses in higher education.

**Keywords:** blended learning, flipped-classroom, e-learning, innovative education.

## PRZYKŁADY DOBREJ PRAKTYKI W PROJEKCIE SP4CE ERASMUS+

Anna CZAJA<sup>1</sup>, Anna GRABOWSKA<sup>2</sup>, Ewa KOZŁOWSKA<sup>3</sup>, Paulina PAŁASZ<sup>4</sup>

1. Politechnika Gdańska, Wydział Ekonomii i Zarządzania  
tel.: 697 092 309 e-mail: aczaja@zie.pg.gda.pl
2. PRO-MED sp. z o.o.  
tel.: 601 329 795 e-mail: anka.grabowska@gmail.com
3. Politechnika Gdańska, Wydział Mechaniczny  
tel.: 503 820 583 e-mail: ewakozlowska-sopot@wp.pl
4. Gdański Uniwersytet Medyczny, Wydział Lekarski  
tel.: 514 163 428 e-mail: paulina.palasz@gumed.edu.pl

**Streszczenie:** Projekt SP4CE, czyli Partnerstwo Strategiczne na Rzecz Kreatywności i Przedsiębiorczości (ang. Strategic Partnership for Creativity and Entrepreneurship) jest odpowiedzią na potrzeby zidentyfikowane w komunikacie z Brużii w sprawie ściślejszej europejskiej współpracy w dziedzinie kształcenia i szkolenia zawodowego w latach 2011-2020. W projekcie zaprojektowano i uruchomiono portal SP4CE bazujący na oprogramowaniu WordPress i Moodle. WordPress wykorzystano głównie do udostępnienia materiałów informacyjnych oraz szkoleniowych dostępnych w pięciu językach partnerskich; angielskim, greckim, polskim, słowackim i węgierskim. Moodle umożliwia współpracę konsultantów, nauczycieli i studentów oraz współpracę międzyuczelnianą wykorzystując koncepcję tzw. pokoiów nauki (ang. Learning Rooms). Przykładami wykorzystania platformy SP4CE są pokoje nauki wspierające m. in. proces przygotowania prac na konferencje naukowe, organizację warsztatów, prowadzenie projektów międzyuczelnianych, kół naukowych, prac dyplomowych, doktorskich itd.

**Słowa kluczowe:** CMS, LMS, Moodle, WordPress, MOOC, Fusion 360.

### 1. WPROWADZENIE DO PROJEKTU SP4CE

Projekt SP4CE ma na celu łączyć trzy docelowe grupy odbiorców: nauczycieli, studentów oraz przedsiębiorców, a przez to poprawić współpracę, wspierać rozwój innowacyjności i kreatywność działań na rzecz postępu nauki.

W skład partnerstwa projektu SP4CE wchodzi sześć organizacji z czterech krajów Unii Europejskiej: Grecja, Polska, Słowacja oraz Węgry. Są to IDEC (Grecja), PIAP i PRO-MED (Polska), TUKE i ASTRA (Słowacja) oraz TREBAG (Węgry).

IDEC zajmuje się tworzeniem materiałów związanych z konsultingiem oraz kontaktami ze szkołami zawodowymi.

PIAP (Przemysłowy Instytut Automatyki i Pomiarów) odpowiada za koordynację działań projektowych.

Za prototyp platformy SP4CE odpowiedzialna jest firma PRO-MED współpracująca z uczelniami wyższymi o profilu zawodowym.

Techniczny Uniwersytet w Koszycach (TUKE) był koordynatorem projektu OpenInn [1], [2]. Rezultaty

OpenInn wykorzystywane są w projekcie SP4CE. TUKE prowadzi badania wdrożeniowe, zarządza opracowaniem treści pedagogicznych, współpracuje ze szkołami technicznymi i innymi uczelniami wyższymi.

ASTRA jest jednostką wspierającą TUKE odpowiadającą za nawiązywanie kontaktów z przedsiębiorcami słowackimi oraz za opracowanie poradników.

TREBAG zajmuje się szkoleniami zawodowymi i jako uczestnik projektu HIG odpowiada za udział przedsiębiorców w projekcie oraz wykorzystanie doświadczeń z projektu HIG [3].

Tradycyjna współpraca pomiędzy różnymi jednostkami zazwyczaj jest utrudniona, wiąże się z licznymi spotkaniami, nakładami czasu oraz finansowymi. W niniejszej pracy starano się zaprezentować kooperację branżową pomiędzy uczelniami wyższymi (Politechnika Gdańska - PG, Gdański Uniwersytet Medyczny- GUMed) z biznesem (firma PRO-MED) na platformie SP4CE (rys.1). W projekt są zaangażowani studenci, nauczyciele, inżynierowie oraz przedsiębiorcy. Dodatkowo wykorzystano oprogramowanie Fusion 360 oraz aplikację MoodleCloud.



Rys. 1. Współpraca SP4CE – PG – GUMed

### 2. POKOJE NAUKI

Pokoje nauki pokazane na rysunku 2 umożliwiają komunikację trójkierunkową:

student ↔ nauczyciel ↔ przedsiębiorca

Wykorzystanie koncepcji otwartych szkoleń umożliwia komunikację i naukę w każdym miejscu, w którym użytkownik szkolenia posiada dostęp do Internetu. Uczeń/student biorący zarejestrowany w pokoju nauki może wykonywać projekty/zadania w indywidualnym tempie pracy, będąc w stałym kontakcie ze swoim nauczycielem bez konieczności opuszczania domu. Pozwala to na zaoszczędzenie czasu. Uczeń ma dostęp do różnorodnych materiałów m.in. prezentacji, filmów z wykładów, dokumentów tekstowych, itd. Dzięki takiemu systemowi pracy wiele osób może realizować wspólne projekty (m.in. pisanie artykułów, przygotowanie wystąpień na konferencji czy zjazdy naukowe). Korzystanie z platformy SP4CE pozwala na pracę interdyscyplinarną oraz prowadzenie projektów międzyuczelnianych, organizację wyjazdów naukowych (m.in. rezerwacja noclegów, transportu, etc.).



Rys. 3. Tworzenie streszczenia i prezentacji na III KRE



Rys. 2. Platforma SP4CE i zamawianie pokoju nauki

E-learning umożliwia prowadzenie konferencji online. Zaletą jest szansa późniejszego odtworzenia wykładów i darmowy dostęp do wiedzy. Korzystanie z e-learningu ma również swoje wady. Zalicza się do nich brak osobistego kontaktu z osobami zaangażowanymi w realizację wspólnego projektu. Ponadto przygotowywanie przez opiekuna projektu materiałów pomocniczych bywa pracochłonne i kosztowne. Problemem może być brak prawnych norm dotyczących udostępniania dokumentacji medycznej.

### 3. O WYBRANYCH IMPLEMENTACJACH SP4CE

#### 3.1. Konferencje

Przykładami wykorzystania platformy SP4CE są pokoje nauki wspierające m. in. proces przygotowania prac na konferencje naukowe, organizację warsztatów, prowadzenie projektów międzyuczelnianych, kół naukowych, prac dyplomowych, doktorskich itd.

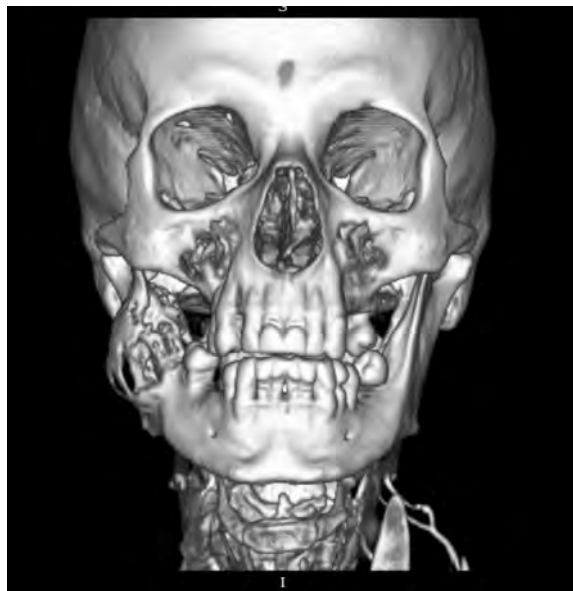
Platforma SP4CE umożliwiła przygotowanie streszczeń, artykułów oraz prezentacji na liczne interdyscyplinarne konferencje, między innymi III Kongres Rozwoju Edukacji, XX Międzynarodową Konferencję Naukową Studentów Stomatologii im. Michała Kłopotowskiego, IV Konferencję eTechnologie w Kształceniu Inżynierów (rys. 3, rys. 4).



Rys. 4. Zaświadczenie o udziale w Trzecim Kongresie Rozwoju Edukacji

#### 3.2. Prace dyplomowe

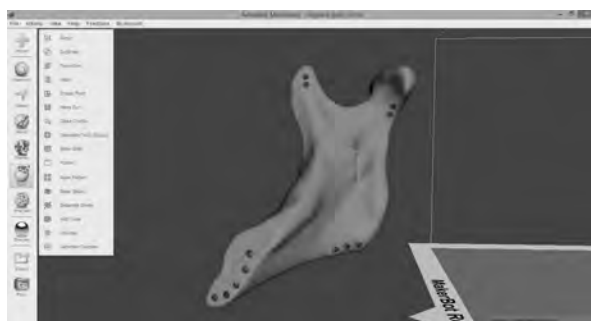
Działalność na platformie umożliwiła przygotowanie pracy dyplomowej o tematyce interdyscyplinarnej – Implant indywidualny zuchwy u pacjenta ze szkliwiakiem (rys. 5, rys. 6, rys. 7, rys. 8). Dzięki współpracy studentów Politechniki Gdańskiej oraz Gdańskiego Uniwersytetu Medycznego proces tworzenia implantu był na bieżąco analizowany i konsultowany w dedykowanym pokoju nauki na platformie Moodle. Współpraca opierała się na wymianie plików oraz uwag dotyczących projektowanego implantu zarówno od strony medycznej, jak i technicznej.



Rys. 5. Projektowanie implantu indywidualnego – rekonstrukcja 3D z badania tomografii komputerowej



Rys. 6. Projektowanie implantu żuchwy poprzez odbicie lustrzane strony zdrowej



Rys. 7. Projektowanie implantu żuchwy poprzez odbicie lustrzane strony zdrowej



Rys. 8. Gotowy implant indywidualny wykonany technologią druku 3D

### 3.3. Warsztaty

Kolejnym przykładem wykorzystania platformy SP4CE było przygotowanie warsztatów z obsługi programu Fusion 360 (rys. 9, rys. 10).



Rys. 9. Fusion 360 w SP4CE



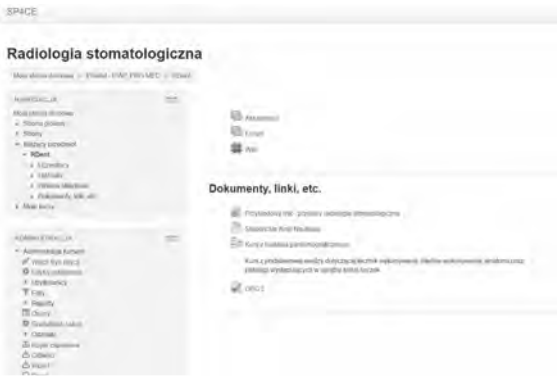
Rys. 10. Certyfikat Trenera Fusion 360

W pierwszych zintegrowanych warsztatach SP4CE i Fusion 360 wzięli udział studenci doktoranci i nauczyciele akademicy Politechniki Gdańskiej oraz Gdańskiego Uniwersytetu Medycznego. Platforma SP4CE została wykorzystana m.in. do zapisów na szkolenie Fusion 360 oraz do udostępniania materiałów szkoleniowych.

Organizatorzy warsztatów opracowali plan szkolenia i przygotowali potrzebne materiały, które w odpowiednim czasie udostępniali kursantom, a także mieli możliwość wglądu w obecność uczestników szkolenia, zarówno tych przebywających w audytorium, jak i tych, którzy pracowali online. Uczestnicy dzięki platformie byli informowani o wszelkich sprawach organizacyjnych, mieli możliwość umieszczania i czytania komentarzy na dedykowanych forach. Wykorzystano też funkcjonalność pracy w grupach.

### 3.4. Koła naukowe

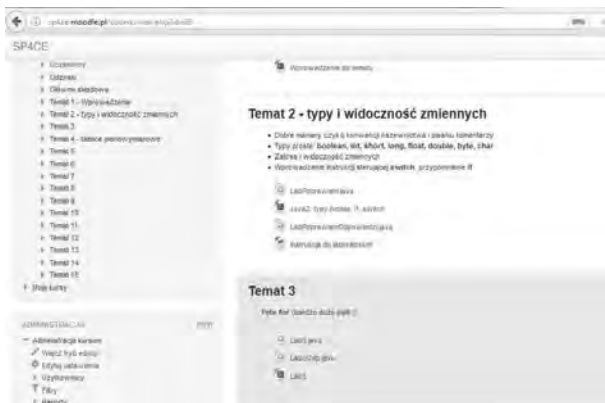
W ramach platformy SP4CE jest prowadzone Koło Naukowe Radiologii przy Zakładzie Radiologii I GUMed. Udostępniane są tam informacje dotyczące spotkań, materiały i prace naukowe oraz tworzone szkolenia poszerzające/uzupełniające wiedzę studentów (rys. 11).



Rys. 11. Koło Naukowe Radiologii

Platforma SP4CE okazała się także skutecznym narzędziem do prowadzenia koła nauki programowania w języku JAVA dla uczniów Zespołu Szkół Łączności [8]. Uczniowie uczestniczący w zajęciach chodzą do różnych klas, a prowadząca na co dzień nie pracuje w tej szkole. Na pierwszych zajęciach wszyscy zapisali się na specjalnie w tym celu stworzony pokój nauki na platformie SP4CE. Dzięki temu instruktorka nie ma problemu z poinformowaniem grupy o różnych zdarzeniach losowych typu: zmiana sali laboratoryjnej czy odwołanie zajęć z powodu choroby.

Jako, że są to zajęcia fakultatywne, największym wyzwaniem było opracowanie takiej formuły spotkań, by uczestnicy pomimo zróżnicowanego poziomu jaki prezentują, byli usatysfakcjonowani i mieli motywację by na nie wracać. Każde zajęcia rozpoczyna krótki wstęp teoretyczny w postaci prezentacji PowerPoint lub PDF (rys. 12), następnie uczniowie ściągają z platformy SP4CE [4] plik JAVY z zadaniami do wykonania. Po skończonych zajęciach na sieci udostępniany jest plik JAVY z odpowiedziami.



Rys. 12. Materiały ze spotkań: pliki z wykładami i z zadaniami i z odpowiedziami

Jako, że koło jest nieobowiązkowe i nie ma żadnych egzaminów końcowych, uczniowie, którzy byli nieobecni na zajęciach mają małą motywację by nadrabiać zaległości w domu. Dzięki dziennikowi elektronicznemu, który stanowi jeden z podstawowych mechanizmów Moodle'a, bardzo łatwo jest monitorować frekwencję poszczególnych uczniów i na tej podstawie na bieżąco dostosowywać program nauczania. Pomocne w ocenie postępów są również cotygodniowe quizy sprawdzające zrozumienie przerobionego materiału (rys. 13).



Rys. 13. Pytania sprawdzające zrozumienie podstawowych mechanizmów przerobionych na lekcji

### 3.5. Praktyki studenckie

Platforma SP4CE znalazła zastosowanie również przy organizowaniu studenckich praktyk zawodowych. Dzięki współpracy Politechniki Gdańskiej, firmy PRO-MED oraz Przemysłowego Instytutu Automatyki Pomiarów (PIAP) udało się zorganizować praktyki w firmie PRO-MED mieszczącej się w Gdańsku z delegacją do warszawskiego oddziału PIAP.

Poprzez platformę przekazywane i wypełniane były dokumenty potrzebne do realizacji wszelkich spraw formalnych. Przebieg praktyk był na bieżąco dokumentowany w postaci dziennika praktyk aktualizowanego w przygotowanym pokoju nauki (rys. 14).

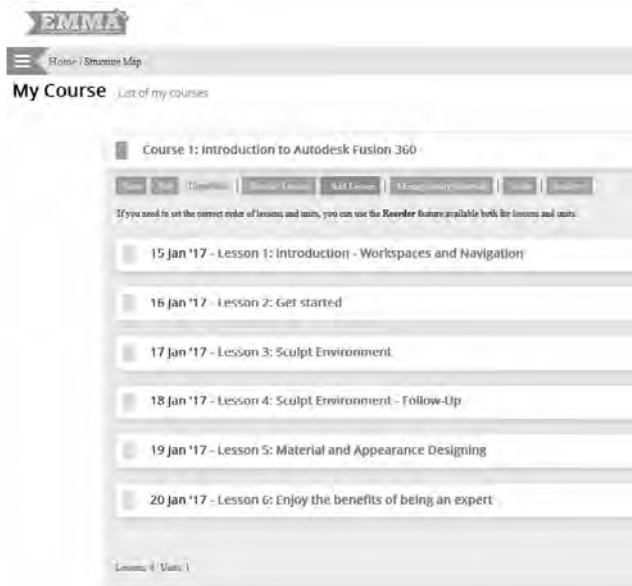


Rys. 14. Praktyka w PIAP

### 3.6. Szkolenia MOOC

Jednym z większych międzynarodowych przedsięwzięć realizowanych w ramach projektu SP4CE jest przygotowanie szkolenia MOOC na platformie EMMA. Kurs (rys. 15) został opracowany tak, aby w ciągu dwóch tygodni zapoznać uczestników z możliwościami programu Autodesk Fusion 360 oraz zachęcić ich do samodzielnej pracy z programem. Efekt szkolenia w postaci indywidualnie wykonanego i udostępnionego w chmurze projektu nagradzany jest certyfikatem [7].

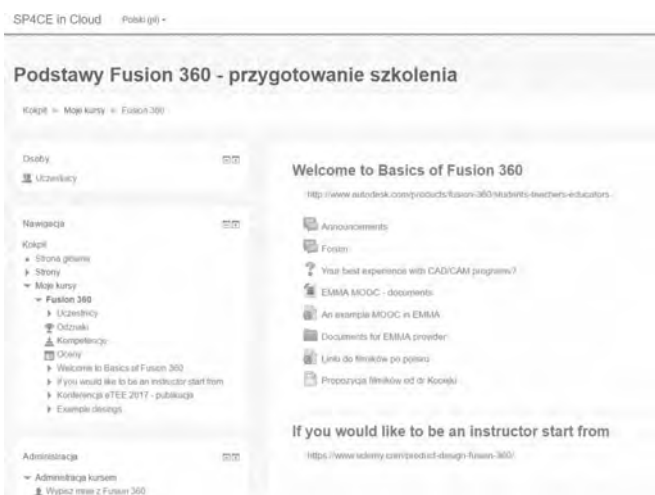




Rys. 15. Szkolenie na platformie EMMA

#### 4. O MOŻLIWOŚCIACH - CZYLI GDZIE MOŻNA ZAKŁADAĆ WŁASNE POKOJE NAUKI

Pokoje nauki można zakładać bezpośrednio na platformie SP4CE [4], używając przygotowanego w tym celu formularza "Request Your Learning Room", a także w chmurze – tzw. Moodle Cloud, gdzie powstał między innymi pokój nauki dotyczący podstaw korzystania z programu Autodesk Fusion 360 (rys. 16) [5]. Do zalet pracy w MoodleCloud należą m.in. obniżenie kosztów IT, wygodny dostęp do aplikacji, wysoki poziom bezpieczeństwa danych oraz dostęp z urządzeń mobilnych.



Rys. 16. Fusion360 w MoodleCloud

Innym przykładem może być platforma Gnomio (rys. 17), która powstała w celu popularyzacji e-learningu i korzystania z LMS Moodle. [6]



Rys. 17. Platforma Gnomio

#### 5. PODSUMOWANIE

Projekt ERASMUS+ SP4CE wykorzystując ideę pracy grupowej w chmurze, stworzył możliwość współpracy interdyscyplinarnej pomiędzy ośrodkami naukowymi o profilu medycznym i technicznym. W artykule zaprezentowano jedynie wybrane zastosowania platformy. Na szczególną uwagę zasługuje możliwość prowadzenia diagnostyki i konsultacji medycznych pacjenta, planowanie leczenia, stwarzanie nowych rozwiązań, omawianie zastosowania biokompatybilnych materiałów itd. Platforma SP4CE jest niezwykle użyteczna w procesie przygotowywania artykułów, warsztatów, wystąpień konferencyjnych, skutecznie wspiera projekty zespołowe (Fusion 360).

Dotychczas na platformie SP4CE [4] założono blisko 90 pokoi nauki (tablica 1).

Tablica 1. Pokoje nauki założone przez reprezentantów poszczególnych krajów partnerskich

| Kraj     | Partner       | Liczba pokoi nauki | Język  |
|----------|---------------|--------------------|--------|
| Grecja   | IDECC         | 6                  | EL, EN |
| Polska   | PIAP, PRO-MED | 53                 | EN, PL |
| Słowacja | ASTRA, TUKE   | 8                  | EN, SK |
| Węgry    | TREBAG        | 16                 | EN, HU |
| Inne     | Wszyscy       | 6                  | EN, HU |

Na zakończenie w tablicy 2 zaprezentowano pokoje nauki założone przez partnerów polskich z uwzględnieniem języka komunikacji oraz statusu.

Tablica 2. Pokoje nauki założone przez partnerów polskich

| Lp. | Nazwa pokoju nauki                  | Język  | Status O-otwarty Z-zamknięty |
|-----|-------------------------------------|--------|------------------------------|
| 1   | Konferencja eTTE 2017               | PL     | O                            |
| 2   | Workshop on 26th April 2017         | EN, PL | O                            |
| 3   | Fusion for the Future               | EN, PL | Z                            |
| 4   | Fusion 360 Designathon-participants | EN, PL | Z                            |
| 5   | Fusion 360 Designathon - organisers | EN, PL | Z                            |
| 6   | Communication & Transversal Skills  | EN, PL | O                            |



|    |   |        |   |
|----|---|--------|---|
| 7  | SKN Chirurgii Szczękowo-Twarzowej                 | PL     | Z |
| 8  | Konferencja Naukowa Studentów Stomatologii        | PL     | O |
| 9  | JAVA dla Technikum Łączności                      | PL     | O |
| 10 | Druk 3D - chirurgia szczękowa                     | PL     | O |
| 11 | HISEPIC 2016                                      | EN     | O |
| 12 | Wsparcie UTW                                      | PL     | O |
| 13 | Ramię - MES                                       | PL     | Z |
| 14 | Koło Radiologii GUMED                             | PL     | O |
| 15 | ALF Meditteranean Forum 2016                      | EN     | O |
| 16 | KRE 2016  | PL     | O |
| 17 | 14th ICETA 2016                                   | EN     | O |
| 18 | DEEU - trzeci wiek                                | PL     | O |
| 19 | Cyfryzacja edukacji                               | PL     | O |
| 20 | WCCE 2017   | EN, PL | O |
| 21 | Guidelines for consultants/enterprises            | EN     | O |
| 22 | Radiologia stomatologiczna                        | PL     | O |
| 23 | Cinema for Active Ageing                          | EN     | O |
| 24 | MMVC 2016   | EN     | Z |
| 25 | CAD/CAM/CAE w inżynierii                          | PL     | O |
| 26 | Pierwsze kroki z Fusion 360                       | PL     | O |
| 27 | Networking with De Montford University            | EN     | O |
| 28 | Is Georgia in Europe?                             | EN     | O |
| 29 | Praktyka w PIAP                                   | PL     | Z |
| 30 | Redaktorzy materiałów edukacyjnych                | PL     | O |
| 31 | Uroradiologia                                     | PL     | Z |
| 32 | Webinars for 60,70,80+ international co-operation | EN     | O |
| 33 | Building Information Modeling                     | PL     | O |
| 34 | Screencasty na temat Moodle                       | PL     | O |
| 35 | CCVBL 2016  | EN     | Z |
| 36 | Instructional Design                              | EN     | O |
| 37 | Screencasts for SP4CE LR users                    | EN     | O |
| 38 | Start do mobilnego programowania                  | PL     | Z |
| 39 | Supporting Moodle beginners by YouTube            | EN, PL | Z |
| 40 | Rozpowszechnianie i promocja projektu             | PL     | O |

|    |  |        |   |
|----|--|--------|---|
| 41 | How to establish Learning Room/Course      | EN     | O |
| 42 | How to promote the idea of Learning Rooms? | EN     | O |
| 43 | WordPress - portal multijęzyczny           | PL     | Z |
| 44 | Moodle MOOCs - MM7&MM8                     | EN     | O |
| 45 | Teaching with Moodle (Jan 2016)            | EN     | O |
| 46 | Infografika dla każdego                    | PL     | O |
| 47 | Bank Babcinych Bajek                       | PL     | Z |
| 48 | Centrum Rozwoju Kompetencji WZiE           | PL     | O |
| 49 | PIAP Learning Room 1                       | EN, PL | O |
| 50 | Konferencja IwE 2016 - warsztaty           | PL     | Z |
| 51 | VII Polski MoodleMoot 2016                 | PL     | Z |
| 52 | Konferencja eTEE 2016                      | PL     | Z |
| 53 | Konferencja EDEN 2016                      | PL     | Z |

## 6. BIBLIOGRAFIA

1. A Knowledge Generating House and e-Assessment Model web page: <http://openinn.eu/>, 31.01.2016.
2. Grabowska A., Urbancikova N., Słowikowski M., Zieliński J.: SP4CE – strategic partnership for creativity and entrepreneurship successor openinn, Zeszyty Naukowe Wydziału Elektrotechniki i Automatyki Politechniki Gdańskiej, nr 41, Gdańsk 2015, s. 15-21.
3. Exponential Training: The High Growth Coach: <http://www.exponentialtraining.com/about/eu-projects/high-growth-coach/>, 31.01.2017.
4. Grabowska A., Palova D., Anagnostaki O., Kozłowska E., Zieliński J., Kengyel G.: SP4CE Learning Rooms, <http://sp4ce.moodle.pl/>, 2.02.2017.
5. Grabowska A.: Basic of Fusion 360 in MoodleCloud, <https://sp4ce.moodlecloud.com/course/view.php?id=6>, 8.02.2017.
6. Platforma Gnomio, <https://www.gnomio.com/>, 8.02.2017.
7. Czaja A., Grabowska A., Kocejko T., Kozłowska E.: Introduction to Autodesk Fusion 360, <https://platform.europeanmoocs.eu/course.php?cor=223&asg=c697053dcda2e782f28af3f7da1384cf>, 8.02.2017.
8. Czaja A.: Java dla Technikum Łączności, <http://sp4ce.moodle.pl/enrol/index.php?id=88>, 8.02.2017.

## EXAMPLES OF GOOD PRACTICE IN SP4CE ERASMUS+ PROJECT

The project SP4CE (Strategic Partnership for Creativity and Entrepreneurship) is a response to the needs identified in the Bruges Communiqué on enhanced European cooperation in vocational education and training for the period 2011 - 2020. In order to implement the SP4CE portal WordPress and Moodle have been used. WordPress provides information and training materials in five languages: English, Greek, Polish, Slovak and Hungarian. Moodle allows the collaboration of consultants, teachers and students from different universities using the concept of Learning Rooms. An example of using the SP4CE platform, among others, can be the process of preparation of materials for the training conferences, workshops, intercollegiate projects, scientific circles' websites, diploma works, PhDs etc., and also the effects of these works.

**Keywords:** CMS, LMS, Moodle, WordPress, MOOC, Fusion 360.

## TECHNOLOGIE KOMPUTEROWEGO WSPOMAGANIA PROJEKTOWANIA BIM W PROCESIE KSZTAŁCENIA INŻYNIERA BRANŻY SANITARNEJ

Jakub DREWNOWSKI<sup>1</sup>, Katarzyna RUSEK<sup>2</sup>

1. Politechnika Gdańska, Wydział Inżynierii Lądowej i Środowiska  
tel.: 58 348 63 62, e-mail: jdrewnow@pg.gda.pl
2. ArCADiasoft Chudzik sp. j., Łódź  
tel.: 42 689 11 11, e-mail: intersoft@intersoft.pl

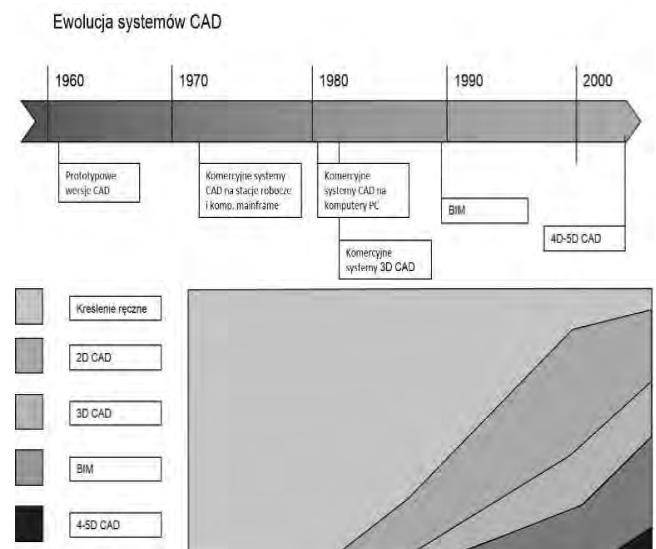
**Streszczenie:** Rozwiązanie, którego początków należy szukać pod koniec lat 80., a które na przełomie XX i XXI wieku zostało nazwane BIM-em, będące innowacyjną technologią parametrycznego modelowania informacji o budynku (z ang. Building Information Modeling), jest do dzisiaj intensywnie rozwijane we wszystkich etapach projektowania inżynierskiego. Uczelnie techniczne, chcąc dostosować program kształcenia współczesnego inżyniera branży sanitarnej do rynku pracy, powinny ściśle współpracować z firmami oferującymi oprogramowanie do wspomaganie projektowania. Oprócz nauki obsługi oprogramowania konieczna jest równocześnie umiejętność oceny uzyskanych przez studentów wyników oraz wypracowanie sposobów weryfikacji projektów wykonanych przy wykorzystaniu narzędzi komputerowych. Celem pracy było przeanalizowanie wybranych technologii innowacyjnego, parametrycznego modelowania informacji o budynku BIM i porównanie z metodami tradycyjnego projektowania w procesie kształcenia współczesnego inżyniera branży sanitarnej na Wydziale Inżynierii Lądowej i Środowiska Politechniki Gdańskiej.

**Słowa kluczowe:** BIM, komputerowe wspomaganie projektowania, branża sanitarna, proces kształcenia

### 1. WPROWADZENIE

Postęp w dziedzinie informatyki oraz dynamiczny rozwój narzędzi komputerowych ostatniego 30-letniego zmienił diametralnie warsztat pracy współczesnego inżyniera. Rozwiązanie, którego początków należy szukać pod koniec lat 80., a które na przełomie XX i XXI wieku zostało nazwane BIM-em, będące innowacyjną technologią parametrycznego modelowania informacji o budynku (z ang. Building Information Modeling), jest do dzisiaj intensywnie rozwijane we wszystkich etapach projektowania inżynierskiego [1]. BIM jest technologią przyszłości, która już dziś funkcjonuje pod postacią narzędzi komputerowych i specjalistycznego oprogramowania oraz umożliwia integrację systemów różnych producentów, a nawet branż (np. sanitarnej, elektrycznej) w procesach budowlanych. Co więcej, modelowanie informacji o budynku za pomocą technologii BIM umożliwia realizację złożonych procesów i analiz, które nie były dotąd wykonywane ze względu na duże koszty i/lub czasochłonność. Uczelnie techniczne, chcąc dostosować program kształcenia inżyniera branży sanitarnej do rynku pracy, powinny ściśle współpracować z firmami oferującymi oprogramowanie do wspomaganie

projektowania. Jedne z firm, jak na przykład GRAPHISOFT czy INTERSOFT, opracowały własne rozwiązania, inne, np. firma Autodesk, kupiła istniejące na rynku aplikacje z technologią BIM (np. Revit). Ewolucję systemów CAD w budownictwie ilustruje rysunek 1.



Rys.1. Ewolucja systemów CAD [1]; źródło: Introduction to BIM. Presentation by GRAPHISOFT

Wykorzystywanie wysoce zaawansowanych narzędzi komputerowych i dedykowanego oprogramowania z technologią BIM do określonych zadań inżynierskich jest więc pomocne, ale tylko wtedy, gdy w procesie kształcenia otrzyma się właściwe podstawy teoretyczne. Oprócz nauki obsługi oprogramowania konieczna jest równocześnie umiejętność oceny uzyskanych przez studentów wyników oraz wypracowania sposobów weryfikacji projektów wykonanych przy wykorzystaniu narzędzi komputerowych. Celem pracy było przeanalizowanie wybranych technologii innowacyjnego, parametrycznego modelowania informacji o budynku BIM i porównanie z metodami tradycyjnego projektowania w procesie kształcenia współczesnego inżyniera branży sanitarnej na Wydziale Inżynierii Lądowej i Środowiska Politechniki Gdańskiej.

## 2. TECHNOLOGIA BIM W KOMPUTEROWYM WSPOMAGANIU PROJEKTOWANIA

Revolucja informatyczna oraz postęp i dostępność nowych technologii zmieniła diametralnie warsztat pracy współczesnego inżyniera, który musi sprostać stale rosnącym wymaganiom. Konsekwencją zmian i rozwoju jest ciągle ulepszanie rozwiązań informatycznych, pozwalających na grupowanie, przetwarzanie i udostępnianie danych o budynku w każdej chwili i całemu zespołowi zaangażowanemu w procesie budowlanym. Technologia BIM, która na trwałe zrewolucjonizowała podejście do projektowania, realizacji inwestycji i zarządzania budynkiem, umożliwia m.in. ciągły i natychmiastowy dostęp do szczegółowych informacji o projekcie (w tym danych technicznych) czy też jego kosztach, a nawet harmonogramie postępu prac budowlanych. Upraszcza także sam proces projektowy poprzez możliwość testowania w świecie wirtualnym rozmaitych wariantów i schematów w celu wybrania optymalnego rozwiązania. Wyniki prac inżynierskich i testów oprogramowania są spójne i wiarygodne dzięki coraz lepszemu odzwierciedleniu rzeczywistości poprzez jeden cyfrowy model BIM, w którym wiele branż (od architektonicznej, poprzez konstrukcyjną, a skończywszy na sanitarnej czy elektrycznej itp.) może funkcjonować obok siebie i uzupełniać od początku do końca cały proces projektowania [1]. Co więcej, może on być wykorzystywany do podejmowania decyzji projektowych, opracowania spójnej dokumentacji budowlanej oraz analiz zyskowności i szacowania kosztów inwestycji, a docelowo także do zarządzania obiektem po ukończeniu jego budowy. Dzięki pracy na jednym modelu, firmy zaangażowane w projektowanie, budowanie i zarządzanie budynkiem mogą znacząco zwiększyć swoją efektywność i zredukować liczbę błędów powstających w całym procesie tworzenia dokumentacji. Cyfrowe dane projektowe w połączeniu z innowacyjną technologią parametrycznego modelowania informacji BIM dają znaczące korzyści w porównaniu z tradycyjnymi metodami projektowania i budowania.

Podstawą działalności inżynierskiej jest m.in. wykonanie profesjonalnej dokumentacji projektu, gdzie oprócz znajomości tzw. „dobrych praktyk” projektowania istotne są przede wszystkim właściwie przeprowadzone obliczenia. W wielu wypadkach są one wykonywane przez wyspecjalizowane programy komputerowe, do których należy jedynie wprowadzić dane. Jednakże w celu oceny i weryfikacji uzyskanych wyników ważne jest, oprócz wiedzy teoretycznej, również doświadczenie w danej branży, tzw. „Human Expert”. Co więcej, podczas weryfikacji wyników, jak i w wielu innych sytuacjach, konieczna jest umiejętność korzystania z narzędzi obliczeniowych, takich jak arkusz kalkulacyjny (Excel) czy też program z grupy Computer Algebra System (MathCAD). Oczywiście jest niechęć studentów do prowadzenia „być może” dydaktycznych i kształcących obliczeń ręcznych, szczególnie istotnych przy weryfikacji wyników wykonywanych przez wyspecjalizowane programy komputerowe [2]. Stąd nasuwa się pytanie przytoczone przez Gajewskiego [3]: „Czy dzisiejsi studenci, a przyszli inżynierowie, mając do dyspozycji wspaniałe narzędzia komputerowe z grupy Computer Aided Engineering, potrafią twórczo rozwiązywać problemy inżynierskie?” Wieloletnie obserwacje prowadzą do refleksji, że niestety nie zawsze ma to miejsce. W wielu przypadkach jest to zrozumiałe i dość

proste do wyjaśnienia, gdyż to, co przed laty trzeba było mozolnie projektować oraz liczyć ręcznie, dziś rozwiązują błyskawicznie programy komputerowe, dedykowane określonym zadaniom inżynierskim [3, 4].

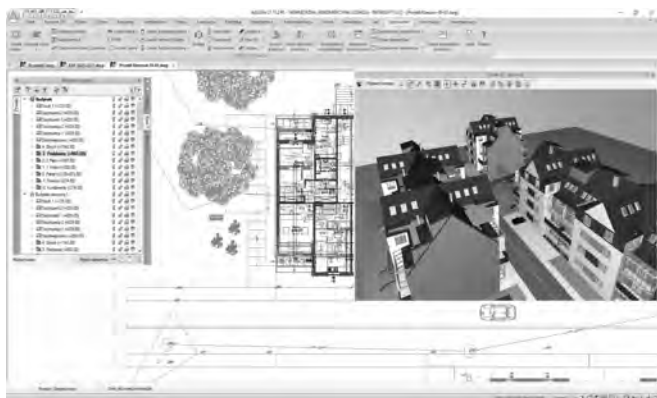
Coraz częściej spotyka się, oprócz programu AutoCAD istotnego w procesie wspomagania projektowania, także inne branżowe oprogramowanie, które obecnie oferowane jest w znacznej ilości, m.in. BIM i narzędzia platformy Autodesk Revit (Architecture, Structure, MEP) oraz Autodesk AutoCAD Civil 3D i 3ds Max czy też ArCADia firmy INTERsoft (do instalacji wodociągowych, kanalizacyjnych i gazowych) oraz DDS-CAD firmy Data Design System. Wybór właściwych narzędzi do komputerowego wspomagania projektowania w procesie kształcenia współczesnego inżyniera branży sanitarnej nie jest łatwym zadaniem. W ostatnich latach w Katedrze Inżynierii Sanitarnej Wydziału Inżynierii Lądowej i Środowiska Politechniki Gdańskiej, jako aplikacje wspomagające proces kształcenia studentów w zakresie projektowania sieci i instalacji sanitarnych wykorzystywany jest pakiet programów ArCADia, oferowany przez firmę INTERsoft sp. z o.o. Wybór tego oprogramowania okazał się szczególnie istotny dla studentów rozpoczynających swoją karierę zawodową w branży sanitarnej. Co więcej, studenci chętnie korzystają z systemu licencjonowania, pozwalającego na roczne, nieodpłatne użytkowanie pełnej oferty oprogramowania, zwłaszcza podczas procesu przygotowywania prac dyplomowych. Dzięki współpracy z firmą INTERsoft sp. z o.o studenci Politechniki Gdańskiej mają możliwość pracy na profesjonalnym oprogramowaniu ArCADia, wspomagającym projektowanie i zdobywają niezbędne umiejętności pracy z technologią BIM (stale rozwijaną przez firmę INTERsoft od 2005 r.) dostosowane do obecnych wymogów rynku pracy. Technologia modelowania informacji o budynku BIM przy użyciu oprogramowania ArCADia pomaga w planowaniu i wizualizacji budynków znacznie bardziej energooszczędnych, zużywających mniej wody i zapewniających lepszą jakość powietrza. Dzięki temu architekci, konstruktorzy czy też przyszli inżynierowie branży sanitarnej są w stanie sprecyzować nie tylko architekturę, konstrukcję, ale i optymalnie rozplanować wnętrze, w tym przebieg np. instalacji sanitarnych, elektrycznych w sposób pozwalający na uniknięcie kolizji. Poza tym BIM pozwala zebrać informacje z każdej z trzech głównych faz życia budynku, dzięki czemu znacznie ułatwia tzw. „projektowanie zrównoważone” oraz pozwala przewidzieć zachowanie się projektowanego obiektu w przyszłości [1].

Dodać można, że w latach 2010 – 2016 firma INTERsoft sp. z o.o. organizowała coroczne edycje ogólnopolskiego konkursu na najlepszą pracę magisterską (w IV kwartale każdego roku) oraz najlepszą pracę inżynierską (w II kwartale każdego roku). Przełożyło się to na uzyskanie 2 nagród wśród dyplomantów Wydziału Inżynierii Lądowej i Środowiska Politechniki Gdańskiej oraz ich opiekunów podczas 2. i 4. edycji konkursu na najlepszą pracę, kolejno magisterską i inżynierską, w 2012 i 2014 roku [2]. W ramach współpracy i poszerzania wiedzy na temat pakietów aplikacji programu ArCADia BIM zostały również przeprowadzone dodatkowe jednodniowe szkolenia przy współpracy z firmą INTERsoft sp. z o. o., które cieszyły się dużym zainteresowaniem wśród studentów Wydziału Inżynierii Lądowej i Środowiska Politechniki Gdańskiej, a podczas tegorocznej konferencji e-Technologie

w Kształceniu Inżynierów zaplanowane są także warsztaty BIM.

### 3. TECHNOLOGIA BIM PRZY ZASTOSOWANIU ArCADia JAKO SYSTEMU WSPOMAGANIA PROJEKTOWANIA W KSZTAŁCENIU INŻYNIERA BRANŻY SANITARNEJ

Oprogramowanie do wspomaganie projektowania ArCADia, w kształceniu inżyniera branży sanitarnej, obejmuje szereg aplikacji dedykowanych dla poszczególnych sieci i instalacji, min. WOD-KAN-GAZ. Praca w dowolnej aplikacji oprogramowania wymaga licencji na moduł startowy systemu ArCADia, który jest w pełni funkcjonalnym, łatwym w obsłudze edytorem graficznym CAD i umożliwia m. in. edycję plików DWG (zgodnych z programem AutoCAD).



Rys. 2. ArCADia wraz z dodatkowymi zakładkami BIM

Co ważne, każda branżowa aplikacja może pracować w następujących trybach [5]:

- jako niezależna aplikacja z dedykowanym do tego celu edytorem graficznym, którym jest program ArCADia LT
- jako rozbudowane narzędzie ArCADia 10 na bazie IntelliCAD-a
- jako nakładka na program AutoCAD.

Aplikacja obejmuje wiele branż, m.in. architekturę, instalacje wodociągowe, kanalizacyjne, gazowe, elektryczne itp.

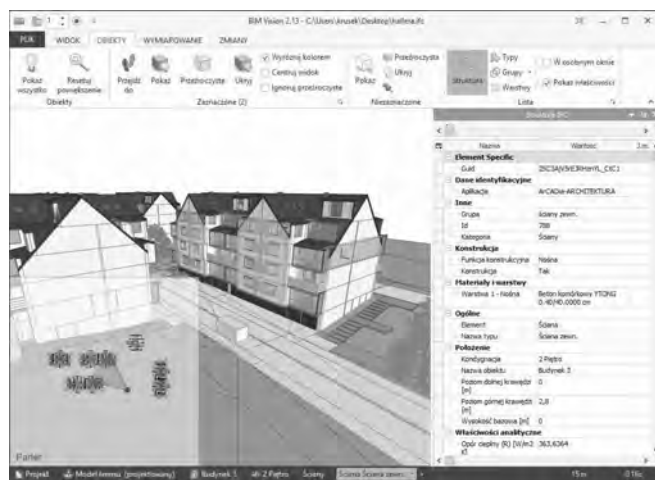
Przykładowy widok programu ArCADia LT wraz z dodatkowymi zakładkami BIM, obrazującymi właściwości poszczególnych elementów budynku został przedstawiony na rysunku 2 i 3.



Rys. 3. Widok okna programu ArCADia BIM wraz z dodatkowymi zakładkami BIM obrazującymi właściwości elementu budynku

ArCADia LT lub ArCADia 10 posiadają intuicyjny interfejs, odznaczający się przejrzystością i prostą obsługą, a jednocześnie integrujący w całość wszystkie moduły branżowe. Moduły te służą przede wszystkim do sporządzenia pełnej dokumentacji projektowej. Projektowanie zaczyna się od wprowadzenia schematu architektonicznego i przystosowania go do pracy. Użytkownik może posłużyć się najbardziej popularnym do tej pory formatem wymiany danych w branży budowlanej DWG i wczytać taki podkład do projektu. Rysunki rzutów mogą być wykonywane również na podkładach architektoniczno-budowlanych w formacie plików rastrowych. Następnie wystarczy, że w odpowiedni sposób dostosuje się taki podkład za pomocą kreatora i można w pełni korzystać z funkcjonalności systemu ArCADia.

Aplikacja zapisuje pliki w formacie DWG, ale ma również możliwość eksportu i importu modelu budynku w formacie IFC (rys. 4). Umożliwia to współpracę inżynierów z różnych branż oraz różnych biur, często posiadających oprogramowanie innych producentów. Można dodać, że wielu studentów, a nawet projektantów, ma kłopoty z koordynacją modeli BIM. W przeszłości padały krytyczne uwagi, dotyczące wymiany modeli poprzez format otwarty IFC – twierdzono, że „gubi dane”, „niszczy model” itp. Było to niezwykle frustrujące, szczególnie gdy działało się pod presją terminów, które przeważnie są zbyt krótkie. Problemy te były wywołane niewłaściwą implementacją formatu IFC w niektórych aplikacjach. Obligatoryjność tego formatu w projektach, wymagana w wielu krajach, radykalnie poprawiła sytuację.



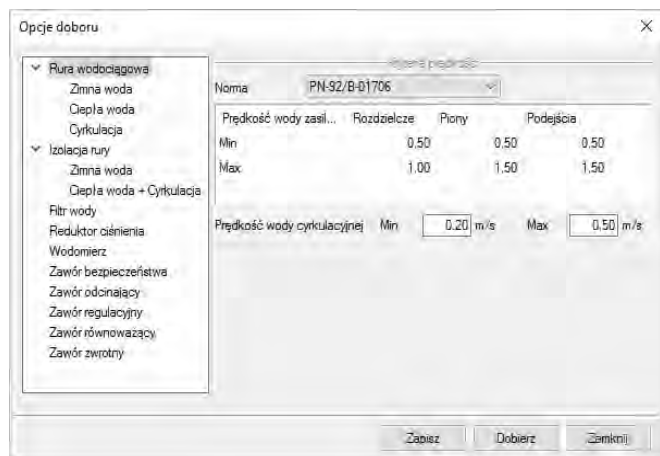
Rys. 4. Widok projektu wyeksportowanego z systemu ArCADia w bezpłatnej przeglądarce plików IFC BIM Vision

Oczywiście najlepiej, jeśli wszyscy uczestnicy procesu posiadają oprogramowanie jednego systemu. Zaprojektowany w module ArCADia-ARCHITEKTURA budynek posiada wiele informacji, które mogą być przydatne dla inżyniera wprowadzającego np. instalacje grzewcze. W modelu każda ściana czy strop mają szereg parametrów, między innymi informację o warstwach konstrukcyjnych, ociepleniu. Parametry materiału warstwy, np. współczynnik przewodności cieplnej, są automatycznie przypisane do elementu. Okna i drzwi też zawierają w sobie informacje o położeniu (czy są wewnętrzne, czy zewnętrzne) i współczynnikach. Dzięki temu cały model budynku można wyeksportować do programu ArCADia-TERMO. Student w tym programie może policzyć zapotrzebowanie na ciepło, jak również sporządzić projektowaną charakterystykę

budynku, świadectwo charakterystyki energetycznej i audyt. Obliczenia ciepłe eksportują dane do projektu architektonicznego programu ArCADia i wartości zapisywane są dla każdego pomieszczenia. Wartości te przydatne są podczas projektowania instalacji grzewczej.

Program pozwala również na zaprojektowanie sieci i instalacji sanitarnych, np. układy dystrybucji wody, kanalizacji deszczowej i technologicznej (odprowadzającej wody deszczowe z dachów obiektów budowlanych) oraz sieci gazowej. Moduły do tego przeznaczone różnią się przede wszystkim obiektami, jakie można wprowadzać do projektu, gdyż są one dostosowane do specyfikacji konkretnej branży. Sposób wprowadzania rurociągów i elementów podobny jest do pracy w programach typu CAD. Różnicą oczywiście jest konieczność nadania poziomu montażu takiego elementu w przestrzeni danej kondygnacji oraz nadanie parametrów. Oczywiście jak w przypadku wielu innych programów w systemie ArCADia BIM dostępne są katalogi producentów urządzeń i rurociągów, zawierające już odpowiednie parametry.

Projektowanie takiego modelu instalacji zapewne wymaga od użytkownika większych umiejętności związanych z obsługą komputera i aplikacji. Wprowadzenie wszystkich elementów jest czasochłonne i konieczna jest tu dokładność. Moduły ArCADii posiadają szereg ułatwień i kreatorów usprawniających pracę. Istnieje możliwość sprawdzenia instalacji pod względem poprawności połączeń elementów, a ewentualne wykryte błędy są zaznaczane na rzucie. Po prawidłowym rysunkowym wprowadzeniu instalacji, użytkownik ma możliwość przeprowadzenia doborów jej elementów. W przypadku instalacji wodociągowych kryterium będzie prędkość czynnika w rurociągach odpowiednio podzielonych na rozdzielcze, piony i podejścia według norm PN-92/B-01706 lub DIN 1988 (rys. 5).



Rys. 5. Widok okna opcji doboru w programie ArCADia – INSTALACJE WODOCIĄGOWE

W instalacjach grzewczych dodatkowo dobór może uwzględnić dopuszczalny jednostkowy opór hydrauliczny, a w przypadku instalacji gazowej dopuszczalną całkowitą i jednostkową stratę ciśnienia gazu. Izolacja rur dobierana jest zgodnie z WT 2008 na kryterium minimalnej grubości dla danej średnicy.

Program wykonuje szereg obliczeń wspomagających automatyczne projektowanie poszczególnych elementów np. kanalizacji. Są to m.in.: obliczenia przepływów odcinkowych, napełnień i prędkości, wyznaczanie średnic odcinków odpływowych, pionów, rur spustowych, spadków,

itp. Przeprowadzane są obliczenia hydrauliczne, uwzględniające straty miejscowe i liniowe. W instalacji grzewczej program reguluje i wyznacza nastawy zaworów termostatycznych razem z ich autorytetem. Po całkowitym zaprojektowaniu sieci i instalacji sanitarnej oraz potwierdzeniu prawidłowości projektu użytkownik może wygenerować raporty, które można otworzyć m.in. w programie edycyjnym Word lub w programie ArCADia-TEXT (rys. 6).

### Raport strat ciśnienia

#### Zimna woda P1 - ZW2

| Parametry wstępne                       |                         |
|---|-------------------------|
| Przeznaczenie budynku:                  | Budynek mieszkalny      |
| Minimalne ciśnienie dyspozycyjne w P1:  | 35.0 m H <sub>2</sub> O |
| Maksymalne ciśnienie dyspozycyjne w P1: | 60.0 m H <sub>2</sub> O |
| Maksymalne ciśnienie dla instalacji:    | 60.0 m H <sub>2</sub> O |
| Obliczeniowa temperatura wody zimnej:   | 10 °C (283 K)           |
| Ciśnienie wymagane dla ZW2:             | 15.3 m H <sub>2</sub> O |
| Wysokość geometryczna ZW2:              | 2.3 m                   |

| Odcinek    | $\Sigma q_n$<br>[dm <sup>3</sup> /s] | $q_{obl}$<br>[dm <sup>3</sup> /s] | Wymiar rury<br>[mm] | $v$ [m/s] | $i$ [mm<br>H <sub>2</sub> O/1<br>m] | $L$ [m] | $h_f$ [mm<br>H <sub>2</sub> O] | $h_m$<br>[mm<br>H <sub>2</sub> O] | $h_c$ [mm<br>H <sub>2</sub> O] |
|------------|--------------------------------------|-----------------------------------|---------------------|-----------|-------------------------------------|---------|--------------------------------|-----------------------------------|--------------------------------|
| Zimna woda |                                      |                                   |                     |           |                                     |         |                                |                                   |                                |
| ZW2 - z1   | 0.30                                 | 0.26                              | 25.0x2.50           | 0.82      | 50.47                               | 0.63    | 31.99                          | 105.50                            | 137.49                         |
| z1 - z2    | 0.60                                 | 0.40                              | 33.7x3.25           | 0.69      | 30.83                               | 1.52    | 46.87                          | 7470.46                           | 7517.33                        |
| z2 - z3    | 0.95                                 | 0.53                              | 42.4x3.25           | 0.52      | 12.70                               | 1.43    | 18.20                          | 15723.2                           | 15741.4                        |
| z3 - P1    | 1.86                                 | 0.76                              | 42.4x3.25           | 0.75      | 25.18                               | 3.07    | 77.34                          | 40.40                             | 117.74                         |

|  |   |
|--|---|
| Suma liniowych strat ciśnienia:                | 0.17 m H <sub>2</sub> O                           |
| Suma miejscowych strat ciśnienia:              | 6.40 m H <sub>2</sub> O                           |
| Strata ciśnienia w obrębie wodomierza:         | 16.94 m H <sub>2</sub> O                          |
| Całkowita suma strat ciśnienia:                | 23.51 m H <sub>2</sub> O                          |
| Całkowity przepływ wody:                       | 0.8 dm <sup>3</sup> /s                            |
| Ciśnienie dyspozycyjne wymagane dla ZW2:       | 41.1 m H <sub>2</sub> O > 35.0 m H <sub>2</sub> O |
| Niedobór minimalnego ciśnienia dyspozycyjnego: | 6.1 m H <sub>2</sub> O                            |

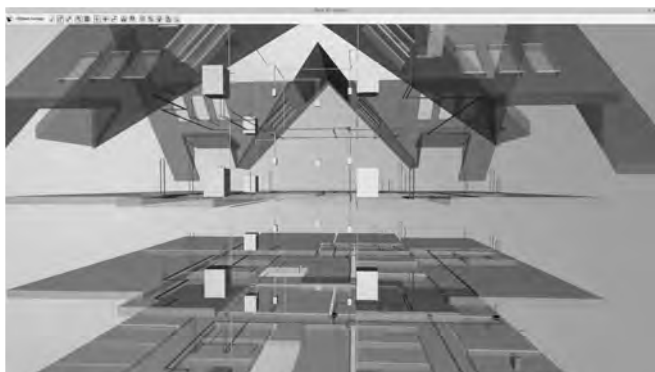
Rys. 6. Przykładowy raport obliczeniowy w programie ArCADia – INSTALACJE WODOCIĄGOWE

Parametryczne wprowadzanie instalacji do budynku umożliwia również automatyczne generowanie przez program zestawienia materiałów. Uwzględni ono wszystkie elementy, które znajdują się w projekcie. Zliczone są odpowiednie wymiary i wartości poszczególnych urządzeń i rurociągów. Poza tym w zestawieniach są uwzględnione parametry charakterystyczne, tj. producent, typoszereg czy rodzaj połączenia dla danego materiału. Zestawienia takie są na bieżąco uzupełniane i modyfikowane, jeśli projektant wprowadzi jakieś zmiany. Można je również przesłać formatem RTF do programu edycji tekstu oraz w formacie CSV do programu kalkulacyjnego Excel. Ponadto istnieje możliwość przesłania tak przygotowanego zestawienia do programu kosztorysowego Ceninvest (warunkiem jest zainstalowanie tej aplikacji), w którym można przeprowadzić wstępny kosztorys czy też zapisać w formacie ATH (program Norma).

Poza tym ArCADia umożliwia wprowadzenie szeregu widoków dodatkowych i schematów. Automatycznie generowane są: przekrój budynku, aksonometria instalacji wodociągowej, kanalizacyjnej i gazowej, rozwinięcie instalacji gazowej i pionów kanalizacyjnych oraz profil przewodów odpływowych. Instalacje zewnętrzne również posiadają profile, na których można automatycznie wyznaczyć kolizje z innymi rurociągami.

Nie bez znaczenia dla studentów jest czytelny widok 3D. Ułatwia on wyobrażenie sobie już na etapie nauki

projektowania, jak wygląda rzeczywisty model budynku. Na widoku tym łatwiej dostrzec kolizje, elementy nie podłączone poprawnie czy też wysokość lub głębokość zagłębienia danej instalacji.

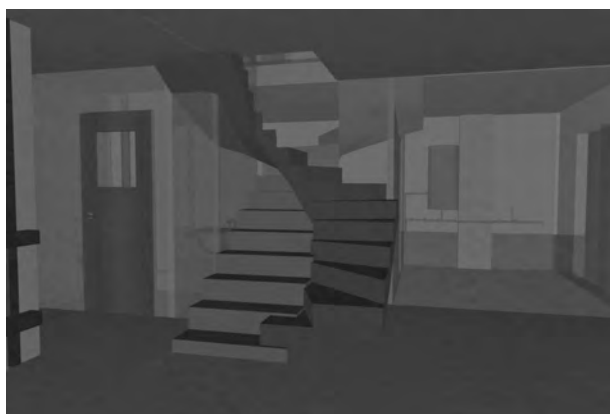


Rys. 7. Widok wizualizacji 3D instalacji wodociągowych w programie ArCADia [6]

Jeśli zajdzie potrzeba przeanalizowania różnych konfiguracji materiałowych lub różnych rozwiązań, to wszystkie zmiany automatycznie wprowadzane są we wszystkich widokach oraz zestawieniach i można porównać raporty obliczeniowe z różnych rozwiązań.

System ArCADia BIM dzięki obsłudze plików IFC umożliwia wymianę informacji o modelu architektonicznym budynku wraz z programami innych producentów, takimi jak ArchiCAD, Allplan czy Revit. System ArCADia BIM umożliwia wymianę danych pomiędzy wszystkimi modułami branżowymi, w celu m.in. aktualizowania dokumentów o najnowsze zmiany wprowadzane przez projektantów pracujących nad wspólnym projektem (Rys. 7).

Pierwszym narzędziem bardzo przydatnym w procesie projektowania jest „porównywarka”. Umożliwia ona w prosty sposób zwizualizowanie zmian i różnic pomiędzy różnymi etapami projektu. Dotyczy to również częstej sytuacji, jaką jest aktualizacja projektu architektonicznego na wniosek inwestora. Inżynier wprowadzający do projektu np. instalacje wodociągowe, dzięki porównaniu dowiaduje się, gdzie i jakie zmiany zaszły w projekcie (rys. 8).



Rys. 8. Widok 3D wyniku porównania (zmiana lokalizacji schodów) w programie ArCADia

Studenci mogą również zobaczyć, jak może wyglądać współpraca pomiędzy branżami i koordynowanie prac, dzięki opcji scalenia projektów. Po odpowiednich uzgodnieniach poszczególnych branż można wszystkie instalacje: sanitarne, elektryczne itd. złączyć do jednego modelu, co umożliwi analizę pełnego projektu. Oczywiście

technologia BIM w programie ArCADia pozwala sprawdzić, czy między elementami instalacji różnych branż występują kolizje i wyznaczyć ich miejsca. Przykładowo: student lub projektant instalacji elektrycznych może sprawdzać kolizje z instalacjami gazowymi, wodno-kanalizacyjnymi czy centralnego ogrzewania. Ponadto nie ma potrzeby, aby w tym celu posiadał pozostałe moduły spoza własnej branży, co ułatwia jego pracę [6, 7].

Podsumowując, projektowanie sieci i instalacji sanitarnych w oparciu o pakiet programów ArCADia znacząco poprawia wydajność prac. Mimo iż początkowy etap pracy z tym oprogramowaniem może wydawać się dłuższy niż wykonany tradycyjnymi metodami (np. AutoCAD, Excel) wskutek konieczności wprowadzania niezbędnych początkowych parametrów, to dalsze działania przebiegają znacznie szybciej, gdyż zadane parametry i tak należałoby każdorazowo wpisywać przy opisie sieci i instalacji sanitarnej czy towarzyszącej im armatury. Program potrafi automatycznie wygenerować rysunki aksonometrii instalacji wodociągowej czy też rozwinięcia instalacji kanalizacyjnej. Dodatkowo przelicza samodzielnie przepływy, wysokości ciśnienia oraz inne wartości niezbędne w procesie projektowania. System ArCADia BIM tworzony jest w Polsce, a co za tym idzie uwzględnia polskie realia projektowe oraz polskie normy i rozporządzenia. Jeśli lokalizacja inwestycji bądź jej specyfika wymagają zmiany wytycznych, w programie jest również taka możliwość [5, 6, 7]

Studentom i młodym inżynierom, którym brak doświadczenia, czasem trudno jest wyobrazić sobie realizację projektu w rzeczywistości. W takich przypadkach program ArCADia okazuje się bardzo przydatnym narzędziem, gdyż umożliwia dokładne wyświetlenie zarówno całej sieci czy instalacji sanitarnej, jak i poszczególnych urządzeń i towarzyszącej jej armatury [2]. Wykorzystując dodatkowo opcje architektoniczne systemu ArCADia BIM, po wrysowaniu ścian i podłóg łatwo sprawdzić podgląd realizowanego projektu.

#### 4. WNIOSKI KOŃCOWE

Na podstawie doświadczeń w pracy z wybranymi programami służącymi do komputerowego wspomaganie procesu projektowania, wykorzystującymi technologię BIM w branży sanitarnej, można stwierdzić, iż w większości przypadków zastosowane oprogramowanie spełniło stawiane mu wymagania. Analiza krytycznych uwag na temat BIM-u skłania do wniosku, że część negatywnych opinii dotyczy w istocie niewłaściwego stosowania oprogramowania wykorzystującego technologię BIM i/lub narzędzi informatycznych (w tym zbyt słabych parametrów komputerów), z czym trudno się nie zgodzić [1, 8]. Co więcej, własne doświadczenia i przeprowadzone analizy wśród studentów wykazały, że niezwykle pomocne w stosunku do przeprowadzania zarówno skomplikowanych prac obliczeniowych, jak i rysunkowych, jest wykorzystanie technologii BIM do wspomaganie projektowania czy też w kształceniu inżyniera branży sanitarnej i prowadzi do uzyskania wymiernych efektów. Ponadto wiele zarzutów wobec BIM-u wynika z braku właściwego szkolenia i przygotowania współczesnego inżyniera (już podczas edukacji uniwersyteckiej), a nawet całego zespołu biur projektowych czy kadry nauczycielskiej oraz przenoszenia doświadczeń CAD do BIM-u, co, szczególnie w przypadku nauki w środowisku CAD 2D, okazuje się dużą przeszkodą

dla młodych inżynierów wchodzących na dynamicznie rozwijający się rynek pracy. Na podstawie doświadczeń użytkowników można stwierdzić, że np. kłopoty z wymianą modeli w formacie IFC najczęściej są rezultatem posiadania niewłaściwego oprogramowania bądź korzystania z jego przestarzałych wersji, w których export/import IFC nie działały jeszcze w pełni właściwie.

Niemniej jednak jednym z ważniejszych spośród analizowanych oprogramowań do wspomagania projektowania w kształceniu współczesnego inżyniera branży sanitarnej oferujących technologię BIM, okazał się program ArCADia firmy INTERsoft. Narzędzie to przede wszystkim pozwala na wprowadzenie dużej ilości parametrów wejściowych, co prowadzi do uszczegółowienia i ukierunkowywania projektu. Pewnym problemem programów ArCADia jest fakt, iż czasami niewłaściwie pracują w środowisku CAD (głównie uzależnionym od wersji oprogramowania) oraz wymagają, zwłaszcza na początku, poświęcenia znaczącej ilości czasu, aby dojść do odpowiedniej wprawy w ich użytkowaniu [2]. Niemniej jednak pakiet oprogramowania ArCADia dedykowany do instalacji sanitarnych właściwie spełnia swoje zadania pod każdym względem, co pozwala na stwierdzenie, że jest on niezwykle przydatnym oraz prostym w obsłudze narzędziem podczas procesu projektowania w technologii BIM.

Wniosek końcowy, jaki należy przytoczyć w pracy z programami wykorzystującymi BIM do komputerowego wspomagania projektowania w procesie kształcenia inżyniera branży sanitarnej, jest taki, iż obecnie szeroko stosowane programy branżowe niezwykle usprawniają proces związany z tworzeniem dokumentacji projektowej. Ponadto tak zaawansowane narzędzia pozwalają na bardziej profesjonalny sposób prezentowania obliczeń oraz opracowywania rysunków, zgodny z powszechnie uznanymi standardami. Chcąc przy tym dostosować program kształcenia współczesnego inżyniera branży sanitarnej do rynku pracy, uczelnie techniczne powinny przede wszystkim ściśle współpracować z firmami oferującymi najnowsze oprogramowanie, tak aby rozwijać praktyczne umiejętności studentów oraz dać im szansę oceny przydatności

wybranych narzędzi do komputerowego wspomagania projektowania, wykorzystującymi technologię BIM. Wdrożenie BIM-u jest bowiem wyzwaniem; wymaga dobrego planu, odpowiednich środków, właściwego szkolenia, sprzętu i oprogramowania. Dobrym przykładem może być Wielka Brytania, w której firmy – postawione przed koniecznością stosowania BIM-u od 2016 r. – dostały pięć lat na dostosowanie się do nowych wymagań i według dochodzących do Polski sygnałów proces adaptacji przebiega tam masowo wśród kadry inżynierów [1], włączając w to także kształcenie studentów na poziomie uniwersyteckim w danej branży.

## 5. BIBLIOGRAFIA

1. Tomana A. BIM. Innowacyjna technologia w budownictwie. Podstawy, standardy, narzędzia. Kraków, 2015.
2. Drewnowski J., Tuszyńska A. Komputerowe wspomaganie projektowania w procesie kształcenia współczesnego inżyniera branży sanitarnej. Zeszyty Naukowe Wydziału Elektrotechniki i Automatyki PG, Nr 41/2015, s.11-14
3. Gajewski R. R.: O jakości procesu uczenia się i odwracaniu klasy: Studium przypadku, EduAkcja. Magazyn edukacji elektronicznej nr 1 (7) / 2014, s. 23–29
4. Gajewski R. R.: Towards a New Look at Streaming Media. W: N. Reynolds, M. Webb (red.), 10th IFIP World Conference on Computers in Education, Vol. 2, Toruń 2013 s. 98–103.
5. <http://www.arcadiasoft.pl/>
6. ArCADiasoft Chudzik sp. j.: Podręcznik użytkownika dla programu ArCADia - INSTALACJE WODOCIĄGOWE, Łódź 2012, s. 1-129.
7. ArCADiasoft Chudzik sp. j.: Podręcznik użytkownika dla programu ArCADia - INSTALACJE KANALIZACYJNE, Łódź 2012, s. 1-61.
8. <http://www.intersoft.pl/>

## THE TECHNOLOGY OF COMPUTER DESIGN SUPPORT BIM IN EDUCATION PROCESS OF THE ENGINEER IN SANITARY INDUSTRY

The solution, whose origins should be sought in the late 80s and that at the turn of the 20st and 21st century was named BIM (Building Information Modeling) - an innovative technology of parametric building information modeling. It is still being developed at all stages of engineering design process. Technical universities willing to customize the training program of a contemporary sanitary engineer for the labor market, should cooperate with companies that offer software for computer-aided design. In addition to learning how to use the software, it is necessary for the students to simultaneously have the ability to evaluate the results obtained and to develop ways to verify designs made using computer tools. The aim of the study was to compare the selected innovative technologies of parametric building information modeling with the traditional design methods in the educational process of a contemporary sanitary engineer at the Faculty of Civil and Environmental Engineering, Gdansk University of Technology.

**Keywords:** BIM, computer design support, sanitary industry, educational process



## SENIOR LAB PROJECTS FOR TEACHING THE INTERNET OF THINGS IN A SOFTWARE ENGINEERING PROGRAM

Fernando GONZALEZ, Dahai GUO, Adam NOWICKI, Janusz ZALEWSKI

Dept. of Software Engineering, Florida Gulf Coast University, USA  
tel.: +1 (239)590-7317 e-mail: {fgonzalez,dguo,anowicki,zalewski}@fgcu.edu

**Abstract:** This paper addresses student laboratories for courses related to the Internet of Things (IoT) in an undergraduate Software Engineering program. It reviews the concept of the IoT, first, then discusses benefits of IoT in education, especially in engineering, and finally presents examples of projects, reviewing some more fundamental concepts of introducing such labs. Specific examples of IoT projects include software development for: a robotic arm accessed through AWS, GPS tracker with Sparkfun data stream service, online health monitoring with a smartwatch and Google Cloud, and remote relay access from a phone with MQTT service.

**Keywords:** Internet of Things, cloud computing, engineering education, software engineering education, online labs.

### 1. INTRODUCTION

E-technologies, such as, Internet of Things (IoT) or Cloud Computing are definitely making their way into teaching and learning, but there is very little experience or information how to use them effectively in education, especially, in education of engineers. It is the fact of the matter that especially the IoT is a disruptive technology in many industries and in business in general. Actual numbers may vary by source but the consensus is that the volume of IoT connected devices will grow somewhat unpredictably to billions of units in the next decade. So will grow the market value, likely reaching trillions of dollars in the same period.

Famously, the early predictions, 2010-11, were a bit off. For example, Ericsson [1] gave an estimate of 50 billion devices interconnected by 2020, and a CISCO executive independently reconfirmed this early estimate [2]. Even though these specific predictions were inaccurate in absolute numbers, it is necessary to realize, what impact the IoT will have on the world population. As Figure 1 [2] shows, growth of the number of connected devices per person appears to double every five years, at least, in the reported period.

These early predictions are now followed by more realistic statements based on updated research. For example, as summarized in [3], current estimates include the following numbers of devices by 2020:

- 28 billion, as corrected value by Ericsson (by 2021)
- 30 billion, corrected by former CISCO executive
- 30.7 billion by IHS Markit
- 28.1 billion by International Data Corp., and
- 30.7 billion in a study by Gartner.

This is all reflected in Figure 2, including previously given inaccurate estimates [4].

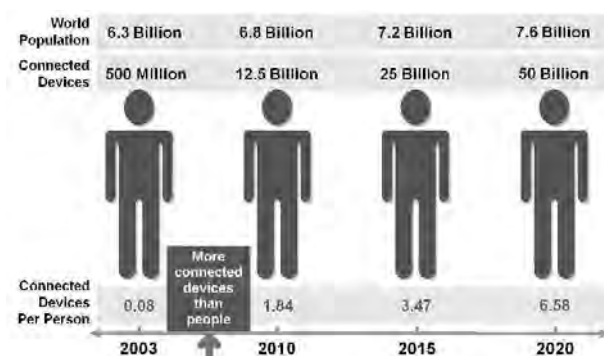


Fig. 1. Predicted increase in the number of connected devices per person (adopted from [2])

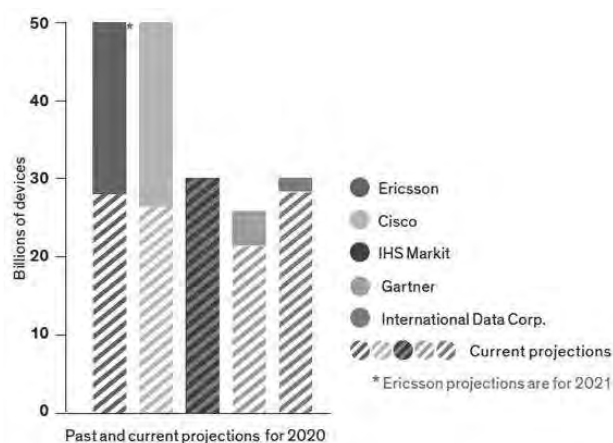


Fig. 2. Past and current projection for the number of interconnected devices (adopted from [4])

It is, therefore, clear that with numbers this big, education will be heavily impacted, but for the moment nobody knows how? Thus, given the pervasive nature of IoT, it is necessary to address the problem in education of engineers. Teaching how to design and implement IoT is essential to the profession. The rest of this paper is organized as follows. Section 2 gives an overview of the Internet of Things from the technical perspective, Section 3 discusses other work, Section 4 presents the IoT labs themselves, and Section 5 ends the paper with conclusion.



## 2. INTERNET OF THINGS TECHNICAL OVERVIEW

### 2.1. Basic Architecture

The IoT does not appear to have a single, widely adopted, definition. However, one particular definition should appeal more to the professionals, since it comes from an engineering society and reads as follows [5]-[6]:

*„Internet of Things (IoT) is a system consisting of networks of sensors, actuators, and smart objects whose purpose is to interconnect “all” things, including everyday and industrial objects, in such a way as to make them intelligent, programmable, and more capable of interacting with humans and each other”.*

There are a number of characteristics, which can be attributed to the IoT. The most important ones are its architectural components, which can be listed as follows:

- smart devices at the user end
- communication infrastructure for connectivity
- computing cloud to provide data storage, and
- analytics tools at the cloud level.

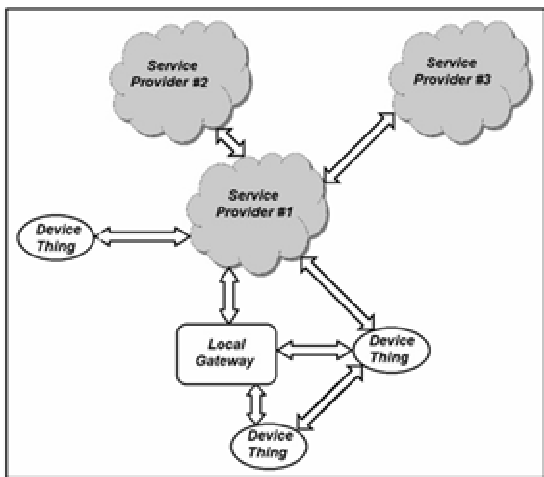


Fig. 3. Overall architecture of the Internet of Things

As shown in Figure 3, there are multiple devices ("things", some smart) at the user end, a communication infrastructure with devices accessing the cloud directly or via intermediaries, such as local gateways, and service providers in the cloud equipped with appropriate analytical tools. These are the critical constituents of the IoT, forming its architecture compliant with the one adopted by Intel [7].

### 2.2. Device Things Layer

Figure 4, adopted from [8], shows from a different angle, how the IoT definitions map on the practical architecture of the Internet of Things. There are always multiple data sources, these "things". They are represented by instances of: pressure transmitters, lighting system, coffee maker, washing machine, dishwasher, guitar, car and more.

The layer of "things" may include all sorts of data sources but also data sinks, that is, devices that are just recipients of data, for example, for display or control: light emitting diodes (LED's), LCD displays, street lights, door locks, relays, rotors and motors, 3D printers, even speakers, etc. So, one has to think about this layer as a device layer, which includes sensing and actuating devices, that is, data sources (senders) but also data sinks (recipients). These device things, as it is clear from both sample lists above, may have various knowledge about themselves and the surrounding world, that is, rudimentary intelligence.

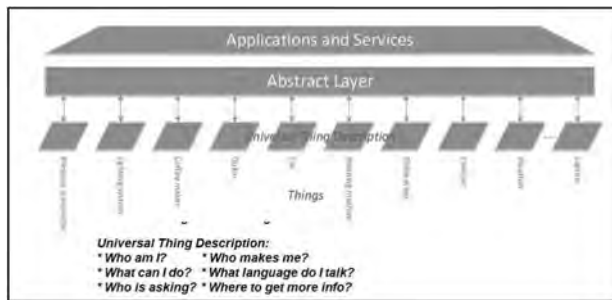


Fig. 4. IEEE P2413 IoT Application Framework [8]

An Abstract Layer must consist of the communication infrastructure as well as the servers, which host the services. The "communication infrastructure" is the Internet itself, but can be any network, and the "servers" are just computers embedded in the cloud. The Applications and Services layer becomes an "intelligence" layer, offering related processing services, analytics, and decision support.

From the technical standpoint, to develop the IoT at the Device Thing level, it is important to understand building individual components and programming them, with knowledge of the communication infrastructure. The low-level communication is also important and involves wireless standards, such as Bluetooth, Zigbee, RFID and NFC.

### 2.3. Merging with the Cloud

Given the large variety of sensors that can be deployed ubiquitously in an IoT system, a large volume of data may be generated at a high velocity. With the rapid growth of cloud computing, many of the Big Data challenges have been effectively addressed. The two front runners in providing cloud computing, the Amazon Web Services (AWS) [9] and Microsoft Azure [10] offer such services,.

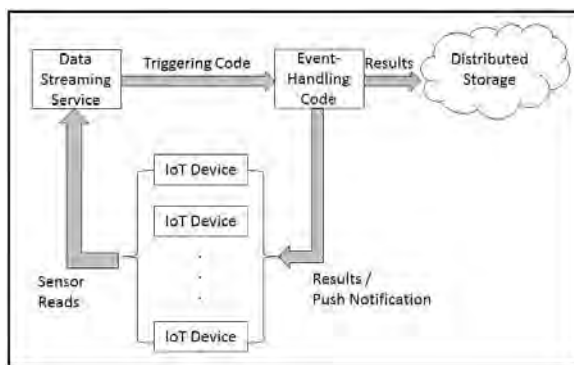


Fig. 5. Example of using cloud services to build an IoT system

An essential service in the cloud is called auto-scaling, which allows engineers to dynamically provision resources (computing power and storage) based on the current demand. Both AWS and Azure offer services that support data streaming, push notifications, event-driven architecture, which can be used in developing software to respond to individual reads. Figure 5 shows the devices linked via the Internet to the data streaming service which then invokes different programs to respond to different events. Results are stored in a distributed storage or pushed to other devices.

Using these services, software engineers only need to focus on how each read should be handled, without worrying about networking, programming dependencies, runtime environments, data consistency, synchronization, and dynamic provisioning. Cloud vendors even provide IoT services, e.g., AWS IoT [9] and Azure IoT Suite [10].

### 3. PERSPECTIVES FOR IoT USE IN EDUCATION

From the perspective of this paper, one can distinguish three essential and significantly different levels of IoT use in education: (1) education in general, (2) higher education, and (3) engineering education; all topics are discussed next.

#### 3.1. IoT Use in Education in General

Prospects of using IoT in education, in general, are articulated the most vocally, among others, by computer companies, which sense a big business just around the corner. Such examples are CISCO [4] and Intel [11], which beyond hidden advertising provide valuable insight into the use of IoT in education. For example, CISCO considers the following key factors for successful implementation of IoT in education: security, data integrity, and education policies [4]. Intel [11] advocates that IoT has the potential to trigger enablers to create the “synthesizing mind”, which include: programming (commonly understood as “coding”), science, and making (in a sense of “makers movement”).

There is, however, an independent study by the British Computer Society [12], which emphasizes the enormous significance of IoT in education for the future: *“The impact of the Internet of Things is likely to be revolutionary in all areas of education. This will be a consequence of speed of deployment, ubiquity, global scale, low cost and connectivity of billions of intelligent sensors and actuator devices generating unprecedentedly huge amounts of data. The interconnectivity and cutting across silos will place more demand on hybrid skills throughout ICT and beyond.”*

Existing academic studies, although relatively few, confirm all such observations, for example, referring to new educational opportunities, which IoT will bring into “rural underprivileged areas” [13].

With respect of using IoT in higher education, the situation is similar, with the industry taking the lead. Most notably, in a special issue of Educause Review [14], executives from Salesforce, Google, Extreme Networks, IBM and CISCO present their views on the IoT impacts on higher education, followed by some sobering thoughts of one of the Information Technology directors at a major U.S. university: *“The IoT and IoT systems have the potential to provide substantial value to higher education institutions. But the implementation of those systems creates seams with our existing IT and information management ecosystems.”*

The academic research falls far behind the industry and there are only a handful of studies analyzing impacts of IoT on higher education in the forthcoming years. In one, rather superficial paper [15], the author lists a number of changes the educators and administrators will face due to the introduction of IoT, including: changes in teaching and learning, experimental and practical changes, need for a change in management, etc. Brief discussion of using IoT in engineering education is presented, as well.

Another article [16] focuses on presenting the needs for adopting IoT technology on campus in e-learning, calling it smart i-campus. It points to a number of issues facing those who implement the i-campus, related mostly to the use of new technologies, but omitting completely the changes in pedagogy resulting from adopting the new approach.

One other paper [17] presents academic experiences on learning the IoT technology for purposes of e-business courses. The described model relies on using cheap, general-purpose boards based on Raspberry Pi and Arduino microcontrollers. The authors outline the course structure

and its pilot implementation, sharing their first experiences and feedback received from students.

#### 3.2. Status of IoT in Engineering Education

Papers specific to IoT in engineering education are very interesting, because they focus on addressing the practical aspects. Five papers are briefly reviewed here, in chronological order of their publication.

The oldest and the most substantive paper, by Kortuem et al. [18], discusses at full length the introduction of an Internet of Things based course in the introductory computer science curriculum, at Open University in the UK. The main objective of developing this course was to diverge from a traditional way of thinking about computing education, which starts with giving students good theoretical background and postpones introduction and acquisition of programming and artefact building skills until later years. Instead, the Open University project proposed “a radical departure from a traditional computer science curriculum”, and implemented an infrastructure developed locally and composed of three essential elements:

- a unique networked sensor device (the SenseBoard)
- newly developed visual programming language, named Sense, similar to Scratch, and
- cloud services hosted on university servers.

This endeavor required, of course, “a multi-year effort by a large group of dedicated educators and a significant investment in people and technology” [18], which the Open University embarked on. As a result, students “learn with IoT technology, rather than merely learning about the IoT”.

Other projects whose descriptions were found in the literature are on a much smaller scale and tend to use publicly available resources.

The impact of the IoT on engineering education is discussed in [19], where the authors advocate the use IoT to improve the quality, scalability and breadth of education. They present a teaching platform where students can use cloud services ranging from accommodating simple devices based on Raspberry Pi to more complicated broker services developed for remote sensor network. Their experiences are also discussed, with a main statement that “the major impact of IoT based learning environment is that the traditional teacher and student roles change significantly”.

In a more recent paper [20], Uskov et al. present an ongoing project aimed at identifying main IoT features that can be used in support of a Smart Learning concept leading to a smart engineering education. The main result of the project, thus far, is an identification of several factors in the IoT, which contribute to Smart Learning in engineering education. Even though it has been one of the project’s initial goals, the paper stops short of identifying “types of pedagogy that may be effectively supported by IoT”.

Two other recent papers, [21]-[22], focus on device aspects of using the IoT in acquiring knowledge. The former stresses the software application aspects of IoT by introducing ThingWorx Android phone app and using it with a pre-built Android web UI. The major objective of the exercise is to expose undergraduate students to IoT in their early years and improve recruitment and retention. The latter paper discusses a successful approach in gradually introducing complexity to IoT projects with Raspberry Pi, to students who have not had any hardware or Linux based experience before.

#### 4. SENIOR PROJECTS FOR IoT

The Software Engineering program at the authors' institution aims at creating a full IoT specialization. For the time being, prospective courses for the specialization have been defined and are in the process of approval. The projects described here are a part of this process aiming at the selection of the most convenient and the most effective teaching tools. Each project has a small embedded device, sensor or/and actuator, and targets a specific cloud platform. The choice of both the device and the platform has been given to students with instructor's approval.

##### 4.1. Smart Home with Remote Device Access from iOS

The first project focused on studying remote device access in a smart home. The objective was to have a small microcontroller installed at home, with enough processing power and connectivity to have the capability of allowing a user to operate it remotely for some simple operations, from an iPhone running iOS 9.

The microcontroller selected for the project is an ESP8266 (Figure 6 [23]). The ESP8266 is a newer chip that is WiFi enabled. It is fully programmable with two GPIO ports. Because of its small size, 21.1mm by 13.2mm, and price of about \$5, it is a perfect fit for a project like this.



Fig. 6. ESP8266 microcontroller board

This is to control a lamp or outlet, which is powered by 120V power source, via a relay shield. The relay chosen is the SunFounder relay shield. It is able to successfully switch the 120V AC load on and off. The iPhone and microcontroller shall communicate over a UDP socket connection, through a Message Queue Telemetry Transport (MQTT) protocol service, as illustrated in Figure 7.

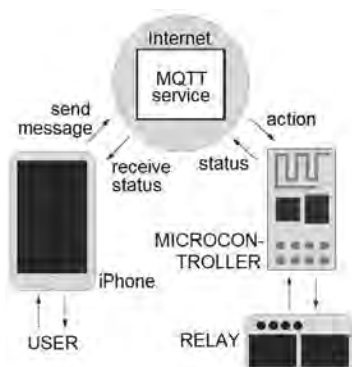


Fig. 7. Connectivity of the iPhone with a home appliance

The task was to design, implement and test software for both the microcontroller and the iPhone, with the use of MQTT service subscription.

##### 4.2. GPS Tracker Using the FONA 808 Breakout Board

This project's objective was to track multiple FONA 808 devices (Figure 8) from a remote user terminal using the

cellular GSM connection and GPS antenna via the Internet. The Arduino microcontroller is used to communicate with the FONA 808 to transmit GPS coordinates and use a database that stores information for multiple FONA devices to a user interface in order for the user to interact with the devices remotely.



Fig. 8. FONA Board [24]

The overall connectivity diagram, involving a local user/client at a terminal, remote FONA board with Arduino, and Sparkfun data stream service is shown in Figure 9. The software development task involved designing, implementing and testing the following components: GUI and database software for the client side, Arduino GPS command and communication software for the FONA board, and interaction with the data stream service for data collection.

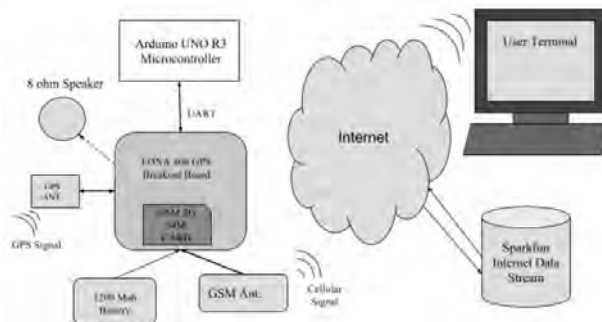


Fig. 9. Connectivity of the remote user with FONA board.

One of several difficulties that arose during this project was the reliability of the Sparkfun data stream service. It seemed to experience frequent down times and was not available for connection on multiple occasions. This affected both data collection from the FONA to the data stream as well as transmissions from the data stream to the GUI.

##### 4.3. Remote Vision for Telecontrol of a Robotic Arm

The AL5A Robotic arm with the SSC-32 microcontroller (Figure 10) incorporates four degrees of freedom featuring base rotation, single plane shoulder, elbow, and wrist motion. In addition, the arm provides a functional gripper as well as a wrist rotate.

The project involved connecting the robotic arm to the Internet in order to relay commands remotely. It was previously implemented using a NearBus server, which is a cloud connector that receives client commands wirelessly, and most recently with Amazon Web Services, which allow more efficient operations. Services such as Simple Queue Service (SQS) and AWS Lambda support wireless connection to the cloud as well as the ability to execute software based on signal calls. These commands were issued via a client user interface, which permitted users to manually move the robotic arm whichever way they wanted to, given movement restrictions.



Fig. 10. AL5A robotic arm with SSC-32 controller board [25]

Current implementation incorporated two extensions. First, the Arduino Yun microcontroller was added to control the arm via its SSC-32 microcontroller, allowing for increased processing power as well as memory storage and connectivity through an Ethernet port. Secondly, and most importantly, a webcam was added on the base of the robotic arm in order to detect objects in view. OpenCV is a computer vision and machine learning software library [26] that provides this capability along with other features such as 3D model extractions, and object tracking. Information such as shapes, color, and distances can be analyzed. The robotic arm can then use this information to retrieve the foreign object in view via x, and y coordinates. Both these changes are illustrated on the connectivity diagram in Figure 11.

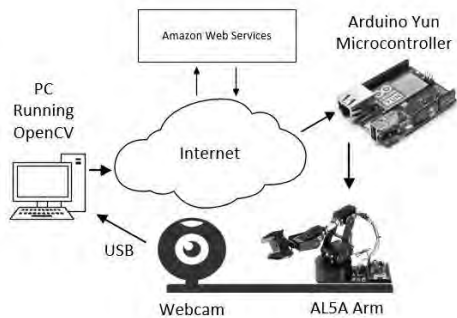


Fig. 11. Connectivity of the camera with AL5A robotic arm.

The diagram shows a webcam connected to a computer via a USB connection. This provides a continuous video feed that the OpenCV software analyzes in real time. The project objective is to analyze objects that come into view and successfully retrieve them with no user interaction.

After detecting an object, the computer sends commands to an Amazon AWS server, which holds the machine instructions for moving the robotic arm that can then be sent to the Arduino Yun for execution. The Arduino Yun connects to the robotic arm via the SSC-32 microcontroller that controls all of the on-board motors.

This way all user interactions with the robot are avoided and fully automatic control of the robot is implemented. The robotic arm is able to operate on its own using the webcam as a reference of where the object is that needs to be removed. Commands sent to the cloud (Amazon Web Services) are relayed to the Arduino Yun to perform the needed operations. This project could be used as a reference for manufacturing plants that would like to automate the assembly line.

#### 4.4. Online Health Monitoring with a Smartwatch

The last project involved using a Moto 360 smartwatch [27] to implement a person's monitoring health parameters for use by a doctor and a person themselves. Initially, only one parameter, heart rate, was measured, but a completely operational system was implemented, with full connectivity to a Google Cloud, as shown in Figure 12.



Fig. 12. Connectivity of the smartwatch with Android and cloud.

As much as all previous projects did, this particular one also focused on the usability, which is illustrated in Figure 13. By reading the user's heart rate and sending the data via smartphone to the health monitoring server, which stores the history of all the information it receives, the application allows a doctor and a patient to stay in touch over a secure network, regarding all actions necessary to monitor health.



Fig. 13. Practical usefulness of the smartwatch solution.

## 5. CONCLUSION

Four student projects were described, developed on an experimental basis in a senior software engineering course, to illustrate the principles and advantages of the Internet of Things. Their emphasis was, first, on compatibility with the basic architecture of the IoT, and, second, on practical aspects and usability of the technology. The applications included smart home, real-time GPS tracking, automatic telecontrol, and online health monitoring. All projects were successful in bringing to operation the low-end "device things", whether sensors or actuators, and making connectivity with the services provided by the cloud, thus, demonstrating the value of the technology.

Future work will involve incorporating the ideas and experiences of this exercise into other courses across the software engineering curriculum, to form the degree specialization in the Internet of Things.

## 6. ACKNOWLEDGEMENTS

This work has been supported by a grant from NASA through University of Central Florida's NASA-Florida Space Grant Consortium (UCF-FSGC 66016015). Partial support was provided by a WIDER grant from the National Science Foundation, Award No. DUE-1347640. Views and findings expressed herein are those of the authors and not of the funding agencies.

The following students of the Software Engineering program at Florida Gulf Coast University are gratefully

acknowledged for their contributions to the design and implementation of projects described in this paper: Wes Wickwire (iOS), Gio Gastaldo and Hilton Wise (FONA), Mike DeSeno and Derek Pike (AL5A), Steve Joy-Volk, Merzier Petit-Frere and Rudi Trevino (Smartwatch).

## 7. REFERENCES

1. Vestburg H., *CEO to Shareholders: 50 Billion Connections 2020*. Ericsson, April 13, 2010. URL: <https://www.ericsson.com/thecompany/press/releases/2010/04/1403231>
2. Evans D., *The Internet of Things How the Next Evolution of the Internet Is Changing Everything*. Cisco Internet Business Solutions Group. April 2011. URL: [https://www.cisco.com/c/dam/en\\_us/about/ac79/docs/innov/IoT\\_IBSG\\_0411FINAL.pdf](https://www.cisco.com/c/dam/en_us/about/ac79/docs/innov/IoT_IBSG_0411FINAL.pdf)
3. Nordrum A., The Internet of Fewer Things. *IEEE Spectrum Magazine*, September 23, 2016. URL: <http://spectrum.ieee.org/telecom/internet/the-internet-of-fewer-things>
4. Selinger M., Sepulveda A., Buchan J., *Education and the Internet of Everything*. Cisco Systems, San Jose, CA, 2013
5. IEEE Standards Association. *P2413 – Standard for an Architectural Framework for the Internet of Things (IoT)*. Institute of Electrical and Electronics Engineers, New York, 2016
6. IEEE Standards Association. *IEEE Standards Association (IEEE-SA) Internet of Things (IoT) Ecosystem Study*. Institute of Electrical and Electronics Engineers, New York, 2014.
7. *The Intel IoT Platform: Architecture Specification*. White Paper. Intel Corporation, 2016. URL: <http://www.intel.com/content/dam/www/public/us/en/documents/white-papers/iot-platform-reference-architecture-paper.pdf>
8. Kraemer B., *P2413 - Standard for an Architectural Framework for the Internet of Things*. Institute of Electrical and Electronics Engineers, New York, 2016.
9. Amazon Web Services. URL: <https://aws.amazon.com/>
10. Microsoft Azure. URL: <https://azure.microsoft.com/en-us/>
11. *Transforming Education with the Internet of Things*, Intel Corp., Santa Clara, Calif., 2015.
12. British Computer Society, *Internet of Things Working Group: Report to PPAB*, BCS Policy and Public Affairs Board, June 12, 2013.
13. Pruet P. et al., Exploring the Internet of Educational Things (IoET) in Rural Underprivileged Areas, *Proc. ECTI-CON2015, 12th Int'l Conference on Electrical Engineering/Electronics, Computer, Telecom. & Info. Technology*, Hua Hin, Thailand, June 24-27, 2015.
14. Asseo I. et al., The Internet of Things: Riding the Wave in Higher Education, *Educause Review*, pp. 11-31, July/August 2016.
15. Zhang T., The Internet of Things Promoting Higher Education Revolution, *Proc. MINES 2012, 4th Int'l Conference on Multimedia Information Networking and Security*, Nanjing, China, November 2-4, 2012.
16. Veeramanickam M.R.M., Mohanapriya M., IoT Enabled Future Smart Campus with Effective e-Learning: iCampus, *GSTF Journal of Engineering Technology*, Vol. 3, No. 4, pp. 81-87, April 2016.
17. Bogdanovic Z. et al., A Platform for Learning Internet of Things, *Proc. Int'l Conference on e-Learning*, Lisbon, Portugal, July 15-19, 2014, pp. 259-266.
18. Kortuem G. et al., Educating the Internet-of-Things Generation, *IEEE Computer*, Vol. 46, No. 2, pp. 53-61, 2013.
19. Vujovic V., Maksimovic M., The Impact of the Internet of Things on Engineering Education, *Proc. ICOFE 2015, 2nd Int'l Conference on Open and Flexible Education*, Hong Kong, July 16-17, 2015, pp. 135-144.
20. Uskov V. et al, Smart Engineering Education: The Ontology of Inrnet-of-Things Applications, *Proc. EDUCON-2016, 7th IEEE Global Engineering Education Conference*, Abu-Dabi, UAE, April 10-13, 2016, pp. 476-481.
21. Abraham S., Using Internet of Things (IoT) as a Platform to Enhance Interest in Electrical and Computer Engineering, *Proc. ASEE-2016, 123rd Ann. Conference and Exposition*, New Orleans, La., June 26-29, 2016.
22. Zhing X., Liang Y., Raspberry Pi: An Effective Vehicle in Teaching the Internet of Things in Computer Science and Engineering, *Electronics (Switzerland)*, Vol. 5, No. 3, Article 5, 2016.
23. Seeed Studio, WiFi Serial Transmission Module with ESP8266. URL: <https://www.seeedstudio.com/WiFi-Serial-Transceiver-Module-w-ESP8266-p-1994.html>
24. Adafruit, FONA 808 – Mini Cellular GSM. URL: <https://www.adafruit.com/products/2542>
25. Lynxmotion, AL5D Robotic Arm with SSC-32. URL: <http://www.lynxmotion.com/p-1035-lynxmotion-al5d-4-degrees-of-freedom-robotic-arm-combo-kit-no-software-w-ssc-32u.aspx>
26. OpenCV, Multiple Object Detection with Color. URL: <https://i.ytimg.com/vi/hQ-bpfdWQh8/hqdefault.jpg>
27. Motorola 360 Smartwatch. Product Video. URL: [https://www.bhphotovideo.com/c/product/1196765-REG/motorola\\_00865nartl\\_moto\\_360\\_sport\\_smartwatc h.html](https://www.bhphotovideo.com/c/product/1196765-REG/motorola_00865nartl_moto_360_sport_smartwatc h.html)

## LABORATORIA DLA „INTERNETU RZECZY” W PROGRAMIE INŻYNIERII OPROGRAMOWANIA

W artykule omówiono zagadnienia laboratoriów studenckich dla kursów związanych z „Internetem rzeczy”, w programie studiów Inżynierii Oprogramowania. Przedstawiono koncepcję Internetu rzeczy i omówiono korzyści płynące z użycia tej technologii w kształceniu, szczególnie w dyscyplinach inżynierskich, dyskutując podstawowe problemy z tym związane. W szczególności, opisano praktyczne rozwiązania problemów laboratoryjnych, z użyciem robota, systemu GPS, inteligentnego zegarka i zdalnego przekaźnika, oraz przekazywania odpowiednich danych do przetwarzania w chmurze.

**Słowa kluczowe:** Internet rzeczy, przetwarzanie w chmurze, kształcenie inżynierów, inżynieria oprogramowania, zdalne laboratoria.

## MOBILE QUIZZES IN MATH

Gertruda GWÓZDŹ-ŁUKAWSKA<sup>1</sup>, Monika POTYRAŁA<sup>2</sup>, Daniel SCHÖN<sup>3</sup>

1. Lodz University of Technology, Centre of Mathematics and Physics  
phone.: 42 631 36 11 e-mail: gertruda.gwozdz-lukawska@p.lodz.pl
2. Lodz University of Technology, Centre of Mathematics and Physics  
phone.: 42 631 36 11 e-mail: monika.potyrala@p.lodz.pl
3. University of Mannheim, Chair of Economic and Business Education, Learning, Design and Technology  
phone.: 49 621 181 2774 e-mail: daniel.schoen@uni-mannheim.de

**Summary:** The paper presents new possibilities for learning offered by the use of mobile quizzes in mathematics. We present quizzes created with the *MobileQuiz2* application of the University of Mannheim. The main difficulty to overcome was writing mathematical texts and implementing interactive math applets. The applets illustrate particular issues and enable the students to interact with the course content more deeply than simple listening. The combination of interactive math applets and mobile quiz can then be used during the lectures as well as learning quizzes with hints. These are invaluable before a test or exam. The mobile quizzes can directly be enriched with equations, interactive formulas or drawings. When used in large variety, they are entertainment and a spectacular form of repetition of the material. In addition, the lecturer has the side benefit of an immediate feedback, which shows him the degree of the students' understanding of the topic.

**Keywords:** mobile quiz, m-learning, audience feedback.

## 1. INTRODUCTION TO MOBILEQUIZZ

## 1.1. Audience Feedback

Many implementations of various Audience Response Systems (ARS) were implemented in recent years. Their main purpose was to increase interactivity, (re-)activate the audience and get a realistic feedback of students' knowledge [1]. The early hardware clicker devices were detached by software solutions, designed to operate on students' internet-enabled, mobile devices. *Mentimeter*, *Kahoot!* and *Nearpod* are examples of such applications which were able to run quick quizzes in a classroom environment. Unfortunately, most of these systems do not support math symbols or equations. In many cases only a picture can be added. Furthermore, the systems are relatively closed and do not allow the embedding of interactive third-party applets. But these aspects are very crucial to create comprehensible and colorful content for math lessons.

Therefore, the *MobileQuiz2* was implemented at the University of Mannheim to enable lecturers to design and perform more customized and enriched mobile quizzes. When using the *MobileQuiz2*, the lecturer can choose different pre-existing mobile teaching scenarios or design individual new ones. Considering the special needs of mathematicians, we designed a particular scenario which covered the features we wanted to use in math teaching. This scenario includes: single and multiple choice questions, open

text questions, explanation texts, images, HTML-elements and numerical slider input. Each textual object accepts TeX-input and automatically converts it into HTML equations or symbols within the students' browsers. A visual editor enables the lecturers to easily attach one or more objects to a new quiz entity. It is enough to drag and drop the object and fill in the blank. An entity thereby describes a quiz prototype with a particular selection of objects, which can then be used several times in recurring lectures.



Figure 1. View of the Objects



Figure 2. View of the Entity Editor

When the entity is ready a new game can be opened. A new game means a new voting (new for each group). With every new game, a QR-Tag is created which links to this particular quiz. Students can directly scan the QR-Code or manually enter a given URL. The quiz is then opened with the browsers on the students' devices. These typically are smart phones, tablet PCs or laptops.

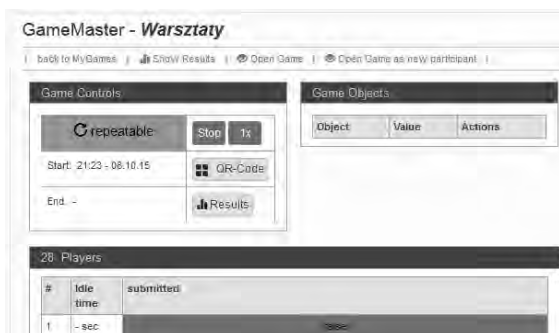


Figure 3. View of the Game Master

When the quiz round is started, the lecturer can observe the voting results in real time. He or she gets an overview about the amount of students participating and which percentage already submitted their answer. Afterwards, he or she can open a result view which shows the aggregated results of the participating audience. These can then be discussed during the lecture or used in preparation of the next lecture.

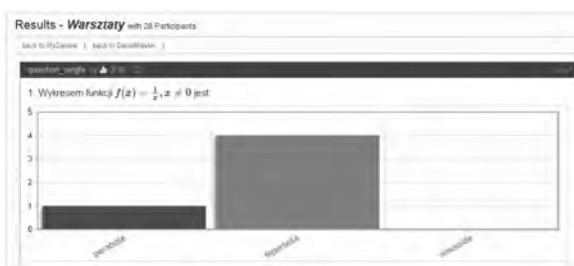


Figure 4. View of the Results

### 1.2. Technical aspects

The *MobileQuiz2* is written in PHP and works in a typical LAMP environment (Linux, Apache2 webserver, MySQL, PHP). The students' view, which renders the quizzes on the students' mobile devices is also written in PHP and additionally uses jQuery and jQuery mobile to render the layout and elements. The TEX transformations are realized with the help of *MathJax*. Hence the full application works like a usual web page, no installation on the students' devices is necessary and additional third-party content like *GeoGebra*-applets can easily be embedded.

As the *MobileQuiz2* supports a vast amount of different scenarios and object types, it uses a generic databank layout of 3x3 tables which describe the objects and attributes in the three quiz phases (blueprint, entity, game) [1]. Thus, the *MobileQuiz2* engine can treat the various objects with the same procedures. The core engine therefore does not distinguish between a student clicking a button or entering a text. Therefore, many different scenarios can be supported and new object types can be added without refactoring the core engine.

## 2. MATH QUIZZES

There is a special e-learning team working in the Center of Mathematics and Physics (CMF). Many of math quizzes have been built as a result of the team work. There have been prepared more than 100 math tests in Polish and almost 100 in English. As the quizzes are to be available for every student at every moment, they are placed on the university e-learning platform called *WIKAMP*. There scanning QR codes, students can use special math applets. For example, having a possibility of touching or moving the tangent line is invaluable. Students can also open it in their smartphones and fill in so called learning quizzes. If someone reads carefully the hints hidden in a question, image or applet – the answer is obvious. Finally, it is also possible to make a test. Unfortunately, there is no way to give the feedback automatically by *WIKAMP*. The correct answers can be analyzed during the classes. This kind of quizzes is especially valuable for teachers and the e-learning team, because analyzing results we can find out which part of the theory is a problem in general. It is an important hint for us, how to create new materials.

Anyway, the main assumption of mobile quizzes is a possibility of observing voting results in a real time. It can be fulfilled only by the teacher using *MobileQuiz2* application. That is why a special account *lodz* was created, where all our math entities are copied and each teacher of the CMF may use it. It is impossible to change anything there. The teacher chooses the entity from the list and opens a new game for his group. The QR code is shown and after scanning the code students solve and submit the test. At the beginning, the group can see the current number of participants and how many students have already finished their voting. After all, the voting results can be shown. Of course, the results presentation depends on a type of the question. There are different kinds of graphs to choose. Usually the correct answers are shown with the number of voting of the group.

The shown QR code presents some possible kinds of questions used in *MobileQuiz2*:



Figure 5. The QR code for one of the quizzes

## 3. EXAMPLES OF MATH QUIZZES

### 3.1. Lecture applets

As the first example let us see a quiz called “definition of the derivative”. This is an applet placed in the quiz especially for students who have just been told the theory and now have to practice.

So, looking at the quadratic function, they can try to find the derivative in the given point using only definition in their workbooks and later check their answers.

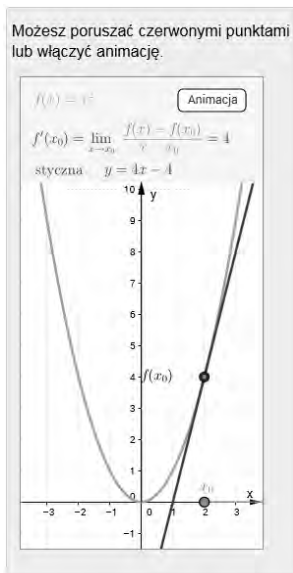


Figure 6. View of the entire applet

Another example shows an applet that can be used during lecture. It's about Normal Distribution. A student after scanning appropriate QR code opens a *GeoGebra* applet:

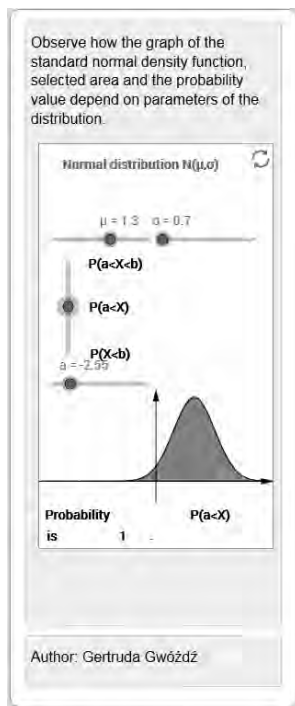


Figure 7. View of the *GeoGebra* Applet

Then he or she can move the sliders and change the parameters  $\mu$  and  $\sigma$  of the Normal Distribution which affects the movement of the graph of the density function. So the students can see how the parameters affect the graph and additionally observe how the chosen probability is connected to the size of colored region. After some time given to explore the applet, the lecturer can ask questions about identified connections and at the end formulate the theorem.

### 3.2. Learning quizzes

Now we present a couple of learning quizzes.

The first learning quiz that will be mentioned is about the equation of a straight line. A student reads the definition,

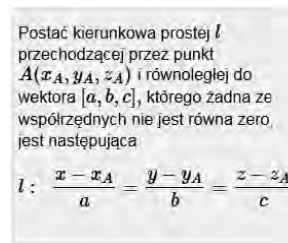


Figure 8. The definition of a straight line equation

then watches the example showing how to find the right form of the line and at the end he or she is given a question which has to be answered. We suppose that looking at the model above it should be easy to select correct response.

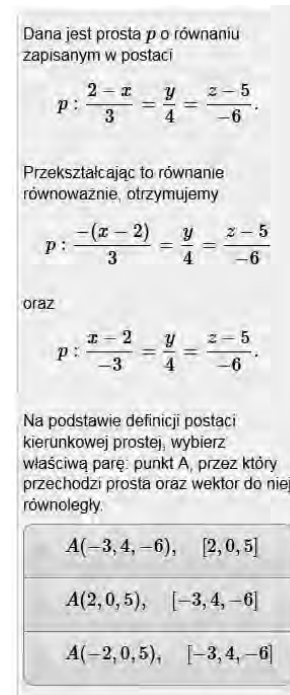


Figure 9. The problem of a straight line equation

In the second quiz a student can write his or her function in the input box and observe how the graph of the chosen function looks like. It's worth mentioning that there is a hint in the applet that shows the syntaxes of expressions.

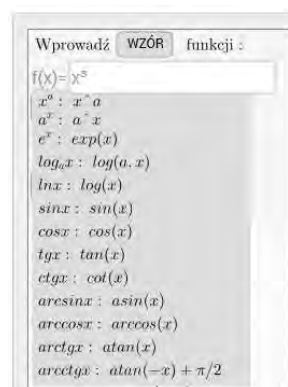


Figure 10. The hint shown after clicking the text "formula"

Also the applet shows the graph of the derivative, the value of the derivative in a chosen point (it can be moved) and the tangent line. So it can be used not only to draw the graphs



but to check if the tangent in a certain point is correctly found, too. The situation in which the student has to answer no questions is a big advantage and makes him/her feel more comfortable while exploring.

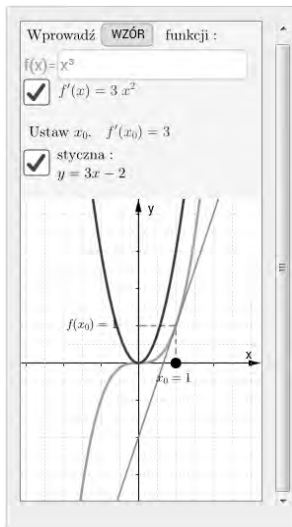


Figure 11. View of the entire applet

This quiz can be used during classes and then, after submitting the teacher can show correct answer with the number of participants who have been right and explain the notion once again to those who have been wrong.

It can be also used at home and students can get the feedback at the nearest meeting.

### 3.3. Tests

A non-standard mobile quiz will be served as an example of a standard quiz used to check the students' knowledge. This is a kind of puzzle game prepared to make the test more attractive. Knowing the rules of finding the domain of the function, players are given an inverse problem: to find correct formula of a function satisfying given condition about it's domain.

The biggest advantage of this quiz is a possibility of checking automatically if the puzzles are completed which doesn't have to be done by the lecturer.

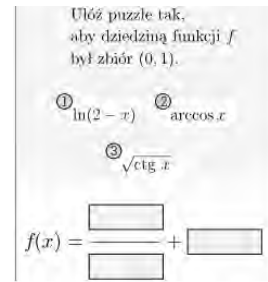


Figure 12. The puzzle domain problem

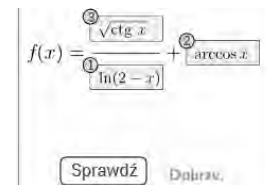


Figure 13. The solution of the problem

## 4. CONCLUSIONS

Presented mobile quizzes and tests have been done many times. First of all, during classes or lectures, students played with applets (not just a teacher using his computer). It helped them understand the theory much better. Learning quizzes were useful when a certain part of a theory ended. This was an excellent consolidation of the theory. Students found the solutions and we checked the correct answers. Finally, many times before written tests mobile tests were done. They looked similar to the learning ones, but the questions were more difficult, because of lack of the hints. Anyway, it was enough to point out all the difficulties and eliminate them.

The combination of interactive *GeoGebra* applets and lightweight mobile quizzes is a potential benefit for many teaching methods and teaching scenarios. Every scenario can use its customized quiz with a fitted volume and fitting object types.

## 5. BIBLIOGRAPHY

1. Schön D., Klinger M., Kopf S., Effelsberg W.: A Model for Customized In-Class Learning Scenarios, SCITEPRESS, Science and Technology Publications, 2015.

## QUIZY MOBILNE W MATEMATYCE

Artykuł przedstawia nowe możliwości uczenia, jakie dają matematyczne quizy mobilne. Prezentujemy quizy napisane przy użyciu aplikacji *MobileQuiz2* Uniwersytetu w Mannheim. Twórcy tej aplikacji uwzględnili specyficzne potrzeby matematyków. Podstawową trudnością wymagającą przezwyciężenia było użycie czcionki matematycznej i wykorzystanie apletów mobilnych np. *GeoGebry*. Powstały aplety ilustrujące poszczególne zagadnienia (do użycia np. na wykładzie, by każdy student mógł „poczuć pod palcem” abstrakcyjne obiekty matematyczne), quizy uczące – z odpowiedziami w formie apletów bądź rysunków (idealne by ugruntować materiał), oraz quizy sprawdzające – bezcenne przed kolokwium czy egzaminem. Ze względu na dużą różnorodność quizów, mogą one być zarówno zabawą, jak i spektakularną formą powtórzenia materiału. Stanowią znakomite urozmaicenie zajęć i dzięki temu aktywizują do działania. Ponadto, wykładowca ma natychmiastową informację zwrotną. Może dzięki niej ocenić stopień zrozumienia danego tematu i wraz z grupą omówić problematyczne odpowiedzi. Z pewnością, możliwości quizów mobilnych w odniesieniu do matematyki nie zostały wyczerpane i warto zgłębiać ich tajniki.

**Słowa kluczowe:** quizy mobilne, m-learning, odpowiedź zwrotna.

## BUDOWANIE ZAANGAŻOWANIA STUDENTÓW

Gertruda GWÓŹDŹ-ŁUKAWSKA<sup>1</sup>, Katarzyna STAWOWCZYK<sup>2</sup>, Martyna WDOWIAK<sup>3</sup>

1. Politechnika Łódzka, Centrum Nauczania Matematyki i Fizyki  
tel.: 42 631 36 11 e-mail: gertruda.gwozdz-lukawska@p.lodz.pl
2. Politechnika Łódzka, Wydział Mechaniczny  
e-mail: 197370@edu.p.lodz.pl
3. Politechnika Łódzka, Wydział Mechaniczny  
e-mail: 197375@edu.p.lodz.pl

**Streszczenie:** Publikacja przedstawia sposób budowania zaangażowania studentów w rozwój własny – od zdobywania informacji i wiedzy, poprzez jej analizowanie pod kątem przydatności do rozwiązania problemu aż do stosowania zdobytych umiejętności w pracy z innymi. Realizacja podanych celów stała się możliwa dzięki zastosowaniu połączenia kilku metod dydaktycznych oraz narzędzi wykorzystywanych w pracy metodą Webquestów. Przeanalizujemy przedstawiony proces budowania zaangażowania analizując przykładowe efekty pracy studentów kierunku Transport Wydziału Mechanicznego Politechniki Łódzkiej, a szczególnie sposoby wykorzystania zdobytej wiedzy w pracy z innymi.

**Słowa kluczowe:** zaangażowanie, projekt.

### 1. METODA PRACY

#### 1.1. Opis metody

Studenci zostali zaznajomieni z metodyką pracy w ramach omawianych projektów. Każdy z projektów otrzymał tytuł niekoniecznie związany bezpośrednio z zagadnieniami/przedmiotami realizowanymi na kierunku. Część tytułów została podana przez wykładowcę, ale była też możliwość zaproponowania własnego tytułu przez studenta, co okazało się strzałem w dziesiątkę. Sam temat nie sugerował ani problemu do rozwiązania, ani dziedziny, którą należałoby się zająć w ramach jego realizacji. Samo rozważanie tematu przez konkretnego studenta (lub przez grupę liczącą maksymalnie trzy osoby) kierowało uwagę pracujących nad konkretne tory i wyznaczało kierunek tej pracy.

Zatem metoda ta przypominała Problem Based Learning, gdzie grupa ma podany opis sytuacji i jej zadaniem jest wykrycie co jest najważniejszym do rozwiązania problemem w tej sytuacji, zgłębienie wiedzy na temat możliwych metod rozwiązania (zdobycie odpowiedniej wiedzy kierunkowej) i zaproponowanie rozwiązania optymalnego opartego na zdobytej wiedzy. Zbieranie informacji i ich prezentacja (w tym przygotowanie apletów GeoGebry ilustrujących omawiane zagadnienia) przypominała pracę nad Webquestem [1] – wyniki zostały przedstawione na stronach www i w dokumentach GoogleDocs. Możliwe było korzystanie z serwisów społecznościowych – studenci wymieniali się linkami do

znalezionych materiałów czy zdjęć za pomocą tych serwisów.



Rys. 1. Fragment utworzonej strony www zawierającej teorię

#### 1.2. Cele

Podstawowym celem projektu było odnalezienie w temacie dowolnego zagadnienia matematycznego, fizycznego, mechanicznego lub z innej dziedziny i omówienie go ze wszystkimi szczegółami. Zatem można powiedzieć, że podstawowym zadaniem było dostrzeżenie nauki w życiu codziennym.

Kolejnym zatem, nie mniej istotnym celem, było przeanalizowanie zauważonego zjawiska pod kątem naukowym. To były cele dające studentom możliwość samorozwoju w kwestii zauważania przydatności nauki. („Nigdy nie wiadomo, gdzie to ktoś wykorzysta... Może właśnie ja stworzę coś użytecznego dzięki tej skomplikowanej wiedzy zdobytej na studiach... może będę mógł tłumaczyć zjawiska i na przykład przewidywać rozwój wypadków – jak to ma miejsce przy prognozowaniu pogody czy przewidywaniu trzęsień ziemi...”)

Jednak projekt ten miał jeszcze jeden – może nawet ważniejszy od pozostałych – cel: wytłumaczyć poznane zjawisko innym, wykorzystując do tego zdobytą wiedzę. Tłumaczenie miało charakter wielowątkowy:

- dotyczyło zarówno studentów – czyli osób na podobnym poziomie wiedzy
- oraz dzieci/młodzieży – osób młodszych, które niekoniecznie byłyby w stanie zrozumieć trudne wzory czy prawa.

## 2. GENEZA POMYSŁU

### 2.1. Rower – jakie kryje tajemnice

Pomysł wykonywania opisanych projektów zrodził się w wyniku przemyśleń własnych nad tematyką zajęć dla grupy siedmiolatków – najmłodszych studentów Łódzkiego Uniwersytetu Dziecięcego działającego na Politechnice Łódzkiej.

Tematem tych zajęć był rower.

Zadaniem warsztatu było ukazać kilka wątków związanych z rowerem. Przykładowe z nich to:

- koło – i jego tajemnice matematyczne,
- przerzutki – po co są i jak działają,
- koła zębate – rodzaje i zastosowania.

Na warsztacie tym dzieci zapoznały się z definicją roweru, dzięki czemu poznały różnicę między rowerem a motocyklem czy samochodem. Poznały elementy, z których składa się rower i zostały wprowadzone w świat matematyki oraz mechaniki. Poznały fragment historii rowerów – co pokazało, że koła roweru nie zawsze były okrągłe. Wreszcie, nauczyły się, jak narysować „idealne” koło i co to za tajemnicza liczba  $\pi$  – zmierzyły obwody kilku kół i porównały je z ich promieniami. Ponadto dowiedziały się, jak działają przerzutki w rowerze i miały możliwość stworzenia własnych układów napędowych dla wymarzonych pojazdów. W tym celu skorzystały z gotowych i bezpiecznych (w odróżnieniu od eksperymentowania na działającym rowerze) klocków.



Rys. 2. Przykład zabawki dziecięcej

Efektom ich pracy było stworzenie własnego koła zębatego z tektury – dzięki czemu zaobserwowały, że można coś takiego stworzyć w domu i eksperymentować dalej – nawet po zakończonych zajęciach.

W wyniku prac nad tematem roweru, zrodziły się również inne pomysły dotyczące np. wytrzymałości materiałów – dlaczego koła nie są drewniane jak dawniej, czy też tematy związane z wygodą jazdy na rowerze – i stąd kolejne pomysły o rozwinięciu tematu opon – po co są, dlaczego gumowe itd. oraz o zastosowaniach amortyzatorów.

## 3. PRZYKŁADY PROJEKTÓW

### 3.1. Piłka

Na jednym z tych mniej ciekawych wykładów troje studentów siedziało w samym końcu sali wykładowej, gdzie każdy mógł zająć się swoimi sprawami. Jeden z nich rozwiązywał właśnie jakąś zagadkę matematyczną, inny z pełnym skupieniem zastanawiał się nad krzyżówkowymi hasłami, a trzeci siedział po prostu znudzony i patrzył, co dzieje się za oknem. Tam inny student, włączając się po chodnikach kampusu, odbijał od ziemi piłeczkę kauczukową. I tak w głowie tego niezmiernie znudzonego wykładem studenta zrodził się pomysł.

Zaraz po zajęciach zgarnął swoich dwóch najlepszych uczelnianych towarzyszy i przedstawił problem, którym wspólnie z nimi chciał się zająć.

Zagadnieniem, które zastanowiło studenta, było pytanie: jakim torem i dlaczego akurat takim porusza się odbity od podłoża przedmiot w kształcie kuli.

W wolnej chwili studenci przeprowadzili proste doświadczenie, które zostało uwiecznione w postaci filmu. Film ten został następnie poddany szczegółowej analizie, co doprowadziło grupę studentów do jednych, oczywistych wniosków. Piłka odbijała się od ziemi i zarysowywała tor, którym była wszystkim dobrze znana parabola.

Wówczas studenci dzielnie zaczęli poszukiwać we wszelkich źródłach informacji na temat tego, skąd wzięło się właściwie równanie paraboli, a przy okazji dlaczego otrzymała ona akurat taką nazwę.

Wymieniając się na Facebook'u zdobytymi linkami (np. <http://fizyka.org/?teoria,9,5>), które chociaż po części wyjaśniały powstały problem, sformułowali odpowiednie wnioski, którymi postanowili podzielić się z innymi studentami.

Zagadnienie to nie okazało się zbyt skomplikowane, a jednak kryło w sobie wiele tajemnic. Z pozoru prosta kwestia, którą studenci zajmują się już od paru lat, a jednak nie każdy wie, jak to wszystko się zaczęło.

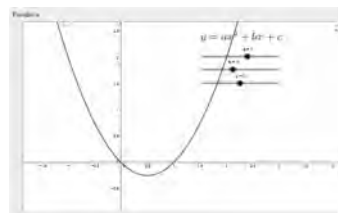
Jeżeli chodzi o genezę słowa parabola to wiadomo, że pochodzi ono z języka greckiego i oznacza porównanie. Studentom uniwersytetu zapewne bliższe jest tłumaczenie paraboli jako przypowieści. Studenci politechniki natomiast kojarzą parabolę z krzywą, przysparzającą czasem wielu problemów na kolokwium, nie tylko z matematyki.

Studenci tłumaczyli sobie, że znaczenie „porównanie” może się tutaj odnosić do faktu, że punkty leżące na krzywej po obu stronach pewnej prostej przechodzącej przez jej wierzchołek są równoodległe od tej prostej.

Z uwagi na tak duże zainteresowanie tematem przez kolegów i koleżanki ze studiów, postanowiono zaprezentować zagadnienie młodszemu społeczeństwu w ramach warsztatów na Łódzkim Uniwersytecie Dziecięcym.

Problem zilustrowany został w nieco inny sposób, bardziej przystępny dla dzieci. Oczywiście wprowadzona została nazwa paraboli i jej równanie, jednak nie tłumaczono jego wyprowadzenia. Dzieci próbowały odtworzyć drogę piłki poprzez kolejne rzuty i próby trafienia do „kosza”.

W programie matematycznym GeoGebra stworzony został aplet przedstawiający wzór funkcji kwadratowej i kreślący się wykres, zależny od parametrów funkcji. Był on dostępny na odpowiedniej stronie internetowej i mógł z niego skorzystać każdy uczestnik warsztatów.



Rys. 3. Aplet przedstawiający równanie i rysunek paraboli

Zadaniem dzieci było zapoznanie się ze wzorem funkcji kwadratowej oraz dowolna zmiana parametrów krzywej poprzez poruszanie suwaków. Dzięki temu dzieci zauważyły zależność pomiędzy wartościami parametrów a kształtem krzywej (parabola „uśmiechnięta” lub „smutna”)

i potrafiły odpowiedzieć na pytanie: „Czy rzucona piłka zawsze porusza się po tym samym torze?”

Uczestnicy warsztatów zostali również uświadomieni, że w popularnie używanej przez nich grze Angry Birds również obserwujemy tor paraboliczny. Gracze odpowiednio dobierają siłę i kąt, pod jakim skierowany jest tytułowy ptak, aby doleciał w pożądanym miejscu.



Rys. 4. Aplet przedstawiający parabolę rzutu w popularnej grze

Warsztat ten przysporzył dużo radości zarówno studentom, jak i ich warsztatowym pociechom. Studenci byli dumni, że mogli wykorzystać swoją wiedzę w tak efektywny sposób; dzieci zaś cieszyły się, że nauczyły się nowych pojęć, co w połączeniu z zabawą i doświadczeniami pozwoliło im łatwiej zrozumieć kwestię toru lotu piłki. Mamy nadzieję, że wyniesione z zajęć informacje posłużą im jako inspiracja do domowych eksperymentów, które być może pozwolą wywnioskować, że masa piłki i jej rozmiary również mają istotny wpływ na jej tor lotu. Da im to możliwość dalszego rozwoju wyobraźni przestrzennej oraz być może wyodrębni pojęcie „oporów ruchu”, takich jak opór powietrza.



Rys. 5. Zdjęcie z warsztatów ŁUD

Pytania ze strony kolegów i koleżanek oraz ze strony dzieci skłoniły do zastanowienia się nad zagadnieniem z nieco innej strony. A mianowicie:

- Z czego musi być wykonana piłka, aby potrafiła się odbijać?
- Czy przedmioty wykonane z nieodkształcalnego materiału mogą się odbijać?
- Czy piłka może przyjmować jakiś inny kształt, poza kulą?
- Jakie musi być podłoże aby piłka zakreśliła idealną parabolę?

### 3.2. Bilard

Sesja się właśnie skończyła; studenci mogą wreszcie zaplanować swój wolny czas. Jedni bawią się na imprezach, inni chodzą do kina, a jeszcze inni na bilard.

Bilard, jaki znamy dzisiaj, ewoluował na przestrzeni lat. Ma wiele odmian o różnych zasadach gry ale zwykle cel jest ten sam – w bicie kuli do łuzu.

Kiedy ogląda się jak robią to profesjonaliści, wydaje się to takie proste. Jednak gdy sami stajemy naprzeciw pozornie łatwej grze, wszystko zaczyna się jakoś bardziej komplikować.

Pewnego wieczoru przy jednej z bilardowych gier grupa studentów postanowiła w końcu zastanowić się, jak w ogóle udaje nam się trafić do celu i w ten sposób wymyślono temat jednego z projektów. Grający wpadli na pomysł, że przy kolejnej grze sfilmują „z góry” wszystkie odbicia, rozważając w dalszej analizie tylko te, które okazały się trafne. Obserwując i zaznaczając tory po jakich poruszały się bile, sformułowali wniosek, który okazał się zgodny z powszechnie znanym prawem fizycznym.

Kąt padania definiujemy jako kąt pomiędzy torem toczącej się kuli a normalną, czyli linią prostopadłą do powierzchni odbicia. Prawo powiada, że jest on równy kątowi odbicia – zdefiniowanemu analogicznie, jak kąt padania. Znajomość działania tego prawa w praktyce dla bilardowych graczy może być kluczem do uzyskania przewagi nad przeciwnikiem, a nawet do zwycięstwa (idealnie badając kąt padania i kąt odbicia za każdym razem trafienie doprowadzane by było do skutku). Jednak w rzeczywistości, na odbicie mają wpływ takie elementy, jak: siła odbicia, miejsce przyłożenia kija bilardowego czy tarcie. Poza tym ciężko byłoby odkładać kąty na rzeczywistym stole bilardowym.

W ramach wolontariatu, przedstawiając to prawo dzieciom z ŁUD, studenci stworzyli wirtualny bilard, na którym mogły one właśnie idealnie odmierzając kąty padania i kąty odbicia, prowadząc w ten sposób każdą bilę do łuzu. Jednak trening na mini bilardzie pokazał, że, niestety, nie jest to takie łatwe, jakby się wcześniej wydawało.



Rys. 6. Zdjęcie z warsztatów ŁUD

Dzieci chętnie eksperymentowały z możliwymi torami ruchu kuli bilardowej. Doświadczenia na stole bilardowym w małej skali nauczyły je myślenia o następnych krokach. Zauważyły, że na tor ruchu kuli ma wpływ również przyłożona siła: jeśli będzie ona duża wówczas bila może odbić się nie raz, ale dwa lub trzy, jeśli zaś będzie niewielka, bila bardzo szybko może wytracić swoją energię i nie odbić się w ogóle.

W kolejnych próbach powstały pomysły dotyczące „podkręcenia piłki”, czyli profesjonalnych zagrań, które omijają własności kąta padania. Wysznuły też wnioski: doświadczenie i technika gracza pozwalają na manipulację torem ruchu odbitej bili.

Uczestnicy zajęć mogli też skorzystać z gotowego apletu GeoGebra (<https://www.geogebra.org/m/bH3nVbtC>), autorstwa Jerzego Mila, który przedstawiał, co by było, gdyby stół miał kształt elipsy. Dowiedzieli się, że tu obowiązuje to samo prawo, choć wygląda tu ono nieco bardziej skomplikowanie (normalna jest prostą prostopadłą do stycznej do elipsy). Większości uczestnikom podobała się ta część zajęć także ze względu na różnorodne kształty powstające w wyniku rysujących się torów.

Ciekawym stało się również czy ktoś w ogóle podjął się budowy eliptycznego stołu bilardowego, a co więcej, czy rozgryzł, jak na takim stole grać, aby wygrać. Szukając rozwiązania, studenci natrafili na film

(<https://www.youtube.com/watch?v=4KHCuXN2F3I>), który wiele w tym temacie wyjaśnia.



Rys. 7. Scena z filmu prezentującego grę na bilardzie eliptycznym

Obserwując w życiu codziennym zderzające się samochody, wielu z nas na pewno zastanawiało się, dlaczego nie zostają one w miejscu zderzenia, lecz przemieszczają się np. kilkadziesiąt metrów dalej. Związane jest to na pewno z przekazywaniem energii kinetycznej, jaką posiadają te samochody w związku z uzyskaną w czasie jazdy prędkością. Część energii w czasie zderzenia zostaje przekazana między pojazdami, a część powoduje właśnie ich przemieszczenie aż do zatrzymania.

Studenci, chcąc zastanowić się nad powyższym problemem, postanowili przeanalizować następujące przypadki:

- samochody jadą w tym samym kierunku;
- samochody jadą w przeciwnym kierunku;
- jeden z samochodów stoi w miejscu;
- samochód uderza w ścianę budynku.

Kupując mini modele samochodów, postanowili przeprowadzić serię doświadczeń pozwalających na sformułowanie odpowiednich wniosków. Umieszczając filmiki w Internecie pomogli zrozumieć też wielu innym osobom z jakim prawem mamy tutaj do czynienia.

Jest to tak zwane prawo zachowania pędu, które mówi, że całkowity pęd układu izolowanego jest stały. Prawo to wykorzystywane jest również w omawianym wcześniej bilardzie.

Podczas realizacji powyższych doświadczeń, nasunęło się wiele pytań związanych ze zjawiskiem tarcia, które studenci uznali za wartę rozważenia:

- Co to właściwie jest tarcie?
- Czy możliwe byłoby życie bez tarcia?
- Jakie znaczenie w transporcie ma tarcie?
- Czy istnieje jakiś związek między tarciem a przyczepnością?

### 3. WNIOSKI

#### 3.1. Wnioski studentów z przeprowadzonych warsztatów

Symulacja dała pogląd na nowe rozwiązania dla gry, stymulowała dzieci do dalszego eksperymentowania oraz

rozwijała ich wyobraźnię. Połączenie zabawy z nauką pozwoliło im spędzić czas efektywnie, ale bez zbędnej i zbyt trudnej do zrozumienia teorii. Manualne wykonywanie doświadczeń i obserwacja skutków rozszerzyło horyzont postrzegania zastosowania mechaniki/matematyki/fizyki do normalnego życia. Wiedza zdobyta na warsztatach może zostać wykorzystana w dowolny sposób, ale zdobyta umiejętność przewidywania efektów działania jakiegoś prawa sprawiła, że dzieci stały się jeszcze bardziej ciekawe otaczającego świata.

### 4.2. Wnioski z wprowadzenia projektów

Z opisanych przykładów wynika, że chętnym nie brakuje pomysłów i jedynym ograniczeniem przy realizacji podobnych projektów jest brak czasu, by móc zrealizować wszystkie. Jednak te, które zostały już zrealizowane (opisane i co więcej – wcielone w życie) pokazują, że warto takie zadania kontynuować. Daje to olbrzymią satysfakcję z dobrze wykonanej pracy i dużo lepsze zrozumienie zjawisk – wszak umiejętność wytłumaczenia pojęcia/wzoru/prawa daje pewność, że sami już je rozumiemy.

Współpraca ze studentami, którzy jako wolontariusze pomagają w prowadzeniu warsztatów na ŁUD pokazuje, że podanie im pewnego tematu lub akceptacja ich własnego pomysłu, otwiera przed nimi drzwi wyobraźni – zaczynają odnajdywać w zwyczajnych sytuacjach elementy pochodzące z różnych dziedzin i sami próbują je zgłębiać, by po pierwsze wiedzieć więcej, a po drugie móc to tłumaczyć ich następcom.

Publikacja nie zawiera pełnych opisów projektów przedstawionych przez studentów. Prezentuje natomiast efekty budowania ich zaangażowania poprzez pracę nad projektami: opisy konkretnych zajęć przygotowanych we współpracy z wykładowcą i przeprowadzonych na Łódzkim Uniwersytecie Dziecięcym. Działania studentów pokazują, że takie rozwijające projekty należy kontynuować; a oprócz zdobywania wiedzy, można z nich czerpać również wiele radości.

### 5. BIBLIOGRAFIA

1. Perifanou M., Attwell G., Eichstaedt M., Jaruga A., Lindquist K., Zieliński K.: WebQuest for HRM.
2. Płóciennik J., Klimczak K., Twórczość pasja Uniwersytet, Kategoria zaangażowania w dydaktyce akademickiej, UŁ, 2015.
3. Bates, A. W.; Poole Gary, Effective Teaching with Technology in Higher Education, Foundations for Success, 2003.

## BUILDING STUDENTS ENGAGEMENT

The publication presents a way of building students engagement through preparing projects and explaining the gained knowledge. Reaching the target was possible due to combining PBL and WebQuest. The examples of the projects show that the students not only got to know many new facts/theorems, but they also worked on quite well known ideas. While analysing different problems, they found many aspects that could be considered in their analyses. The presentations prepared by the students during their work on the projects were not described in detail. An extra value that their engagement brought was highlighted. A list of workshops based on the problems prepared by the students was later compiled. The students of the Mechanical Faculty of Lodz University of Technology showed that they could not only explain normal situations by using an advanced theory, but they could also translate scientific laws to young people.

**Keywords:** engagement, project.

*IV Konferencja*

*eTechnologie w Kształceniu Inżynierów eTEE'2017*

Politechnika Gdańska, 27-28 kwietnia 2017

## INNOWACYJNE FORMY KSZTAŁCENIA W EDUKACJI INŻYNIERÓW

Agnieszka KACZMAREK-KACPRZAK<sup>1</sup>, Kinga KUROWSKA<sup>2</sup>

1. Politechnika Gdańska, Wydział Elektrotechniki i Automatyki, Katedra Elektroenergetyki  
tel.: 48 58 348 62 93 e-mail: agnieszka.kaczmarek@pg.gda.pl
2. Politechnika Warszawska  
tel.: 48 22 234 14 24 e-mail: kkurowska@rekt.pw.edu.pl

**Streszczenie:** Innowacje to nowa wartość lub jakość wprowadzana by osiągnąć lepsze rezultaty. Peter F. Drucker definiuje innowacje, jako okazję do nowych przedsięwzięć i usług. Innowacja stymuluje zmianę. Ta z kolei jest nieodłącznym elementem świata inżynierów, dynamicznego, skomplikowanego i odpowiadającego na rosnący popyt nowych rozwiązań technologicznych. Przemysł 4.0 staje się faktem, a umiejętność szybkiego reagowania uczelni na zmiany w otoczeniu jest niezbędna. Jak w ten świat wprowadzić absolwenta uczelni wyższej? Jak wykreować lub rozwinąć w nim umiejętności i kompetencje potrzebne na współczesnym rynku pracy? Na przytoczone pytania postarają się odpowiedzieć w niniejszym artykule autorki referatu. Artykuł rekomenduje podejście do skutecznego kształcenia w świetle uzyskanych wyników badań.

**Słowa kluczowe:** innowacyjne formy kształcenia, student-centred learning, problem based learning.

### 1. WSTĘP

Dlaczego student kierunku inżynierskiego bezbłędnie odpowiada na skomplikowane pytanie, a zamyka się na inne niewyuczone rozwiązanie? Dlaczego na pytanie „Ilu inżynierów potrzeba do wymiany żarówki?” Słyszymy odpowiedź dotyczącą liczby pracowników, a nie kwestii samego problemu, którym jest oświetlenie. Współcześnie problemem nie jest brak wiedzy twardej, tę student potrafi uzyskać z dostępnych źródeł, problemem jest selekcja informacji i definicja problemu. Identyfikacja zagadnienia jest kluczowa w rozwiązywaniu problemów inżynierskich, dlatego podjęto próbę określenia cech sprzyjających rozwojowi umiejętności i kompetencji umożliwiających, studentom kierunków technicznych, skupienie się na istocie studiowania, poszukiwaniu rozwiązań, akceptacji i asymilacji w zmieniającym się dynamicznie otoczeniu oraz otwarcie się na edukację w środowisku międzynarodowym oraz za pomocą nowych narzędzi.

Zmiana jest nieodłącznym elementem świata inżynierów, dynamicznego, skomplikowanego i odpowiadającego na rosnący popyt nowych rozwiązań technologicznych. Ciągły rozwój technologii implikuje konieczność zmian w przygotowaniu absolwenta na rynek pracy [1], co z kolei związane jest z modyfikacją systemu kształcenia studentów. Uczelnie powinny tworzyć programy nauczania biorąc pod uwagę wymagania rynku

pracy, które znalazły swoje odzwierciedlenie m.in. w standardach kształcenia [2]. Konieczność wdrażania innowacyjnych metod nauczania była dyskutowana i podkreślana przez Ministrów Nauki podczas Konferencji Ministrów Europejskiego Obszaru Szkolnictwa Wyższego (EOSW) w Erywaniu, która odbyła się w maju 2015 roku. W komunikacie przeczytać możemy, że „4 główne priorytety działań Ministrów to:

- poprawa jakości i przydatności procesu uczenia się oraz nauczania;
- wsparcie zatrudnialności absolwentów podczas całego ich życia zawodowego;
- tworzenie większej integracji w ramach naszych systemów;
- wdrażanie uzgodnionych reform strukturalnych;” [3].

Z punktu widzenia założeń poniższej pracy, kluczowe są dwa pierwsze elementy. Kolejnym ważnym wątkiem są obszary poszukiwania nowych celów współpracy w ramach EOSW, a wśród nich najważniejszy: innowacje w kształceniu, w tym wykorzystanie technologii cyfrowych [3].

### 2. INNOWACJE W KSZTAŁCENIU INŻYNIERÓW

Innowacyjne formy kształcenia w edukacji inżynierów to propozycja nowych pomysłów uzyskania zakładanych efektów kształcenia i pobudzenia kreatywności i motywacji do samorozwoju studentów kierunków inżynierskich.

Metody służące rozwojowi ww. kompetencji to metody aktywizujące wyróżnione w pedagogice ze strategii kształcenia poszukującego (problemowego) [4]. Porównanie wybranych strategii kształcenia: podającego i poszukującego przedstawiono w tabeli 1. Obie strategie mają swoje wady i zalety w odniesieniu do kształcenia akademickiego, stąd warto projektując proces kształcenia stworzyć hybrydę obu typów łączącą możliwie jak najwięcej cech zwiększających skuteczność uzyskania zakładanych efektów kształcenia.

Tabela 1. Porównanie wybranych strategii kształcenia

| Kształcenie poddające   | Kształcenie poszukujące   |
|---|---|
| Wiedza jest przekazywana w postaci uporządkowanego zbioru informacji i algorytmów działań<br>Bierna rola uczącego | Student własną pracą zdobywa wiedzę i umiejętności, określa problem, stawia i weryfikuje hipotezy<br>Aktywizacja studenta |
| Ekonomiczne   | Kosztowne   |
| Duża liczba informacji przekazywana jest w stosunkowo krótkim czasie znacznej liczbie słuchaczy                   | Kształcenie zindywidualizowane, małe grupy robocze  |

Źródło :opracowanie własne.

Student-Centred Learning (SCL) to model idealnie wpisujący się w kształcenie poszukujące. Cechy charakterystyczne modelu to:

- Spersonalizowana nauka, uszyta na miarę jak u dobrego krawca, jest dedykowana do danego zadania, wygodna, praktyczna i użyteczna. Kluczowa jest tu rola, wykładowcy, który musi znać swoich podopiecznych i stworzyć z nimi relację, pozwalającą na właściwy dobór narzędzi dydaktycznych,
- Nauka oparta jest na rozwoju kompetencji,
- Proces nauczania może odbywać się w dowolnym czasie i miejscu, co z kolei oznacza, że koniec jednostki lekcyjnej nie jest równoznaczny z końcem przyswajania wiedzy.

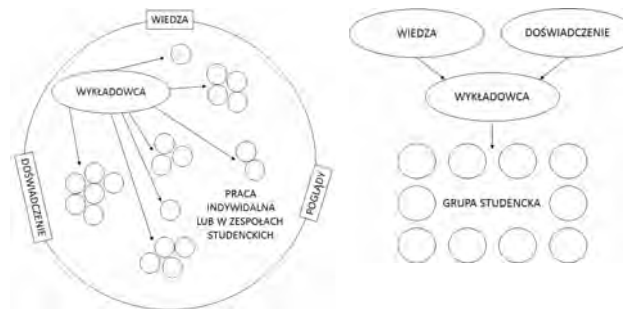
SCL wykorzystuje innowacyjne metody i narzędzia kształcenia, m.in.:

- Problem Based Learning (PBL)
- Research Based Learning (RBL)
- Work Based Learning (WBL)
- Design Thinking (DT)
- otwarte zasoby edukacyjne
- Massive Open Online Courses (MOOC)

Tradycyjny model kształcenia TCL (teacher centered learning) określić można, jako: wykładowca, katedra, tablica, ławka, prace domowe i czas odmierzany jednostkami dydaktycznymi. Porównanie tych dwóch modeli przedstawiono na rysunku 1.

European Students Union (ESU) od kilku lat stara się propagować i wdrażać ideę SCL [5], która reprezentuje zarówno postawy jak i kulturę innowacyjnego podejścia szkół wyższych do kształcenia oraz komunikacji między nauczycielem a studentem. Idea to sygnalizowana była w Procesie Bolońskim, a konieczność jej wdrażania podkreślono w Komunikacie Ministrów z Leuven/Louvain-la-Neuve w 2009 r. [6]

Zgodnie z tym komunikatem uczelnie powinny wzmacniać misję dydaktyczną we wszystkich trzech cyklach kształcenia, wdrażając nowe podejście do nauczania, zmieniając pozycję osób uczących się oraz ewaluując na bieżąco programy kształcenia w oparciu o rozwój procesu kształcenia, z udziałem interesariuszy wewnętrznych i zewnętrznych.



Rys. 1 Porównanie tradycyjnego modelu kształcenia z SCL (rysunek po lewej). Źródło :opracowanie własne.

### 3. PRZEDMIOT BADAŃ

Przedmiotem badań były umiejętności i kompetencje studentów I roku I semestru I stopnia studiów stacjonarnych na kierunkach technicznych. Badaniem objęto 259 osób studiujących w Polsce, Polaków i obcokrajowców, obu płci. Studenci wypełniający ankiety są absolwentami szkół ponadgimnazjalnych zarówno o profilu ogólnokształcącym jak i branżowym. Szczegółowe dane dotyczące udziałów poszczególnych grup w badaniu przedstawiono w tabeli 2. Badanie poprowadzone zostało techniką ankiety, przy użyciu narzędzia, jakim jest kwestionariusz ankiety.

Tabela 2. Specyfika grupy biorącej udział w badaniach pilotażowych.

| Grupa         | Udział, % | Kobiety, % | Mężczyźni, % | Liceum % | Technikum % |
|---------------|-----------|------------|--------------|----------|-------------|
| Polacy        | 80        | 21         | 79           | 97       | 3           |
| Obcokrajowcy* | 20        | 14         | 86           | 69       | 22          |

\* - 9% ankietowanych deklaruowało ukończenie innego typu szkoły ponadgimnazjalnej

Źródło :opracowanie własne

Zapytano studentów, jakie umiejętności i kompetencje chcieliby posiadać po zakończeniu studiów, a które w ich ocenie będą im potrzebne w przyszłej pracy inżyniera. Pośród odpowiedzi najczęściej powtarzały się:

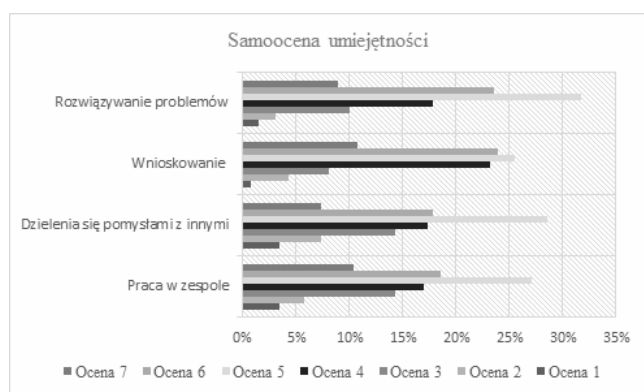
- Samomotywacja/ Motywacja do pracy
- Wystąpienia publiczne
- Dobra znajomość języków obcych
- Radzenie sobie ze stresem
- Znajomość programów branżowych, narzędzia IT
- Zarządzanie czasem
- Podejmowanie decyzji
- Dobra komunikatywność
- Umiejętności miękkie.

Warto dodać, że 80% ankietowanych uczestniczyło w szkole ponadgimnazjalnej w zajęciach z przedsiębiorczości, a tylko 57% ankietowanych biorących udział w tych zajęciach uważa je za przydatne i wartościowe.

Na podstawie dotychczasowych badań Doroty Piotrowskiej [7], prowadzonych przez zespół na Politechnice w Donostia-San Sebastian [8] oraz raportów

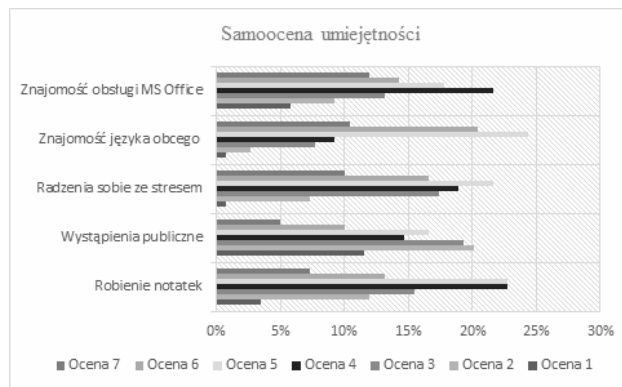
i opracowań poświęconych oczekiwaniom pracodawców wobec absolwentów uczelni wyższych [9] i [10] autorki zaproponowały 15 umiejętności i kompetencji, które poddano samoocenie przez ankietowanych. Uczestnicy badań pilotażowych przeprowadzonych na Politechnice Gdańskiej i Warszawskiej w skali od 1 do 7 mieli ocenić swoje umiejętności. Oceny dokonywali w kilku obszarach. Zestawienie wyników umieszczono w tabeli 3. Następnie rozdzielono umiejętności od kompetencji. Podział wynikał ze specyfiki ocenianych cech [11]. Umiejętności, zdefiniowano, jako cechy nabywane w trakcie rozwoju i nauki nowych rzeczy. Umiejętności nie są związane z naszymi poglądami, emocjami czy przekonaniem.

Poświęcając określoną ilość czasu i zaangażowania każdy człowiek może nauczyć się danych umiejętności. Oczywiście predyspozycje i talent stanowią uwarunkowanie uzyskania określonego poziomu danej umiejętności.



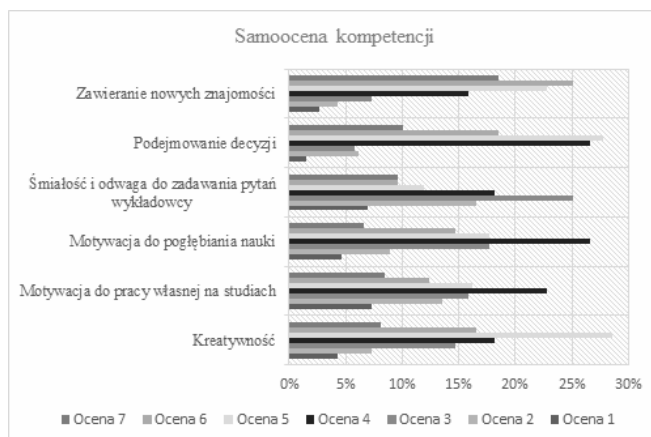
Rys. 2a. Ocena wybranych umiejętności studentów

Oceniane umiejętności studentów 1 roku przedstawiono na rysunkach 2a i 2b.



Rys. 2b. Ocena wybranych umiejętności studentów

Kompetencje zdefiniowano, jako cechy związane ze sposobem myślenia, tworzenia relacji oraz sposobem działania. Kompetencje determinują funkcjonowanie człowieka. Wpływ na nie ma motywacja, przekonania, doświadczenia, zdolności oraz emocjonalność. Kompetencje nie są stałe przez całe życie, można je rozwijać i trenować. Wyniki samooceny kompetencji studentów w 6 obszarach zaprezentowano na rysunku 3.



Rys. 3. Ocena kompetencji studentów

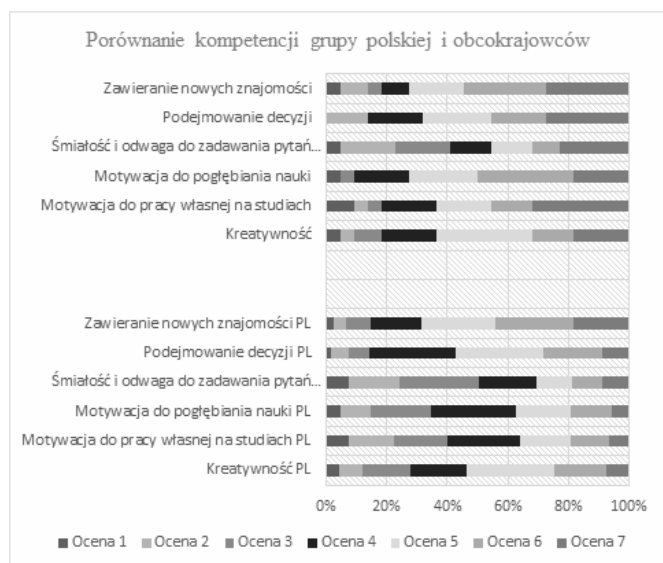
Tabela 3. Samoocena umiejętności i kompetencji ankietowanych

| Ocena umiejętności | Praca w zespole, % | Kreatywność, % | Motywacja do pracy własnej na studiach, % | Umiejętność dzielenia się pomysłami z innymi, % | Motywacja do pogłębiania nauki, % | Umiejętność wnioskowania, % | Umiejętność rozwiązywania problemów, % | Śmiałość i odwaga do zadawania pytań wykładowcy, % | Umiejętność robienia notatek, % | Wystąpienia publiczne, % | Podejmowanie decyzji, % | Zawieranie nowych znajomości, % | Umiejętność radzenia sobie ze stresem, % | Znajomość języka obcego, % | Znajomość obsługi oprogramowania MS Office, % |
|--------------------|--------------------|----------------|---|---|-----------------------------------|-----------------------------|--|--|---------------------------------|--------------------------|-------------------------|---------------------------------|--|----------------------------|---|
| 1                  | 3,47               | 4,25           | 7,34                                      | 3,47  | 4,63                              | 0,77                        | 1,54                                   | 6,95   | 3,47                            | 11,58                    | 1,54                    | 2,70                            | 0,77                                     | 0,77                       | 5,79  |
| 2                  | 5,79               | 7,34           | 13,51                                     | 7,34  | 8,88                              | 4,25                        | 3,09                                   | 16,60  | 11,97                           | 20,08                    | 6,18                    | 4,25                            | 7,34                                     | 2,70                       | 9,27  |
| 3                  | 14,29              | 14,67          | 15,83                                     | 14,29   | 17,76                             | 8,11                        | 10,04                                  | 25,10  | 15,44                           | 19,31                    | 5,79                    | 7,34                            | 17,37                                    | 7,72                       | 13,13   |
| 4                  | 16,99              | 18,15          | 22,78                                     | 17,37   | 26,64                             | 23,17                       | 17,76                                  | 18,15  | 22,78                           | 14,67                    | 26,64                   | 15,83                           | 18,92                                    | 9,27                       | 21,62   |
| 5                  | 27,03              | 28,57          | 16,22                                     | 28,57   | 17,76                             | 25,48                       | 31,66                                  | 11,97  | 22,78                           | 16,60                    | 27,80                   | 22,78                           | 21,62                                    | 24,32                      | 17,76   |
| 6                  | 18,53              | 16,60          | 12,36                                     | 17,76   | 14,67                             | 23,94                       | 23,55                                  | 9,65   | 13,13                           | 10,04                    | 18,53                   | 25,10                           | 16,60                                    | 20,46                      | 14,29   |
| 7                  | 10,42              | 8,11           | 8,49                                      | 7,34  | 6,56                              | 10,81                       | 8,88                                   | 9,65   | 7,34                            | 5,02                     | 10,04                   | 18,53                           | 10,04                                    | 10,42                      | 11,97   |
| bd                 | 3,47               | 2,32           | 3,47                                      | 3,86  | 3,09                              | 3,47                        | 3,47                                   | 1,93   | 3,09                            | 2,7                      | 3,47                    | 3,47                            | 7,34                                     | 24,32                      | 6,18  |

Źródło :opracowanie własne



Ciekawe okazało się zestawienie wyników studentów przyjeżdżających do Polski na studia z naszymi obywatelami. Porównanie ocenianych kompetencji zestawiono na rysunku 4.



Rys. 4. Porównanie kompetencji ankietowanych grup

#### 4. Dyskusja wyników

Dokonując analizy samooceny studenckich umiejętności konieczne jest uwzględnienie zjawiska efektu ponadprzeciętności dobrze znanego psychologii społecznej. Tendencja ta widoczna jest w wynikach badań pilotażowych. Grupa około 50 % ankietowanych studentów ocenia się w dowolnym obszarze ponad średnią wartość tj. powyżej 3,5 w przyjętej skali oceny.

Szczególne uwagi należy zwrócić na odpowiedzi respondentów odnoszące się do ich śmiałości i odwagi w zadawaniu pytań wykładowcy oraz ich ocenę umiejętności związaną z wystąpieniami publicznymi. Te dwa elementy znacznie odbiegają od średniej. Studenci wyraźnie wskazują, że brak im tych kompetencji i umiejętności. 48,65% badanych określa swoją śmiałość do zadawania pytań wykładowcy w skali 1-3, czyli poniżej średniej, włączając ocenę średnią (4) daje nam to procentowo w sumie 66,8% ankietowanych. Porównywalne wyniki występują w przypadku wystąpień publicznych tj. skala 1-3 50,97%, włączając średnią ocenę 4, uzyskujemy 65,64%. Obie te cechy w znaczny sposób wpływają na proces studiowania, stąd konieczność włączenia nauki tych aktywności już na początku studiów. Rozszerzając obserwacje o umiejętność robienia notatek (53,93% oceniło się w skali 1-4) możemy uznać, że studenci mają zasadniczy problem ze studiowaniem, rozumianym jak proces składający się z pracy z wykładowcą, samodzielnej pracy nad omawianym przez wykładowcę zagadnieniem oraz z wejściem w interakcję z wykładowcą. Który nie mając informacji zwrotnej od studenta o problemach ze zrozumieniem treści może zakładać, iż materiał nie stanowi problemu dla naszych ankietowanych.

Opisane wyniki ocenianych cech łączą się bezpośrednio z kolejnymi dwoma: motywacją do pogłębiania nauki oraz motywacją do pracy własnej. Motywacja do pracy u większości respondentów (59,46% praca własna, 57,9 % pogłębianie nauki) jest poniżej średniej. Co stanowi wyzwanie dla wykładowców.

Ciekawe wydają się wyniki związane z obsługą oprogramowania MS Office. Ankietowane pokolenie od najmłodszych lat miało dostęp do PC, a informatyka jest przedmiotem realizowanym w szkole ponadgimnazjalnej i gimnazjum, a mimo to pod koniec pierwszego semestru studiów w uczelniach technicznych swoje umiejętności 27% studentów ocenia w obszarach 1-3. Można by się spodziewać wyników na wyższym poziomie.

Deklarowana znajomość języków obcych oceniana jest u większości w przedziałach 5-7. Warto wspomnieć, iż 55% ankietowanych deklarowało znajomość dwóch języków, zaś 8,5 % trzech lub więcej. Pośród najczęściej wymienianych języków obcych pojawiały się: angielski, hiszpański, niemiecki, rosyjski, włoski, portugalski czy francuski. W dobie globalnych rynków znajomość języków obcych jest niezwykle pożądana.

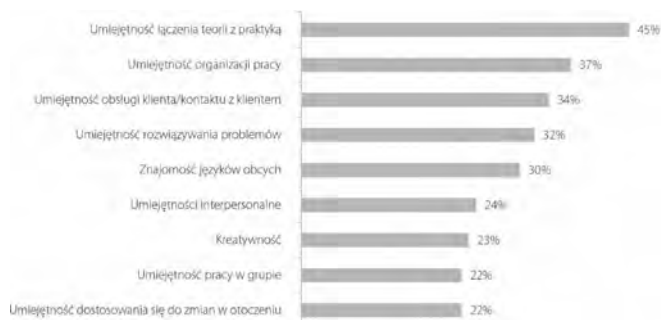
Studenci wysoko ocenili również siebie w kontekście zawierania nowych znajomości. Pytanie to zostało postawione, jako otwarte i dopuszczające wszelkie kanały zawierania znajomości, w tym media społecznościowe czy grupy internetowe. W dalszych pracach badawczych autorki planują rozdzielenie analizy tej kompetencji na środowisko rzeczywiste oraz kontakty zawierane on-line np. poprzez udział w MOOC-ach.

Na podstawie kwestionariuszy ankiet oceniano Polaków oraz studentów, którzy opuścili rodzinne domy i podjęli naukę w obcym kraju. Obcokrajowcy zdecydowanie wyżej oceniali swoje kompetencje we wszystkich sześciu ocenianych obszarach. Porównanie wyników obu grup przedstawiono na rysunku 4. Można by postawić hipotezę, iż zmiana warunków otoczenia i konieczność nauki w obcym języku oraz odnalezienie się w nowym otoczeniu sprzyja rozwojowi postaw i poszerza horyzonty. Stąd w dalszych pracach badawczych autorki planują rozszerzyć badania o doświadczenia studentów wyjeżdżających na studia w ramach programów wymian studenckich.

Autorzy raportu „Biznes dla edukacji” [12] na podstawie badania Bilans Kapitału Ludzkiego w Polsce wskazują na niedobór wykwalifikowanych pracowników wynikający z niedopasowania kompetencji i kwalifikacji kandydatów do oczekiwań pracodawców. Wyniki badań pokazują, iż pomimo bezrobocia 3/4 firm poszukujących nowych pracowników ma problemy z rekrutacją. Pracodawcy biorący udział w badaniu spośród czynników wpływających na zatrudnialność kandydatów, podają nie tylko dokonywane przez nich wybory ścieżek edukacyjnych, ale również, jakość kształcenia praktycznego oferowana w toku edukacji formalnej.

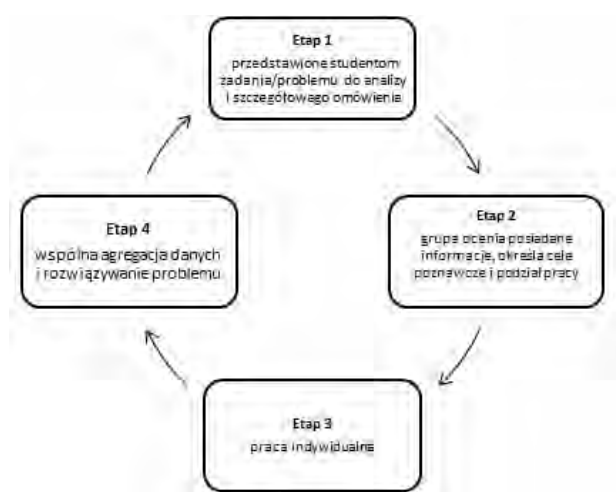
Rozbieżność uzyskiwanych kwalifikacji zawodowych kandydatów i oczekiwań pracodawców stanowi wg autorów ww. raportu realne zagrożenie nie tylko dla osób rozpoczynających życie zawodowe, lecz także dla rozwoju przedsiębiorstw. Dla nich pozyskiwanie młodych talentów w przyszłości może okazać się jeszcze trudniejsze niż dziś, ze względu na prognozowane zmiany w strukturze wieku ludności Polski. Potwierdzeniem powyższego jest zestawienie deficytowych umiejętności i kompetencji w oczach pracodawców zamieszczone na rysunku 5.

W kontekście prezentowanych wyników, uwzględniając krajowe uwarunkowania akademickie uczelni technicznych oraz specyfikę studiów rekomenduje się upowszechnienie wprowadzania semestru projektowego na pierwszym roku studiów oraz zwiększenie zajęć dydaktycznych realizowanych w oparciu o problem tj. PBL (Problem based learning).



Rys. 5. Deficytowe umiejętności i kompetencje w oczach pracodawców [12]

PBL to metoda pracy ze studentami podzielona na etapy, które przedstawiono na rysunku 6. Praca przebiega w małych grupach pod okiem tutora- wykładowcy. Pośród studentów wybierany jest lider/moderator pracy zespołu, sekretarz, który notuje ustalenia i wypracowane informacje przez grupę, by nic nie zostało pominięte



Rys. 6. Etapy pracy grupy studenckiej metodą PBL  
Źródło: opracowanie własne

Etap 1 pokazuje czym jest praca grupowa, pozwalająca na rozwijanie umiejętności komunikacji i dyskusji na argumenty, burzę mózgow, określenie małych zadań, celów czy problemów. Etap 2 to wspólne określenie co wiemy, jaką grupę posiada wiedzę i doświadczenie na temat zadania, jakie są przyczyny i skutki występowania analizowanego problemu. Następnie określone są tzw. 'learning goals', czyli cele poznawcze i ustalany podział pracy. Kolejny etap PBL charakteryzuje się poszukiwaniem odpowiedzi poprzez pracę indywidualną na wszystkich dostępnych kanałach: materiały, biblioteka, eksperci, multimedia, instytucje związane z problemem itp. Etap 4 służy agregacji danych podczas wspólnej wymiany informacji w celu poszukiwania rozwiązania, uzupełnianie informacji niepodzielonej.

Takie podejście pozwala na naukę nie tylko faktów, ale również wymaga myślenia, poszukiwania rozwiązań, współpracy, konstruowania wniosków i informacji zwrotnej, dzięki temu można nauczyć się więcej, poprzez praktykę i sesje tutorskie. Pozwala to również poznać opinie innych i nauczyć się szacunku do odmiennych poglądów.

Doświadczenia międzynarodowe wskazują wiele odmian PBL: Design based learning, Active Learning, Collaborative Learning, Inquiry-based Learning, Cooperative Learning, Peer Led Team Learning, Team-based Learning,

Peer Instruction, Inquiry Guided Learning, Just-in-Time Teaching, Small Group Learning.

Kształcenie na poziomie akademickim jest realizowane metodą PBL m.in w Aalborg University, Maastricht University, Eindhoven University of Technology, Politechnice Łódzkiej czy Politechnice Warszawskiej. Niektóre z nich posiadają zajęcia dodatkowe prowadzone w tej metodyce, część z uczelni włączyła PBL do programów kształcenia jako kursy, inne zaś, jak Aalborg University zorganizowały cały cykl kształcenia oparty o tę metodykę [13]. Aalborg, jako jeden z dwóch ośrodków posiada Centre For Problem Based Learning In Engineering Science And Sustainability pod auspicjami UNESCO.

Przykładem realizacji zajęć w metodzie PBL w Polsce jest kurs realizowany na Politechnice Warszawskiej przez zespół rektorski ds. innowacyjnych form kształcenia INFOX PW pn. *Kreatywny Semestr Projektowy (KSP)*. Studenci pracują w 5-8 osobowych zespołach i uczą się rozwiązując rzeczywisty problem, zlecony przez Urząd Miasta Stołecznego Warszawy oraz przedsiębiorców. Nad każdym zespołem czuwa opiekun - tzw. facylitator, który prowadzi studentów przez proces rozwiązywania zadania.

Projekt KSP skierowany jest do studentów Politechniki Warszawskiej z różnych wydziałów. Celem jest stworzenie warunków pracy, z jakimi absolwenci mogą mieć do czynienia rozpoczynając pracę w zespołach projektowych w przedsiębiorstwach. Studenci są dobierani w grupy, które nie znają się, są z różnych wydziałów, używają różnego języka komunikacji.

Zajęcia realizowane są co semestr, zgodnie z zaplanowanym wcześniej harmonogramem, który przewiduje:

- *Kick-off Weekend*, w ramach, którego studenci poznają metody i narzędzia pracy w grupie;
- cotygodniowe spotkania dla wszystkich grup równoległe, celem wymiany doświadczeń;
- spotkania grup z tutorami;
- pracę zespołową w terenie lub udostępnionym na cały semestr pokoju;
- połówkową ocenę oraz galę finałową z prezentacjami prototypów i raportów.

Dzięki pracy w zespole nad konkretnym problemem zleconym przez przedsiębiorstwo lub Urząd m. st. Warszawy oraz używaniu różnych metodyk i narzędzi studenci rozwijają szereg umiejętności i kompetencji społecznych.

## 5. PODSUMOWANIE

Kluczowym aspektem wykorzystania nowoczesnych form kształcenia w edukacji inżyniera jest pokazanie jak tworzyć własną ścieżkę nauki, moderowaną przez kadrę akademicką jednak pozwalającą, przy zaangażowaniu studenta, przejść do obszaru samodzielnej pracy wykorzystując dostępne zasoby. Ważne by przyszły inżynier znał możliwości i potrafił wybrać właściwe dla siebie rozwiązanie i drogę rozwoju w przyszłej pracy zawodowej. Rolą uczelni jest pokazanie jak czytać mapę i tworzyć plany wypraw, a nie wskazywać jedyną słuszną drogę. Sama wiedza to za mało by rozwiązywać współczesne problemy inżynierskie w przemyśle.

## 6. BIBLIOGRAFIA

1. Wronowska G.: Oczekiwania na rynku pracy, Pracodawcy a absolwenci Szkół Wyższych w Polsce,

- Zeszyty Naukowe Uniwersytetu Ekonomicznego w Katowicach nr 214, 2015
2. Rozporządzenie Ministra Nauki i Szkolnictwa Wyższego z dnia 12 lipca 2007 r. w sprawie standardów kształcenia dla poszczególnych kierunków oraz poziomów kształcenia, a także trybu tworzenia i warunków, jakie musi spełniać uczelnia, by prowadzić studia międzykierunkowe oraz makrokierunki, Dz.U. 2007 nr 164 poz. 1166
  3. Banaszak B.: Co nowego w pracach BolognaFollow-upGroup? Konferencja „Co nowego w Procesie Bolońskim?”, Szkoła Główna Handlowa, 17.05.2016r.
  4. Okoń W.: Wprowadzenie do dydaktyki ogólnej, żak, Warszawa 2003
  5. ESU: Overview on Student-Centred Learning in higher education in Europe. Research study, Brussels, 2015
  6. The Bologna Process 2020: The European Higher Education Area in the new decade. Communiqué of the Conference of European Ministers Responsible for Higher Education. Leuven and Louvain-la-Neuve, 28-29 kwietnia 2009
  7. Piotrowska D.: Problem based learning vs. Design thinking - clash of best teaching practices, ICERI Preceedings, 2015
  8. Garmendia M., Garmendia A., Aginako Z., Solaberrieta E. Engineering students' perceptions about active teaching methodologies in the university of the basque country, ICERI2015 Proceedings, Sevilla, 2015
  9. Biuro Karier Uniwersytetu Śląskiego w Katowicach: Badanie oczekiwań pracodawców wobec absolwentów uczelni, Katowice 2009
  10. Budnikowski A., Dabrowska D., Gąsior U., Macioł S.: Pracodawcy o poszukiwanych kompetencjach i kwalifikacjach absolwentów uczelni - wyniki badania, e-mentor 4/46/2012,
  11. Stodolak S.: Kompetencje a umiejętności, Psychologia Biznesu , 2009
  12. Jawor-Joniewicz A.: Biznes dla edukacji, Polska Agencja Rozwoju Przedsiębiorczości, Warszawa 2014
  13. Kurowska K.: Internacjonalizacja poprzez międzynarodowe projekty edukacyjne [w] Siwińska B., Mazurek G. (red.): Czas internacjonalizacji II. Perspektywy, priorytety, projekty, Dom wydawniczy Elipsa, Warszawa, 2017, s. 323 - 328
  14. Teaching Methods of Inspiring the Students of the Future, Joe Ruhl, TEDxLafayette (<https://www.youtube.com/watch?v=UCFg9bcW7Bk>)
  15. Problem- Based Learning at Maastricht University, Maastricht 2014 (<https://www.youtube.com/watch?v=cMtLXXf9Sko>)
  16. Maciejewska I.: Metody i techniki realizacji procesu dydaktycznego sprzyjającego kształtowaniu umiejętności, np. kształcenie na bazie problemu lub projektu, Uniwersytet Jagielloński, Kraków, prace zlecone w ramach EFS
  17. Drucker P. F.: Innowacja i przedsiębiorczość. Praktyka i zasady,. Państwowe Wydawnictwo ekonomiczne, Warszawa 1992

## INNOVATIVE TEACHING METHODS IN EDUCATION OF ENGINEERS

Innovation is the new value or quality introduced to achieve better results. Peter F. Drucker defines innovation as an opportunity for new projects and services. Innovation stimulates change and is an integral part of the world of engineers, which is dynamic, complicated and responding to the growing demand for new technological solutions. Industry 4.0 is becoming a reality. Therefore the ability of the university to fast reaction on changes of economic conditions is essential. How does in this world to introduce a graduate of a university? How to create or develop the skills and competencies needed for today's labor market? The authors of the paper will try to answer on these questions. The article recommends approaches to effective learning taking into account the results obtained.

**Keywords:** innovative techning methods, student-centred learning, problem based learning.

## MOŻLIWOŚCI WYKORZYSTANIA METOD WIELOKRYTERIALNYCH W PROJEKTOWANIU E-LEARNINGU

Kinga KORNIEJENKO

Politechnika Krakowska im. Tadeusza Kościuszki, Wydział Mechaniczny, Instytut Inżynierii Materiałowej  
tel.: 0048 609 97 49 88 e-mail: kinga@mech.pk.edu.pl

**Streszczenie:** Celem artykułu jest analiza krytyczna możliwości wykorzystania metod wielokryterialnych w projektowaniu szkoleń e-learningowych. Metody wielokryterialne, stosowane do wsparcia procesu decyzyjnego, są odpowiedzią na złożoność współczesnych problemów rozwiązywanych w warunkach niepewności, niepełnych danych oraz zmieniającego się otoczenia. Artykuł prezentuje analizę literatury w aspekcie wykorzystania metod wielokryterialnych we wsparciu e-learningu oraz koncepcję wykorzystania metody Analitycznego Procesu Hierarchicznego (AHP) w projektowaniu kursu e-learningowego.

**Słowa kluczowe:** e-learning, metody wielokryterialne wspomagania decyzji, analityczny proces hierarchiczny.

### 1. WSTĘP

E-learning najkrócej można określić jako uczenie się przez Internet [1]. Ta forma edukacji jest coraz częściej wybierana, w porównaniu z tradycyjnymi metodami nauczania, jako forma preferowana przez uczestników kształcenia [2].

Na dynamiczny rozwój e-learningu wskazują dane finansowe. Obecnie światowy rynek e-learningu to ponad 50 mld. USD [3]. Warto przy tym zauważyć, że cały czas wykazuje on tendencję wzrostową. W ostatnich latach średni wskaźnik wzrostu rynku e-learningu wynosił 7,6%, przy czym dla rejonu Europy Wschodniej, do którego w badaniu została wliczona Polska, był on dużo wyższy i wynosił 16,9% [3].

Szkolenia e-learningowe posiadają znaczący potencjał i liczne zalety, aby jednak uczestnik mógł się o tym przekonać muszą być one prawidłowo przygotowane, zgodnie z jego potrzebami. Prawidłowe zaprojektowanie procesu edukacyjnego przyczynia się do wzrostu popularności edukacji on-line oraz do jej ciągłego rozwoju [4].

Głównym problemem związanym z projektowaniem szkoleń e-learningowych jest zapewnienie ich odpowiedniej jakości i spełnienie oczekiwań uczestników. Warto zauważyć, że poszczególne wymagania dotyczące nauczania w formie e-learningu mogą zmieniać się w zależności od kontekstu szkolenia, a w szczególności charakterystyki osób uczestniczących i rodzaju kursu [5]. Do osiągnięcia pożądanego efektów e-learningu niezbędny jest dobór odpowiednich treści szkoleniowych, zwrócenie uwagi na proces uczenia się, personalizacja e-learningu, a także wzięcie pod uwagę kultury uczenia się i technologii jakimi

dysponują uczestnicy [6]. Wpływ na prawidłowe zaprojektowanie szkolenia będą miały zarówno czynniki obiektywnie weryfikowalne tj. np. wykształcenie (osoby z relatywnie niskim preferują zwarte treści szkoleniowe) [4], jak i czynniki subiektywne. Istnieją przy tym pewne tendencje, przykładowo dla uczestników tzw. „szkoleń miękkich” i szkoleń językowych jednym z najistotniejszych czynników jest możliwość kontaktu z trenerem, która w innych rodzajach szkoleń nie odgrywa tak znaczącej roli [4]. Z kolei uczestnicy szkoleń zawodowych szczególną uwagę przywiązują do wysokiej jakości materiałów [4].

Zagadnienie projektowania i właściwego doboru szkolenia dla grupy potencjalnych użytkowników cechuje się wielowymiarowością. Przy projektowaniu szkoleń należy wziąć pod uwagę preferencje danej grupy i każdorazowo dopasować metodę wspomagania decyzji do jej potrzeb. Pomocne w tym może być zastosowanie metod wielokryterialnych.

### 2. WYKORZYSTANIE METOD WIELOKRYTERIALNYCH JAKO WSPARCIA DLA SZKOLEŃ E-LEARNINGOWYCH

#### 2.1. Ewaluacja szkoleń za pomocą metod wielokryterialnych

Jednym z najczęściej spotykanych w literaturze zagadnień związanych z e-learningiem, w których wykorzystywane są metody wielokryterialne, jest ocena jego efektywności [7]. Przeprowadzenie oceny pozwala na określenie skuteczności programu szkoleniowego w osiągnięciu wyznaczonych celów oraz ewaluację prowadzonych działań, w tym racjonalności wydatkowania środków finansowych [1]. Metody te pozwalają na zobiektywizowaną ocenę, określenie dobrych lub złych działań w zakresie e-learningu, identyfikację błędów oraz wykrywanie potencjalnych zagrożeń [7]. Dodatkowo metody wielokryterialne umożliwiają również porównanie e-learningu z tradycyjnymi metodami szkoleniowymi [7, 8].

Tworzenie systemu oceny szkoleń może być wspierane przy pomocy różnych metod wielokryterialnych m.in. DEMATEL [9] czy Analitycznego Procesu Hierarchicznego (AHP) [10]. Użycie metod wielokryterialnych pozwala na kompleksową analizę jakości szkolenia z uwzględnieniem wielu czynników tj. jakość systemu informatycznego, jakość przekazywanych informacji, jakość usług szkoleniowych i ich atrakcyjność [9]. Możliwość kompleksowej oceny jest

niezwykle istotna ze względu na ważkość podejmowanego zagadnienia i jego wieloaspektowość.

Nieco inne zastosowanie metod wielokryterialnych to prowadzenie badań szczegółowych danego aspektu, przykładowo satysfakcji ze szkoleń użytkownika platform internetowych [11], czy też oceny możliwości korzystania poszczególnych użytkowników z tej formy szkolenia [7].

## **2.2. Metody jako wsparcie w wyborze narzędzi szkoleniowych**

Wybór właściwego oprogramowania do e-learningu jest kolejnym wyzwaniem, pojawiającym się przed organizacjami, które decydują się na wdrożenie tej formy kształcenia. Tego rodzaju systemy często są rozwiązaniami, których wprowadzenie do organizacji łączy się z koniecznością poniesienia znaczących wydatków. Mogą one być związane nie tylko z oprogramowaniem, ale również z zapewnieniem uczestnikom szkolenia odpowiedniego zaplecza sprzętowego.

Metody wielokryterialne są stosowane zarówno do wyboru, jak i do oceny oprogramowania dla e-learningu [12, 13]. Warto podkreślić, że ich użycie jest możliwe na różnych poziomach wyboru narzędzi szkoleniowych. Zarówno jako wsparcia dla kompleksowego podjęcia decyzji - przy czym kryteria wyboru nie muszą w tym przypadku obejmować tylko i wyłącznie aspektów technicznych, możliwe jest wzbogacenie ich o zagadnienia „pedagogiczne” [7]. Jak i również porównania poszczególnych elementów danego oprogramowania np. ocena tylko interaktywności systemów szkoleniowych [7].

Metody wielokryterialne najczęściej używane są do tworzenia rankingów, które umożliwiają organizacji świadomy wybór narzędzi wsparcia nauczania on-line. Przykładem może być użycie metody TOPSIS (Technique for Order Preference by Similarity to Ideal Solution) do opisu oceny stron www oferujących kursy e-learningowe [12] lub ocena narzędzi e-learningowych metodą AHP [14].

Warto przy tym zauważyć, że zagadnienie związane z wyborem właściwego oprogramowania, z uwzględnieniem samych kwestii technicznych platform szkoleniowych dostępnych na rynku, nie jest zadaniem trywialnym. Właściwy wybór platformy e-learningowej wymaga z jednej strony znajomości technologii informatycznych, zaś z drugiej potrzeb i priorytetów organizacji. W tym przypadku również możliwe jest skorzystanie z szeregu metod wspomagania decyzji tj. ELECTRE III, [15], PROMETHEE II [16], AHP [17] czy z zastosowaniem analizy GAIA wspomaganą analizą wrażliwości [18]. Inne, niż dotychczas wymieniane, metody wielokryterialne zostały zastosowane przy wspomaganiu decyzji wyboru otwartych kursów on-line tzw. MOOC (Massive Open Online Course) oferowanych przez różnego rodzaju platformy. Badanie dotyczące wyboru kursów typu MOOC prowadzone było wśród studentów tajwańskich uczelni wyższych z wykorzystaniem metody WHAT/HOW [19]. Metoda ta okazała się skuteczna przy rozwiązywaniu tego zagadnienia.

## **2.3. Inne zastosowania metod wielokryterialnych w e-learningu**

Metody wielokryterialne znalazły również zastosowanie w innych obszarach dotyczących e-learningu. Mogą być one używane przy podejmowaniu decyzji o znaczeniu strategicznym jak i również zwykłych decyzji organizacyjnych.

Decyzję strategiczną stanowi przykładowo wdrażanie e-learningu jako jednego z narzędzi kształcenia na poziomie szkoły wyższej. Taka decyzja ma charakter wielowymiarowy i może okazać się kluczowa, w szczególności w przypadku organizacji, której główną działalnością jest kształcenie [20]. W tego typu przypadkach możliwe jest wykorzystanie wielu metod wielokryterialnych i łącznie ich na różnych etapach rozpatrywania danego zagadnienia – implementacji e-learningu [21].

Z kolei przykładem wsparcia procesu decyzyjnego na najniższym poziomie decyzyjnym jest wybór kursu e-learningowego [7, 22]. Może być on dokonywany z punktu widzenia potencjalnego uczestnika szkolenia. Przykład może stanowić wybór kursu z zakresu programowania z wykorzystaniem metody AHP [22].

Innym możliwym zastosowaniem metod wielokryterialnych jest dobór kursów rekomendowanych dla użytkowników na platformach szkoleniowych na bazie informacji opierających się o wcześniejsze szkolenia (historię użytkownika) [23]. Warto zauważyć, że to zastosowanie posiada szerokie możliwości zastosowań, również w innych rodzajach aplikacji informatycznych. Podobne systemy są często wykorzystywane w przeglądarkach internetowych czy sieciach społecznościowych.

Interesujące możliwości dają także metody programowania liniowego, zostały one wykorzystane m.in. do obliczenia stopnia trudności pytań, a uzyskane w pierwszym etapie wyniki zostały następnie wykorzystane do przygotowania odpowiednich egzaminów dla uczestników kształcenia na odległość [7, 24]. Takie podejście pozwala na zindywidualizowanie stopnia trudności i zwiększenie przez to motywacji uczestników szkolenia.

Wśród metod wielokryterialnych wykorzystywanych w e-learningu największą popularnością cieszy się metoda AHP [25]. Warto jednak zauważyć, że coraz popularniejsze staje się wykorzystanie wielu metod w tworzeniu konkretnej koncepcji dla e-learningu. Popularne jest łącznie metody AHP z FST (Fuzzy Set Theory) lub z innymi metodami wielokryterialnymi [25]. Połączenie dwóch lub więcej podejść pozwala na osiągnięcie lepszych jakościowo rezultatów, dopasowanych do potrzeb danej organizacji, niestety kosztem znacznego skomplikowania metody, co często stanowi barierę w jej użyciu.

## **3. MOŻLIWOŚCI WSPARCIA PROJEKTOWANIA SZKOLEŃ E-LEARNINGOWYCH METODĄ AHP**

### **3.1. Metoda AHP – procedura zastosowania**

Metoda AHP została opracowana w 1970 roku przez Thomasa L. Saatiego. Umożliwia ona dekompozycję złożonego problemu decyzyjnego oraz utworzenie rankingu finalnego dla skończonego zbioru wariantów. Metoda ta znalazła zastosowanie w wielu dziedzinach m.in. zarządzaniu, logistyce czy socjologii [26]. Pierwszym krokiem w jej zastosowaniu jest określenie struktury problemu decyzyjnego w postaci drzewa hierarchicznego. Następnie dokonuje się wyliczenia preferencji dla każdego z badanych elementów oraz porównanie parami ustalonych kryteriów i subkryteriów - utworzenie tzw. macierzy porównań. Ostatnim etapem zastosowania metody jest interpretacja wyników. W artykule została przedstawiona propozycja użycia metody AHP w zakresie ustalenia najistotniejszych kryteriów w projektowaniu kursu e-learningowego.

### 3.2. Przykładowa hierarchiczna struktura procesu decyzyjnego dotyczącego projektowania szkoleń e-learningowych

Głównym celem podjętego zagadnienia badawczego jest zaprojektowanie optymalnego, z punktu widzenia użytkownika, kursu e-learningowego. Proces rozpatrywany jest z punktu widzenia preferencji danej osoby lub grupy osób zamierzających podjąć kształcenie on-line. Pod uwagę zostały wzięte następujące kryteria i podkryteria w procesie decyzyjnym:

- A. Ergonomia użytkownika
  - intuicyjny interface;
  - wymagania techniczne;
  - atrakcyjność wizualna;
  - dostępność wsparcia technicznego.
- B. Interaktywność
  - interaktywne multimedia;
  - networking;
  - kontakt z prowadzącym;
  - zindywidualizowane tempo nauki.
- C. Kontent
  - treści merytoryczne wysokiej jakości;
  - ilustracja przykładami praktycznymi;
  - materiały powtórzeniowe, testy;
  - aktualny materiał szkoleniowy.

### 3.3. Ustalenie priorytetów dla poszczególnych kryteriów i subkryteriów

Przy obliczeniach wykorzystano oprogramowanie on-line BPMSG AHP autorstwa Goepel K.D. dostępne na stronie: <http://bpmsg.com/academic/ahp.php>. Przykładową strukturę problemu przedstawiono na rysunku 1.

|                                     |                                     |                                      |        |       |
|-------------------------------------|-------------------------------------|--------------------------------------|--------|-------|
| Zawartość szkolenia e-learningowego | Ergonomia użytkownika<br>0,2081 AHP | intuicyjny interface                 | 0,5098 | 10,6% |
|                                     |                                     | wymagania techniczne                 | 0,3802 | 5,8%  |
|                                     |                                     | atrakcyjność wizualna                | 0,076  | 1,6%  |
|                                     |                                     | dostępność wsparcia technicznego     | 0,134  | 2,8%  |
|                                     | interaktywność<br>0,1311 AHP        | interaktywne multimedia              | 0,2456 | 3,2%  |
|                                     |                                     | networking                           | 0,0696 | 0,9%  |
|                                     |                                     | kontakt z prowadzącym                | 0,2456 | 3,2%  |
|                                     |                                     | zindywidualizowane tempo nauki       | 0,4393 | 5,8%  |
|                                     | kontent<br>0,6608 AHP               | treści merytoryczne wysokiej jakości | 0,649  | 12,1% |
|                                     |                                     | ilustracja przykładami praktycznymi  | 0,1928 | 3,2%  |
|                                     |                                     | materiały powtórzeniowe i testy      | 0,0841 | 1,6%  |
|                                     |                                     | aktualny materiał szkoleniowy        | 0,0041 | 0,0%  |
|                                     |                                     |                                      |        | 1,0   |

Rys. 1. Przykładowa struktura rozpatrywanego problemu decyzyjnego z użyciem metody AHP

Przy ustalaniu wartości priorytetów pod uwagę wzięto dane literaturowe pochodzące z referencji cytowanych w artykule. Uzyskano następujące wartości priorytetów globalnych:

- intuicyjny interface: 10,6%;
- wymagania techniczne: 5,8%;
- atrakcyjność wizualna: 1,6%;
- dostępność wsparcia technicznego: 2,8%;
- interaktywne multimedia: 3,2%;

- networking: 0,9%;
- kontakt z prowadzącym: 3,2%;
- zindywidualizowane tempo nauki: 5,8%;
- treści merytoryczne wysokiej jakości: 42,9%;
- ilustracja przykładami praktycznymi: 12,1%;
- materiały powtórzeniowe i testy: 5,6%;
- aktualny materiał szkoleniowy: 5,6%.

### 3.4. Możliwości zastosowania uzyskanych rezultatów

W przedstawionym przykładzie ocenione zostały preferencje związane ze szkoleniem specjalistycznym. W aspekcie rozpatrywanego problemu najwyższe wartości uzyskują zagadnienia związane z koniecznością zapewnienia treści merytorycznych wysokiej jakości dla danego szkolenia. Na tym aspekcie powinny koncentrować się działania związane z przygotowaniem e-learningu.

Należy przy tym zaznaczyć, że preferencja dotycząca poszczególnych kryteriów może się zmieniać w zależności od priorytetów danej grupy potencjalnych uczestników szkoleń. Powinna ona być każdorazowo badana przed przygotowaniem szkoleń e-learningowych dla konkretnej grupy uczestników. Optymalne jest przeprowadzenie badania preferencji na tej grupie lub, jeśli jest to nie możliwe, na osobach o zbliżonej charakterystyce. Na bazie uzyskanych w ten sposób wyników jest możliwe dopasowywanie szkolenia do potrzeb użytkowników.

## 4. WNIOSKI KOŃCOWE

E-learning jest obecnie szeroko wykorzystywany jako metoda szkoleniowa, a także we wsparciu szkoleń stacjonarnych (blended learning). Ze względu na liczne korzyści, w porównaniu do szkoleń tradycyjnych, przewiduje się, że jego znaczenie w najbliższych latach będzie nieustannie wzrastać. Istotnym problemem jest zapewnienie odpowiedniej jakości szkoleń e-learningowych. Pomocne może być w tym celu wykorzystanie metod wielokryterialnych. Obecnie są one używane najczęściej do ewaluacji kursów on-line oraz przy doborze odpowiednich narzędzi szkoleniowych dla organizacji (wybór optymalnego oprogramowania).

Artykuł pokazuje nowe możliwości wykorzystania wsparcia metodą APH w projektowaniu kursów e-learningowych. Prezentowana metoda może być przydatna w dopasowywaniu szkoleń do wymagań konkretnych grup użytkowników, przez co możliwe jest lepsze zaspokojenie ich potrzeb, przy jednoczesnym wzięciu pod uwagę również strony kosztowej. Metoda pozwala każdorazowo na zbadanie preferencji użytkowników i projektowanie szkoleń według zdiagnozowanych wymagań.

## 5. BIBLIOGRAFIA

1. Woźniak M., Kozioł M.: Kryteria i metody oceny efektywności szkoleń e-learningowych, Zeszyty Naukowe Małopolskiej Wyższej Szkoły Ekonomicznej w Tarnowie, Nr 2(21), Tarnów 2012, s. 181-195.
2. Pintar R., Jereb E., Čudanov M., Urh M.: Interest in Currency Trading Learning – Preferred Methods and Motivational Factors, Organizacija, 1 (49), 2016, s. 3-14.
3. DOCEBO: E-Learning Market Trends & Forecast 2014 - 2016 Report, 2014, [dok. elektr.], <https://www.docebo.com/landing/contactform/elearning>

- market-trends-and-forecast-2014-2016-docebo-report.pdf [dostęp: 14/02/2017].
4. Blicharz P., Jędruszek A.: Oczekiwania klientów wobec e-learningu na rynku europejskim, *Handel Wewnętrzny*, 3(356), 2015, s. 5-14.
  5. Frączek B.: E-learning jako innowacyjna forma edukacji finansowej, *Studia Ekonomiczne. Zeszyty Naukowe Uniwersytetu Ekonomicznego w Katowicach*, 239, 2015, s. 36-50.
  6. Skrzypek E.: Miejsce e-learningu w zarządzaniu wiedzą, *Nierówności Społeczne a Wzrost Gospodarczy*, nr 44 (4/2015), 2015, s. 239-251.
  7. Zare M., Pahl C., Rahnama H., Nilashi M., Mardani A., Ibrahim O., Ahmadi H.: Multi-criteria decision making approach in E-learning: A systematic review and classification, *Applied Soft Computing*, 45, 2016, s. 108-128.
  8. Qin Y., Zhang Q.: The research on affecting factors of e-learning training effect, *International Conference on Computer Science and Software Engineering*, 5, December 2008, s. 271-277.
  9. Tzeng G.-H., Chiang C.-H., Li C.-W.: Evaluating intertwined effects in e-learning programs: A novel hybrid MCDM model based on factor analysis and DEMATEL, *Expert Systems with Applications*, 32, 2007, s. 1028-1044.
  10. Lin H.-F.: An application of fuzzy AHP for evaluating course website quality, *Computers & Education*, 54, 2010, s. 877-888.
  11. Shee D.Y., Wang Y.-S.: Multi-criteria evaluation of the web-based e-learning system: A methodology based on learner satisfaction and its applications, *Computers & Education*, 50, 2008, s. 894-905.
  12. Jain D., Garg R., Bansal A.: A Parameterized Selection and Evaluation of E-Learning Websites Using Topsis Method, *International Journal of Research & Development in Technology and Management Science – Kailash*, 22, 3, 2015, s. 12-26.
  13. Islas-Pérez E., Hernández-Pérez Y., Pérez-Ramírez M., García-Hernández C.-F., Zayas Pérez B.: Multicriteria Decision Making for Evaluation of e-Learning Tools, *Research in Computing Science*, 106, 2015, s. 27-37.
  14. Alptekin S.E., Karsak E.E.: An integrated decision framework for evaluating and selecting e-learning products, *Applied Soft Computing*, 11, 2011, s. 2990-2998.
  15. Kirkenidis I. V., Andreopoulou Z., S.: The e-learning in Higher Education Schools of Agriculture and Forestry: A Delphi Survey Method Approach, *International Journal of Agriculture Innovations and Research*, 4 (6), s. 2319-1473.
  16. Piwowarski M.: Wspomaganie podejmowania decyzji w procesie doboru platformy e-learningowej, *Studia i Materiały PSZW*, 21, 2009, s.79-88.
  17. Wolski W. Dobór platformy e-learningowej dla działalności kursowej. *Studia i Materiały PSZW*, 28, 2010, s. 301-310.
  18. Piwowarski M.: Metoda doboru platformy e-learningowej w kształceniu na odległość, *Edukacja Humanistyczna*, 1 (26), Szczecin 2012, s. 207-218.
  19. Hsieh M.Y.: Online Learning Era: Exploring the Most Decisive Determinants of MOOCs in Taiwanese Higher Education, *Eurasia Journal of Mathematics, Science & Technology Education*, 12(5), 2016, s. 1163-1188.
  20. Farid S., Ahmad R., Niaz I. A., Arif M., Shamshirband S., Khattak M. D.: Identification and prioritization of critical issues for the promotion of e-learning in Pakistan, *Computers in Human Behavior*, 51, 2015, s. 161-171.
  21. Divjak B., Begičević Ređep N.: Strategic Decision Making Cycle in Higher Education: Case Study Of E-Learning, *International Conference e-Learning 2015*, 2015, s. 19-26.
  22. Sharma R., Banati H., Bedi P.: Incorporating Social Opinion in Content Selection for an e-Learning Course, *The 6th International Conference on Computer Science & Education*, 3-5 August 2011, Virgo, Singapore, s. 1027-1032.
  23. Wu D., Zhang G, Lu J.: A Fuzzy Tree Matching-Based Personalised E-Learning Recommender System, *2014 IEEE International Conference on Fuzzy Systems (FUZZ-IEEE)*, Beijing, China, 6-11 July 2014, s. 1898-1904.
  24. Matsatsinis N.F., Fortsas V.C.: A multicriteria methodology for the assessment of distance education trainees, *Operational Research*, 5 (3), 2005, s. 419-433.
  25. Volarić T., Brajković E., Sjekavica T.: Integration of FAHP and TOPSIS Methods for the Selection of Appropriate Multimedia Application for Learning and Teaching, *International Journal Of Mathematical Models And Methods In Applied Sciences*, 8, 2014, s.224-232.
  26. Saaty T.L. (2008): Decision making with the analytic hierarchy process, *International. Journal Services Sciences*, 1 (1), [dok. elektr.], [http://colorado.edu/geography/leyk/geog\\_5113/readings/saaty\\_2008.pdf](http://colorado.edu/geography/leyk/geog_5113/readings/saaty_2008.pdf) [dostęp: 21/01/2017].

## POSSIBILITY OF USE OF MULTI-CRITERIA DECISION ANALYSIS FOR DESIGNING E-LEARNING COURSES

The aim of the article is to analyze the possibility of using multi-criteria methods for support in the designing e-learning courses. Multi-criteria methods used to support the decision-making process, are a response to the complexity of contemporary issues that in conditions of uncertainty, incomplete data and changing environment. The research methods used in the article are: critical analysis of literature sources and the example of the use of the Analytic Hierarchy Process (AHP) in the design of e-learning course.

**Keywords:** e-learning, Multi-Criteria Decision Analysis, Analytic Hierarchy Process.

## ZASTOSOWANIE KALKULATORA DESMOS DO TWORZENIA GIER, TESTÓW I ZADAŃ MATEMATYCZNYCH

Elżbieta KOTLIĆKA-DWURZNIK<sup>1</sup>, Joanna RZEPECKA<sup>2</sup>

1. Politechnika Łódzka, Centrum Nauczania Matematyki i Fizyki  
tel.: 42 631 3612, e-mail: elzbieta.kotlicka@p.lodz.pl
2. Politechnika Łódzka, Centrum Nauczania Matematyki i Fizyki  
tel.: 42 631 3625, e-mail: joanna.rzepecka@p.lodz.pl

**Streszczenie:** W artykule przedstawione zostały możliwości kalkulatora graficznego Desmos w zakresie tworzenia testów i gier matematycznych. Zaprezentowano, przygotowane przez autorki, przykłady różnego typu zadań ilustrujących wybrane zagadnienia matematyczne. Materiały te pokazują, że kalkulator Desmos razem z Activity Builder mogą być wykorzystywane do tworzenia interaktywnych zadań przydatnych zarówno do samodzielnej nauki, jak i do pracy z grupą.

**Słowa kluczowe:** Desmos, kalkulator online, gry dydaktyczne.

### 1. DESMOS – KALKULATOR GRAFICZNY ONLINE

Współczesna dydaktyka matematyki wiele uwagi poświęca stosowaniu nowych technologii w procesie nauczania i uczenia się. Nauczyciel podczas zajęć może korzystać z pomocy komputera, tabletu, tablicy interaktywnej, różnego rodzaju aplikacji webowych oraz specjalistycznego oprogramowania. Narzędzia i pomoce dydaktyczne są stale udoskonalane, jednak niezmiennie jest to, że przedstawianie dynamicznych wizualizacji zagadnień matematycznych, czy wprowadzenie elementów rywalizacji, w formie gier dydaktycznych, może spowodować, że uczenie się matematyki będzie przyjemniejsze i przyniesie lepsze efekty, zarówno w przyswajaniu treści jak i ich rozumieniu.

Twórcy Desmosa za istotne uważają „uczenie się przez działanie”. Według nich uczenie się ma być drogą poszukiwania i odkryć, bo kiedy sami coś odkrywamy możemy to lepiej zrozumieć i sprawia nam to radość. [1] Autorki sądzą, że cel ten jest przez nich świetnie realizowany i stąd niniejszy artykuł, w którym postarają się przedstawić mocne strony tej aplikacji.

Desmos jest kalkulatorem graficznym online opartym na technologii HTML5, która przy użyciu JavaScript/JSON daje możliwość budowania zaawansowanych interfejsów użytkownika. Możemy z niego korzystać nie tylko na komputerze, ale również na tabletach i smartfonach.

Desmos pojawił się jako aplikacja webowa w 2011 roku, by rok później znaleźć się już na szczycie listy tego typu aplikacji. Początkowo był używany do rysowania zbiorów (opisanych nierównościami) i różnego typu wykresów na płaszczyźnie (funkcje z ograniczoną dziedziną, funkcje sklejane, funkcje uwikłane, krzywe parametryczne, funkcje i krzywe z parametrami zmieniającymi za pomocą

suwaków, krzywe w układzie biegunowym) oraz prostych obliczeń. Obecnie wykonuje bardziej zaawansowane obliczenia numeryczne, rozwiązuje równania i układy równań w sposób „graficzno-numeryczny”, numerycznie wyznacza oraz rysuje pochodne i całki, oblicza całki oznaczone. Ponadto Desmos wykonuje działania na listach, wyznacza charakterystyki liczbowe danych z listy, aproksymuje metodą regresji, znajduje punkty ekstremalne oraz punkty przecięcia krzywych z osiami i innymi krzywymi. [1]

Od momentu udostępnienia Activity Builder'a (2016), pozwalającego nauczycielowi tworzyć własne aplikacje oraz udostępniać je innym użytkownikom, Desmos stał się wszechstronnym narzędziem dydaktycznym. Nauczyciel otrzymuje wsparcie techniczne w tworzeniu nowych materiałów [2] (m.in. video tutoriale i rozbudowana pomoc praktyczna) oraz dostęp do ciekawych i różnorodnych aktywności przygotowanych przez zespół Desmosa [3]. Warto też wspomnieć, że w udostępnianych materiałach znajduje się wiele ciekawych przykładów z zastosowań matematyki (poniżej jeden z nich).



Rys. 1. <https://teacher.desmos.com/waterline>

### 2. TWORZENIE ZADAŃ I TESTÓW

#### 2.1. Activity Builder – narzędzia dla nauczyciela

Pracując w otoczeniu Activity Builder [4] nauczyciel może tworzyć własne gry i testy, dodawać komentarze do zadań (Tips), czy wręcz pisać scenariusze całych zajęć. Poszczególne zadania (karty) buduje używając dostępnych komponentów takich, jak

- Graph – podstawowe okno Desmosa z układem współrzędnych i listą zdefiniowanych obiektów m.in. funkcji i zbiorów (rys. 9),



- Sketch – okno, w którym student będzie mógł samodzielnie szkicować,
- Media – okno do wklejania obrazów i filmów,
- Note – okno polecenia lub komentarza nauczyciela,
- Input – okno do wpisywania odpowiedzi/wypowiedzi udzielonych przez studenta,
- Choice – okno z testem jedno- lub wielokrotnego wyboru,
- Labs: Marbleslides (gra omówiona w rozdziale 3.1), Card Sort (aktywność opisana w rozdziale 2.2).

W porównaniu z innymi tego typu narzędziami do tworzenia interaktywnych materiałów dydaktycznych, wśród podanych powyżej elementów na szczególną uwagę, zdaniem autorek artykułu, zasługują aktywności Sketch oraz Labs, które mogą być wykorzystywane do budowania pytań otwartych i gier matematycznych. Dla potrzeb tego artykułu, autorki wybrały dwa, ich zdaniem najciekawsze typy pytań testowych ze szkicowaniem i dopasowywaniem.

### 2.2. Dashboard – pulpit nauczyciela

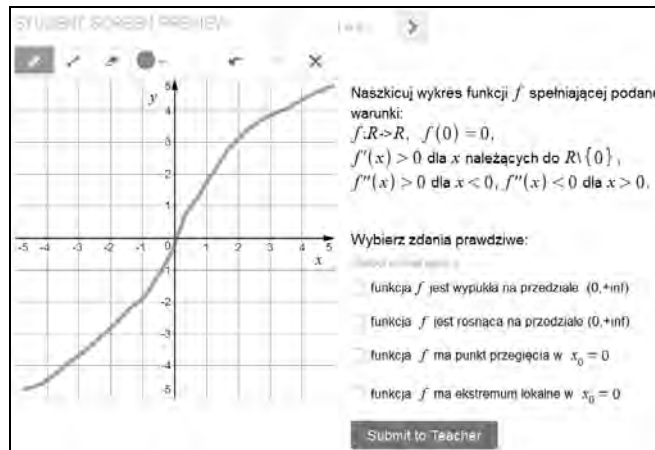
Przygotowany w otoczeniu Activity Builder zasób nie jest udostępniany bezpośrednio, a jedynie poprzez linki (kody) generowane dla każdej sesji (grupy) oddzielnie. Dzięki temu nauczyciel obserwując Dashboard może na bieżąco kontrolować pracę i postępy studentów danej grupy. W szczególności pulpit nauczyciela umożliwia:

- ograniczenie liczby udostępnianych studentom pytań w przygotowanym teście (Teacher Pacing),
- chwilowe zablokowanie udzielania odpowiedzi w teście (Pause Class),
- przejrzanie listy studentów, którzy wykonują aktywność i ukrycie wybranych osób (Manage Class),
- prezentowanie wyników zawierających wykresy w dwóch różnych trybach: Overlay (wszystkie wyniki w jednym oknie, nałożone na siebie) oraz Thumbs (każda odpowiedź osobno),
- ukrycie nazwisk/nazw uczestników pod pseudonimami pochodzącymi od znanych matematyków (Anonymize).

### 2.3. Zadania typu Sketch (szkicowanie)

Prezentację przykładowych zadań rozpoczniemy od zadania, w którym jako jeden z elementów wykorzystano aktywność Sketch (rys. 2). Jest to typowe pytanie egzaminacyjne z analizy matematycznej. Zadaniem studenta jest odpowiednie zinterpretowanie podanych w treści zadania warunków dotyczących pierwszej i drugiej pochodnej, a następnie naszkicowanie wykresu funkcji spełniającej te warunki.

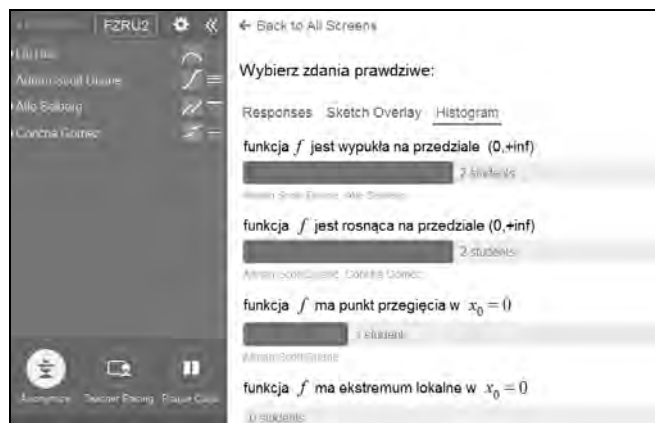
Jeśli studenci rozwiązują takie zadanie na zajęciach, to wykładowca ma możliwość podglądu zarówno naszkicowanych wykresów (rys 3), jak i odpowiedzi na poszczególne pytania testowe (rys. 4). Wydaje się to szczególnie ciekawe w przypadku, gdy odpowiedź nie jest jednoznaczna, jak ma to miejsce w prezentowanym przykładzie. W trakcie tradycyjnych zajęć najczęściej przedstawiamy jedno, dwa rozwiązania – tutaj natomiast możemy pokazać ich więcej i ewentualnie przeprowadzić dyskusję na ten temat. Warto też zwrócić uwagę, że nauczyciel poprzez Dashboard (rys. 4) widzi zarówno postępy pracy uczestników testu (jeden z nich nie rozwiązał jeszcze pytania testowego) jak i jej efekty. Praktyczne wykorzystanie tych możliwości wydaje się jednak uzasadnione jedynie w grupach liczących nie więcej niż kilkanaście osób.



Rys. 2. Pytanie testowe, w którym student szkicuje wykres funkcji i wybiera poprawne odpowiedzi



Rys. 3. Pulpit nauczyciela – wszystkie odpowiedzi studentów



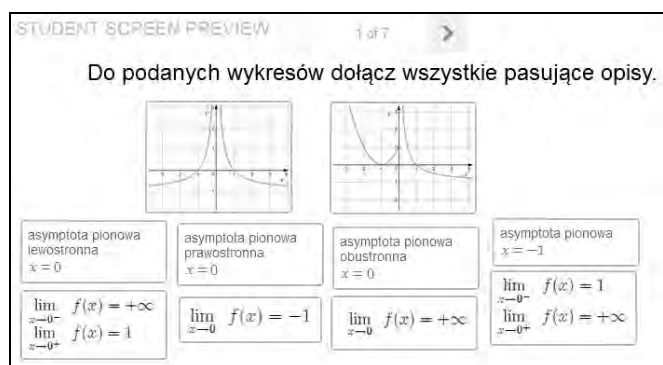
Rys. 4. Pulpit nauczyciela – histogram odpowiedzi

### 2.4. Card Sort – zadania na dopasowanie

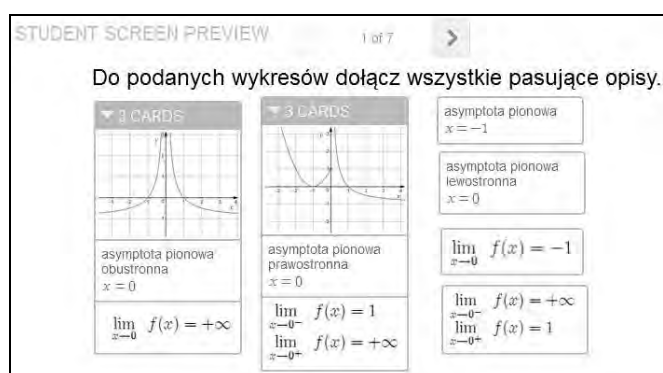
Kolejne zadanie z analizy matematycznej zostało utworzone przy wykorzystaniu komponentu Card Sort. Tym razem dotyczy ono rozpoznawania asymptot pionowych wykresów funkcji – należy do widocznych w polu dwóch kart z wykresami funkcji dołączyć wszystkie pasujące karty z opisami (rys. 5). Część kart może pozostać niewykorzystana. Rysunki 6 i 7 przedstawiają odpowiednio pulpit studenta, który poprawnie rozwiązał zadanie, oraz pulpit nauczyciela, na którym widoczne są wyniki pracy kilku studentów.

Tworzenie zadań na dopasowanie w Activity Builder jest stosunkowo łatwe. Mamy do dyspozycji trzy typy kart:

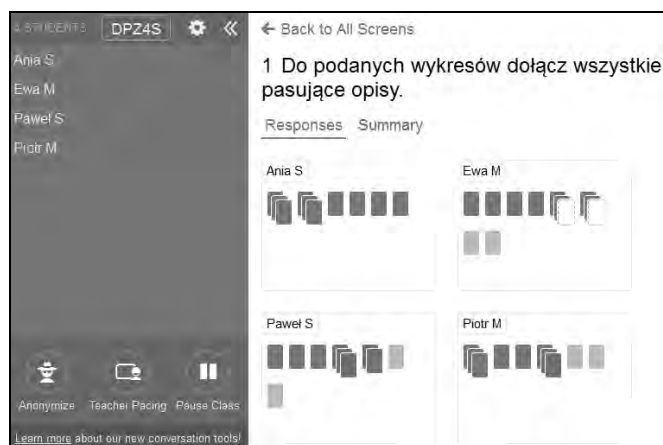
karty z wykresami w Desmosie, karty z obrazami oraz karty z tekstem. W ogólnie dostępnej wersji Desmosa edycja bardziej złożonych tekstów matematycznych na razie sprawia problemy.



Rys. 5. Pytanie testowe na dopasowanie



Rys. 6. Poprawna odpowiedź do pytania z rys. 5



Rys. 7. Pulpit nauczyciela

### 3. GRY DYDAKTYCZNE

Dydaktycy matematyki zawsze przywiązywali sporą wagę do roli gier w procesie nauczania i uczenia się, nie tylko na niższych poziomach kształcenia, ale również (o ile jest to możliwe) na wyższych. Gry tego typu zawierają treści matematyczne, ich zasady oparte są na niebanalnej matematycznej strukturze, a poszukiwanie strategii wygrania wiąże się z odkrywaniem własności tej struktury, rozwiązywaniem matematycznych zadań i stosowaniem poznanych wcześniej matematycznych treści. Gry sprzyjają rozbudzeniu aktywności intelektualnej, a chęć wygranej stanowi często motywację, która przenosi się na inne aktywności niezwiązane z grą [5].

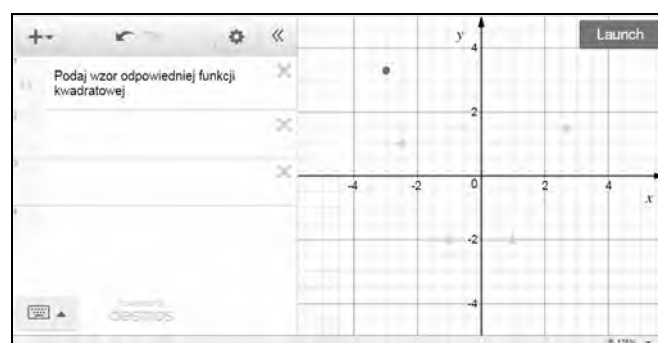
Poniżej przedstawimy dwa rodzaje gier Desmosa: Marbleslides i Polygraph oraz przykłady ich wykorzystania w praktyce akademickiej (choć treści matematyczne w nich zawarte niewiele wykraczają poza zakres szkoły średniej).

#### 3.1. Marbleslides – zabawy z kulkami

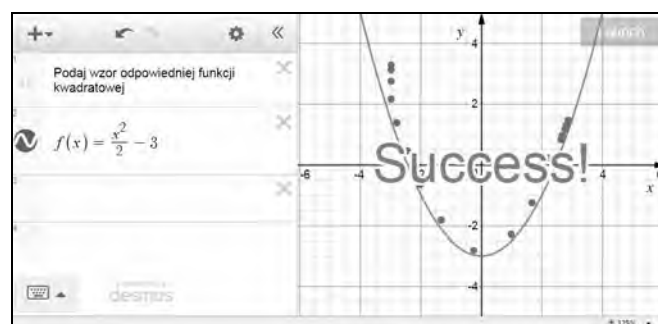
Marbles to gra, w której używa się małych kulek zrobionych najczęściej ze szkła lub innej twardej substancji, a slide z języka angielskiego znaczy zjeżdżalnia.

Zabawy z kulkami dają możliwość tworzenia oryginalnych gier matematycznych, w których aby osiągnąć „sukces” (rys. 9) trzeba się wykazać znajomością wykresów i przekształceń funkcji elementarnych oraz, co może zabrzmi trochę zaskakująco, podstawowych zasad kinematyki. Zadaniem uczestnika gry jest bowiem zbudowanie (za pomocą wykresu jednej lub kilku funkcji) toru, po którym spadające z góry kulki będą się dalej toczyły w taki sposób, aby „zahaczyć” o wszystkie widoczne gwiazdki. Efekt swoich przewidywań można sprawdzić natychmiast naciskając przycisk **Launch** i w razie niepowodzenia zmodyfikować wzory wykorzystanych funkcji. A zadanie nie zawsze jest łatwe, bo np. jeśli kulki spadną na „zjeżdżalnię” w nieodpowiednim miejscu albo nie będzie ona wystarczająco „stroma”, to nie uzyskają prędkości wymaganej do pokonania całej drogi. Rola nauczyciela nie polega tu na ocenianiu, lecz na doradzaniu, bądź sugerowaniu lepszych rozwiązań. Ponieważ poprawne odpowiedzi w tego typu zadaniach mogą się różnić, warto po zakończeniu gry porównać rozwiązania wszystkich uczestników oraz przeprowadzić dyskusję np. nad ich jednoznacznością.

Marbleslides mogą być wykorzystane zarówno na zajęciach wprowadzających określony typ funkcji (jako aktywizujący przerywnik), jak i w samodzielnej pracy studenta powtarzającego szkolne wiadomości w ramach przygotowywania się do zaliczenia wstępu do analizy matematycznej.



Rys. 8. Przykładowa gra typu Marbleslides dostępna pod adresem <https://student.desmos.com?prepopulateCode=pruth>



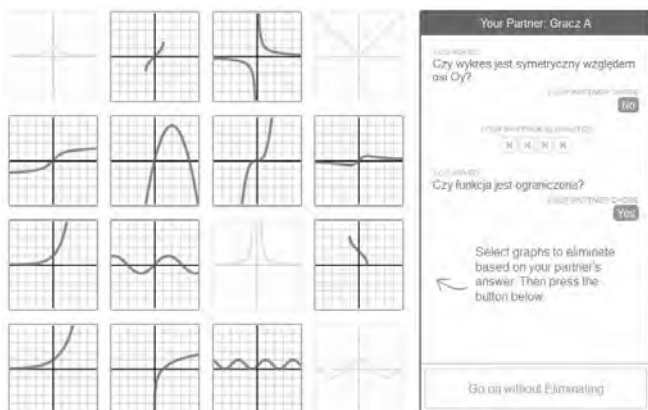
Rys. 9. Gra zakończona sukcesem

### 3.2. Polygraph

Polygraph jest matematyczną (komputerową) wersją znanej gry „Zgadnij Kto To?”, w której uczestniczy dwóch graczy lub dwie drużyny. Gracz A wybiera jeden z szesnastu widocznych na ekranie obrazków (wykresów funkcji lub innych obiektów matematycznych możliwych do narysowania w Desmosie), a gracz B zadaje pytania w celu odgadnięcia, który to obrazek. Dopuszczalne są tylko pytania, na które można odpowiedzieć Tak lub Nie. Jest to przykład prostej gry strategicznej – wygrywa ten, kto odnajdzie wybraną kartę zadając przy tym najmniejszą ilość pytań. Po rozegraniu 2-3 rund nauczyciel może zrobić przerwę, aby przedstawić wykorzystane w dotychczasowych grach pytania wskazując te najlepiej, najprecyzyjniej sformułowane oraz przedyskutować strategię postępowania.

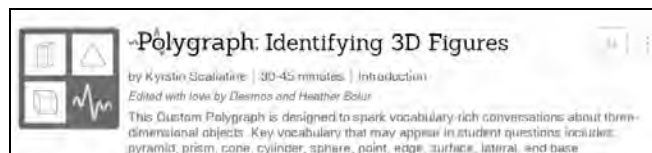
Gry tego typu z jednej strony rozwijają umiejętność obserwowania i dostrzegania prawidłowości oraz zdolność porównywania i różnicowania, a z drugiej uczą poprawnego formułowania wypowiedzi. Wydaje się to o tyle istotne, iż posługiwanie się językiem matematycznym często sprawia problemy zarówno uczniom, jak i studentom.

Autorki artykułu przygotowały grę, której celem jest przypomnienie/powtórzenie podstawowych własności funkcji elementarnych, takich jak: różnowartościowość, ograniczoność, monotoniczność, parzystość, nieparzystość. Rysunek 10 przedstawia pulpit osoby odgadującej (gracz B) w momencie, gdy wyeliminowała ona część kart po zadaniu pierwszego pytania i otrzymała odpowiedź na drugie pytanie.



Rys. 10. Pulpit Gracza B w grze typu Polygraph

Wiele ciekawych gier zaprojektowanych przez twórców i innych użytkowników Desmosa można znaleźć na stronie <https://teacher.desmos.com/polygraph>. Poniżej przykład jednej z nich.



Rys. 11. <https://student.desmos.com/?prepopulateCode=2f2s6>

### 4. WNIOSKI KOŃCOWE

Dostępnych jest wiele gotowych, interesujących materiałów dydaktycznych zawierających interaktywne moduły. Jednak z punktu widzenia nauczyciela najciekawsze wydają się te narzędzia, które w prosty i intuicyjny sposób pozwalają przygotować własne testy, gry albo po prostu można je zastosować „na żywo” podczas zajęć, by zilustrować omawiane zagadnienie, czy też sprawdzić stopień zrozumienia przez studentów nowego materiału. Takim narzędziem jest z pewnością kalkulator graficzny Desmos wraz z dołączonymi narzędziami w Activity Builder. Autorki od kilku lat stosują kalkulator Desmos pracując ze studentami i obserwują dynamiczny rozwój jego możliwości. Dzięki takim aplikacjom można stosunkowo łatwo i szybko tworzyć różnego typu materiały dostosowane do potrzeb i poziomu grupy studentów.

Praktyka pokazuje jednak, że nawet najlepiej przygotowane materiały i pomoce nie spełnią swej roli dydaktycznej, jeśli nie będzie odpowiedniego zaangażowania oraz aktywności ze strony studentów, ponieważ „... jak wiele innych zdolności i umiejętności, znajomość matematyki jest funkcją uzdolnienia i ćwiczenia. Można wykazać, że przede wszystkim ćwiczenie dobrowolne i czerpiące motywację z samej czynności ćwiczenia jest tym, co pozwala nam osiągnąć sukcesy także w matematyce.” [6]

### 5. BIBLIOGRAFIA

1. <https://www.desmos.com/>
2. <https://teacher.desmos.com/>
3. <https://learn.desmos.com/>
4. <https://teacher.desmos.com/activitybuilder/>
5. Krygowska Z.: Dydaktyka matematyki, cz. 3, Wydawnictwa Szkolne i Pedagogiczne, Warszawa 1977, s. 38.
6. Spitzer M.: Jak uczy się mózg, Wydawnictwo Naukowe PWN, Warszawa 2007.

## THE APPLICATION OF DESMOS CALCULATOR FOR MAKING EDUCATIONAL GAMES, TESTS AND MATHEMATICAL PROBLEMS

The article presents the possibilities of graphic calculator Desmos in the scope of making tests and mathematical games. The authors give examples of various kinds of problems illustrating chosen mathematical issues. The materials show that Activity Builder can be used for producing interactive Desmos-based exercises both for individual learning and for group teaching. The application of Desmos calculator can make the classes more interesting. It can encourage students for self-reliant study and stimulate mathematical activity in a pleasant way. As Desmos developers say: „Our mission at Desmos is to help every student learn math and love learning math. Not some students. Every student.”

**Keywords:** Desmos, calculator online, didactic game.

*IV Konferencja*

*eTechnologie w Kształceniu Inżynierów eTEE'2017*

Politechnika Gdańska, 27-28 kwietnia 2017

## EFEKTY UCZENIA SIĘ Z MATEMATYKI W UJĘCIU TECHNOLOGII INFORMACYJNO-KOMUNIKACYJNEJ (ICT)

**Dorota KRAWCZYK-STANĀDO, Jacek STANĀDO**

Politechnika Łódzka, Centrum Nauczania Matematyki i Fizyki  
e-mail krawczyk@p.lodz.pl, jacek.stando@p.lodz.pl

**Streszczenie:** W pracy zostaną przedstawione przykłady efektów uczenia się z matematyki oraz porównanie pomiaru ich osiągnięcia z użyciem lub bez użycia technologii informacyjno-komunikacyjnej.

**Słowa kluczowe:** efekty uczenia się, technologie informacyjno-komunikacyjne, Proces Boloński.

### 1. WSTĘP

W roku w 1999 r. rozpoczęto proces budowy Europejskiego Obszaru Szkolnictwa Wyższego (tzw. Proces Boloński). Wprowadza on zasadniczą zmianę w rozumieniu celów procesu dydaktycznego.

Budowa programów studiów opiera się na efektach uczenia się. Taki model pozwala na porównywalność systemów kształcenia oraz uznawania stopni i dyplomów wydawanych przez różne kraje i uczelnie.

W Procesie Bolońskim położono także duży nacisk na kompetencje.

Jednym z głównych priorytetów we wdrażaniu Procesu Bolońskiego na lata 2015-2018 jest podnoszenie jakości i przydatności uczenia się. W tym kontekście należy dostrzec rolę technologii informacyjno-komunikacyjnej w podnoszeniu jakości uczenia się.

Cele i efekty uczenia się

CELE UCZENIA SIĘ opisują jakie zmiany chcemy dokonać w trakcie procesu nauczania.

EFEKTY UCZENIA SIĘ opisują to, co uczeń powinien wiedzieć, rozumieć oraz umieć po zakończeniu procesu uczenia się.

Podstawowy podział efektów uczenia się:

- Wiedza (W)
- Umiejętności (U)
- Kompetencje (K)

Efekty uczenia się powinny spełniać następujące kryteria:

- Realne do danego poziomu nauczania
- Osiągnięte
- Zmierzone
- Udokumentowane
- Mające przełożenie na zapotrzebowanie rynku pracy

Do każdego efektu uczenia się można przypisać jego poziom osiągnięcia:

- Poziom A- minimalny efekt uczenia się

- Poziom B- ogólny efekt uczenia się
- Poziom C- kreatywny efekt uczenia się (opracowanie własne) [1].

Nauczyciel akademicki tworząc zbiór efektów kształcenia dla danego przedmiotu musi uwzględniać taksonomię celów kształcenia. Najbardziej znaną i stosowaną w praktyce jest taksonomia Blooma (1956), [2, 3].

Taksonomia zakłada trzy sfery celów: poznawczą, psychomotoryczną i emocjonalną.

W odniesieniu do sfery poznawczej mamy następującą hierarchię:

- Wiedza
- Zrozumienie
- Zastosowanie
- Analiza
- synteza
- Ocena

Bloom, 1956 r.

W szkolnictwie na poziomie K-12 od wielu lat funkcjonowała tzw. taksonomia Niemierki [4]:

- (A) zapamiętanie
- (B) zrozumienie
- (C) stosowanie wiadomości w sytuacjach typowych,
- (D) stosowanie wiadomości w sytuacjach problemowych

### 2. EFEKTY UCZENIA SIĘ A TECHNOLOGIE INFORMACYJNO-KOMUNIKACYJNE

Istotnym elementem procesu uczenia się nie jest tylko przyswajanie przez studentów pewnych schematów i powtarzalnych metod ale twórcze i innowacyjne rozwiązywanie stawianych problemów.

Dostępne technologie informacyjno-komunikacyjne pozwalają rozwiązać wiele stawianych problemów czy hipotez, [5]. Nie chodzi tu o oprogramowanie, które za nas rozwiąże zadanie. Student powinien sam dokonywać wyboru metody rozwiązania problemu oraz doboru odpowiednich narzędzi.

Technologie informacyjno-komunikacyjne w procesie nauczania matematyki mogą pełnić następujące role:

- wspomagać proces nauczania
- tworzyć część procesu nauczania [6].

Zatem tworząc efekty uczenia się z matematyki powinniśmy uwzględniać stosowanie technologii informacyjno-komunikacyjnych w celu ich osiągnięcia. Osiągnięty efekt uczenia się może być zmierzony przez wykonanie zadania lub zestawu zadań.

Osiągnięcie efektu kształcenia powinno mieć także przełożenie na ocenę studenta, czyli na jakim poziomie efekt został osiągnięty, rys. 1.



Rys. 1. Schemat (opracowanie własne)

Opis przykładowych szczegółowych efektów uczenia się z podziałem na poziom ich osiągnięcia.

|  |   |   |
|--|---|---|
| Dowodzi twierdzenia z wartościami własnymi | A | Udowodnij, że jeśli $\lambda$ jest wartością własną macierzy $A$ , to $\lambda$ jest wartością własną macierzy $A^T$ .  |
|  | B | Udowodnij, że wartości własne macierzy symetrycznej są liczbami rzeczywistymi.  |
|  | C | Udowodnij, że jeśli $\lambda$ jest wartością własną macierzy $A$ , to $\lambda$ jest wartością własną macierzy $S \cdot A \cdot S^{-1}$ , gdzie $S$ jest dowolną macierzą odwracalną. |

|   |  |   |
|---|--|---|
| Wykonuje działania na macierzach: dodawanie, odejmowanie, mnożenie, transponowanie, sprzężenie hermitowskie | A  | Oblicz: $\begin{bmatrix} 2 & -2 & 1 \\ 3 & 3 & 1 \end{bmatrix} \cdot \begin{bmatrix} -1 & 0 \\ 1 & 2 \\ 0 & 1 \end{bmatrix} + \begin{bmatrix} 1 & 2 \\ 0 & 1 \end{bmatrix}^T$ .                                     |
|   |  | Oblicz: $\begin{bmatrix} -3.6 & \sqrt{23} & e^3 \\ 3 & \frac{3}{7} & -234 \end{bmatrix} \cdot \begin{bmatrix} -1 & 0 \\ 1 & 211 \\ -23 & 1 \end{bmatrix} + \begin{bmatrix} 1.23 & 2.5 \\ 9 & 6.3 \end{bmatrix}^T$ . |
|   | B  | Macierz: $\begin{bmatrix} 1 & -2 & 1 \\ 0 & 2 & 1 \end{bmatrix}$ przedstaw jako iloczyn dwóch macierzy.   |
|   |  | Uzupełnij: $\begin{bmatrix} 1 & 3 \\ 1 & 0 \end{bmatrix} \cdot \begin{bmatrix} 3 & 2 \\ \dots & 2 \end{bmatrix} + \begin{bmatrix} 0 & 2 \\ 3 & 1 \end{bmatrix} = \begin{bmatrix} 7 & 8 \\ 9 & 9 \end{bmatrix}$      |
|   | Wyznacz $\begin{bmatrix} 1 & 0 \\ 1 & 1 \end{bmatrix}^n$ dla dowolnego $n \in \mathbb{N}$ .                |   |
| C   | Stosując twierdzenie Cayley-Hamilton oblicz $A^4$ dla $A = \begin{bmatrix} 3 & 1 \\ 6 & 4 \end{bmatrix}$ . |   |

|   |
|---|
| Wykonaj sprzężenie hermitowskie macierzy: $A = \begin{bmatrix} 1 & 1+2i \\ 1+1 & 1-i \end{bmatrix}$ . |
|---|

Prezentowany pomiar efektu uczenia się: „Wykonuje działania na macierzach” na poziomie A, składa się z dwóch zadań: z zastosowaniem i bez zastosowania technologii informacyjno-komunikacyjnych.

Zatem proponujemy, aby w opisie każdego efektu uczenia się znalazła się informacja o uwzględnieniu technologii informacyjno-komunikacyjnych.

Model budowy efektu uczenia się powinien więc zawierać:

- Zdefiniowanie efektu uczenia się
- Pomiar efektu uczenia się:
  - o z uwzględnieniem technologii informacyjno-komunikacyjnych
  - o bez uwzględniania technologii informacyjno-komunikacyjnych

### 3. PRZYKŁADOWE EFEKTY UCZENIA SIĘ

Przedstawimy przykłady efektów uczenia się z matematyki, które uwzględniają technologie-informacyjno-komunikacyjne.

*Efekt uczenia się:* Wyznacza moduł i argument liczby zespolonej.

*Pomiar efektu uczenia się.*

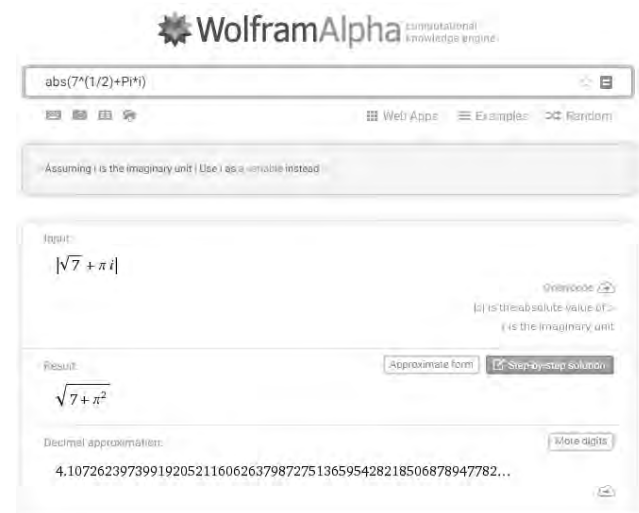
#### Zadanie 1.

Wyznacz moduł i argument liczby zespolonej  $\sqrt{3} - i$ .

#### Zadanie 2.

Wyznacz moduł i argument liczby zespolonej  $\sqrt{7} - \pi i$ .

#### Rozwiązanie.



Przeprowadźmy analizę tego efektu.

Zadanie 1. Student stosując wzór na obliczenie modułu podstawia dane do wzoru i go wyznacza. W przypadku zadania 2, ze względu na postać liczby obliczenia mogą być czasochłonne i do wykonania przybliżenia (np. w celu uzyskania dokładności do 10 miejsc po przecinku, praktycznie bez zastosowania technologii nie jest możliwe). Założeniem osiągnięcia tego efektu jest to, aby student na poziomie A, potrafił rozwiązać zadanie 1 i 2, a NIE zadanie 1 lub 2.

*Efekt uczenia się:* Dekomponuje macierz.

*Pomiar efektu uczenia się.*

### Zadanie 1.

Algorytm dekompozycji SVD dla macierzy o wymiarze  $2 \times 2$  i rzeczywistych dodatnich różnych wartościach własnych.

Niech  $A = \begin{bmatrix} 2 & 0 \\ 0 & 4 \end{bmatrix}$ . Wyznaczmy wartości i

ortonormalne wektory własne macierzy  $A \cdot A^T = \begin{bmatrix} 4 & 0 \\ 0 & 16 \end{bmatrix}$ .

Zatem  $\lambda_1 = 4$ ,  $\lambda_2 = 16$ ,  $v_1 = [1, 0]$ ,  $v_2 = [0, 1]$ .

Stąd uporządkowane malejąco wartości szczególne:

$\sqrt{\lambda_2} = 4$ ,  $\sqrt{\lambda_1} = 2$ , więc  $\Sigma = \begin{bmatrix} 4 & 0 \\ 0 & 2 \end{bmatrix}$  oraz  $V = [v_2^T, v_1^T] =$

$\begin{bmatrix} 0 & 1 \\ 1 & 0 \end{bmatrix}$ . Wyznaczmy  $U = A \cdot V \cdot \Sigma^{-1} = \begin{bmatrix} 2 & 0 \\ 0 & 4 \end{bmatrix} \cdot \begin{bmatrix} 0 & 1 \\ 1 & 0 \end{bmatrix} \cdot$

$\begin{bmatrix} 4 & 0 \\ 0 & 2 \end{bmatrix}^{-1} = \begin{bmatrix} 0 & 1 \\ 1 & 0 \end{bmatrix}$ .

Ostatecznie  $A = \begin{bmatrix} 0 & 1 \\ 1 & 0 \end{bmatrix} \cdot \begin{bmatrix} 4 & 0 \\ 0 & 2 \end{bmatrix} \cdot \begin{bmatrix} 0 & 1 \\ 1 & 0 \end{bmatrix}$ .

Postępując analogicznie przedstaw dekompozycję SVD dla

$A = \begin{bmatrix} 1 & 0 \\ 0 & 9 \end{bmatrix}$ .

### Zadanie 2.

Rozłóż macierz  $A = \begin{bmatrix} 4i & 0 \\ 0 & i \end{bmatrix}$  na postać SVD.

#### Rozwiązanie.

WolframAlpha computational knowledge engine

svd{{(4i,0),(0,i)}}

Assuming  $i$  is the imaginary unit | Use  $i$  as a variable instead

Input: singular value decomposition  $\begin{pmatrix} 4i & 0 \\ 0 & i \end{pmatrix}$

Result:

$$M = U \cdot \Sigma \cdot V'$$

where

$$M = \begin{pmatrix} 4i & 0 \\ 0 & i \end{pmatrix}$$
$$U = \begin{pmatrix} i & 0 \\ 0 & i \end{pmatrix}$$
$$\Sigma = \begin{pmatrix} 4 & 0 \\ 0 & 1 \end{pmatrix}$$
$$V = \begin{pmatrix} 1 & 0 \\ 0 & 1 \end{pmatrix}$$

Przeprowadźmy analizę tego efektu.

Zadanie 1. Student stosując prezentowany algorytm wyznacza dekompozycje dla macierzy. Nie wymagamy znajomości tego algorytmu a jedynie jego zastosowanie.

Dekompozycja macierzy ma bardzo duże zastosowanie w problemach technicznych. Wyznaczenie rozkładu dla dużej macierzy jest praktycznie niemożliwe. W związku z tym naturalne jest aby wymagać od studentów dekompozycje macierzy z użyciem technologii, co prezentuje zadanie 2. Założeniem osiągnięcia tego efektu jest to, aby student na poziomie A, potrafił rozwiązać zadanie 1 i 2, a NIE zadanie 1 lub 2.

*Efekt uczenia się:* Analizuje własności macierzy odwrotnej.

*Pomiar efektu uczenia się.*

#### Zadanie 1.

Udowodnij, że iloczyn macierzy odwracalnych jest macierzą odwracalną.

### Zadanie 2.

Sprawdź hipotezę, czy suma macierzy odwracalnych jest macierzą odwracalną.

#### Rozwiązanie.

WolframAlpha computational knowledge engine

{{(2,0),(0,1)}+((-2,0),(0,1)}}

Input:  $\begin{pmatrix} 2 & 0 \\ 0 & 1 \end{pmatrix} + \begin{pmatrix} -2 & 0 \\ 0 & 1 \end{pmatrix}$

Result:  $\begin{pmatrix} 0 & 0 \\ 0 & 2 \end{pmatrix}$

Dimensions: 2 rows x 2 columns

Znalezienie kontrprzykładu, który nie spełnia stawianej hipotezy. Naturalnym jest aby ten problem rozwiązać z zastosowaniem technologii.

*Efekt uczenia się:* Oblicza całkę nieoznaczoną

*Pomiar efektu uczenia się.*

#### Zadanie 1.

Oblicz:  $\int x^n e^x dx$  dla  $n = 1, 2$ .

#### Zadanie 2.

Oblicz:  $\int x^n e^x dx$  dla dowolnego  $n \in \mathbb{N}$ .

#### Rozwiązanie.

WolframAlpha computational knowledge engine

integrate(x^3\*e^x)

Indefinite integral:  $\int x^3 e^x dx = e^x (x^3 - 3x^2 + 6x - 6) + \text{constant}$

WolframAlpha computational knowledge engine

integrate(x^4\*e^x)

Indefinite integral:  $\int x^4 e^x dx = e^x (x^4 - 4x^3 + 12x^2 - 24x + 24) + \text{constant}$

*Efekt uczenia się:* Stawia hipotezy w rozwiązywaniu równań różniczkowych.

*Pomiar efektu uczenia się.*

#### Zadanie.

Rozwiąż równania:  $y' - 2y = -4x$ ,  $y' - 2y = -2x - 6$ ,  $y' - 2y = -2z - 1$ . Zaproponuj rozwiązanie

równania:  $y' - 2y = ax + b$ .

#### Zadanie.

Rozwiąż równania:  $y' - 2y = x^2 + x + 1$ ,  $y' - 2y = x^2 - 6$ ,  $y' - 2y = x^4 - x + 1$ ,  $y' - 2y = W_n(x)$ . Zaproponuj model rozwiązania równania:  $y' - 2y = W_n(x)$ .

## Rozwiązanie.

The screenshot shows the WolframAlpha interface for solving the differential equation  $y'(x) - 2y(x) = -2x$ . The input field contains the equation. Below the input, the result is displayed as  $y(x) = x + \frac{y'(x)}{2}$ . The differential equation is classified as a "first-order linear ordinary differential equation". Alternate forms are shown as  $y'(x) = 2y(x) - 2x$  and  $y'(x) + 2x = 2y(x)$ . The final solution is given as  $y(x) = c_1 e^{2x} + x + \frac{1}{2}$ . Buttons for "Approximate form" and "Step-by-step solution" are visible at the bottom.

## 5. ZAKOŃCZENIE

W ostatnich latach najczęściej spotkaliśmy się z poglądami, że tradycyjne metody nauczania nie muszą

konkurować z metodami z użyciem technologii informacyjnych, a mogą być ich uzupełnieniem.

Nadszedł już czas aby odejść od tego poglądu także i postawić nowe wyzwanie, metody z użyciem technologii informacyjnych są konieczne w procesie nauczania.

## 6. BIBLIOGRAFIA

1. Stańdo J., Propozycja unifikacji programu nauczania i oceniania z matematyki na uczelniach technicznych w świetle nowych standardów, ACTA UNIVERSITATIS LODZIENSIS FOLIA OECONOMICA 205, 2007.
2. Wyrozębski P., Podejście do tworzenia programów nauczania oparte na efektach uczenia się, E-mentor nr 3 (30) / 2009.
3. Bloom S., The Classification of Educational Goals; Susan Fauer Company, Inc. 1956.
4. Niemierko B., Między oceną szkolną a dydaktyką. Bliżej dydaktyki, WSiP, Warszawa 1997
5. Stańdo J., Szumigaj K., The use of multimedia the context of e-exams, Innovation, new trends, research - 2012 Ruzenborek.
6. Sysło M., Komputery, Informatyka i technologia informacyjna w nauczaniu matematyki, „Matematyka i komputery”, 2000.

## USE OF INFORMATION COMMUNICATION TECHNOLOGY (ICT) IN LEARNING OUTCOMES WITH MATHEMATICS

The Bologna Process is higher education reform process, which commenced in 1999, with the aim of making higher education systems compliant. This paper will present the learning outcomes mathematics and a comparison between the effects of learning with or without communication technology. The method of building syllabus based on the effects of learning is described with social competence, knowledge and skills.

**Keywords:** learning outcomes, Bologna Process.

## NAUCZANIE ZAGADNIENI CYBERBEZPIECZEŃSTWA W UNII EUROPEJSKIEJ – TRENDY, WYZWANIA

Rafał LESZCZYNA

Politechnika Gdańska, Wydział Zarządzania i Ekonomii  
e-mail: rle@zie.pg.gda.pl

**Streszczenie:** Znaczenie edukacji, szkoleń i podnoszenia świadomości zagadnień cyberbezpieczeństwa jest dziś, w erze społeczeństwa informacyjnego powszechnie uznane. W ostatnich latach w Unii Europejskiej pojawiło się wiele nowych inicjatyw związanych między innymi z rozwijaniem programów uniwersyteckich, przygotowaniem specjalistycznych i profilowanych szkoleń, uruchamianiem masowych otwartych kursów online, a także badaniami opinii publicznej oraz ekspertów. Odbyła się również niezwykle interesująca debata dotycząca skuteczności i zasadności kształcenia zasad cyberbezpieczeństwa oraz przeprowadzono ankietę w instytucjach edukacyjnych dotyczących cech wzorcowego kursu w tej dziedzinie. W artykule przedstawiono te inicjatywy i związane z nimi wyzwania, a także trendy i perspektywiczne kierunki rozwoju nauczania zagadnień cyberbezpieczeństwa.

**Słowa kluczowe:** cyberbezpieczeństwo, bezpieczeństwo informacji, nauczanie, podnoszenie świadomości, masowe otwarte kursy online.

### 1. WPROWADZENIE

Internet oraz technologie informacyjne stały się nieodłącznym składnikiem życia codziennego, a zarazem elementem definiującym współczesne społeczeństwo, związanym z powstaniem nowego nurtu społecznego nazywanego *społeczeństwem wiedzy*, lub *społeczeństwem informacyjnym*. Nurt ten charakteryzuje się przewagą treści symbolicznych nad materialnymi oraz znacząco zwiększonymi możliwościami kreowania i przetwarzania informacji, gdzie wiedza oraz umiejętności jej wykorzystywania odgrywają kluczową rolę przy podejmowaniu decyzji i wprowadzaniu zmian. Ewolucyjnym rozwinięciem społeczeństwa wiedzy jest *społeczeństwo sieciowe*, podkreślające dodatkowo dominującą rolę struktur sieciowych w organizacji społeczeństwa [1, 2].

Obok wielu korzyści związanych z nowym nurtem społecznym, takich jak zwiększenie możliwości komunikacyjnych, czy wzrost zasięgu demokracji bezpośredniej (tzw. „cyberdemokracja”), pojawiły się również wyzwania dotyczące między innymi umiejętności niezbędnych do prawidłowego funkcjonowania i pracy. Dla przykładu, rynek pracy społeczeństwa informacyjnego cechuje się dużym zapotrzebowaniem na specjalistów z branży IT, które wciąż znacząco przewyższa możliwości dostarczenia specjalistów przez system edukacyjny.

Potrzebne są też nowe umiejętności niezwiązane z pracą czy kompetencjami zawodowymi, ale z codziennym życiem. Narodziny Internetu Rzeczy, inteligentnych samochodów, mieszkań, sieci energetycznych, etc. wymagają umiejętności obsługi urządzeń mobilnych i nowych technologii w codziennych czynnościach [1, 2]. *E-umiejętności* to „umiejętności wykorzystywania i posługiwania się w życiu codziennym oraz działalności społecznej i gospodarczej technologiami informacyjnymi. Pojęcie e-umiejętności obejmuje kompetencje w zakresie tworzenia i użytkowania technologii informacyjnych i komunikacyjnych” [3]. Udana innowacje w sektorze IT wymagają interdyscyplinarnych umiejętności rozwiązywania problemów, dobrego zrozumienia zagadnień związanych z przedsiębiorczością, zdolności komunikacyjnych, w tym znajomość języków obcych. W szerszym kontekście można je rozpatrywać jako kluczowe kompetencje wszystkich obywateli w społeczeństwie wiedzy. Te kluczowe kompetencje powinny zostać dostarczone w ramach kształcenia ustawicznego. Edukacja i szkolenia są kluczowymi instrumentami kształcenia e-umiejętności i wyrównywania różnic w funkcjonowaniu w społeczeństwie wiedzy [1].

Kwestią, która nabrała szczególnie dużego znaczenia w społeczeństwie informacyjnym, jest *bezpieczeństwo informacyjne*, lub *cyberbezpieczeństwo* związane między innymi z ochroną prywatności, czy danych osobowych [1]. Informacje są bezpieczne, gdy zapewniono ich *poufność*, *integralność* i *dostępność*. Poufność dotyczy zagwarantowywania, że informacja jest dostępna wyłącznie dla osób do tego upoważnionych, a dostępność, że upoważnieni użytkownicy posiadają dostęp do informacji i powiązanych zasobów, kiedy istnieje taka potrzeba. Natomiast informacja jest integralna, gdy: odpowiada rzeczywistości i jest kompletna [4]. Innymi słowy, informacja jest nieuszkodzona, nieznieskształcona.

Badania Eurobarometru [5] ujawniły, że jedynie mniej niż połowa (47%) obywateli Unii Europejskiej uważa, że jest dobrze poinformowana o zagrożeniach cyberbezpieczeństwa [5]. Badania ujawniły też różnice socjodemograficzne związane z dostępem do Internetu w zależności od wieku użytkowników, poziomu ich edukacji i zatrudnienia. 83% badanych, którzy zakończyli edukację w wieku 20 lat lub więcej korzysta z Internetu codziennie, a już tylko 60% w przypadku ukończenia edukacji między 16 a 19 rokiem życia i 23% poniżej 16 lat. Większe wykorzystanie



Internetu obserwuje się także wśród studentów i pracowników biurowych. 95% studentów, 91% kadry kierowniczej i 85% pozostałych pracowników biurowych codziennie korzysta z Internetu. Niezależnie od wieku, profilu zawodowego, czy poziomu wykształcenia wszyscy powinni mieć zagwarantowane bezpieczeństwo podczas korzystania z usług online dzięki uświadomieniu potencjalnych zagrożeń oraz zapewnieniu adekwatnych umiejętności [6]. Tymczasem znajomość zagadnień cyberbezpieczeństwa wciąż pozostaje w rękach specjalistów pomimo tego, że pierwszą linią obrony przed cyberzagrożeniami jest uświadamianie wszystkich użytkowników i zdobywanie przez nich umiejętności ochrony urządzeń, danych, czy tożsamości online. [6, 7].

Edukacja jest kluczowym elementem cyberbezpieczeństwa, co zostało potwierdzone w Europejskiej Agencji Cyfrowej oraz strategiach cyberbezpieczeństwa państw członkowskich [1]. Zalecane jest traktowanie cyberbezpieczeństwa jako dobra publicznego [8]. W tym podejściu instytucje ustawodawcze i wykonawcze powinny ustanowić standardy oraz uregulowania prawne dotyczące działań cyberbezpieczeństwa na tej samej zasadzie jak propagowane są procedury i praktyki ochrony zdrowia. Jednostki edukacyjne mają tutaj kluczową rolę w podnoszeniu świadomości wśród obywateli i kształtowaniu właściwych zachowań związanych z bezpieczeństwem. Zagadnienia cyberbezpieczeństwa powinny stać się częścią akademickich programów kształcenia. Zalecane jest włączenie do ogólnego programu kształcenia nauczania zasad i wyzwań bezpieczeństwa informacji i prywatności [9].

## 2. DYSKUSJA O NAUCZANIU ZAGADNIENI CYBERBEZPIECZEŃSTWA

W 2013 roku miała miejsce niezwykle ciekawa dyskusja między Bruce Schneierem a Iřą Winklerem dotycząca celowości i zasadności prowadzenia szkoleń oraz podnoszenia świadomości z zakresu bezpieczeństwa informacji [10, 11]. Schneier i Winkler są ekspertami z dziedziny cyberbezpieczeństwa, autorami książek opisujących zagadnienia bezpieczeństwa oraz kryptografii, które stały się fundamentalnymi przewodnikami w dziedzinie bezpieczeństwa informacyjnego zarówno dla ekspertów jak i zwykłych użytkowników na całym świecie.

Według Bruce Schneiera szkolenia w zakresie bezpieczeństwa są stratą czasu, a środki finansowe idące na ten cel, mogłyby być lepiej spożytkowane w innych obszarach. Zdaniem eksperta zainteresowanie przemysłu szkoleniami służy odwróceniu uwagi od źle zaprojektowanych systemów bezpieczeństwa [11]. Na poparcie swoich dość kontrowersyjnych tez, Schneier wskazuje przykłady z życia codziennego, związane z propagowaniem zdrowego trybu życia, czy walki z AIDS, które odnosi do dziedziny bezpieczeństwa. Według autora, problem z edukacją cyberbezpieczeństwa związany jest między innymi z faktem, że w codziennym użytkowaniu komputera, potencjalne efekty niewłaściwych zachowań, wydają się być abstrakcyjne i mało prawdopodobne, a z drugiej strony stosowanie dobrych praktyk bezpieczeństwa jest czasochłonne i wymaga podejmowania niełatwych decyzji. Schneier uważa, że zamiast uczyć użytkowników bezpiecznych procedur korzystania z komputerów i Internetu, należy budować bezpieczne komputery i tak zarządzać Internetem by był on bezpieczny. Zdaniem

specjalisty, gdyby inżynierowie bezpieczeństwa wykonali to zadanie, kształcenie i poszerzanie świadomości użytkowników odbywałoby się samoistnie i nieformalnie, bez potrzeby kursów, na zasadzie wzajemnego uczenia się od siebie [11].

W odpowiedzi, Ira Winkler po pierwsze zwraca uwagę na różnicę między szkoleniem a podnoszeniem świadomości, gdyż Schneier używa dość mylącego terminu „szkolenie świadomości bezpieczeństwa” (ang. „security awareness training”). Zadaniem szkoleń jest dostarczenie pewnego ograniczonego zbioru wiedzy oraz sprawdzenie jego przyswojenia. 10-minutowe sesje z nagraniami wideo i testem, odbywające się tylko raz w roku są przykładem źle opracowanych szkoleń i w ich kontekście można częściowo zgodzić się z krytyką Schneiera. Szczególnie, że nierzadko tego typu szkolenia uznawane są przez kierownictwo firm za wystarczające działania popularyzujące bezpieczeństwo informacji. Podnoszenie świadomości ma natomiast zmienić zachowania i przyzwyczajenia użytkowników, co w konsekwencji podnosi kulturę bezpieczeństwa. Jest to proces ciągły [10].

Choć trudno precyzyjnie ocenić, czy podnoszenie świadomości jest opłacalne w znaczeniu rachunku korzyści i kosztów, gdyż trudno wskazać koszt unikniętych incydentów i awarii, to istnieje wiele przykładów pokazujących skuteczne kampanie podnoszące świadomość bezpieczeństwa. Praktycznie każdy może też wskazać przykłady sytuacji, gdy uniknięto problemów dzięki zastosowaniu dobrych praktyk bezpieczeństwa [10]. Bezpieczeństwo polega na ograniczaniu ryzyka. Nie ma idealnych zabezpieczeń, które chroniłyby przed wszystkim zagrożeniami i mało prawdopodobne, że udałoby się takie stworzyć. Nawet zalecane przez ekspertów stosowanie zbiorów zabezpieczeń nie obniża ryzyka do zera. Dlatego trudno zgodzić się z opinią Schneiera, że bezpieczeństwo powinno opierać się wyłącznie na ich skuteczności. Oznacza to, że prawidłowe strategie bezpieczeństwa powinny uwzględniać niedoskonałości zabezpieczeń poprzez włączanie procesów budowania świadomości wśród użytkowników [10].

Schneier wskazuje potrzebę ochrony przed zagrożeniami z zewnątrz. Tymczasem największe straty związane z bezpieczeństwem przyniosły zdarzenia będące wynikiem błędów, nieświadomych i niezamierzonych, ale również intencjonalnych działań użytkowników wewnętrznych organizacji. Świadomość zagadnień cyberbezpieczeństwa obniża prawdopodobieństwo błędów i działań niezamierzonych, a jednocześnie pomaga ocenić pracownikom, kiedy zgłaszać potencjalnie niebezpieczne działania innych, co pozwala uchronić przed zagrożeniami intencjonalnymi [10].

Kształcenie i uświadamianie jest również sposobem na nawiązanie kontaktu ze zwykłymi użytkownikami, zmniejszenie dystansu oraz niwelowanie barier związanych na przykład z niezrozumieniem działań i procedur wprowadzanych przez ekspertów cyberbezpieczeństwa. W przeciwieństwie do rozwiązań czysto informatycznych – pozwala też ochronić zasoby informacyjne niebędące zasobami informatycznymi, jak na przykład wydrukowane dokumentacje projektowe, papierowe dokumenty księgowo etc. [10].

Winkler odnosi się także do pozostałych kwestii przywołanych przez Schneiera i przytacza szereg innych argumentów na korzyść kształcenia i podnoszenia świadomości. Swoją argumentację podsumowuje

stwierdzeniem, że choć niestety istnieje wiele złych programów podnoszenia świadomości bezpieczeństwa, to obok nich powstało również wiele niezwykle skutecznych. Nawet najlepsze programy będą miały swoje słabe strony, tak jak inne zabezpieczenia. Jednak nie jest to uzasadnieniem dla rezygnowania zarówno z jednych jak i drugich, ani tworzenia wyższych standardów dla tych pierwszych. Szczególnie, że cechują się one niższym kosztem, a wskazywana alternatywa (perfekcyjne zabezpieczenia) jest mało rzeczywista [10].

### 3. NAUCZANIE CYBERBEZPIECZEŃSTWA W EUROPIE

W 2015 roku Europejska Agencja ds. Bezpieczeństwa Sieci i Informacji (ENISA) przeprowadziła badania jakościowe mające na celu identyfikację kierunków studiów dotyczących tematyki cyberbezpieczeństwa i prywatności na europejskich uniwersytetach [1]. Z badań tych oraz aktualnej analizy informacji dostępnych w Internecie [12–16] wynika, że na studiach pierwszego stopnia dostępne są kierunki dotyczące zagadnień cyberbezpieczeństwa, natomiast brakuje propozycji związanych z ochroną prywatności. Propozycje takie pojawiają się na studiach drugiego stopnia i są najczęściej powiązane z innymi kierunkami, takimi jak bezpieczeństwo informacji, czy informatyka. Niestety wciąż jest ich niewiele. Na przykład w Wielkiej Brytanii zidentyfikowano tylko jeden program studiów jawnie odnoszący się do tematyki prywatności. Dostępne programy studiów koncentrują się przede wszystkim na zagadnieniach z obszaru informatyki, bezpieczeństwa informacji, cyberprzestępczości i cyberbezpieczeństwa. Istnieją również kursy dotyczące tematyki prawnych uregulowań dotyczące prywatności, marketingu i etyki [1].

W Polsce przedmioty dotyczące cyberbezpieczeństwa prowadzone są przede wszystkim na kierunkach studiów związanych z informatyką. W Akademii Marynarki Wojennej podczas nauczania bezpieczeństwa systemów teleinformatycznych stosuje się metody aktywizacji i zwiększania motywacji studentów opartych na grywalizacji [17]. Na Politechnice Gdańskiej do programu nauczania studentów na kierunku zarządzanie wprowadzono przedmiot zarządzanie bezpieczeństwem informacji. Znaczna część absolwentów kierunku obejmie w przyszłości kierownicze lub administracyjne stanowiska i będzie miało bezpośredni wpływ na kształt cyberbezpieczeństwa w organizacjach. Zachęca się, aby taki podstawowy kurs wprowadzono do programów wszystkich szkół wyższych o podobnym profilu [18].

W październiku 2014 roku w kontekście Europejskiego Miesiąca Cyberbezpieczeństwa, ENISA wraz z partnerami, udostępniła bazę danych kursów uniwersyteckich, szkoleń i programów certyfikacyjnych związanych z bezpieczeństwem sieci i informacji. Dostępna jest także strona internetowa, za pomocą której możliwe jest dodanie do bazy nowego kursu (rys. 1) [19]. Na dzień 7 lutego 2017, w bazie zarejestrowanych jest 465 kursów w 28 państwach członkowskich. Analiza zamieszczonych w serwisie danych wskazuje, że większość kursów dedykowanych jest profesjonalistom. Widoczne jest również, że oferta szkoleń wciąż pozostaje stosunkowo ograniczona i warto byłoby ją rozszerzyć.



Rys. 1. Mapa kursów uniwersyteckich, szkoleń i programów certyfikacyjnych związanych z bezpieczeństwem sieci i informacji.  
Źródło: [19]

### 4. MASOWE OTWARTE KURSY ONLINE

Poza szkolnictwem wyższym, istnieje szereg możliwości uzyskania szkolenia w zakresie ochrony prywatności i danych, skierowanego zarówno do specjalistów pracujących w różnych sektorach (np. służba zdrowia, edukacja), przedsiębiorców, a także dla ogółu społeczeństwa. Masowe otwarte kursy online mogą stanowić obiecujące podejście do kształcenia na odległość modułów bezpieczeństwa sieci i informacji dla dużych grup odbiorców [1].

Masowe kursy online swoją treścią i zakresem merytorycznym przypominają przedmioty uniwersyteckie, ale różnią się modelem świadczenia usług, sposobem oceniania i współpracy. Dostarczane są za pośrednictwem dedykowanych platform online, dopasowanych do potrzeb odbiorców i operatorów. W większości przypadków są one dostępne darmowo na zasadach licencji otwartej, jednak istnieją również rozwiązania płatne. Kursy najczęściej dostarczane są przez czołowe uniwersytety europejskie, co rodzi przesłankę, że oferowane treści oraz model nauczania i oceniania będą wysokiej jakości [6, 20].

Jak się okazuje, masowe kursy online charakteryzują się wysokim współczynnikiem zapisów, natomiast niskim poziomem ukończenia [21]. Jednak, zdaniem niektórych miarą sukcesu nie powinien być współczynnik ukończenia kursów, tylko darmowy dostęp do wysokiej jakości materiałów edukacyjnych i sposobów kształcenia dla studentów z mniej uprzywilejowanych części świata, takich jak Indie, Chiny i Afryka [22]. Przykładem jest historia Amola Bhave, 17-letniego studenta z Indii, który został przyjęty na Massachusetts Institute of Technology, najlepszą na świecie uczelnię wg QS World University Rankings 2016-2017 [23], po uzyskaniu 97 procent punktów w otwartym kursie elektroniki i obwodów. Według studenta, masowe kursy online będą miały znaczący wpływ na Indie. Szczególnie ekscytującą cechą kursu, w którym uczestniczył Bhave była jego praktyczna natura – „oglądanie eksperymentów wykonywanych przed twoimi oczami” [22].

Według badania Li i Wana [21], różnica między uczestnikami kończącymi otwarte kursy online, a tymi którzy je porzucają, polega na większej motywacji do

samodoskonalenia, posiadanie wcześniejszych doświadczeń uczenia się i brak trudności w uczeniu się. Inne dane wskazują, że studenci, którzy kończą kursy, często posiadają już tytuł zawodowy. Warto to wziąć pod uwagę podczas tworzenia otwartego kursu z dziedziny cyberbezpieczeństwa i prywatności.

Masowe kursy online mogą stać się ciekawą ścieżką kształcenia w dziedzinie bezpieczeństwa sieci i informacji. Do tego stopnia, że Wielka Brytania wprowadziła je do swojej Narodowej Strategii Cyberbezpieczeństwa, gdzie zapisano, że rząd Wielkiej Brytanii koordynuje utworzenie kursu cyberbezpieczeństwa. Kurs ten powstał w 2014, a w roku ubiegłym pojawiła się jego uaktualniona wersja „Wprowadzenie do cyberbezpieczeństwa: bądź bezpieczny online” (rys. 2) zawierająca m.in. poprawione zadania sprawdzające wiedzę [24]. Kurs ma na celu wyjaśnienie zagadnień bezpieczeństwa online i przedstawienie podstawowych technik ochrony. Nie wymaga posiadania wcześniejszej wiedzy z zakresu cyberbezpieczeństwa, przewidziany jest na 8 tygodni, po 3 godziny tygodniowo, a po jego uzyskaniu otrzymuje się cyfrową odznakę ułatwiającą potencjalnym pracodawcom rozpoznanie umiejętności kandydata. Kurs jest całkowicie bezpłatny [24]. Oprócz kursu podstawowego rząd brytyjski wsparł stworzenie tematycznych kursów dla biznesu, dedykowanych konkretnym rodzajom przedsiębiorstw, czy grupom pracowników [25]. Podobne inicjatywy popierane są przez Komisję Europejską. W 2013 roku powstała europejska platforma kursów masowych OpenUpEd, która obecnie oferuje ponad 200 szkoleń.



Rys. 2. Strona początkowa masowego kursu otwartego „Wprowadzenie do cyberbezpieczeństwa: bądź bezpieczny online” opracowanego w Wielkiej Brytanii. Źródło: [24]

## 5. SZKOLENIA DLA MŚP

Małe i średnie przedsiębiorstwa (MŚP) stały się celami szkodliwych działań online, a natężenie cyberprzestępczości doświadczanej przez MŚP stale rośnie. Wraz z brakiem wiedzy i świadomości problemu, może to mieć poważny wpływ na rozwój gospodarczy Unii Europejskiej – zwłaszcza, że zdecydowana większość wszystkich przedsiębiorstw europejskich to MŚP. Niestety, analizy dotyczące szkoleń cyberbezpieczeństwa w

przedsiębiorstwach sektora prywatnego, takich jak MŚP, oraz w mniejszym stopniu organizacjach sektora publicznego, pokazują, że nie są one w stanie lub nie chcą finansować szkoleń i akcji uświadamiających w zakresie cyberbezpieczeństwa. Ponadto, małe i średnie przedsiębiorstwa, które aktywnie chcą poszerzyć swoją wiedzę i zrozumienie bezpieczeństwa informacji są kierowane w stronę wdrożenia standardu zarządzania bezpieczeństwem informacji ISO/IEC 27001, co jest zbyt kosztowne i w większości przypadków niekonieczne. To właśnie ten brak wiedzy i świadomości oraz zbyt biurokratyzowany proces certyfikacji, a także brak środków finansowych są kluczowymi aspektami problemu niskiego poziomu bezpieczeństwa MŚP. Rozwiązaniem mogłoby być utworzenie kursu dopasowanego do realiów pracy MŚP [6]. Proponowany program szkolenia przedstawia Tablica 1.

Tablica 1. Program powszechnego szkolenia zarządzania bezpieczeństwem informacji dopasowanego do realiów pracy małych i średnich przedsiębiorstw. Źródło: [6]

|    |  |
|----|--|
| 1  | Szacowanie ryzyka  |
| 2  | Polityki bezpieczeństwa  |
| 3  | Identyfikacja zasobów informacyjnych                           |
| 4  | Zagadnienia związane z pracownikami                            |
| 5  | Bezpieczeństwo fizyczne  |
| 6  | Kontrola dostępu   |
| 7  | Zarządzanie operacyjne   |
| 8  | Wykrywanie złośliwego oprogramowania                           |
| 9  | Monitorowanie i ochrona systemów                               |
| 10 | Kopie zapasowe   |
| 11 | Reagowanie na incydenty  |
| 12 | Przywracanie gotowości do pracy po awarii i ciągłość działania |

Tak zaprojektowany przedmiot jest możliwym do wdrożenia przez małe i średnie przedsiębiorstwa rozwiązaniem, które zasadniczo podniesie bezpieczeństwo posiadanych zasobów informacyjnych. Przewidywane jest opracowanie specjalnego standardu dla MŚP, analogicznego do ISO/IEC 27001, ale dopasowanego do sytuacji mniejszych firm [6].

## 6. CHARAKTERYSTYKA WZORCOWEGO KURSU CYBERBEZPIECZEŃSTWA

W 2012 roku ENISA przeprowadziła badanie skierowane do instytucji edukacyjnych w Unii Europejskiej, mające na celu identyfikację elementów wzorcowego szkolenia z zakresu cyberbezpieczeństwa [26]. Ankietowani (z Grecji, Hiszpanii, Holandii, Irlandii, Niemiec, Polski i Rumunii) reprezentowali różne obszary nauczania bezpieczeństwa sieci i informacji: technologie bezpiecznej identyfikacji, testowanie penetracyjne, audyty bezpieczeństwa, audyty zgodności z ISO/IEC 27001, ocena bezpieczeństwa, bezpieczeństwo informacji, prawo technologii informacyjnych, bezpieczeństwo informacji osobistych, świadomość prywatności, systemy informacyjne w biznesie, projektowanie bezpiecznych systemów informacyjnych, obsługa incydentów, zarządzanie kryzysowe, ciągłość działania, zarządzanie nadużyciami wewnętrznymi, zarządzanie zmianą, równowaga między życiem zawodowym a osobistym, bezpieczeństwo e-kształcenia, systemy uczące się, techniki rozpoznawania wzorców, technologie identyfikacji radiowej (RFID) i poszerzanie świadomości.

Z odpowiedzi wynika, że aby przeprowadzić najlepsze szkolenie w zakresie cyberbezpieczeństwa, nauczyciel powinien uwzględnić następujące komponenty [26]:

- krótkie wprowadzenie,
- praktyczne laboratoria,
- rzeczywiste scenariusze i przykłady z życia codziennego,
- sesje szkoleniowe ciągłego kontaktu obejmujące odgrywanie scenek, symulacje/emulacje, pracę zespołową, budowanie zespołów, zasady zarządzania projektami
- konkurs hackerski – praktyczny kurs ochrony,
- grę biznesową zamiast egzaminów,
- odtwarzanie nagrań wideo
- proporcje 20 minut teorii, 30 minut praktyki, 10-20 odpowiedzi na pytania.

Ankietowani wskazali następujące kierunki i trendy nauczania bezpieczeństwa informacyjnego [26]:

- dotyczące treści kształcenia: systemy cyberfizyczne, prywatność i zaufanie, kryptografia, bezpieczeństwo oprogramowania, użyteczne bezpieczeństwo, bezpieczeństwo w chmurze, bezpieczeństwo Internetu i infrastruktur, międzynarodowe standardy (np. ITIL, ISO/IEC 20000, ISO/IEC 27000),
- oraz metod kształcenia: e-kształcenie, m-learning, testy online, spotkania z mentorem, zajęcia laboratoryjne.

Praktycznie wszyscy ankietowani wskazali potrzebę poszerzenia świadomości w dziedzinie bezpieczeństwa informacji osobistych oraz doradztwa prawnego w zakresie zachowań nielegalnych. Zauważa się rosnące zapotrzebowanie na kursy kończące się otrzymaniem międzynarodowego certyfikatu [26].

Zapytani o 10 największych wyzwań związanych z cyberbezpieczeństwem ankietowani wymienili zagadnienia [26]:

- prywatności,
- ryzyka związanego z wykorzystaniem nowych technologii,
- interdyscyplinarne (prawne, techniczne, organizacyjne),
- zrozumienia technologii a nie tylko korzystanie z nich,
- trudności z usunięciem z Internetu opublikowanej tam informacji i wynikających z tego konsekwencji nawet w bardzo odległej przyszłości,
- pozyskiwania aktualnych i rzetelnych informacji od prowadzących oraz zagwarantowania ich dobrej orientacji w nowych technologiach (czasem uczeń posiada większą wiedzę niż nauczyciel),
- transpozycji prawdziwych relacji międzyludzkich na rzeczywistość internetową, netykieta (etykieta dotycząca zachowania w Internecie).

Uczestnicy ankiety wyróżnili następujące elementy skutecznego modelu partnerstwa dla promocji bezpieczeństwa w sieci [26]:

- osobisty kontakt użytkownika z prowadzącym zajęcia,
- akredytowani prowadzący posiadający wysokie umiejętności i doświadczenie praktyczne,
- ciągle uaktualniane materiały do zajęć,
- elastyczna struktura zajęć,

- współpraca z przemysłem i instytucjami akademickimi,
- otwartość na zmiany i pozytywne nastawienie dotyczące rozwiązywania problemów,
- zajęcia prowadzone w formie dyskusji,
- pasja i umiejętna komunikacja,
- wysokie standardy etyczne,
- profesjonalizm i doświadczenie w dziedzinie, omawianie rzeczywistych przykładów,
- podejście cechujące się dostarczaniem narzędzi a nie rezultatów,
- partnerstwo publiczno-prywatne w celu finansowania zasobów,
- szkolenia dla prowadzących.

## 7. WNIOSKI KOŃCOWE

Dyskusja między Bruce Schneierem oraz Iřą Winklerem pokazuje, że choć istnieją pewne argumenty przeciwko powszechnemu nauczaniu zasad cyberbezpieczeństwa, to dotyczą one tak naprawdę źle opracowanych szkoleń oraz oparte są na słabej przesłance, iż możliwe jest stworzenie perfekcyjnych zabezpieczeń technicznych. Tymczasem takie zabezpieczenia nie istnieją i mało prawdopodobne, że uda się je stworzyć, dlatego dobre strategie bezpieczeństwa powinny zawierać działania podnoszenia świadomości wśród użytkowników [10, 11]. Działania te znacząco podnoszą poziom bezpieczeństwa w małych i średnich przedsiębiorstwach. Dlatego ważne, aby dotrzeć do nich z odpowiednią, profilowaną ofertą edukacyjną [6].

Kluczowe znaczenie edukacji zostało potwierdzone w Europejskiej Agencji Cyfrowej oraz strategiach cyberbezpieczeństwa państw członkowskich [1]. Tymczasem wciąż jedynie mniej niż połowa obywateli Unii Europejskiej uważa, że jest dobrze poinformowana o zagrożeniach cyberbezpieczeństwa [5]. Dlatego zagadnienia związane z tym obszarem powinny stać się częścią akademickich programów kształcenia, na różnych kierunkach studiów [9]. W chwili obecnej tego typu programy proponowane są głównie na kierunkach związanych z technologiami informacyjnymi [1, 12–16].

Obiecującym sposobem popularyzacji zasad cyberbezpieczeństwa mogą być także masowe otwarte kursy online [1]. Choć jak dotąd wciąż cechują się niskim poziomem ukończenia przy dużym współczynniku zapisów, to sytuacja ta zmienia się w przypadku uczestników o wysokiej motywacji do samodoskonalenia, posiadających wcześniejsze doświadczenia uczenia się [21]. Mogłoby to wskazywać, że warto tego typu kursy adresować do starszych odbiorców, posiadających wcześniejsze doświadczenia edukacyjne, a być może nawet aktywnych zawodowo.

Powszechne kursy cyberbezpieczeństwa powinny w dużej mierze bazować na ćwiczeniach praktycznych podczas których uczestnicy biorą udział w symulacjach, realizują konkretne scenariusze zdarzeń oraz pracują zespołowo. Zajęcia powinny dotyczyć rzeczywistych sytuacji i przykładów z życia codziennego, i omawiać przede wszystkim zagadnienia prywatności, ryzyka związanego z wykorzystaniem nowych technologii oraz kwestii interdyscyplinarnych (prawnych, technicznych, organizacyjnych) [26].

## 8. BIBLIOGRAFIA

1. Anderson P., Paoli S. De, Catalui D.: Status of privacy and NIS course curricula in Member States, 2015.
2. Marian Golka: Czym jest społeczeństwo informacyjne?, Zesz. Ruchu Prawniczego, Ekon. i Socjol. 4, 2005, s. 253–265.
3. Bąkowski A.: Słownik pojęć Portalu Innowacji - Umiejętności, [http://www.pi.gov.pl/parp/chapter\\_96055.asp?soid=E340D9826BF143D6BDBCD2EA72BA5F6F](http://www.pi.gov.pl/parp/chapter_96055.asp?soid=E340D9826BF143D6BDBCD2EA72BA5F6F).
4. ISO/IEC: ISO/IEC 27005:2011: Information technology — Security techniques — Information security risk management, 2011.
5. European Commission: Special Eurobarometer 423: Cyber Security, 2015.
6. Berendt B., Paoli S. De, Laing C., Fischer-Hubner S., Catalui D., Tirtea R.: Roadmap for NIS education programmes in Europe, 2014.
7. Werner Degenhardt: EISAS Large-Scale Pilot - Collaborative Awareness Raising for EU Citizens & SMEs, 2012.
8. Mulligan D. K., Schneider F. B.: Doctrine for Cybersecurity, *Daedalus* 140, 2011, s. 70–92.
9. McGettrick A., Cassel L. N., Dark M., Hawthorne E. K., Impagliazzo J.: Toward Curricular Guidelines for Cybersecurity, *Proc. 45th ACM Tech. Symp. Comput. Sci. Educ.* 2014, s. 81–82.
10. Winkler I.: Arguments Against Security Awareness Are Shortsighted - Dark Reading, <http://www.darkreading.com/risk/arguments-against-security-awareness-are-shortsighted/d/d-id/1139417?>
11. Schneier B.: On Security Awareness Training, <http://www.darkreading.com/risk/on-security-awareness-training/d/d-id/1139381?>
12. Quora: What are the best cyber security master's in Europe?, <https://www.quora.com/What-are-the-best-cyber-security-masters-in-Europe?>
13. EC-Council: European University Recognizes Importance of Information Security Education, <https://www.eccouncil.org/importance-of-information-security-education/>.
14. StudyPortals: Cyber Security, M.Sc. - at Tallinn University of Technology, Tallinn, Estonia - MastersPortal.eu, <http://www.mastersportal.eu/studies/10529/cyber-security.html>.
15. Lord N.: Cybersecurity Higher Education: The Top Cybersecurity Colleges and Degrees, <https://digitalguardian.com/blog/cybersecurity-higher-education-top-cybersecurity-colleges-and-degrees>.
16. Keystone Academic Solutions: Best Bachelor Degrees in Cyber Security in Europe 2017, <https://www.bachelorstudies.com/Bachelor/IT/Cyber-Security/Europe/>.
17. Rodwald P.: Gamifikacja – czy to działa?, *EduAkcja. Mag. Edukac. Elektron.* 1, 2016, s. 43–50.
18. Leszczyna R.: Nauczanie zarządzania bezpieczeństwem informacji: standardy i sposoby nauczania, *Zesz. Nauk. Wydz. Elektrotechniki i Autom. Politech. Gdańskiej* 2016, s. 47–53.
19. ENISA: Education map, <https://www.enisa.europa.eu/topics/cybersecurity-education/nis-in-education/universities>.
20. Kępińska-Jasny M., Łyp-Wrońska K.: The Conference Power of MOOCs - time for a Polish platform, *e-mentor* 2015, 2015, s. 40–41.
21. Li Q., Wan F.: A Case Study of the Characteristics of MOOCs Completers: Taking an Online Professional Training MOOC for Example. In: 2016 IEEE 16th International Conference on Advanced Learning Technologies (ICALT). pp. 503–505. IEEE 2016.
22. Haggard S.: The Maturing of the MOOC, 2013.
23. QS Quacquarelli Symonds Limited: QS World University Rankings QS 2016-2017, <https://www.topuniversities.com/university-rankings/world-university-rankings/2016>.
24. Open University: Introduction to Cyber Security: stay safe online, <https://www.futurelearn.com/courses/introduction-to-cyber-security>.
25. GOV.UK: Cyber security, <https://www.gov.uk/government/policies/cyber-security>.
26. Catalui D.: Collaborative Solutions For Network Information Security in Education, 2012.

## CYBERSECURITY EDUCATION IN THE EUROPEAN UNION – TRENDS, CHALLENGES

Today, in the era of information society, the importance of cybersecurity education, training and awareness is widely acknowledged. In recent years many new initiatives have been taken in the European Union related to the development of academic programmes, creation of specialised, dedicated trainings, launching massive open online courses (MOOCs) as well as conducting stocktaking studies. There was a very interesting debate about the value of security awareness raising and trainings which provided strong arguments supporting inclusion of educative actions into organisations' cybersecurity strategies. These actions, for instance, significantly improve security level in small and medium enterprises. The indispensable role of user education was confirmed in the European Digital Agenda and cyber security strategies of member states. Relevant courses need to be included into common curricula, not only the programmes for students of information technologies as it is today. A promising direction in popularisation of cybersecurity principles are Massive Online Open Courses (MOOCs). Although generally they expose a low level of completion, they became successful for participants with high self-motivation and previous learning experiences. A survey in educational institutions regarding the characteristics of a model cybersecurity course show that primarily it should rely on practical exercises based on role-playing and simulations, performed in teams. The content of such course should include real-life examples, privacy issues and risks inherent to the use of new technologies, as well as multidisciplinary questions. The paper presents cybersecurity education initiatives together with challenges related to them, and the trends and perspectives in cybersecurity education.

**Keywords:** cybersecurity, information security, education, awareness raising, massive open online courses, MOOCs.

*IV Konferencja*

*eTechnologie w Kształceniu Inżynierów eTEE'2017*

Politechnika Gdańska, 27-28 kwietnia 2017

## **MOST WIEDZY JAKO NARZĘDZIE PROMOCJI OTWARTYCH ZASOBÓW NAUKI**

**Paweł LUBOMSKI**

Politechnika Gdańska, Centrum Usług Informatycznych  
tel.: 58 347 14 63 e-mail: lubomski@pg.gda.pl

**Streszczenie:** Rośnie znaczenie wiedzy zgromadzonej w różnego rodzaju systemach, w tym w kursach on-line. Połączenie systemów je przetwarzających z Internetem w znaczącym stopniu usprawniło rozprzestrzenianie informacji i zwiększyło jej dostępność. Coraz szersze uznanie zyskują ruchy Otwartego Dostępu (ang. Open Access). Politechnika Gdańska w ramach projektu Multidyscyplinarny Otwarty System Transferu Wiedzy – MOST Wiedzy buduje platformę o tej samej nazwie, która ma na celu udostępnienie w trybie Otwartego Dostępu zasobów nauki opracowanych na Uczelni. Celem tego działania jest szerokie wypromowanie potencjału badawczego i edukacyjnego Uczelni oraz jej pracowników. Usprawni to organizację międzynarodowych multidyscyplinarnych zespołów i projektów badawczych oraz nawiązywanie współpracy nauka – biznes w zakresie wykorzystania potencjału uczelni oraz komercjalizacji innowacji.

**Słowa kluczowe:** MOST Wiedzy, Open Access, otwarte zasoby nauki, otwarte kursy on-line.

### **1. WPROWADZENIE**

Intensywny rozwój technologii informacyjnych i rozwiązań informatycznych bardzo często rewolucjonizuje kolejne obszary życia. Powszechne wykorzystanie komputerów zmienia sposób, w jaki się komunikujemy, w jaki gromadzimy i przetwarzamy wiedzę.

Doskonałym przykładem są różnego rodzaju platformy e-learningowe pozwalające na prowadzenie kursów on-line, zapewniając nowoczesne medium komunikacyjne pomiędzy nauczycielem, a uczniem. Są one również ogromnymi, wartościowymi zbiorami wiedzy. Dodatkowo bardzo często wiedza ta jest przygotowana i dostępna w atrakcyjnej postaci, tak że można ją przyswajać w interaktywny sposób.

Zastosowanie cyfrowych postaci różnego typu dokumentów pozwoliło na zmniejszenie kosztów gromadzenia i przetwarzania tych zbiorów, natomiast wykorzystanie Internetu w znaczącym stopniu usprawniło rozprzestrzenianie informacji i zwiększyło jej dostępność.

Kolejnym etapem w zwiększaniu dostępności cyfrowych zasobów nauki jest ruch tzw. Otwartego Dostępu (ang. Open Access) promowany przez coraz szersze grono uniwersytetów. W myśl tej idei wszelkiego typu efekty pracy naukowej powinny być dostępne publicznie w Internecie, bez konieczności ponoszenia dodatkowych kosztów dostępu.

Ruch ten został zapoczątkowany i jest aktualnie najsilniej rozwinięty na uczelniach Europy zachodniej oraz Stanów Zjednoczonych Ameryki Północnej. W Polsce adaptacja założeń przebiega stosunkowo wolno, jednak

coraz więcej uczelni czyni kolejne kroki mające na celu wprowadzenie tych założeń na rodzimy grunt [1]. Zgodnie z przeprowadzoną diagnozą [2] w 2014 roku istniały 23 polskie repozytoria instytucjonalne.

Powstają kolejne repozytoria nastawione w znaczącym stopniu na udostępnianie treści publikacji naukowych. Stanowią one pewnego rodzaju cyfrowe, otwarte biblioteki. Niestety nie obejmują one nowoczesnych zasobów wiedzy jakimi są kursy on-line realizowane na różnego rodzaju platformach e-learningowych. Lukę tę ma wypełnić platforma MOST Wiedzy [3] budowana i wdrażana przez Politechnikę Gdańską.

### **2. OTWARTA NAUKA**

#### **2.1. Idea Otwartego Dostępu**

Ruch Otwartego Dostępu ma na celu zapewnienie wolnego i powszechnego dostępu do treści naukowych i edukacyjnych. Definiowany jest zasadniczo przez trzy deklaracje: Deklarację Budapesztańską, Deklarację z Bethesda oraz Deklarację Berlińską. Tworzą one tzw. definicję BBB otwartego dostępu. W myśl tej definicji dostęp do cyfrowych efektów prac naukowych jest realizowany przez Internet, bez konieczności ponoszenia dodatkowych kosztów, przy jednoczesnym zachowaniu praw autorskich twórców [4]. Rys. 1 przedstawia logotyp ruchu Otwartego Dostępu.



Rys. 1. Logotyp ruchu Otwartego Dostępu

Ruch ten jest coraz silniej wspierany przez European Research Council [5], w myśl założenia, że prace finansowane ze środków publicznych powinny być dostępne publicznie. Wymóg publikowania na zasadzie Otwartego Dostępu jest wprowadzany do kolejnych umów grantowych finansowanych przez ERC. Aktualnie rok 2020 deklarowany jest jako moment, kiedy wszystkie publikacje mają być dostępne w ramach Otwartego Dostępu.

Otwarty Dostęp również na krajowym gruncie zyskuje coraz większe poparcie. W październiku 2015 roku Minister Nauki i Szkolnictwa Wyższego przyjął „Kierunki rozwoju

otwartego dostępu do publikacji i wyników badań naukowych w Polsce” [6]. Dokument ten prezentuje założenia polityki otwartego dostępu oraz zalecenia dotyczące wprowadzania otwartego dostępu do publikacji i wyników badań naukowych przez podmioty finansujące badania (NCN, NCBR, MNiSW), jednostki naukowe, uczelnie i wydawców.

Przy takim podejściu do „uwolnienia zasobów nauki” możemy mówić o idei Otwartej Nauki (ang. Open Science).

## 2.2. Droga „zielona” i „złota”

Istnieją dwie główne ścieżki upubliczniania efektów pracy naukowej i edukacyjnej – w ramach tzw. drogi „zielonej” i „złotej”.



Rys. 2. Droga „zielona” udostępniania efektów prac naukowych [4]

Pierwsza z nich (rys. 2) określa samodeponowanie. Stanowi ono prawo autora do zdeponowania jego treści w we własnym, bądź instytucjonalnym repozytorium. Utwór może być w formie preprintu (przed recenzją) lub postprintu (po recenzji). Ważnym jest, aby nie naruszyć w tym przypadku polityki wydawniczej czasopisma, w którym utwór został pierwotnie opublikowany.



Rys. 3. Droga „złota” udostępniania efektów prac naukowych [4]

Alternatywną tzw. „złotą drogą” (rys. 3) jest publikacja utworu w czasopiśmie dostępnym w trybie open access, bądź hybrydowym. Wiąże się to jednak przeważnie z poniesieniem przynajmniej części kosztów wydawcy związanej z procesem recenzji i publikacji.

Więcej szczegółów związanych z wdrażaniem Otwartego Dostępu można znaleźć w publikacjach Tomasza Boińskiego [1], [4], z których czerpano większość wiedzy w tym zakresie lub po prostu wyszukując przytoczone hasła w Internecie.

## 2.3. Otwarty Dostęp, a kursy on-line

Współcześnie wiele platform e-learningowych oferuje kursy on-line dostępne zarówno publicznie (tzw. kursy otwarte), jak i wymagające uwierzytelnienia (tzw. kursy zamknięte).

Pierwsza grupa skierowana jest do szerokiego grona społeczeństwa informacyjnego. Znacząca część z nich jest wykonana w ramach grantów z funduszy europejskich. Istnieją jednak również takie, które zostały wykonane z inicjatywy uczelni i pokryte z wewnętrznych środków.

Zdecydowana większość wartościowych kursów on-line jest jednak udostępniana w trybie zamkniętym. Są to kursy komercyjne dostępne po uiszczeniu opłaty, bądź skierowane do wąskiego grona odbiorców, np. studentów uczęszczających na dany przedmiot.

Niestety idea Otwartego Dostępu jak i uwarunkowania prawne ochrony utworów udostępnionych są ciągle zbyt mało znane wśród twórców. Ten sam problem dotyczy kursów on-line. Analogicznie do idei Otwartego Dostępu powstała idea Otwartych Zasobów Edukacyjnych (OZE) (ang. Open Educational Resources, OER). Jej założenia na polskim gruncie promuje szczególnie Koalicja Otwartej Edukacji [7] założona przez 4 instytucje reprezentujące edukację i naukę: Fundację Nowoczesna Polska, ICM UW, Stowarzyszenie Bibliotekarzy Polskich oraz Stowarzyszenie Wikimedia Polska.

Warto zacząć „otwierać” swoje utwory – wystarczy dobrą odpowiednią licencją, na jakiej udostępniamy efekty naszych prac, aby zabezpieczyć nasze prawa w sposób adekwatny do intencji. Otwieranie wpływa pozytywnie na rozpoznawalność i renomę danego twórcy oraz jego jednostki naukowej. Sprzyja to nawiązywaniu szerokiej współpracy naukowej i budowaniu multidyscyplinarnych zespołów badawczych, szczególnie w aspekcie międzynarodowym. Dodatkowo większa dostępność powoduje wzrost liczby cytowań utworu. Nie można zapominać o korzyściach dla społeczeństwa informacyjnego – treści dostępne publicznie pomagają podnieść poziom kompetencji społeczeństwa. Jest to szczególnie widoczne w przypadku kursów on-line.

Rozważając dostępność kursów on-line należy wspomnieć o jeszcze jednym aspekcie ich słabej dostępności. Większość platform e-learningowych posiada wbudowane mechanizmy kategoryzacji i wyszukiwania po zasobach wewnętrznych platformy. Niestety charakteryzują się one słabą promocją oferowanych kursów „na zewnątrz” w Internecie – praktycznie nie występują w wynikach wyszukiwania najpopularniejszych wyszukiwarek internetowych, takich jak Google, Google Scholar, Bing, itp. Dotyczy to indeksowania zarówno metadanych opisujących kursy, jak i ich zawartości. W związku z tym, jeżeli dany odbiorca nie zna danej platformy e-learningowej, to istnieje mała szansa, że trafi na oferowany przez nią kurs przeszukując zasoby Internetu.

## 3. PROJEKT MOST WIEDZY

### 3.1. Geneza i cele projektu

Politechnika Gdańska w latach 2011 – 2015 zrealizowała projekt *eUczelnia – opracowanie i wdrożenie na PG platformy udostępniającej eUsługi dla społeczeństwa informacyjnego województwa pomorskiego* współfinansowany z Europejskiego Funduszu Rozwoju Regionalnego w ramach Regionalnego Programu Operacyjnego dla Województwa Pomorskiego na lata 2007-



2013 (rys. 4). W trakcie tego projektu powstało wiele wartościowych baz danych gromadzących informacje o potencjale naukowym Uczelni, takich jak m.in.: pracownicy naukowo-badawczy, opracowane przez nich prace naukowo-badawcze, realizowane projekty i granty, posiadane laboratoria, aparatura i zespoły badawcze, opracowane rozwiązania innowacyjne, patenty, projekty wynalazcze oraz oferta technologiczna. Powstała również unikatowa platforma eNauczanie [8], [9] oferująca coraz więcej wartościowych kursów on-line.



Rys. 4. Logo projektu „eUczelnia”

Drugim istotnym w kontekście Otwartego Dostępu projektem realizowanym przez Politechnikę Gdańską był projekt *Centrum Doskonałości Naukowej Infrastruktury Wytwarzania Aplikacji – CD NIWA* [10] (rys. 5). Projekt był współfinansowany z Europejskiego Funduszu Rozwoju Regionalnego w ramach Programu Operacyjnego Innowacyjna Gospodarka. Jednym z efektów tego projektu było opracowanie założeń do wdrażania Otwartego Dostępu na Uczelni oraz przetestowanie dostępnych narzędzi wspierających to przedsięwzięcie.



Rys. 5. Logo projektu „CD NIWA”

Na bazie wymienionych rezultatów dwóch przytoczonych projektów jesienią 2016 roku Politechnika Gdańska rozpoczęła realizację trzyletniego projektu *Multidyscyplinary Otwarty System Transferu Wiedzy – MOST Wiedzy* (rys. 6). Projekt ten współfinansowany jest z Europejskiego Funduszu Rozwoju Regionalnego w ramach Programu Operacyjnego Polska Cyfrowa na lata 2014-2020.

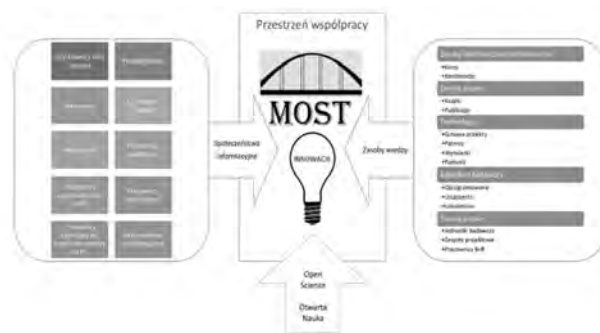


Rys. 6. Logo projektu „MOST Wiedzy”

Istotą projektu *MOST Wiedzy* jest zaprojektowanie i wybudowanie platformy integrującej dane z wielu baz ewidencyjnych zarówno Politechniki Gdańskiej, jak i innych jednostek naukowych, zwiększającej dostępność, spójność oraz możliwość ponownego wykorzystania ich zasobów nauki, wiedzy i technologii. Zasoby te będą udostępniane nieodpłatnie przedsiębiorcom, środowisku naukowemu i społeczeństwu w otwartej, prostej i przejrzystej formie. W efekcie powstanie „most” łączący społeczność naukowców oraz ich otoczenie gospodarcze (przedsiębiorstwa, organizacje non profit, obywateli).

### 3.2. Założenia projektowe

Powstała w ramach projektu platforma o tej samej nazwie będzie w szybki i łatwy sposób dostarczać wiedzę zainteresowanym odbiorcom za pomocą rozbudowanej struktury usług systemu. Oprócz wyszukiwania i przeglądania informacji, system będzie posiadał wbudowaną inteligencję i mechanizmy rozumienia kontekstu wyszukiwania, co czyni ten projekt unikalnym w skali kraju. Dzięki temu *MOST Wiedzy* stanie się inteligentnym doradcą, który automatycznie będzie się uczył na podstawie historii wyszukiwań, będzie potrafił sugerować treści użytkownikowi, a także rozpoznawać grupy użytkowników i dopasowywać dla nich wyniki.



Rys. 7. Koncepcja projektu „MOST Wiedzy”

*MOST Wiedzy* jest nowoczesną platformą oferującą liczne usługi z wielu obszarów, osadzoną w prywatnej chmurze obliczeniowej Politechniki Gdańskiej, integrującą liczne bazy danych oraz wystawiającą uniwersalne API. Oczywiście celem nadrzędnym jest ułatwienie społeczeństwu dostępu do wiedzy oraz nawiązywanie relacji pomiędzy naukowcami, a biznesem. Efektem zacieśniania tej współpracy będą innowacyjne i komercyjne projekty, które jednocześnie będą generować kolejne zasoby wiedzy możliwe do udostępniania w ramach platformy.

Podsumowując: *MOST Wiedzy* to nie tylko udostępnianie wiedzy, ale i zintegrowana platforma do łączenia ludzi nauki i ich pracy z ludźmi biznesu i ich potrzebami [11]. Koncepcję projektu ilustruje rys. 7.

### 4. ZASTOSOWANIE PLATFORMY MOST WIEDZY DO PROMOCJI OTWARTEJ NAUKI

Wszystkie wymienione powyżej założenia i aspekty dotyczące interoperacyjności i otwartości platformy mają służyć efektywnemu promowaniu zasobów nauki udostępnianych przez uczelnie. Powstaje unikatowa platforma będąca swoistą wizytówką uczelni i każdego jej pracownika.

Celem budowy narzędzia jest nie tylko budowanie wizerunku i prestiżu. Dzięki zwiększonej otwartości poszczególne prace badawcze będą łatwiej i w większej skali trafiać do innych pracowników naukowych na całym świecie. Takie prace będą więc czytane i cytowane w kolejnych pracach badawczych, a uczelni i autorom tekstów będzie rosła liczba cytowań. To z kolei przekłada się na rozpoznawalność poszczególnych osób. Jest to szczególnie istotne w przypadku inicjowania międzynarodowej współpracy naukowej i badawczej – dużo prościej takim rozpoznawalnym osobom zbudować międzynarodowy zespół badawczy lub do takowego dołączyć. A takim zespołem zdecydowanie łatwiej uzyskać duży grant badawczy. I dzięki takiej międzynarodowej i



multidyscyplinarnej wymianie wiedzy większa jest szansa na wypracowanie innowacyjnego rozwiązania.

Na bazie silnego uniwersytetu badawczego o uznanej renomie powstają innowacyjne ośrodki kształcenia wyższego. Aktualnie przejawem innowacyjności w kształceniu jest wykorzystanie różnych rozwiązań z zakresu edukacji na odległość lub nauczania tradycyjnego wspieranego przez narzędzia interaktywne. Stąd taka popularność różnych platform e-learningowych. Niestety większość znajdujących się na nich zasobów i kursów on-line jest zamknięta, a pozostała część dostępna publicznie jest bardzo słabo wypromowana. Stanowi to istotną barierę w wymianie wiedzy w tym obszarze i rozwoju nowoczesnych technik dydaktycznych.

Politechnika Gdańska w ramach projektu eUczelnia stworzyła unikatową platformę eNauczanie posiadającą wiele cennych dydaktycznie zasobów i kursów on-line. Platforma jest w dalszym ciągu rozwijana i udoskonalana podążając za pojawiającymi się nowymi rozwiązaniami zarówno technologicznymi, jak i dydaktycznymi. Tworzonych jest coraz więcej atrakcyjnych i wartościowych kursów on-line. Nie zanedbywane są również różnego rodzaju aspekty bezpieczeństwa [12]. Chcąc wypromować zgromadzone treści planuje się umieszczenie informacji o nich na platformie MOST Wiedzy. System ten, dzięki opisanym wcześniej szerokim integracjom z wyszukiwarkami internetowymi i mediami społecznościowymi, zwiększy zasięg i liczbę potencjalnych odbiorców. Dotyczy to przede wszystkim uczestników kursów otwartych, ale również osób zainteresowanych zamkniętymi odpłatnymi kursami specjalistycznymi.

## 5. PODSUMOWANIE

W myśl zasady „jeżeli coś zostało wytworzone za publiczne pieniądze, to powinno być to dostępne publicznie bez kolejnych opłat” umacnia się ruch Otwartego Dostępu i Otwartej Nauki. Dotyczy to nie tylko obszaru badań naukowych, ale również innowacyjnych metod nauczania w oparciu o platformy e-learningowe. Taka powszechna dostępność zasobów nauki wpływa na prestiż uczelni i jej pracowników, ułatwia nawiązywanie multidyscyplinarnej współpracy badawczej oraz komercjalizacji wynalazków i rozwiązań innowacyjnych.

Platforma MOST Wiedzy budowana przez Politechnikę Gdańską w ramach projektu o tej samej nazwie tworzy narzędzie istotnie wspierające uczelnie w udostępnianiu i promowaniu zasobów nauki. Projekt rozpoczął się w 2016

roku i trwać będzie 3 lata, jednak pierwsze efekty będą dostępne już w drugiej połowie 2017 roku.

Należy zwrócić uwagę, że MOST Wiedzy jest tylko narzędziem ułatwiającym otwieranie zasobów nauki. Jednak to od polityki Uczelni i działań poszczególnych pracowników naukowych zależy, czy będą publikować i udostępniać zasoby w ramach Otwartego Dostępu. W tym celu niezbędne są liczne wydarzenia oraz akcje uświadamiające i promujące tę ideę.

## 6. BIBLIOGRAFIA

1. T. Boiński, „Adaption of Open Science Paradigm at Gdansk University of Technology,” *TASK Quarterly*, vol. 19, no. 4, pp. 407–417, 2015.
2. J. Szprot, A. Leśniak, M. Morys-Twarowski, K. Siewicz, M. Starczewski, and L. Stępińska-Ustasiak, *Otwarta nauka w Polsce 2014. Diagnoza*. 2014.
3. “Multidyscyplinarne Otwarte Systemy Transferu Wiedzy - MOST Wiedzy.” [Online]. Available: <http://mostwiedzy.pl/>. [Accessed: 10-Feb-2017].
4. T. Boiński, “Otwarty dostęp na Politechnice Gdańskiej: Motywacje i implementacja,” 2017.
5. European Research Council, “Open Access.” [Online]. Available: <https://erc.europa.eu/funding-and-grants/managing-project/open-access>. [Accessed: 10-Feb-2017].
6. MNiSW, “Kierunki rozwoju otwartego dostępu do publikacji i wyników badań naukowych w Polsce.,” pp. 1–20, 2015.
7. “Koalicja Otwartej Edukacji.” [Online]. Available: <http://koed.org.pl/>. [Accessed: 07-Mar-2017].
8. P. Lubomski and I. Żuchowski, “Techniczne aspekty implementacji nowoczesnej platformy e-learningowej,” *Zeszyty Naukowe Wydziału Elektrotechniki i Automatyki Politechniki Gdańskiej*, vol. 37, pp. 41–44, 2014.
9. “eNauczanie PG,” 2014. [Online]. Available: <http://enauczanie.pg.gda.pl/>.
10. H. Krawczyk, “C2 NIWA – The Centre of Competence for Novel Infrastructure of Workable Applications,” vol. 19, no. 4, pp. 357–369, 2015.
11. “MOST Wiedzy - Istota projektu,” 2017. [Online]. Available: <http://pg.edu.pl/most/istota-projektu>. [Accessed: 10-Feb-2017].
12. P. Lubomski, “Wyzwania bezpieczeństwa nowoczesnych platform nauczania zdalnego,” *EduAkcja. Magazyn edukacji elektronicznej*, vol. 9, no. 1, pp. 80–89, 2015.

## MULTIDISCIPLINARY OPEN SYSTEM TRANSFERRING KNOWLEDGE AS A TOOL OF OPEN SCIENCE RESOURCES PROMOTION

At present more and more valuable information is gathered in various systems. Many participants get attracted by on-line courses available on numerous e-learning platforms. Most of these systems are available on the Internet, which increases the availability and the ease of processed data spreading. There is an Open Access initiative which becomes very popular nowadays. Gdansk University of Technology implements a project called Multidisciplinary Open System Transferring Knowledge. The acronym of its name in the Polish language is “MOST Wiedzy”, which means “bridge of knowledge”. It is an Internet system of the same name whose aim is to provide an open access to the resources created and gathered at the University. The objective of the platform is to promote widely the research and educational potential of the University and its staff. This will facilitate international multidisciplinary teams building and research projects organisation. Moreover, it will improve the research-to-business (R2B) cooperation in the area of university scientific potential exploiting and commercialization of innovations.

**Keywords:** MOST Wiedzy, Open Access, open science resources, open on-line courses.

*IV Konferencja*

*eTechnologie w Kształceniu Inżynierów eTEE'2017*

Politechnika Gdańska, 27-28 kwietnia 2017

## DOŚWIADCZENIA Z REALIZACJI PRZEDMIOTU METODYKA STUDIOWANIA NA KIERUNKU ELEKTROTECHNIKA

Jarosław MAKAL

Politechnika Białostocka, Wydział Elektryczny  
tel.: 85 7469421 e-mail: j.makal@pb.edu.pl

**Streszczenie:** W artykule przedstawiono sposób prowadzenia przedmiotu z grupy tzw. HES (humanistyczno-ekonomiczno-społeczne) na I semestrze studiów I stopnia kierunku elektrotechnika. Zaakcentowano wykorzystanie technik e-learningowych wprowadzonych w celu uatrakcyjnienia przedmiotu jak również, aby ułatwić bieżące ocenianie. Opisano stronę użytkownika portalu edukacyjnego Politechniki Białostockiej oraz panel nauczyciela. Zamieszczono przykładowe testy oraz statystykę wyników. Zamiast końcowych wniosków przytoczono opinie studentów wyrażone w formie komentarzy do ankiety wypełnionej po zakończeniu zajęć w semestrze.

**Słowa kluczowe:** metodyka studiowania, test e-learningowy, mapa myśli, ankieta studencka.

### 1. WPROWADZENIE

#### 1.1. Cel przedmiotu

Reforma programów kształcenia wprowadzona w 2012 roku i związana z tzw. Krajowymi Ramami Kwalifikacji (KRK), wymogła na jednostce prowadzącej dany kierunek jego przegląd najwcześniej po pełnym cyklu kształcenia [1]. Na Wydziale Elektrycznym Politechniki Białostockiej powołano w tym celu komisję, której zadaniem było przeprowadzenie tzw. monitoringu cyklicznego kierunku elektrotechnika na I stopniu studiów. Wśród wielu propozycji wynikających z opinii studentów, absolwentów oraz pracodawców, znalazła się również oferta wprowadzenia na I semestrze przedmiotu Metodyka studiowania w wymiarze 15h, w formie wykładu.

Głównym celem tego przedmiotu jest zapoznanie studentów ze specyfiką studiowania na kierunku elektrotechnika oraz wykształcenie aktywnej i kreatywnej postawy uczestnika procesu edukacyjnego. Wydawać by się mogło, że cele te mogą być osiągnięte przez studentów bez konieczności wprowadzania tego przedmiotu, gdyż z obserwacji wynika, że przeciętny absolwent tego kierunku posiada odpowiednią wiedzę i umiejętności w tym zakresie. Uzasadnieniem dla decyzji wspomnianej komisji była chęć poinformowania studentów wchodzących do akademickiej społeczności o najważniejszych elementach procesu studiowania i skrócenie w ten sposób czasu osiągania ww. efektów. Dodatkowym celem zaproponowanego przedmiotu jest możliwość pokazania studentom kilku technik uczenia się oraz sposobów sporządzania notatek.

#### 1.2. Wybór treści kształcenia

Wybór treści kształcenia został dokonany przez autora niniejszego artykułu i zaakceptowany przez Radę Wydziału. Składają się na nie informacje i praktyczne wykorzystanie wiedzy o: efektach kształcenia, planie studiów i programie kształcenia, karcie przedmiotu oraz innych źródłach informacji. Zaplanowano również omówienie dyskusji akademickiej jako elementu studiowania, sposobów wyrażania opinii o przedmiocie i nauczycielu oraz znaczenia współpracy nauczycieli ze studentami.

Przejsie ze szkoły ponadgimnazjalnej do uczelni stanowi dla wielu młodych ludzi tak diametralną zmianę, że mają oni duże trudności w adaptacji do zupełnie innych wymagań, warunków i metod nauczania. Biorąc też pod uwagę niechęć współczesnej młodzieży do czytania i częsty brak umiejętności rozumienia czytanych tekstów, uznano za całkowicie zasadne przekazanie studentom w formie podawczej wspomnianych wyżej informacji. Założono, że student sam nie przeczyta regulaminu studiów, nie będzie dociekać, co to są kierunkowe efekty kształcenia, ani też nie skorzysta z informacji zawartych w karcie przedmiotu. Jego chęć wypełnienia ankiety po zakończeniu zajęć w semestrze i wyrażenia w ten sposób opinii o nauczycielu i przedmiocie będzie oparta głównie na doświadczeniach starszych kolegów i obciążona ich opiniami w stylu „ankieta nie jest całkiem anonimowa” lub „wyniki ankiety nikogo nie interesują”.

### 2. METODY I EFEKTY KSZTAŁCENIA

W karcie przedmiotu zaproponowano metody dydaktyczne w postaci: wykładu interaktywnego, dyskusji oraz quizów z wykorzystaniem portalu edukacyjnego.

Zatwierdzona forma wykładowa przedmiotu wymaga starannego przygotowania i przemyślenia treści oraz sposobu ich przekazania. Nadrzędnym celem jest tutaj osiągnięcie przez studentów sformułowanych następująco założonych efektów kształcenia: student po zaliczeniu przedmiotu

- wymienia i omawia kluczowe efekty kształcenia związane ze studiowanym kierunkiem,
- wykorzystuje zasoby informacji do realizacji postawionego zadania,
- poprawnie sporządza notatki w formie mapy myśli,

- podaje cechy atrakcyjnego przedmiotu i dostrzega ważność swojej opinii o nauczycielu prowadzącym przedmiot.

Z doświadczenia autora wynika, że wykład w formie prezentacji multimedialnej (np. Power Point lub Prezi) nie jest już atrakcyjną formą przekazywania wiedzy dla współczesnej młodzieży. Można nawet pokusić się o stwierdzenie, że taka prezentacja rozleniwia słuchaczy i na pewno nie motywuje ich do robienia jakichkolwiek notatek, ani nie zmusza do śledzenia toku przedstawianego rozumowania [2]. Główną tego przyczyną jest pozorna łatwość ponownego dostępu do prezentowanych slajdów (robienie zdjęć w trakcie wykładów lub umieszczenie go w zasobach Internetu w postaci np. pliku PDF) i brak umiejętności analitycznego wyboru zapisywanych informacji.

Zaproponowane metody dydaktyczne pozwalają na dostateczną weryfikację osiągnięcia założonych efektów kształcenia przynajmniej w warstwie informacyjnej (zasób wiedzy). Efektem nieweryfikowalnym jest umiejętność studiowania i postawa studenta w pierwszym i kolejnych semestrach jego pobytu w uczelni. Wykład został przeprowadzony, w wymiarze 2h przez 7,5 tygodni, w sposób maksymalnie aktywujący słuchaczy, z udziałem zapraszanych gości oraz z wykorzystaniem 5 testów e-learningowych. Cztery pierwsze przeprowadzono na zajęciach wykładowych bezpośrednio po dokładnym omówieniu każdego tematu. Ostatni test jest kompilacją wybranych znanych już pytań wcześniejszych testów i stanowił de facto ostatnią możliwość zaliczenia tego przedmiotu (przy spełnieniu określonych warunków).

### 3. TESTY ON-LINE

#### 3.1. Portal edukacyjny

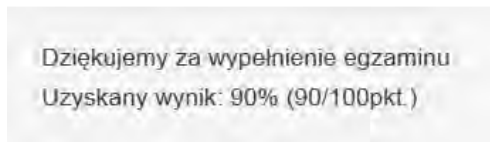
Testy zostały przeprowadzone w trakcie wykładów z wykorzystaniem portalu edukacyjnego Politechniki Białostockiej. Posiadacze urządzeń mobilnych (smartfonów i tabletów) rozwiązywali test on-line, natomiast nieposiadający tych urządzeń (kilka osób) otrzymali jego wersję papierową.

Wejście na portal wymaga zalogowania się (hasło identyczne z tym do USOSWeb), a sam test jest dostępny po kilku kliknięciach. Na stronie widoczne jest tylko jedno pytanie (rysunek 1) wybrane losowo dla każdego uczestnika również z losową kolejnością odpowiedzi.



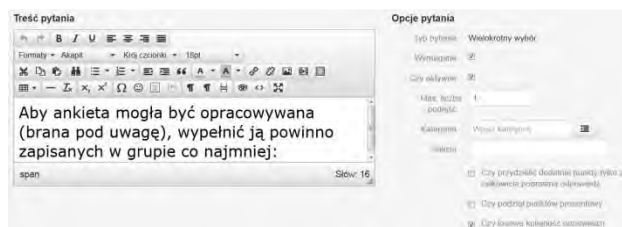
Rys. 1. Widok pytania testowego z zaznaczonymi odpowiedziami

W ten sposób znacznie zmniejszono możliwość wzajemnej współpracy studentów przy rozwiązywaniu testu. Po udzieleniu odpowiedzi na wszystkie pytania lub po upływie określonego czasu, student widzi niezwłocznie swój wynik danego testu (rysunek 2).



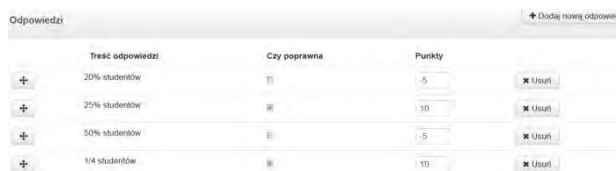
Rys. 2. Widok komunikatu po wypełnieniu testu

Z punktu widzenia nauczyciela umieszczenie testu na tym portalu nie jest pracochłonne. Treść pytania jest wprowadzana bezpośrednio lub kopiowana do okna edycyjnego, obok którego zaznacza się m.in. liczbę podejść oraz opcję losowej kolejności pytań (rysunek 3).



Rys. 3. Widok okna edycyjnego treści pytania

Na tej samej stronie wprowadza się treści odpowiedzi oraz przyznawane za nie liczby punktów (rysunek 4).



Rys. 4. Widok okna edycyjnego odpowiedzi do pytania

Wyniki testu są widoczne dla nauczyciela w zakładce Wyniki, w porządku alfabetycznym w postaci liczby uzyskanych punktów oraz przypisanej im wcześniej oceny. Istnieje możliwość definiowania dowolnej skali ocen oraz podglądu odpowiedzi każdego studenta na poszczególne pytania.

Każdy taki sprawdzian jest udostępniany studentom on-line w określonym przedziale czasu tak, aby nie było możliwości wcześniejszego do niego wglądu, jak również późniejszego opracowania pytań testowych. W przypadku nieobecności studenta na wykładzie, może on przystąpić do testu będąc w innym miejscu, ale w tym samym czasie, co pozostałe osoby. Jeśli nie ma on takiej możliwości, to prowadzący może udostępnić mu rozwiązywanie testu w dowolnym czasie. Po zakończeniu testu student nie może wrócić do pytań, aby zobaczyć swoje ewentualne błędy. Ta opcja jest dostępna tylko w panelu nauczyciela, który w czasie np. konsultacji informuje każdego zainteresowanego o popełnionych błędach.

#### 3.2. Test e-learningowy nr 1

Test, przeprowadzony już pod koniec pierwszego wykładu, zawiera 6 pytań (tablica 1) z zakresu znajomości regulaminu studiów, który był omawiany w trakcie wykładu. Na udzielenie odpowiedzi przeznaczono 4 minuty, a próg zaliczenia ustawiono na 60%. Za nieprawidłowe odpowiedzi nie przyznawano ujemnych punktów. Można było korzystać z własnych notatek.

Do testu przystąpiło 67 osób, z których 19 (28%) otrzymało pozytywne oceny. Przeprowadzenie tego typu

sprawdzianu w dużej grupie studentów jest możliwe dzięki temu, że każda osoba widzi na stronie tylko wybrane losowo 1 pytanie z inną kolejnością proponowanych odpowiedzi. Nie ma też możliwości cofania się do już wypełnionych pytań.

Stosunkowo słaby wynik ogólny tego testu można wytłumaczyć nieprzygotowaniem studentów do takiej formy sprawdzenia ich wiadomości. Nie sporządzali oni żadnych notatek (treść regulaminu studiów jest dostępna na stronie wydziału), a istotną rolę odegrała tutaj presja czasu, gdyż po 4 minutach nastąpiło podsumowanie wyników niezależnie od liczby udzielonych odpowiedzi.

Tablica 1. Wybrane pytania i odpowiedzi z testu nr 1 (podkreślono prawidłowe odpowiedzi)

|   |   |
|---|---|
| 1 | Ile semestrów powinny trwać (planowo) Twoje studia na kierunku elektrotechnika, na Wydziale Elektrycznym PB?<br>a) 6 semestrów,      b) <u>7 semestrów</u> ,<br>c) 7 semestrów + 1 semestr praktyki,<br>d) 8 semestrów, w tym ostatni semestr jest dyplomowy.   |
| 2 | Co to jest ECTS?<br>a) to jest punkt kredytowy, którym płacę wirtualnie za swoje studia,<br>b) <u>to system (europejski) do gromadzenia i przenoszenia osiągnięć studenta w trakcie studiów</u> ,<br>c) <u>European Credit Transfer and Accumulation System</u> ,<br>d) to godzinowa miara mojego czasu uczenia się, tzn. jeśli uczyłem się 25-30 godzin, to otrzymuję 1 ECTS.  |
| 3 | Jeśli przedmiotowi, który składa się z 30h wykładu, 30h ćwiczeń i 30h laboratorium, przypisano 6 ECTS-ów, to ile ich otrzymasz za zaliczenie poszczególnych form zajęć?<br>a) po 2 ECTS-y za każdą formę zajęć,<br>b) więcej za tę formę, która wymaga większego nakładu pracy, np. 3 ECTS-y za laboratorium,<br>c) <u>trudno określić</u> ,<br>d) jeśli zaliczę co najmniej 2 z tych form, to już otrzymam minimum 3 ECTS-y. |
| 4 | Ile maksymalnie godzin ćwiczeń rachunkowych z Matematyki 1 możesz w tym semestrze opuścić bez usprawiedliwienia, zachowując przy tym możliwość zaliczenia tej formy przedmiotu?<br>a) 5h,                      b) 8h,<br>c) <u>20% z całkowitej liczby godzin przeznaczonych na te ćwiczenia</u> ,<br>d) 20h czyli 50% z całkowitej liczby godzin przeznaczonych na te ćwiczenia.   |

### 3.3. Test e-learningowy nr 2

Pełną nowością dla wszystkich studentów I semestru są tzw. kierunkowe efekty kształcenia. Ich omówienie i pokazanie na podstawie kilku przedmiotów powiązania z efektami kształcenia określonymi w karcie przedmiotu (sylabusie) wypełniło czas kolejnego wykładu. W teście kończącym te zajęcia (tablica 2) umieszczono pytania wielokrotnego wyboru (10 pkt. za każdą prawidłową odpowiedź). Za nieprawidłowe odpowiedzi przyznawano ujemne punkty (-5pkt za każdą z nich). Gdyby tego nie zrobiono, to wystarczyło zaznaczyć wszystkie odpowiedzi, aby uzyskać maksymalną liczbę punktów.

Do tego sprawdzianu przystąpiło 70 osób, a oceny pozytywne uzyskało 56 (80%).

Tablica 2. Wybrane pytania i odpowiedzi z testu nr 2 (podkreślono prawidłowe odpowiedzi)

|   |  |
|---|--|
|   | Po ukończeniu studiów I stopnia na Wydziale Elektrycznym PB, na kierunku elektrotechnika,  |
| 1 | każdy absolwent ma:<br>a) zaawansowaną wiedzę z matematyki i fizyki;<br>b) <u>podstawową wiedzę z fizyki dotyczącą studiowanego kierunku</u> ;<br>c) <u>elementarną wiedzę z zakresu pola elektromagnetycznego</u> ;<br>d) uporządkowaną i podbudowaną teoretycznie wiedzę w zakresie urządzeń elektronicznych, w tym sterowanych mikroprocesorowo;<br>e) <u>podstawową wiedzę na temat cyklu życia systemów elektrycznych</u> .   |
| 2 | każdy absolwent potrafi:<br>a) <u>przygotować w języku obcym opracowanie i prezentację dotyczące realizacji prostego zadania inżynierskiego</u> ;<br>b) <u>zaplanować i przeprowadzić symulacje charakterystyk elektrycznych materiałów i układów elektrycznych</u> ;<br>c) <u>wybrać i zastosować właściwe metody do pomiaru wielkości elektrycznych i podstawowych wielkości nieelektrycznych</u> ;<br>d) wykorzystać właściwe metody do syntezy układów elektrycznych o założonych z góry parametrach;<br>e) zaprojektować i wykonać typowe złożone układy elektryczne przeznaczone do różnych zastosowań;<br>f) zbudować i uruchomić dowolny układ elektryczny;<br>g) <u>przetestować zaprojektowany prosty układ lub system elektryczny</u> . |
| 3 | każdy absolwent:<br>a) rozumie konieczność dalszego kształcenia się na studiach II stopnia;<br>b) <u>rozumie konieczność pogłębiania swojej wiedzy i umiejętności w kolejnych etapach rozwoju zawodowego</u> ;<br>c) <u>rozumie wagę popularyzowania osiągnięć techniki w swoim środowisku</u> ;<br>d) potrafi kierować wieloosobowym zespołem w celu realizacji złożonego projektu elektrycznego;<br>e) <u>jest przygotowany do pracy w zespole międzynarodowym z uwzględnieniem różnorodności kulturowej i obyczajowej jego członków</u> .   |

### 3.4. Ankieta studencka i test e-learningowy nr 3

Bardzo ważnym narzędziem kształtowania jakości kształcenia jest ankieta internetowa służąca pozyskiwaniu opinii studentów o nauczycielu prowadzącym zajęcia oraz o samym przedmiocie. Niestety, stopa zwrotu wypełnionych ankiet w Politechnice Białostockiej systematycznie maleje w ostatnich latach i w roku akademickim 2015/2016 wyniosła około 6,5%. Można określić dwie główne przyczyny tego stanu:

a) obawa studentów o braku anonimowości ankiety, gdyż wypełniana jest po wcześniejszym zalogowaniu się do systemu USOSWeb;

b) przekonanie studentów o braku jakiegokolwiek „mocy sprawczej” wyników tej ankiety.

W celu usunięcia lub chociaż zminimalizowania wpływu ww. przyczyn, prowadzący ten przedmiot przeznaczył cały wykład na omówienie wspomnianych zagadnień.

Na podstawie regulaminu ankietyzacji przedstawił procedurę opracowywania wyników ankiet oraz podejmowania działań naprawczych. Pokazał przykładowe wyniki ankiet w prowadzonych przez siebie przedmiotach, podkreślając, że ani system USOSWeb, ani nauczyciel nie widzi szczegółowych odpowiedzi studenta na poszczególne pytania (system jedynie odnotowuje fakt wypełnienia ankiety przez danego studenta). Następnie podał kilka

znanych przykładów ewidentnego wykorzystania wyników ankiety przy podejmowaniu decyzji personalnych oraz w okresowej ocenie parametrycznej nauczyciela. Przytoczył bezpośrednio ze strony internetowej komentarze studentów (na swój temat) zamieszczone w ankietach wypełnionych przez studentów do przedmiotów prowadzonych przez niego w poprzednich semestrach. Ta część wykładu wzbudziła bardzo duże zainteresowanie i żywą reakcję studentów. Na zakończenie wszyscy mogli przystąpić do rozwiązywania testu (tablica 3) składającego się z 6 pytań, w większości wielokrotnego wyboru. Za nieprawidłowe odpowiedzi przyznawano ujemne punkty, a na rozwiązanie testu przeznaczono 4 minuty.

Tablica 3. Wybrane pytania i odpowiedzi z testu nr 3 (podkreślono prawidłowe odpowiedzi)

|   |   |
|---|---|
| 1 | Aby ankieta mogła być opracowywana (brana pod uwagę), wypełnić ją powinno zapisanych w grupie co najmniej:<br>a) 20% studentów, b) <u>25% studentów.</u><br>c) 50% studentów, d) <u>1/4 studentów.</u>  |
| 2 | W jakim terminie studenci mogą wypełniać ankietę poprzez USOSWeb?<br>a) tylko w czasie sesji egzaminacyjnej podstawowej i poprawkowej, b) przez cały semestr,<br>c) <u>od połowy semestru do końca sesji poprawkowej.</u><br>d) <u>od połowy semestru do końca sesji podstawowej.</u><br>e) <u>w ostatnim tygodniu zajęć + sesja podstawowa i poprawkowa.</u> |
| 3 | Podaj graniczną wartość średniej oceny nauczyciela uzyskanej w ankiecie studenckiej, poniżej której Dziekan wzywa go na "dywanik"<br>a) <u>2,50</u> b) 2,51 c) 3,00 d) 2,99   |
| 4 | Ile pytań zawiera obecna ankieta studencka oceniająca nauczyciela i przedmiot?<br>a) 10 b) 11 c) 12 d) <u>13</u> e) 8   |
| 5 | Po jakim najkrótszym czasie od zamknięcia ankiety nauczyciel może już zobaczyć jej wyniki?<br>a) po 30 dniach, b) <u>po 2 tygodniach.</u><br>c) po kolejnym semestrze, d) po 20 dniach.   |
| 6 | Czy nauczyciel może sprawdzić jak student Kowalski wypełnił ankietę?<br>a) tak, oczywiście, b) <u>jest to praktycznie niemożliwe.</u><br>c) teoretycznie TAK, ale w praktyce zdecydowanie NIE.  |

Sprawdzian ten zaliczyło 36 osób z 68 przystępujących do niego (53%).

## 4. INNE METODY UATRAKCYJNIENIA ZAJĘĆ

### 4.1. Zaproszony gość

Pytanie studentów - jak powinno się teraz studiować? - skierowane do autora niniejszego artykułu pozostało bez odpowiedzi, gdyż doświadczenia studiowania sprzed kilku dekad nie przystają do dzisiejszych realiów. Na kolejny wykład został więc zaproszony absolwent kierunku elektrotechnika, który jeszcze 2-3 lata temu występował w roli studenta. Poinformował on swoich młodszych kolegów o najważniejszych aspektach aktywności studenckiej i ich związku z obecnie wykonywaną przez niego pracą. Zwrócił m.in. szczególną uwagę na niewykorzystywane możliwości odbywania konsultacji z nauczycielami, zadawania pytań na zajęciach oraz łączenia wiedzy i umiejętności nabywanych na różnych przedmiotach. Podkreślił konieczność rozumienia

najważniejszych zasad i metod w podstawowych przedmiotach oraz odpowiedzialność inżyniera za wykonane obliczenia, pomiary, projekty i opracowania. Na zakończenie tego wykładu studenci wypełnili kolejny test (tablica 4).

Tablica 4. Wybrane pytania i odpowiedzi z testu nr 4 (podkreślono prawidłowe odpowiedzi)

|   |  |
|---|--|
| 1 | Inżynier to człowiek, który:<br>a) posiada szeroki wachlarz kompetencji, b) odznacza się ponadprzeciętną wyobraźnią, c) <u>potrafi rozwiązywać problemy</u>  |
| 2 | Studując należy kłaść nacisk na:<br>a) efekt w postaci zarabianych pieniędzy w przyszłej pracy, b) <u>rozumienie mechanizmów dziedziny, którą zgłębiamy,</u><br>c) skupienie się wyłącznie na dziedzinie, którą studiujemy |
| 3 | Realna wartość wykształcenia wynika z:<br>a) <u>łączenia teorii z praktyką,</u> b) ocen zdobytych na dyplomie, c) kierunku, który się ukończyło  |
| 4 | Okazja jest antagonistą: a) chciwości, b) bierności, c) <u>ryzyka</u>  |

W teście zastosowano pytania jednokrotnego wyboru, bez punktów ujemnych za błędną odpowiedź. Do testu przystąpiło 78 osób, z których 73 (94%) otrzymało pozytywne oceny.

### 4.2. Mapa myśli [3]

Graficzna forma notatki sporządzanej podczas wykładu lub prezentacji nie jest czymś nowym dla wielu studentów. Z obserwacji wynika, że większość z nich preferuje jednak tradycyjną formę notatki. W obszernym wykładzie przedstawiono zasady sporządzania oraz kilka przykładów realizacji map myśli z tematów technicznych. Przedyskutowano różne sposoby graficznego przedstawiania pojęć i związków między nimi oraz zaproponowano zaliczenie tej części przedmiotu w postaci wykonanej i przesłanej drogą mailową mapy myśli z dowolnego wykładu przeprowadzonego w trakcie trwającego semestru. Wyznaczono dwutygodniowy termin na wykonanie tego zadania. Nadesłane prace były oceniane pod względem formy bez wnikania w ich treść. Wszyscy studenci spełnili ten wymóg w podanym terminie.

## 5. WNIOSKI KOŃCOWE

Najbardziej wiarygodnymi wnioskami są niektóre komentarze zamieszczone w ankiecie wypełnionej na tym przedmiocie przez 64% studentów w USOSWeb w semestrze zimowym 2016/2017 (zachowano oryginalną pisownię):

- *Spoko prowadzący i ciekawy przedmiot :D.*
- *Polecam przedmiot. Bardzo dobre zajęcia. Wyjaśniły mi wiele tematów związanych z wykładami.*
- *Przedmiot nauczył paru przydatnych umiejętności w przyswajaniu wiedzy.*
- *Wbrew pozorom bardzo ciekawy przedmiot, którego zadaniem jest poinformowanie studenta na temat praw i obowiązków uczelni względem studenta i odwrotnie, a jest to coś o czym się nie wspomina i wiele osób nie zdaje sobie z tego sprawy mimo przeczytania umowy ;).*
- *Zapoznanie się i omówienie programu kształcenia oraz kart przedmiotów to kolejna rzecz na którą nie zwracałem uwagi i o której nikt nie wspominał, a znajduje się tam wszystko czego student może się spodziewać. (...).*

Z powyższych stwierdzeń i z rozmów autora ze słuchaczami wynika, że przedmiot ten jest potrzebny na I semestrze, a forma jego prowadzenia została zaakceptowana przez studentów. W przyszłości warto rozszerzyć treści przedmiotu o inne techniki uczenia się, zapamiętywania oraz radzenia sobie ze stresem, np. podczas zdawania egzaminów [4]. Jedną z takich potrzebnych umiejętności jest zdalna praca nad edycją wspólnie opracowywanego tekstu.

Planowane jest również przeprowadzenie ankiety na pierwszych zajęciach w celu zdefiniowania oczekiwań studentów odnośnie tego przedmiotu i całego programu kształcenia.

## 6. BIBLIOGRAFIA

1. Kraśniewski A.: Jak przygotowywać programy kształcenia zgodnie z wymaganiami wynikającymi z Krajowych Ram Kwalifikacji dla Szkolnictwa Wyższego? 2011, [www.procesbolonski.uw.edu.pl/dane/publikacja\\_MNIS\\_W\\_AK\\_11103.pdf](http://www.procesbolonski.uw.edu.pl/dane/publikacja_MNIS_W_AK_11103.pdf) (21.02.2017).
2. Sajduk B.: Nowoczesna dydaktyka akademicka. Kto kogo uczy? 2014, <http://dydaktyka-akademicka.pl/1> (23.02.2017).
3. Matuszewski M., Lasko R.: Mapy myśli. Dowiedz się, jak zwiększyć efektywność pracy, i poznaj język swojego umysłu. Wydawnictwo Helion 2011. ISBN: 978-83-246-3323-4
4. Knoblauch J.: Sztuka uczenia się. Wydawnictwo Vocatio, Warszawa 2005, ISBN: 83-7146-096-1.

## EXPERIENCES OF PROVIDED SUBJECT THE METHODOLOGY OF STUDY AT ELECTRICAL ENGINEERING PROGRAMME

In this paper, the way of providing subject Methodology of Study is presented. This subject is placed at the first semester of electrical engineering programme in the frame of social-economic-humanistic group. Application of e-learning methods has been described to indicate their role to increase the attractiveness and facilitation of current evaluation. The use of student's and teacher's panels of the university educational portal is explained. A few examples of tests and their results are published. As the conclusions some students opinions of this subject realization are quoted.

**Keywords:** methodology of study, quiz on-line, mindmap, student's survey.



## WYKORZYSTANIE MATERIAŁÓW ZAMIESZCZANYCH NA STRONACH INTERNETOWYCH I KODÓW DWUWYMIAROWYCH W DOSTĘPIE DO MATERIAŁÓW ZALICZENIOWYCH TWORZONYCH PRZEZ STUDENTÓW

Anna MIETLAREK-KROPIDŁOWSKA

Politechnika Gdańska, Wydział Chemiczny, Katedra Chemii Nieorganicznej  
tel.: +58 347 25 92 e-mail: anna.mietlarek-kropidowska@pg.gda.pl

**Streszczenie:** Wraz z rozwojem nowoczesnych technologii informacyjnych na pola zastosowań (także dydaktycznych) wkraczają hybrydowe technologie wymiany informacji. Do tego nurtu zaliczyć można m.in. wykorzystanie kodów szybkiej reakcji. Mogą być one zaimplementowane także w rzeczywistości akademickiej. W niniejszej pracy zaprezentowano wykorzystanie materiałów zamieszczanych w postaci stron internetowych oraz kodów matrycowych w dostępie do materiałów sporządzanych przez studentów w ramach ewaluacji efektów kształcenia podczas realizacji różnych typów zajęć – w tym laboratoryjnych i seminaryjnych. Studenci uznali ten sposób za innowacyjny oraz umożliwiający – poza zdobyciem wiedzy przedmiotowej – nabycie również praktycznych umiejętności.

**Słowa kluczowe:** technologie mobilne, kody QR, hybrydowe technologie wymiany informacji, dydaktyka akademicka.

### 1. WSTĘP

#### 1.1. Nowoczesne technologie informacyjne

Technologie informacyjne, przeżywające obecnie bujny rozkwit, oferują wiele nowych kanałów komunikacji. Przyczynia się do tego powszechne rozpowszechnienie urządzeń mobilnych, pozwalających na dostęp i przetwarzanie informacji z dowolnego miejsca. Badania [1] wskazują, że – podobnie jak większość krajów europejskich – Polska może być określana mianem PC Centric oraz Multi-Device. Oznacza to, że przeciętny Polak ma dostęp do wielu urządzeń (średnio 4,6 urządzenia), zaś głównym narzędziem wykorzystywanym do łączenia się z zasobami internetowymi pozostaje komputer osobisty (stacjonarny lub laptop). Statystycznie wszyscy Polacy mają co najmniej jeden telefon komórkowy (penetracja 142,4%) [2], zaś poziom smartfonizacji w Polsce wynosi 58% [1]. W grupie tej odsetek tabletek to 21%. Polacy korzystają z urządzeń mobilnych do zadań wymagających połączenia z Internetem i średnio pracują online 2 godziny dziennie. Jednym z rozwiązań pozwalających przekazywać informację, wykorzystujących zarówno urządzenia mobilne, jak i komputery osobiste (wyposażone w kamery) są dwuwymiarowe kody QR.

#### 1.2. QR kody

Kod QR (ang. QR Code – Quick Response Code) to kod dwuwymiarowy, umożliwiający na zapisanie informacji tekstowej lub binarnej. Jego ogromną zaletą jest pojemność

(rys.1). W zależności od informacji, kod QR może zmieniać swoją wielkość, czyli zajmowaną powierzchnię. W kodzie QR można zapisać maksymalnie:

- 7089 znaków numerycznych: 0, 1, 2, 3, 4, 5, 6, 7, 8, 9
- 4296 alfanumerycznych: 0–9, A–Z, <sup>spacja</sup>, \$, %, \*, +, -, ., /, :
- 1817 znaków Kanji/Kana (13 bitów na znak)
- 2953 bajtów (23624 bitów).

Kody QR zostały zaproponowane przez firmę DENSO WAVE [3] w odpowiedzi na niewystarczające właściwości klasycznych kodów kreskowych, wprowadzonych przez B. Silvera oraz N. J. Woodlanda, zainspirowanych kodem Morsa [4]. Sieci handlowe zainteresowały się pomysłem automatycznego odczytywania informacji o produktach w latach 70. XX wieku. Wówczas oficjalnie zatwierdzono standard kodu kreskowego UPC (Universal Product Code), przygotowanego przez zespół kierowany przez Woodlanda w IBM. W 1976 roku stworzony został EAN (European Article Number) – europejski standard kodów kreskowych, wykorzystywany w większości krajów świata. Kody te doskonale sprawdzały się w sklepach i magazynach, ale nie na halach produkcyjnych. Z tego właśnie powodu w 1994 roku na zlecenie firmy Toyota powstał pierwszy kod QR otwierając erę standardu szybkich w odczycie kodów graficznych. Do zalet tego rozwiązania można zaliczyć m.in.:

- większą ilość informacji na niewielkiej powierzchni,
- odczytanie kodu pod różnymi kątami skanowania,
- odczyt informacji w bardzo krótkim czasie.

W kolejnych latach QR kody zostały udostępnione do publicznego użytku. Ich generowanie i używanie jest bezpłatne, zaś same kody QR są przedmiotem normy ISO/IEC 18004 [5]. Obejmuje ona dwa modele kodów – tzw. „model 1” i „model 2” oraz 40 wersji, które definiują wymiary całego symbolu. Dostępne są ponadto 4 poziomy korekcji błędów [6]. Im wyższy poziom korekcji błędów, tym mniej właściwych danych da się zmieścić w kodzie danej wersji (czyli danego rozmiaru).



Rys. 1. Porównanie wielkości kodu paskowego i kodu QR zawierających tę samą informację [7]



### 1.3. Wykorzystanie kodów matrycowych

Z kodami matrycowymi możemy się obecnie spotkać w naszym otoczeniu: w komunikacji zbiorowej, na opakowaniach produktów, w muzeach i na wystawach. Są one stosowane tam, gdzie wymagany jest szybki dostęp do informacji. Ich popularność zdecydowanie wzrosła w momencie upowszechnienia się urządzeń mobilnych. Do odczytania informacji konieczne jest bowiem urządzenie wyposażone w aparat fotograficzny oraz odpowiednie oprogramowanie. Do tego celu nadają się zatem smartfony, tablety, palmtopy, ale również w większości netbooki i laptopy. Użytkownik takiego urządzenia jest zatem technicznie przygotowany do odczytania informacji zapisanej w kodzie QR. Nie przesądza to jednak o powszechnym wykorzystywaniu tego rozwiązania. Są kraje, których mieszkańcy powszechnie korzystają z kodów QR (np. Japonia), zaś w przypadku innych państw świadomość możliwości ich użycia dopiero jest budowana. Ostatnie przekrojowe badania prowadzone w Polsce [8] pokazują, że zaledwie 6,7% respondentów widziało kod QR i słyszało o nim. Zdecydowana większość (66,9%) widziała taki kod, ale nawet nie kojarzy go z nazwą QR. Wśród wszystkich osób, które deklarują, iż widziały kod, tylko 25,9% użytkowników deklaruje, że wiedzą, do czego on służy. Przeprowadzone badania wskazują również, że aż 90,5% Polaków, którzy wzięli udział w ankiecie, deklaruje, że nigdy nie zeskanowało QR kodu. Ankietowani wskazywali, że kody widzieli głównie na stronach internetowych (47,7%), na opakowaniach produktów (35,8%), w gazetach i magazynach (33,3%), billboardach (18,1%) i w mailach (9,1%). Głównymi wskazywanymi powodami, dla których badani zeskanowali kod, jest ciekawość (70,1%), chęć uzyskania informacji (50%), możliwość otrzymania zniżki lub rabatu (17,2%), chęć zakupu produktu (13,1%) oraz uzyskanie dostępu do płatnych treści (4,9%). Na rysunkach 2-11 zaprezentowano przykładowe zastosowanie QR kodów wygenerowanych przy użyciu generatorów dostępnych online [9]. Nie wyczerpują one oczywiście wszystkich możliwych aplikacji kodów matrycowych. Za pomocą kodu QR można przekazać: wizytę na profilu serwisu społecznościowego, tekst powiadomienia do serwisu społecznościowego (np. Twitter), prezentację galerii obrazów (fotografii), instalację aplikacji bezpośrednio ze sklepu. Umożliwiają one wysłanie automatycznego przelewu bankowego, zamieszczenie rekomendacji w portalu czy wyświetlenie zlokalizowanej informacji muzealnej. Ogromną przewagą kodów dwuwymiarowych nad innymi metodami kodowania informacji jest fakt, że informacja może być natychmiast wykorzystana przez odpowiednią aplikację urządzenia mobilnego. I tak np. dane vCard, po zeskanowaniu kodu, mogą błyskawicznie zostać zapisane jako nowa pozycja w „kontaktach” właściciela urządzenia mobilnego.

### 1.3. Kody QR w edukacji

W Polsce brak obecnie przekrojowych badań dotyczących wykorzystania QR kodów w środowisku akademickim, jedna z prac [10] analizowała zachowania studentów i pracowników Uniwersytetu Ekonomicznego w Katowicach. Przeprowadzone badania wskazują, że studenci, mimo iż częściej, aniżeli pracownicy, korzystali z urządzeń mobilnych, pozyskując informacje o planach zajęć, rzadziej jednak wykorzystywali kody QR.



Rys. 2. QR kod z adresem URL, przekierowującym na stronę internetową Katedry Chemii Nieorganicznej



Rys.3. QR kod z informacją tekstową informującą o poprawnej odpowiedzi na zadanie typu testowego



Rys. 4. Kod QR z linkiem do materiału filmowego opublikowanego w serwisie YouTube



Rys. 5. Kod QR z wizytówką vCard (danymi kontaktowymi) umożliwiającą zapisanie w pamięci urządzenia



Rys. 6. QR kod z krótką wiadomością tekstową (SMS), umożliwiającą automatyczne wysłanie na podany numer telefonu



Rys. 7. QR kod z wiadomością e-mail, umożliwiającą automatyczne wysłanie jej na wskazany adres e-mail



Rys. 8. QR kod z numerem telefonu umożliwiający wykonanie połączenia



Rys. 9. Kod QR z danymi geolokalizującymi Politechnikę Gdańską



Rys. 10. Kod QR z informacją o zdarzeniu/terminie na przykładzie eTEE'2017 – użytkownik może dodać ją do wydarzeń w kalendarzu na urządzeniu mobilnym



Rys. 11. Kod zawierający parametry sieci bezprzewodowej (z możliwością natychmiastowej konfiguracji urządzenia mobilnego)

Autorzy opracowania sugerują, że podstawowy problem tkwi w niewielkiej liczbie użytkowników mobilnych, którzy nie tylko dysponują odpowiednim urządzeniem, ale również korzystają z jego możliwości wybiegających znacznie poza nawiązywanie połączeń głosowych i wysyłanie krótkich wiadomości tekstowych. Nie zmienia to jednak faktu, że kody QR wchodzą obecnie do zastosowań w polu edukacji, także akademickiej [11]. Wprowadzenie do użycia urządzeń mobilnych oraz technologii opartej na QR kodach może zwiększać możliwości edukacyjne na wszystkich etapach edukacji: od podstawowej, przez średnią aż po kształcenie na uczelniach wyższych, przygotowując studentów do konkurencyjnego globalnego rynku pracy [12]. Takie podejście umożliwia zarazem przekształcenie wiedzy w wartościową umiejętność uczenia przez całe życie, bazując na modelu edukacji typu „on-the-go”, a więc wykorzystującym podejście skoncentrowane na studencie, a nie na nauczycielu. Kody QR mogą umożliwić tworzenie nowoczesnej interaktywnej przestrzeni edukacyjnej - można je zamieszczać w materiałach edukacyjnych, na ścianach, modelach, w książkach i stronach internetowych, stymulując zwiększenie zaangażowania osób uczących się, gdyż same mogą poszerzać swoją wiedzę w dowolnym czasie i miejscu. W kod QR, który będzie prowadził do materiałów poszerzających wiedzę o badanym eksponacie, można wyposażyć artefakty prezentowane podczas zajęć praktycznych. Można je zamieszczać także na próbkach laboratoryjnych przeznaczonych do badań. Doskonałym przykładem wykorzystania QR kodów są materiały konferencyjne oraz postery, na których prezentowane są trójwymiarowe struktury związków chemicznych. Ze względu na dwuwymiarowość arkuszy wydawniczych, trudno jest na nich zaprezentować całą złożoność bardziej rozbudowanych struktur czy też sieci oddziaływań. Zamieszczenie kodu QR przekierowuje czytelnika do odpowiedniej witryny, na której zamieszczony jest model 3D (lub animacja), dzięki czemu może w pełni ocenić złożoność takich modeli. Jest to przykład hybrydowej formy komunikacji naukowej związanej z upowszechnianiem wyników prowadzonych prac [13]. Niektóre z uczelni wyższych zaczęły już wprowadzać QR kody do działań edukacyjnych. Doskonałym przykładem jest tu Uniwersytet w Bath, który stworzył nawet specjalny przewodnik dla użytkowników [14]. Za pomocą kodów szybkiej reakcji, można pozwolić studentom błyskawicznie uzyskać w telefonie hiperłącze do testu, prezentacji online lub też dowolnych innych materiałów zamieszczonych w Internecie - np. wstawiając kod QR do prezentacji wyświetlanej podczas zajęć.

Na polskim gruncie znane są przypadki wykorzystania kodów QR jako punktów informacyjnych m.in. w Bibliotece Wydziału Fizyki UAM w Poznaniu [15], czy Bibliotece Politechniki Łódzkiej [16]. Ponadto opisane są przykłady wykorzystania kodów matrycowych do nagradzania najaktywniejszych studentów w autorskim eksperymencie dydaktycznym jednego z wykładowców AGH w Krakowie [17]. Wyróżniający się studenci otrzymywali kupony z kodami QR, kierującymi do specjalnie przygotowanej aplikacji internetowej. Zaproponowany system spotkał się z zainteresowaniem ze strony studentów, uatrakcyjniając standardowe mechanizmy oceniania. Wspomniana praca wzmiankuje również wykorzystanie kodów dwuwymiarowych do podpisywania prac egzaminacyjnych oraz opracowań powstających w trakcie ewaluacji efektów kształcenia.

#### 1.4. Elektroniczne formy materiałów zaliczeniowych

Dotychczas nie prowadzono przekrojowych badań dotyczących elektronicznych metod sprawozdawczości studenckiej. Brak jest również danych o wykorzystaniu nowoczesnych metod komunikacji w dyscyplinach nie związanych z kształceniem w obrębie technologii informatyczno-komunikacyjnych. Skąpe dotychczas wykorzystanie tej metody tworzenia materiałów zaliczeniowych może (z jednej strony) dziwić, z drugiej zaś strony może być efektem niewielkiej świadomości w zakresie nowoczesnych hybrydowych metod komunikacji, jak również obaw o wykluczenie cyfrowe studentów nie dysponujących dostępem do zasobów internetowych.

Obecnie istnieje wiele serwisów umożliwiających darmowe tworzenie stron www przy użyciu prostych w obsłudze kreatorów. Można w tym miejscu wymienić chociażby: WebWave [18], Wix [19], IMCreator [20], Weebly [21], WebFlow [22], MyWebzz [23]. Kreatory łączą prostotę obsługi i szybki efekt wizualny. W ten sposób, nie posiadając wiedzy informatycznej, można w prosty i darmowy sposób stworzyć stronę zawierającą materiały zaliczeniowe (sprawozdanie, projekt, prezentację, poster, zdjęcia, materiał wideo, dokumenty).

## 2. CEL I PRZEDMIOT BADAŃ

Podjęte prace miały na celu przeprowadzenie pilotażowych badań, podczas których analizie poddano stan wiedzy i wykorzystania przez studentów publikacji materiałów zaliczeniowych w formie stron internetowych oraz tworzenia i wykorzystania przez nich kodów QR.

W niniejszym opracowaniu skupiono się na szczegółowej analizie zajęć prowadzonych w semestrze zimowym roku akademickiego 2016/2017 r. Celem projektu badawczego było wypracowanie nowych hybrydowych metod komunikacji, podniesienie poziomu nauczania oraz zwiększenie kompetencji studentów w zakresie nowoczesnych technologii informacyjnych.

## 3. MATERIAŁ I METODY

### 3.1. Grupa poddana badaniu

Do badania wybrano studentów Wydziału Chemicznego Politechniki Gdańskiej, realizujących zajęcia z następujących przedmiotów:

- (1) Szkło i Ceramika (kierunek: Konserwacja i Degradacja Materiałów, V semestr), zajęcia laboratoryjne, 27 osób, oznaczenie grupy: **SiC**
- (2) Techniki Prezentacji (kierunek: Chemia Budowlana, semestr III) zajęcia seminaryjne, 22 osoby, oznaczenie grupy: **TP**
- (3) Chemia Nieorganiczna (kierunek inżynierski: Chemia, semestr III) zajęcia seminaryjne, 43 osoby, oznaczenie grupy: **ChN**

Studenci uczęszczający na przedmiot Szkło i Ceramika, SiC, w ramach zajęć, realizowali grupowy projekt laboratoryjny (rys. 12), polegający na samodzielnym wytypowaniu materiałów ceramicznych, które mieli scharakteryzować oraz poddać konserwacji przy użyciu (ponownie wytypowanych przez siebie) środków do integracji materiałów ceramicznych (zarówno samodzielnie zsyntezowanych, jak i komercyjnych). Na wszystkich etapach realizacji projektu studenci mogli korzystać ze wszystkich dostępnych źródeł informacji oraz wykonywać dokumentację fotograficzną i video. Mieli za zadanie stworzyć witrynę internetową zawierającą opis

poczynionych obserwacji, podjętych prac i przeprowadzonych doświadczeń oraz zabiegów konserwatorskich. Poszczególne badane próbki miały zostać zaopatrzone w kody matrycowe prowadzące bezpośrednio do stworzonej witryny internetowej.



Rys. 12. Materiał laboratoryjny poddany badaniom, oznaczony kodami QR wraz z kodem prowadzącym do sprawozdania

Studenci realizujący przedmiot Techniki Prezentacji jako element zaliczenia wykonywali m.in. prezentację multimedialną oraz poster popularno-naukowy, które następnie zamieszczali na stworzonej przez siebie stronie internetowej, do której generowali kod QR (rys. 13).



Rys. 13. Kody QR wygenerowane przez studentów prowadzące do stworzonych materiałów zaliczeniowych z Technik Prezentacji

Studenci, realizujący zajęcia seminaryjne z Chemii Nieorganicznej, mieli za zadanie zamieścić na stronie internetowej stworzoną przez siebie prezentację multimedialną, do której także generowali kod QR (rys. 14).



Rys. 14. Kody QR wygenerowane przez studentów prowadzące do stworzonych materiałów zaliczeniowych z Chemii Nieorganicznej

### 3.2. Badanie ankietowe

Elementem zaliczenia było dostarczenie prowadzącemu zajęcia (przy użyciu poczty elektronicznej) wygenerowanych kodów, które umożliwiały zapoznanie się z treścią stworzonych przez studentów materiałów. Na koniec semestru wszyscy studenci otrzymali link (także w postaci QR kodu) do ankiety ewaluacyjnej w postaci formularza Google Docs.

Wyniki ankiet studenckich zostały poddane analizie w celu oceny stanu wiedzy i wykorzystania przez studentów publikacji materiałów zaliczeniowych w formie stron internetowych oraz tworzenia i wykorzystania przez nich kodów QR. Ankieta składała się z 18 pytań.

## 4. WYNIKI

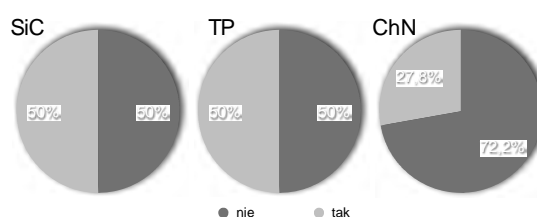
Odsetek studentów, którzy wzięli udział w badaniu:

- (1) Szkło i Ceramika, SiC - 51,85% studentów (14 osób);

- (2) Techniki Prezentacji, TP, 63,64% studentów (14 osób);  
 (3) Chem. Nieorganiczna, ChN, 83,72% studentów (36 os.).

Pierwsze pytanie w formularzu dotyczyło tego, czy studentowi (lub jego grupie laboratoryjnej) udało się zamieścić materiały zaliczeniowe w postaci strony internetowej. W przypadku wszystkich zarejestrowanych ankiet odpowiedź na to pytanie była pozytywna.

Kolejne pytanie ankietowe dotyczyło tego, czy student w przeszłości stworzył już stronę internetową. W przypadku studentów realizujących przedmioty Szkło i Ceramika oraz Techniki Prezentacji, połowa studentów zadeklarowała doświadczenie w tworzeniu stron www. Z kolei, w przypadku uczęszczających na Chemię Nieorganiczną, ten odsetek był już znacznie mniejszy i wynosił niecałe 28%. Dla ponad połowy ankietowanych zamieszczenie materiałów zaliczeniowych z opisywanych przedmiotów na stronie internetowej było zatem pierwszą stycznością z kreatorem stron www (rys. 15).



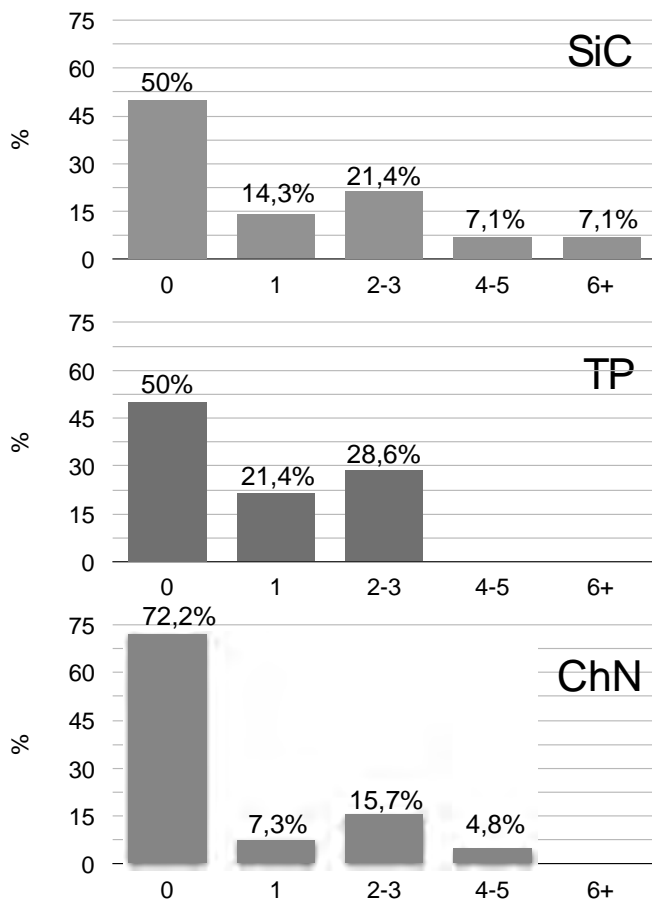
Rys. 15. Zestawienie odpowiedzi na pytanie: czy kiedykolwiek wcześniej tworzyłeś(aś) strony internetowe?

W przypadku osób deklarujących doświadczenie w tworzeniu stron www, niezależnie od analizowanej grupy studenckiej, największy był odsetek osób, które stworzyły w przeszłości już 2-3 strony internetowe (28,6% ankietowanych z TP, 21,4% SiC, 15,7% ChN). Kolejną najczęściej pojawiającą się odpowiedzią była 1 strona internetowa (21,4% TP; 14,3% SiC; 7,3% ChN). Najmniej respondentów przyznaje się do stworzenia 4 i więcej stron internetowych. Wśród studentów realizujących Techniki Prezentacji i Chemię Nieorganiczną nie odnotowano osób posiadających doświadczenie w stworzeniu 6 i więcej stron (rys. 16).

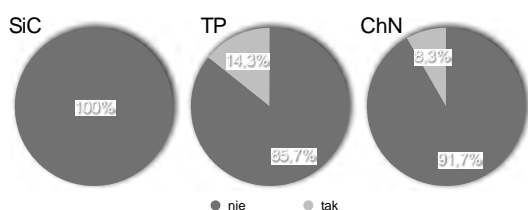
Na pytanie, czy ankietowany kiedykolwiek wcześniej tworzył i zamieszczał sprawozdania lub materiały zaliczeniowe w postaci strony internetowej, uzyskano w zdecydowanej większości odpowiedzi negatywne (>80%). Z tym sposobem komunikacji nie spotkał się żaden ze studentów realizujących przedmiot Szkło i Ceramika (rys. 17). Z kolei wśród uczęszczających na przedmiot Techniki Prezentacji 14,3% respondentów zadeklarowało korzystanie z tego sposobu zamieszczania materiałów zaliczeniowych. Wśród studentów z Chemii Nieorganicznej było to z kolei 8,3%.

Kolejny blok pytań miał za zadanie ocenić, jak studenci postrzegają nowy sposób zamieszczania materiałów zaliczeniowych. Należy w tym momencie zaznaczyć, że ankietę przeprowadzono podczas zimowej sesji egzaminacyjnej 2016/1017, a więc gdy studenci dostarczyli już wszystkie sprawozdania w nowej formule.

Studentów poproszono o określenie czy stworzenie sprawozdania w postaci strony internetowej było dla nich: bardzo łatwe, łatwe, trudne, bardzo trudne.



Rys. 16. Ile stron internetowych dotychczas stworzyłeś(aś)

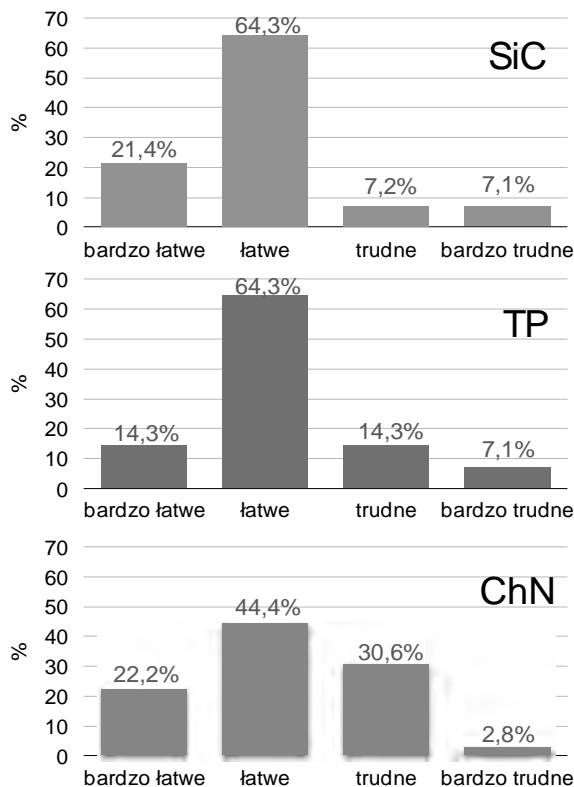


Rys. 17. Zestawienie odpowiedzi na pytanie: Czy w trakcie trwania studiów wykorzystywałeś(aś) już zamieszczanie materiałów zaliczeniowych (sprawozdań) w formie stron internetowych

Największy odsetek respondentów (poród wszystkich grup) deklaruował, że zadanie to było łatwe (64,3% SiC; 64,3% TP i 44,4% ChN; rys. 18). Stworzenie materiałów zaliczeniowych dostępnych online okazało się najłatwiejsze dla studentów realizujących zajęcia laboratoryjne z przedmiotu Szkło i Ceramika (85,7% odpowiedzi łatwe i bardzo łatwe). Było to trudniejsze dla studentów realizujących przedmiot Techniki Prezentacji (78,6% odpowiedzi łatwe i bardzo łatwe). Metoda sporządzania i zamieszczania materiałów zaliczeniowych okazała się najtrudniejsza dla studentów przedmiotu Chemia Nieorganiczna (66,6% łącznie odpowiedzi łatwe i bardzo łatwe; 33,4% odpowiedzi trudne i bardzo trudne). Należy wziąć jednak pod uwagę, że jest to ta grupa, wśród której dotychczasowe doświadczenie w tworzeniu stron www jest najmniejsze i że najwięcej było tu osób deklarujących całkowicie brak doświadczenia w kreowaniu stron internetowych.

Kolejne pytanie miało na celu pozyskanie informacji porównawczej – jak studenci oceniają stopień skomplikowania zamieszczania materiałów w nowej formule w porównaniu do klasycznych sprawozdań, które są

wykonywane przy użyciu edytora tekstu, a następnie drukowane (lub wysyłane bezpośrednio pocztą elektroniczną). Odpowiedzi na to pytanie ujawniły różnice pomiędzy grupami studentów, realizującymi poszczególne przedmioty (rys. 19). Najmniej studentów odczuwających różnicę w trudności wykonania materiałów zaliczeniowych (na niekorzyść nowej formuły) było wśród studentów Techniki Prezentacji (14,2% respondentów). W tej grupie 42,9% respondentów nie odczuwało różnic w wykonaniu materiałów zaliczeniowych w nowy sposób w stosunku do klasycznego podejścia, a tyle samo uznało sumarycznie nowy sposób za łatwiejszy lub dużo łatwiejszy).

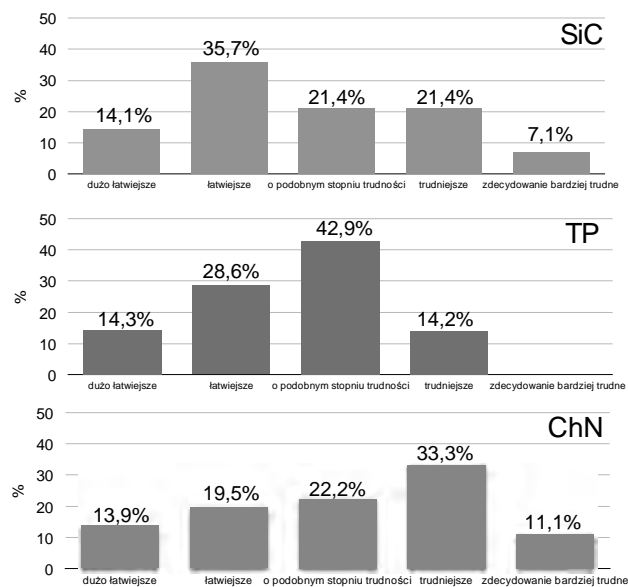


Rys. 18. Czy stworzenie materiałów zaliczeniowych w formie strony internetowej było dla Ciebie: a. bardzo łatwe, b. łatwe, c. trudne, d. bardzo trudne

Również 50,1% realizujących przedmiot Szkło i Ceramika oceniło nową formułę jako łatwiejszą lub dużo łatwiejszą w wykonaniu w stosunku do klasycznych sprawozdań. Największy odsetek osób, którym wykonanie materiałów zaliczeniowych w nowej formie sprawiło trudność (łącznie 44,4%), znajdował się w grupie studentów realizujących zajęcia seminaryjne z Chemii Nieorganicznej. Należy jednak zauważyć, że w przypadku wszystkich analizowanych grup zdecydowanie więcej jest studentów, którzy deklarują, że tworzenie materiałów w nowej formie przychodzi im z łatwością lub oceniają je jako zadania o podobnym stopniu trudności, jak sporządzenie klasycznych materiałów zaliczeniowych.

Studentów poproszono również o ocenę stopnia szybkości realizacji zadania zaliczeniowego. Ponownie jako odnośnik posłużyło sporządzanie materiałów zaliczeniowych w klasycznej formie. Odpowiedzi na to pytanie (rys. 20) pokazały, że choć dla większości studentów tworzenie sprawozdań w nowej formie nie nastęrcza trudności, to jednak uważają oni tę metodę za bardziej czasochłonną. Trend ten szczególnie wyraźny jest w grupie osób uczęszczających na przedmiot Chemia Nieorganiczna. W tej

grupie 52,8% respondentów łącznie uznało tę metodę za bardziej czasochłonną w porównaniu z klasycznymi metodami sprawozdawczości. Jest to grupa o najmniejszym deklarowanym doświadczeniu w tworzeniu stron internetowych. Podobnego zdania było łącznie 50% ankietowanych uczęszczających na zajęcia z przedmiotu Szkło i Ceramika. Taki sam odsetek respondentów (35,7%) uznał ją za metodę szybszą, co za wolniejszą. Z kolei aż 75% studentów realizujących zajęcia z Technik Prezentacji oceniło łącznie tę metodę jako szybszą lub zdecydowanie szybszą.

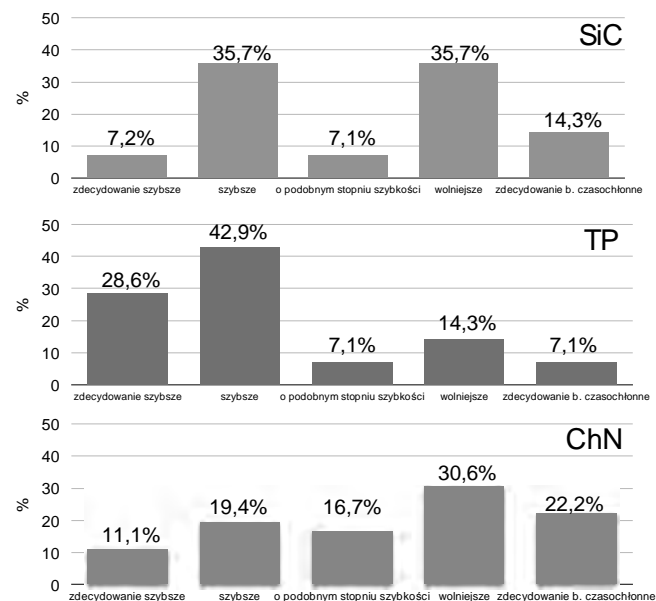


Rys. 19. Czy stworzenie sprawozdania w postaci strony internetowej w stosunku do klasycznych materiałów zaliczeniowych tworzonych w edytorze tekstu i drukowanych było dla Ciebie: dużo łatwiejsze, łatwiejsze, o podobnym stopniu trudności, trudniejsze, zdecydowanie bardziej trudne.

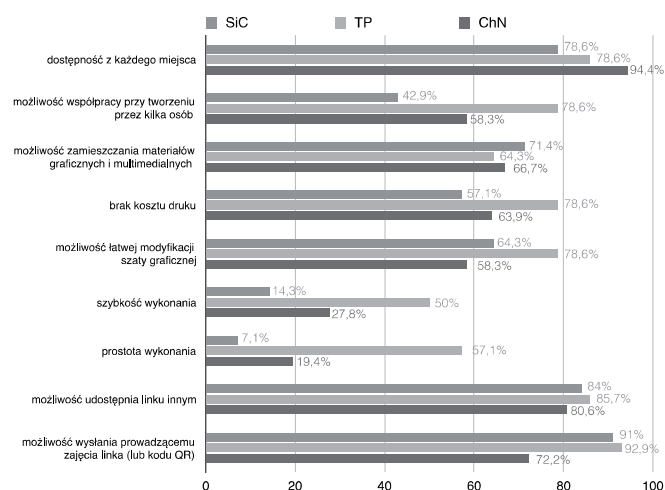
Studenci zostali poproszeni następnie o wskazanie zalet tworzenia materiałów zaliczeniowych w formie stron internetowych. Mieli tu możliwość zaznaczenia kilku odpowiedzi (rys. 21). Wśród zalet takiego rozwiązania, studenci wskazywali najczęściej dostępność materiałów z każdego miejsca (94,4% studiujących ChN; 85,7% TP, 78,6% SiC). Możliwość współpracy przy tworzeniu materiałów zaliczeniowych przez kilka osób wskazało 78,6% studentów realizujących Techniki Prezentacji i zaledwie 42,9% studentów realizujący grupowy projekt laboratoryjny ze Szkła i Ceramiki. Możliwość zamieszczania materiałów multimedialnych i graficznych zaznaczyło ponad 60% respondentów wszystkich kierunków. Brak kosztów druku istotny jest dla 57,1% studiujących SiCi aż 78,6% studentów realizujących zajęcia z Technik Prezentacji. Studenci zwrócili również uwagę na możliwość udostępnienia linku innym osobom – w tym prowadzącemu (>70% respondentów). Najmniej studentów za zalety tego rozwiązania uznało szybkość (14,3% SiC; 27,8% ChN, 50% TP) i prostotę wykonania (7,1% SiC; 19,4 ChN; 57,1% TP).

Studentów poproszono również o wskazanie wad proponowanego rozwiązania w zakresie sprawozdawczości. Większość respondentów (rys. 22) za główną wadę wskazała konieczność posiadania dostępu do Internetu (55,6% studentów ChN; 60% studiujących TP i 75% SiC). Najwyższy odsetek wśród realizujących przedmiot Szkło i Ceramika nie dziwi, gdyż studenci ci (ze względu na specyfikę przedmiotu) musieli poświęcić na przygotowanie

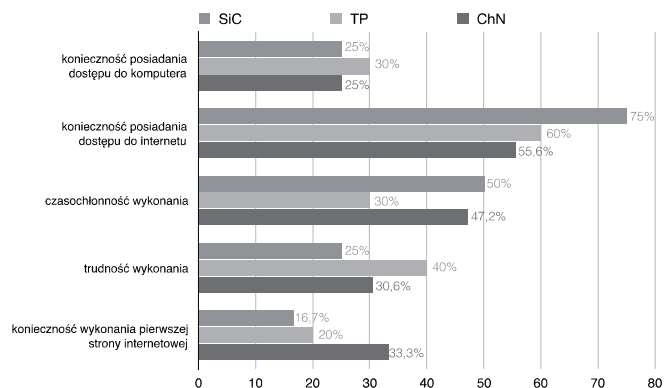
materiałów zaliczeniowych więcej czasu aniżeli pozostałe badane grupy.



Rys. 20. Czy stworzenie materiału zaliczeniowego w postaci strony internetowej w stosunku do klasycznych sprawozdań tworzonych w edytorze tekstu i drukowanych było dla Ciebie: zdecydowanie szybsze, szybsze, o podobnym stopniu szybkości realizacji, wolniejsze, zdecydowanie bardziej czasochłonne



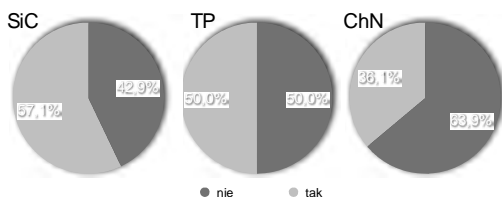
Rys. 21. Zestawienie odpowiedzi dotyczących zalet tworzenia materiałów zaliczeniowych w formie stron internetowych (możliwość zaznaczenia kilku odpowiedzi)



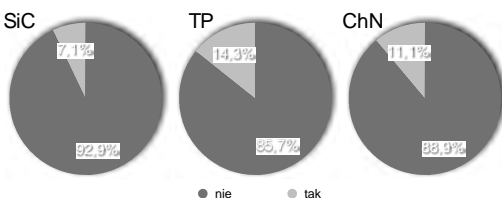
Rys. 22. Zestawienie odpowiedzi dotyczących wad tworzenia materiałów zaliczeniowych w formie stron internetowych (możliwość zaznaczenia kilku odpowiedzi)

Ankietowani zwracali też uwagę na czasochłonność wykonania (50% osób ze Szkła i Ceramiki). Konieczność posiadania dostępu do komputera czy wykonania pierwszej strony internetowej wskazywało już mniej respondentów.

Następny blok zagadnień miał na celu analizę doświadczenia studentów w wykorzystaniu QR kodów. Studenci Wydziału Chemicznego deklarują, że częściej, aniżeli statystyczny Polak, korzystali dotychczas z QR kodów (rys. 23). Najmniej osób wykorzystujących do tej pory kody dwuwymiarowe jest wśród studentów realizujących przedmiot Chemia Nieorganiczna (36,1%), najwięcej wśród osób realizujących przedmiot Szkło i Ceramika (57%). O ile jednak respondenci wykorzystywali kody matrycowe w przeszłości, to większość z nich (>85%) deklaruje, że dotychczas nie generowała kodu QR (rys. 24).

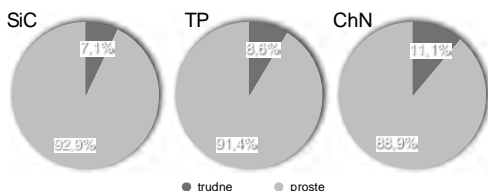


Rys. 23. Czy wcześniej wykorzystywałeś(aś) QR kody?



Rys. 24. Czy kiedykolwiek wcześniej generowałeś(aś) QR kod?

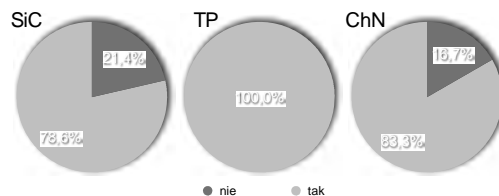
Wszyscy ankietowani studenci w ramach zaliczenia, do którego przystąpili pod koniec semestru zimowego, mieli za zadanie wygenerować QR kod zawierający URL strony, na której zamieścili swoje materiały zaliczeniowe i przesłać go prowadzącemu. Kolejne pytanie ankiety dotyczyło zatem oceny trudności tego etapu sprawozdawczości. Większość respondentów (niezależnie od kierunku studiów) uznała tworzenie kodów szybkiej reakcji za zadanie proste (ok. 90% ankietowanych; rys. 25). Zdecydowana większość studentów zadeklarowała w przeprowadzonym badaniu sondażowym, że w przyszłości wykorzysta umiejętność generowania i wykorzystywania QR kodów (rys. 26).



Rys. 25. Tworzenie QR kodów jest według Ciebie (proste/trudne)

Najwięcej zainteresowanych wykorzystywaniem nabytych umiejętności jest wśród osób realizujących przedmiot Techniki Prezentacji (100%), nieco mniej wśród uczęszczających na zajęcia z Chemii Nieorganicznej (83,3%) oraz Szkła i Ceramiki (78,6%).

Kolejne pytanie miało na celu weryfikację tego, czy sami ankietowani czują, że posiadli (niejako przy okazji zdobywania wiedzy przedmiotowej) nowe umiejętności. Zdecydowana większość respondentów zadeklarowała, że czuje zdobycie nowych, praktycznych umiejętności (rys. 27).

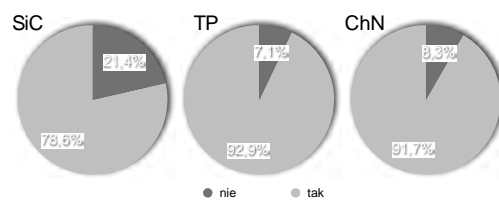


Rys. 26. Czy uważasz, że w przyszłości wykorzystasz umiejętność generowania i wykorzystywania QR kodów?

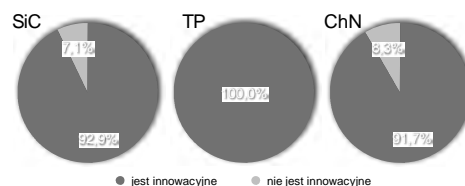
Największy odsetek deklarujących taką opinię wywodził się z grupy realizującej przedmiot Techniki Prezentacji. W tym miejscu należy zaznaczyć, że jest to jedyny analizowany przedmiot, w czasie realizacji którego studenci wykorzystywali narzędzia bezpośrednio powiązane z treściami programowymi (ze względu na specyfikę materiału tegoż przedmiotu). Warto jednak nadmienić, że jedynie nieznacznie mniejszy odsetek (91,7%) ankietowanych deklarujących poczucie nabycia nowych umiejętności wywodził się ze studentów Chemii Nieorganicznej (spośród których 72,2% nie miało doświadczenia w tworzeniu stron www). Również 78,6% osób realizujących zajęcia laboratoryjne z przedmiotu Szkło i Ceramika deklaruje zdobycie dodatkowych umiejętności. Ponadto większość studentów (rys. 28) uważa nową formę sprawozdawczości za innowacyjną (100% TP; 91,7% ChN; 78,6% SiC).

Jednym z analizowanych kryteriów była również chęć użycia narzędzia w przyszłości. Większość respondentów zadeklarowała (rys. 29), że w przyszłości chciałaby ponownie wykorzystać nową formę zamieszczania materiałów zaliczeniowych w postaci stron internetowych (85,6% SiC; 78,6% TP; 58,3% ChN). Będzie to ciekawy materiał do analizy, ponieważ studenci realizujący zajęcia seminaryjne z Chemii Nieorganicznej, za rok będą mieli możliwość ponownego posłużenia się tą formułą sprawozdawczości podczas realizacji zajęć z przedmiotu Chemia Materiałów.

Na koniec zapytano studentów, czy - w ich opinii - umiejętność tworzenia i publikowania materiałów w postaci stron internetowych jest przydatna w pracy współczesnego inżyniera. Zdecydowana większość respondentów (rys. 30) we wszystkich grupach na tak postawione pytanie udzieliła odpowiedzi twierdzącej.

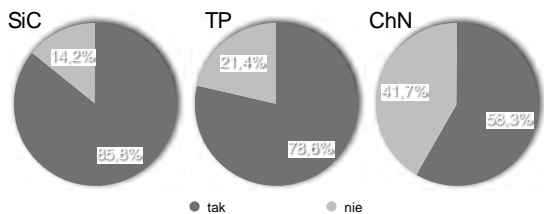


Rys. 27. Czy forma tworzenia materiałów zaliczeniowych z realizowanego przedmiotu sprawiła, że czujesz, iż – poza wiedzą przedmiotową – zdobyłeś(aś) dodatkowe, praktyczne umiejętności?

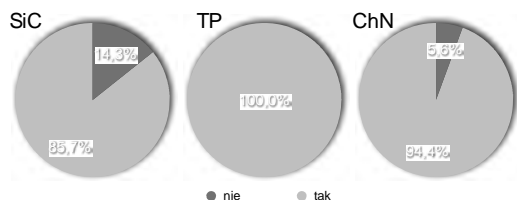


Rys. 28. Czy zamieszczanie materiałów zaliczeniowych/sprawozdań w formie strony internetowej jest według Ciebie innowacyjne?





Rys. 29. Czy w przyszłości (podczas realizacji innych zajęć) chciał(a)byś wykorzystywać ponownie formę zamieszczania sprawozdań/materiałów zaliczeniowych w formie strony www?



Rys. 30. Czy umiejętność tworzenia i publikowania materiałów w postaci stron www jest przydatna w pracy współczesnego inżyniera?

## 5. WNIOSKI KOŃCOWE

Wyniki przeprowadzonych badań pokazują, że studenci są otwarci na nowe technologie i rozwiązania. Dla większości z nich była to pierwsza styczność z tworzeniem stron internetowych i generowaniem QR kodów. Niemniej jednak zdecydowana większość zadeklarowała, że wykonanie sprawozdania w nowej formule było dla nich zadaniem łatwym. Wysoko cenią sobie dostępność materiałów zaliczeniowych z dowolnego miejsca oraz możliwość wysyłania do nich linków innym użytkownikom. Jednocześnie dostrzegają także ograniczenia wynikające z konieczności posiadania dostępu do zasobów internetowych.

Przeprowadzone badania wskazują, że studenci rozumieją konieczność kształcenia się i zdobywania nowych umiejętności. Jest to o tyle istotne, że wśród najbardziej poszukiwanych kompetencji w przyszłości [24] znajduje się biegłość w obsłudze nowych mediów – rozumiana jako zdolność nie tylko do rozumienia i czytania papierowych tekstów, ale także do tworzenia nowoczesnych komunikatów i przekazywania w ten sposób rezultatów swojej pracy.

## 6. BIBLIOGRAFIA

1. Mikowska M.: Raport POLSKA.JEST.MOBI 2015 <http://jestem.mobi/raporty/> [dostęp 2.02.2017]
2. Główny Urząd Statystyczny: Informacja o sytuacji społeczno-gospodarczej kraju w 2016 r. [www.stat.gov.pl](http://www.stat.gov.pl) [dostęp: 10.02.2017]
3. źródło: <http://www.qrcode.com/en/> [dostęp: 02.02.2017]
4. Gąsiorek M.: Kody jak z obrazka, czyli: jak nauczyć maszynę czytać? Teksty Konferencji MathPAD 2012, UMK, Toruń, 22-25.08.2012, s. 58-63.
5. ISO/IEC 18004:2015 Information technology - Automatic identification and data capture techniques - QR Code bar code symbology specification
6. Karbowniczek M.: Graficzne kody dwuwymiarowe po inżyniersku, *Elektronika praktyczna* 4, 2016, s. 96-104.
7. Źródło: [qrcode.com.pl](http://qrcode.com.pl) [dostęp: 02.02.2017]
8. Research.NK: QR kody nie hipnotyzują, 08.2012
9. źródło: <http://goqr.me> [dostęp 8.02.2017]
10. Staś T.: Możliwości wykorzystania kodów dwuwymiarowych w dostępie do informacji za pomocą urządzeń mobilnych, *Studia Ekonomiczne*, 157, 2013, s. 108-122.
11. Law Ch., So S.: *Journal of Educational Technology Development and Exchange*, 3(1) 2010, s. 85-100.
12. Kossey J., Berger A., Brown V.: Connecting to Educational Resources Online with QR Codes, *FDLA Journal* 2.1, 2015, s.1-10.
13. Czachorowski S., Poster z mobilnym Internetem czyli hybrydowe formy komunikacji w nauce, III OKDF Ideatorium, Gdańsk, 2015, Zeszyt Streszczeń, s. 30.
14. Ramsden A.: The use of QR codes in Education: A getting started guide for academics 2008 Working Paper. University of Bath, Bath, U. K.
15. Jeszke Ł., Jeszke N.: Kody QR jako punkty informacyjne w bibliotece, *Biuletyn EBIB [on-line]*, 7 (152), 2014, s. 1-8.
16. Kołodziejczyk E.: Kody QR i rzeczywistość rozszerzona (AR) — przykłady nowych rozwiązań technologicznych w bibliotekach szkół wyższych, *Biuletyn EBIB [on-line]*, 8 (144), 2013, s. 1-11.
17. Wołoszyn P.: Możliwości wykorzystania kodów QR w praktyce dydaktycznej, *E-mentor* 1 (48), 2013, s. 32-35.
18. źródło: <http://webwavecms.com> [dostęp 7.02.2017]
19. źródło: <http://pl.wix.com> [dostęp 7.02.2017]
20. źródło: <http://imcreator.com> [dostęp 7.02.2017]
21. źródło: <http://www.weebly.com> [dostęp 7.02.2017]
22. źródło: <https://webflow.com> [dostęp 7.02.2017]
23. źródło: <http://pl.mywebzz.com> [dostęp 7.02.2017]
24. Davies A., Fidler D., Gorbis M., *Future Work Skills 2020*, Institute for the Future for University of Phoenix Research Institute, Phoenix, 2011, s.10

## THE USE OF WEBPAGE-BASED REPORTS AND QR CODES IN ACADEMIC DIDACTICS

Nowadays, hybrid information and communication technologies find new areas of application. These include academic didactics. The paper discusses the use of webpage-based reports and QR codes in access to them. Three groups of students from Chemical Faculty during laboratories (Glass and Ceramics) as well as seminars (Presentation Techniques and Inorganic Chemistry) prepared final reports in the form of web-pages created in a free generator. Then they created QR codes leading to these materials. They were asked to take a part in a survey to check their opinion about the new form of reporting (comparing to the standard “classic” reports). Respondents were asked questions e.g. about their experience in webpages creation, QR codes use and generation. For more than 50% of students it was the first page, they have ever created. Despite the high percentage of students declaring easiness in creating reports in the form of webpage, the survey showed plenty of room for growth. This data also shows that the environment for educators is visibly challenging, with new tools and technology driving optimism in students. Students described this way of reporting as innovative and giving - apart of the formal knowledge – also practical skills. This goes further than enhancing the student learning experience; it is about acquiring skills that are essential in modern labour market.

**Keywords:** mobile technologies, QR codes, hybrid information and communication technologies, academic didactics.

*IV Konferencja*

*eTechnologie w Kształceniu Inżynierów eTEE'2017*

Politechnika Gdańska, 27-28 kwietnia 2017

## **POTENCJALNA WARTOŚĆ I MOŻLIWE ODDZIAŁYWANIE ODZNAK CYFROWYCH – NOWY SPOSÓB OCENIANIA PRACY STUDENTÓW**

**Iwona MOKWA-TARNOWSKA**

Politechnika Gdańska, Centrum Języków Obcych  
tel.: 58 347 2308, e-mail: imtarn@pg.gda.pl

**Streszczenie:** Zarówno w środowisku tradycyjnym, jak i e-learningowym, ocenianie uczących się odgrywa bardzo ważną rolę. W zależności od przyjętej koncepcji pedagogicznej edukatorzy przypisują większe znaczenie ocenom formatywnym lub sumatywnym, a wystawiane przez nich certyfikaty i dyplomy tylko w części pokazują kwalifikacje osoby posiadającej je, gdyż informacje, które zawierają, zwykle sprowadzają się do określenia uzyskanego przez nią stopnia, albo w formie cyfrowej, albo opisowej. W ostatnich latach pojawiły się nowe możliwości dokumentowania osiągnięć, wiedzy oraz umiejętności i wszelkich aktywności, w których uczący się brali udział. Stwarzają je cyfrowe odznaki, które mogą dawać pełniejszy obraz wszelkich korzyści wyniesionych z edukacji formalnej, pozaformalnej i nieformalnej.

**Słowa kluczowe:** cyfrowe odznaki, ocenianie, motywacja, osiągnięcia, kompetencje

### **1. WPROWADZENIE**

Wszyscy edukatorzy i pracodawcy są z pewnością zgodni, że w obecnym świecie kończący kursy i absolwenci uczelni wyższych powinni wykazać się szeregiem kompetencji, które umożliwiłyby im szybkie zaadaptowanie się do wymagań stawianych przez pracodawców. Zatem wydaje się, że nie wystarczająca staje się poświadczona świadectwem zdolność do modyfikowania i redefiniowania posiadanej wiedzy, a przyswojonemu systemowi konceptualnemu muszą towarzyszyć dodatkowe umiejętności, których zdobycie obecni i byli studenci mogliby wykazać w swoim portfolio. Ponadto cyfrowy zapis potwierdzający stopień osiągniętego poziomu edukacyjnego, widniejący na dyplomach i certyfikatach, nie jest miarodajnym wskaźnikiem dla pracodawców. Na podstawie wartości liczbowych oraz standardowej oceny na skali dostateczny – bardzo dobry trudno jest bowiem dokonać nawet wstępnej ewaluacji kandydatów składających podanie o pracę. Również rozmowa kwalifikacyjna może nie ułatwić pracodawcy dokonania wyboru. Pełniejszy obraz daje z pewnością szczegółowy zapis dokonań, osiągnięć, ale także i aktywności, w których aplikant brał udział w czasie studiów i w życiu zawodowym. Celem niniejszego artykułu jest przyjrzenie się potencjalnej wartości i możliwemu oddziaływaniu odznak cyfrowych na przebieg procesu edukacyjnego i interesariuszy biorących w nim udział. Wszelkie opinie oparte są na wstępnych badaniach przeprowadzonych przez instytucje i uczelnie, które wprowadziły odznaki cyfrowe do procesu oceniania.

### **2. SPOSOBY OCENIANIA I ICH WPŁYW NA OKREŚLANIE PRZYDATNOŚCI ABSOLWENTA DO PRACY**

Bez względu na przyjętą koncepcję pedagogiczną, nauczyciel na kursie tradycyjnym, blended learningowym i w pełni e-learningowym powinien mieć możliwość wielostronnej oceny pracy swoich studentów i ich osiągnięć [1]. W zależności od typu zajęć, zwykle w sposób dość ogólny, w sylabusie lub w karcie przedmiotu przedstawione są rodzaje i sposoby przeprowadzania ewaluacji.

Nadal głównym podejściem edukacyjnym stosowanym w edukacji akademickiej jest behawioryzm. Żeby zmierzyć efekty kształcenia zapisane w formie behawiorystycznym, prowadzący zajęcia może posłużyć się oceną formatywną [2] oraz oceną sumatywną [3], [4]. Celem pierwszej jest dostarczenie studentom wsparcia reaktywnego, koniecznego do efektywnej pracy w trakcie kursu. Zadaniem drugiej jest poinformowanie uczących się o tym, czy w wystarczającym stopniu rozwinęli swoją wiedzę i umiejętności. Ocenianie formatywne często nazywane jest ocenianiem kształcącym (ang. assessment for learning) [5], [6], a sumatywne to ocenianie uczenia się (ang. assessment of learning) [5,6]. Zwykle kończy ono moduł, blok tematyczny oraz cały kurs i podawane jest w postaci procentowej albo punktowej lub przy pomocy oceny wybranej z przyjętej wcześniej skali. Ocena formatywna może zawierać analizę błędów i sposób naprawienia ich, a także sugestie dotyczące wykonania dodatkowych ćwiczeń lub zadań i ukierunkowuje ucznia tak, by jego sposób uczenia stał się bardziej efektywny i żeby w następnym etapie mógł osiągnąć lepsze wyniki. Przed rozpoczęciem kursu studenci muszą zostać zapoznani z wszystkim procedurami, w tym z długością czasu oczekiwania na oceny formatywne. Ich dodatkową funkcją jest oczywiście behawiorystyczne wzmocnienie pozytywne. Mają one być bodźcem stymulującym ucznia do efektywniejszego wysiłku [7].

W kursach w części lub w całości internetowych widać zmianę paradygmatu z behawiorystycznego na konstruktywistyczny. Z konstruktywistycznego punktu widzenia ściśle behawiorystyczne techniki ewaluacyjne nie są użytecznymi metodami do mierzenia postępu studentów, gdyż są one głównie oparte na sprawdzaniu umiejętności zapamiętywania. Są więc w stanie potwierdzić jedynie wiedzę studenta polegającą na zreprodukowaniu i przetworzeniu przyswojonych informacji. Testy oceniające



zdolność wyboru prawidłowej odpowiedzi lub jej udzielenia nie wykazują, że proces edukacyjny zakończył się sukcesem. Nie dają pełnego obrazu stopnia, w jakim wiedza, którą posiadali studenci na początku, wzrosła dzięki otrzymanej edukacji. W przeciwieństwie do zwolenników idei behawiorystycznych, konstruktywistów uważają, że ocena musi być oparta na analizie zdolności studentów do rozwiązywania problemów, i na tym, czy są oni w stanie uczestniczyć w akcie tworzenia, to znaczy w produkcji nowej wiedzy i stosowaniu umiejętności myślenia analitycznego, refleksyjnego i krytycznego.

### 3. UMIEJĘTNOŚCI CENIONE PRZEZ PRACODAWCÓW

Zmiana podejścia do oceniania i wprowadzenie nowych narzędzi potwierdzających wartość absolwenta na rynku pracy, może wpłynąć na postrzeganie edukacji oferowanej przez szkoły wyższe. Przeprowadzone w roku 2013 przez Instytut Gallupa [8] badania wykazały, iż tylko 11% ankieterowanych pracodawców twierdzi, że szkoły wyższe w USA dobrze przygotowują studentów do pracy i aż 34%, że robią to niewłaściwie. Dane opublikowane przez BBC w roku 2015 pokazują, że według brytyjskich pracodawców, absolwenci nie posiadają umiejętności krytycznego myślenia, rozwiązywania złożonych problemów, pracy w zespole, a także wykazania się innowacyjnością w podejmowanych działaniach [9]. Badania przeprowadzone w Polsce także odnotowują brak wielu umiejętności miękkich u absolwentów szkół wyższych, co powoduje, że mogą oni mieć problem ze znalezieniem pracy. Posiadanie umiejętności miękkich pracodawcy wymieniają jako ważny czynnik w procesie rekrutacji [10, 11]. Może więc w przyszłości właśnie osiągnięcia, w tym certyfikowane przez odznaki umiejętności, pozwolą pracodawcom wyszukać poprzez strony internetowe odpowiednich pracowników, spełniających ich wymagania [12].

### 4. CYFROWE ODZNAKI - NOWY SPOSÓB DOKUMENTOWANIA OSIĄGNIĘĆ

W roku 2011 Mozilla ogłosiła plan stworzenia otwartego standardu, który umożliwiłaby magazynowanie i dystrybucję informacji przydatnych w budowaniu osobistych profili oraz e-portfeliów. Rok później przy wsparciu finansowym Fundacji MacArthur'a i 300 innych organizacji zainicjowany został projekt pod nazwą Cyfrowe Odznaki 1.0. Początkowo za stronę techniczną odpowiadała organizacja Badge Alliance Standard Working Group, a od stycznia 2017 IMS Global Learning Consortium [13]. Odznaki mogą być tworzone z wykorzystaniem darmowego oprogramowania Mozilla Open Badges przez różnych wystawców, a dzięki temu, że metadane są zapisane w JSON-LD, to odznaki mogą być eksportowane na strony magazynujące mikro certyfikaty, np. Mozilla Backpack, Credly, Open Badge Passport, a także umieszczane na portalach społecznościowych, takich jak Facebook lub LinkedIn. Wiele platform edukacyjnych, np. Moodle, Blackboard, także posiada obecnie funkcjonalność umożliwiającą przyznawanie odznak swoim kursantom.

Pojawiły się nowe możliwości przesyłania i uwidaczniania na stronach internetowych plików z informacjami o zdobytych osiągnięciach. Podobnie jak tradycyjne odznaki, mające postać metalowych krążków lub

tekstylnych naszywek, także ich cyfrowe odpowiedniki nadawane mogą być przez uprawnione instytucje osobom posiadającym szczególne umiejętności lub zasługi. Ich cyfrowa natura stwarza jednak dodatkowe możliwości, które mogą być wykorzystane w procesie edukacyjnym. Nic dziwnego zatem, że w kolejnych latach wiele różnych instytucji, szczególnie w Stanach Zjednoczonych i Wielkiej Brytanii, w tym także szkoły wyższe, zaczęły wykorzystywać nowy standard na swoich kursach, głównie e-learningowych, skierowanych do regularnych studentów i osób pragnących zdobyć dodatkowe wykształcenie. Niektórzy twórcy platform do prowadzenia zajęć online także udostępnili swoim użytkownikom nową funkcjonalność w postaci odznak potwierdzających ukończenie przez kursantów kolejnych etapów programów e-learningowych.



Rys. 1. Strona organizacji Matchbook – zdjęcie pokazujące przykładowe odznaki <http://www.matchbooklearning.com/methodology/badges>

Odznaka cyfrowa to po prostu mały aktywny obrazek, przypominający kształtem odznakę tradycyjną, który po kliknięciu uwidacznia liczne informacje zapisane przez jej wystawcę (rys.1). Są wśród nich: nazwisko osoby nagrodzonej, opis osiągnięcia, typ odznaki, data jej wydania, data ważności, jeśli została określona, kryteria jej przyznania, nazwa wystawcy oraz dane potwierdzające jej wiarygodność. Mogą one być przydatne dla różnych interesariuszy biorących udział w procesie kształcenia: osób odpowiedzialnych za wyznaczanie standardów jakości, nauczycieli, recenzentów, osób udzielających referencji, pracobiorców oraz pracodawców. Żeby miały one wartość certyfikacyjną i były rozpoznawane przez różnych interesariuszy, instytucje przyznające je muszą wypracować odpowiednie procedury weryfikujące, uwierzytelniające i uprawomocniające. Bez wprowadzenia systemu gwarantującego ich jakość, będą one jedynie dodatkowym poświadczeniem pewnych kompetencji nabytych przez studenta lub kursanta, co też jednakże może okazać się wskazówką przydatną dla pracodawców przeprowadzających rekrutację.

Odznaki mogą być łączone w hierarchiczne grupy i tworzyć zwizualizowany system potwierdzonych kompetencji twardych i miękkich oraz różnego rodzaju

osiągnięć. Wydaje się, że dają szansę na zbudowanie nowego sposobu certyfikowania, potwierdzającego nie tylko zdobyte wykształcenie, ale także różnego typu umiejętności, które zaświadczenia o wartości pracownika lub starającego się o pracę. Zatem stanowić mogą doskonałe uzupełnienie informacji znajdujących się na dyplomach szkół wyższych, w tradycyjnych CV oraz w e-portfoliach. Ponieważ są dokumentem weryfikowalnym, mogą stać się źródłem dodatkowych referencji. Szczególnie wtedy, gdy ich wydawcą są szkoły wyższe, które stosują przejrzyste i rzetelne systemy ewaluacji i gwarantują wysoką jakość prowadzonych przez siebie działań edukacyjnych.

## 5. TYPY ODZNAK – „LEKKIE” I „CIĘŻKIE”

Odnaki można przyznawać za bardzo różne aktywności i osiągnięcia – zarówno na zajęciach opartych na paradygmacie behawiorystycznym i konstruktywistycznym, czyli dwóch głównych podejściach pedagogicznych widocznych w konstrukcji współczesnych zajęć dydaktycznych, tradycyjnych i e-learningowych, jak i na kursach konektywistycznych [1]. Dlatego też ich waga może znacznie różnić się i zależeć od typu oceniania. Społeczność zwolenników wprowadzenia nowego systemu oceniania, opartego na cyfrowych odznakach, zaczęła posługiwać się więc dwoma terminami określającymi w sposób dość ogólny ich typ. Jedne są „lekkie”, a inne „ciężkie” [14].

Pierwsze nadawane mogą być za różnego typu proste aktywności, na przykład za wzięcie udziału w kursie, za zebranie materiałów do projektu lub za sprawne przygotowanie bibliografii [15]. Przyznawanie ich nie jest związane z rygorystycznym ocenianiem, a kryteria nadawania mogą być bardzo proste. Takie odznaki będą raczej pełniły rolę różnego typu zaświadczeń, które do tej pory były wydawane w formie papierowej, i które pracownicy zazwyczaj gromadzili w teczkach, zastanawiając się, czy i kiedy będą one przydatne. Wprowadzenie odznak cyfrowych za proste aktywności, potwierdzające rozwój zawodowy i akcentujące chęć pracownika do uczenia się przez całe życie, może okazać się wygodnym sposobem na budowanie własnego portfolio, które i tak zaczyna powoli przekształcać się z tradycyjnego, papierowego, w elektroniczne. E-portfolio może bowiem wszechstronnie dokumentować wykształcenie i doświadczenie oraz lepiej pokazywać profil zawodowy.

Odnaki „ciężkie” mogłyby natomiast być nadawane za poważne osiągnięcia, wymagające dużego nakładu pracy i wysiłku ze strony zarówno uczących się jak i wszystkich edukatorów, w tym szczególnie nauczycieli oraz wewnętrznych i zewnętrznych ewaluatorów. Wszędzie tam, gdzie niewystarczające wydaje się dokumentowanie zdobytych kwalifikacji przy pomocy certyfikatów i dyplomów, nowy sposób poświadczający w sposób szczegółowy nabyte umiejętności i poszerzoną wiedzę wydaje się być ciekawym rozwiązaniem. Szczególnie, że może on posłużyć do potwierdzania kompetencji szczegółowych, osiągniętych na poszczególnych etapach kursu lub całego procesu edukacyjnego na uczelni wyższej. Zatem „ciężkie” odznaki cyfrowe mogłyby dawać szerszy obraz zawodowy absolwenta lub pracownika, pokazując różnego typu obszary, w których stał się ekspertem. Nie dają takiej informacji zaświadczenia oraz stopnie, bowiem są tylko ogólnym stwierdzeniem zakresu nabytych sprawności w pewnych dziedzinach. Z programu studiów wiadomo, jakie przedmioty studenci muszą zaliczyć, nie jest jednak

jasne, jakie kompetencje wskazuje uzyskana ocena. Dotyczy ona bowiem całego przedmiotu. „Ciężkie” odznaki mogłyby pokazywać dokładniejsze kompetencje, a więc na przykład wyższą biegłość w konkretnej dziedzinie lub dokładniejszą znajomość pewnych zagadnień. Przykładem mogą być przedmioty typu projekty zespołowe, jak *Konstrukcje żelbetowe* na kierunku Architektura, gdzie ocena każdego członka zespołu nie pokazuje, za co był odpowiedzialny oraz jakie dokładne umiejętności i wiedzę zdobył. Jest to zawsze ocena całościowa, odzwierciedlająca wspólny wysiłek. Oceny z przedmiotu *Materiały budowlane* lub *Algorytmy* i struktury danych zaświadczenia jedynie, że student uzyskał zaliczenie i osiągnął pewien próg punktacyjny, nie wiadomo, czy jego wiedza na temat wszystkich materiałów budowlanych lub algorytmów jest wystarczająca, czy jedne poznał lepiej, a innych wcale.

## 6. CELE WPROWADZANIA CYFROWYCH ODZNAK DO PROCESU EDUKACYJNEGO

Zanim pojawiło oprogramowanie pozwalające na nadawanie weryfikowalnych odznak, które można by uwidaczniać w różnych zasobach internetowych, istniało już podobne, lecz nietransferowalne, nagradzanie w grach komputerowych, a zatem i w gamifikacji. Badania pokazują, że odznaczenia, obok punktów i nagród, są czynnikiem motywującym do dalszej gry i do osiągnięcia kolejnych poziomów biegłości [16]. Jest prawdopodobne, że to właśnie gry komputerowe i używane w nich odznaczenia zainspirowały edukatorów zajmujących się e-learningiem do eksperymentowania z ocenianiem opartym na przyznawaniu odznak cyfrowych. Jednak w przypadku tego systemu, cele wprowadzenia go wydają się być znacznie bardziej złożone.

Daniel Hickey [17] rozróżnia cztery funkcje odznak cyfrowych:

- potwierdzanie brania udziału w procesie edukacyjnym, formalnym i nieformalnym;
- ocenianie uczenia się, formatywne i sumatywne;
- motywowanie do uczenia się, przez zewnętrzne i wewnętrzne motywy;
- ewaluacja procesu edukacyjnego poprzez badanie ścieżek edukacyjnych i wzorców zdobywania odznak.

Z kolei według Davida Gibsona, Nathaniela Ostaszewskiego, Kim Flintff, Sheryl Grant i Erin Knight [18] cele odznak cyfrowych to:

- zachęcanie uczących się do angażowania się w pozytywne zachowania edukacyjne,
- identyfikowanie postępów i ścieżek edukacyjnych,
- poświadczenie zaangażowania, uczenia się i zdobycia pewnej wiedzy oraz umiejętności.

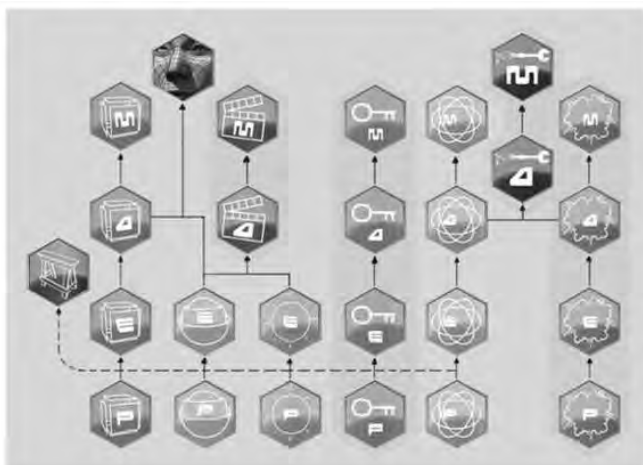
Każdy człowiek zdobywa wiedzę i umiejętności nie tylko w czasie formalnej, szkolnej i uniwersyteckiej edukacji, ale także ucząc się samemu poprzez interakcje ze środowiskiem, w którym żyje. Ta nieformalna edukacja może niezwykle wzbogacać, lecz nie jest ona możliwa do udokumentowania w tradycyjnie pojmowanym systemie certyfikacyjnym, w którym jest brak mechanizmów rozpoznawania jej. System odznak cyfrowych otwiera nowe możliwości potwierdzania kompetencji zdobytych poza zorganizowanymi formami kształcenia. Wpływ edukacji pozaformalnej mającej miejsce w czasie sympozjów, seminariów, szkoleń, kursów, odczytów oraz wykładów popularnonaukowych [19] będzie także zdecydowanie bardziej widoczny, gdy zarówno

kompetencje twarde, jak i miękkie będą poświadczane przez rozbudowany system odznak „ciężkich” i „lekkich”.

W jakim stopniu odznaki mogą motywować uczących do zdobywania nowej wiedzy i umiejętności na pewno zależy od nich samych, od tego, czy ważniejsze są dla nich wewnętrzne czy zewnętrzne motywy. Pierwsze to bodźce takie, jak ciekawość, własne zainteresowania, które nakazują zdobywać nowe kompetencje dla własnej satysfakcji, a nie dla zewnętrznych nagród. Bardziej są one widoczne w środowisku edukacyjnym pobudzającym autonomię uczących się, czyli na przykład na kursach e-learningowych o strukturze nieliniowej i takich, gdzie preferowane jest pozytywne ocenianie formatywne [20, 21]. Drugie to na przykład nagrody i kary, certyfikaty, perspektywa uzyskania lepszej pracy lub stanowiska. Motywatory zewnętrzne stymulują i kontrolują aktywność uczących się i pochodzą od pozostałych interesariuszy biorących udział w procesie dydaktycznym.

Bez względu na typ klasyfikacji, można przyjąć, że motywacja do zdobywania odznak cyfrowych może mieć różne podłoże. Na pewno w przypadku wielu osób czynniki wewnętrzne i zewnętrzne zazębiają się, a ich wzajemne relacje wymagają badań naukowych.

## 7. PRZYKŁADY ZASTOSOWAŃ



Rys. 2. System odznak stosowany przez Raya Hassana z Purdue University [https://www.itap.purdue.edu/newsroom/news/151116\\_Hassan\\_Passport.html](https://www.itap.purdue.edu/newsroom/news/151116_Hassan_Passport.html)

Przykładem hierarchicznej struktury odznak cyfrowych jest system, który zastosował profesor Ray Hassan z Purdue University na zajęciach z animacji 3D (rys. 2). Zaprojektował on odznaki, które oprócz tego, że potwierdzały uzyskanie przez studentów różnych umiejętności w takich zakresach, jak: modelowanie z wielokątów, tworzenie tekstur, projektowanie oświetlenia i tworzenie animacji, pokazywały także poziom osiągniętej kompetencji w każdej ze zdobytych umiejętności. Poza umiejętnościami przedmiotowymi, odznaki potwierdzały także inne kompetencje, których nie uwidacznia się na dyplomach kończących kursy z programowania oraz studia uniwersyteckie. Były to umiejętność bycia liderem oraz umiejętność stymulowania innych członków grupy.

## 8. PRZEGLĄD DOTYCHCZASOWYCH BADAŃ

Badania nad wykorzystaniem cyfrowych odznak są w fazie początkowej i trudno na razie stwierdzić, czy ten nowy

system oceniania stanie się popularny w szkolnictwie wyższym i na kursach podnoszących kwalifikacje zawodowe. Niemniej jednak, w wielu krajach zachodnich, a szczególnie w Stanach Zjednoczonych, zarówno instytucje państwowe, przykładowo NASA, Smithsonian Institute czy Department of Education oraz uniwersytety oraz szkoły zawodowe, MIT i Yale, by wymienić te cieszące się wielkim uznaniem, zaczęły w swoich programach e-learningowych przyznawać odznaki cyfrowe za różnego typu aktywności. Ankiety i wywiady pokazują, że spotkały się one ze sporym zainteresowaniem kursantów i studentów, którzy dostrzegli ich przydatność w certyfikowaniu zdobytych kompetencji. Tabela 1 ilustruje przykładowe sytuacje edukacyjne, w których cyfrowe odznaki spotkały się z pozytywnym odbiorem.

Tablica 1. Różne typy kursów z ocenianiem w postaci cyfrowych odznak

| Organizator kursów  | Typ grupy uczących się                                  | Nazwa kursu                  | Typy odznaki  |
|---|---|------------------------------|---|
| Purdue University, USA  | 36 studentów rozpoczynających studia                    | Design Studio                | Bardzo zróżnicowane, poświadczające różne kompetencje, np. umiejętność krytycznego myślenia, umiejętność argumentacji, znajomość języków programowania  |
| Colorado State University   | 50 studentów będących na poziomie studiów magisterskich | Extension Certified Gardener | Odznaki przyznawane za oceny ponad 80% w procesie oceniania przyswojonej wiedzy – przyznano 130 odznak  |
| Penn State University, NASA i National Science Teachers Association | 78 nauczycieli nauk ścisłych                            | Teaching Learning Journeys   | Odznaki typu „ciężkiego” potwierdzające zwiększenie wiedzy o układzie słonecznym, klimacie, fizyce, nauce o ziemi, zdobycie umiejętności komunikacji – przyznano 315 odznak, średnio 4 na jedną osobę |
| Swinburne University of Technology Australia                        | 1029 kursantów  | Carpe Diem MOOC              | System odznak przyznawanych za wykonanie aktywności, ukończenie modułu i całego kursu   |

Analiza rozwiązań zastosowanych przez Purdue University pokazała, że studenci czuli się bardziej zmotywowani do eksplorowania nieznanymi obszarów i chętniej podejmowali ryzyko związane z wykonywaniem nowych typów zadań. Wykazali się też większą

samodzielnością i byli bardziej otwarci na twórcze rozwiązania osiągnięte podczas projektów zespołowych [22]. W pełni internetowy kurs oferowany przez Colorado State University spotkał się z dużym zainteresowaniem, liczba chętnych stale wzrasta i coraz więcej osób otrzymuje cyfrowe odznaki [23]. Także program zastosowany przez Penn State University, NASA i National Science Teachers Association okazał się dużym sukcesem, bowiem aż 92% uczestników stwierdziło w ankietach, że chciałoby kontynuować naukę w ten sposób, a 96% poleciłoby go innym edukatorom [24]. Uczestnicy otwartego masowego kursu internetowego Carpe Diem (74% ze 155 osób, które wypełniły ankiety online i 29 z którymi przeprowadzono wywiady telefoniczne) stwierdzili, że bardzo podobało im się zdobywanie odznak cyfrowych. Po analizie aktywności kursantów organizatorzy MOOCa uznali, że przyznawanie cyfrowych odznak było dodatkowym motywatorem i spowodowało, że uczący się bardziej angażowali się w proces edukacyjny i lepiej aplikowali zdobytą wiedzę i umiejętności [25].

## 8. UWAGI KOŃCOWE

Wstępne badania pokazują, że wielu uczestników szkoleń i kursów uniwersyteckich uważa cyfrowe odznaki za dobry motywator do aktywności na zajęciach, do intensywniejszej pracy i pogłębiania swoich zainteresowań. Do tej pory nie testowano przydatności cyfrowych odznak w tradycyjnym środowisku edukacyjnym. Jednak na podstawie pozytywnych efektów ich implementacji na kursach online wydaje się, że mogłyby też stać się mikro certyfikacją w edukacji tradycyjnej. Bowiem bez względu na typ zajęć, na których studenci lub pracownicy podwyższyli swoje kwalifikacje, weryfikowalne poświadczenia widoczne w Internecie są wygodnym sposobem na budowanie swojego portfolio, szczególnie w dobie wszechobecnej cyfryzacji oraz internetowej komunikacji wykorzystywanej w życiu codziennym, zarówno w pracy, jak i poza nią.

Ponadto cyfrowe odznaki umożliwią przekazywanie znacznie większej liczby danych świadczących o nabytych kompetencjach. Można podłączać do nich szczegółowe opisy osiągnięć, informacje na temat zajęć, dzięki którym zostały one zdobyte, a nawet całe eseje, prezentacje czy inne pliki dające pełniejszy obraz nagrodzonego odznaką. Jest to ważne szczególnie wtedy, gdy student, absolwent lub pracownik posiada szerokie kompetencje z wielu dyscyplin, nie w pełni związanych ze swoim wykształceniem, które mogą być bardzo przydatne w nowej pracy lub na innym stanowisku. Posiadanie cyfrowych odznak dokumentujących różne umiejętności może okazać się atutem wyróżniającym ich posiadacza na tle grupy osób o podobnym wykształceniu i doświadczeniu prezentowanym w CV.

Opinie uzyskane we wczesnej fazie wprowadzania odznak cyfrowych do edukacji formalnej i pozaformalnej zachęcają do zaimplementowania ich na szerszą skalę. Żeby jednak tak się stało, wszyscy interesariusze muszą być przekonani o ich wartości oraz muszą dostrzegać ich potencjał w wieloaspektowym ocenianiu i dokumentowaniu wszelkich osiągnięć.

## 9. BIBLIOGRAFIA

1. Mokwa-Tarnowska, I.: E-learning i blended learning w nauczaniu akademickim: Zagadnienia metodyczne, Wydawnictwo Politechniki Gdańskiej, Gdańsk, 2015.

2. Cowie, B. i Bell, B.: A model of formative assessment in science education, *Assessment in Education*, 6, s. 101-11, 1999.
3. Scott, D.: *Curriculum Studies: Boundaries : subjects, assessment, and evaluation*, Routledge Falmer, New York, 2003.
4. Atkin, J. M., Black, P. i Coffey, J., red.: *Classroom assessment and the National Science Education Standards / Committee on Classroom Assessment and the National Science Education Standards*, National Academy Press, Washington, 2005.
5. JISC: *Effective practice with e-assessment*, 2007.
6. Lamy, M-N. i Hampel, R.: *Online communication in language learning and Teaching*, Palgrave Macmillan, Basingstoke, 2007.
7. Jordan, A., Carlile, O., Stack, A.: *Approaches to learning: a guide for teachers*, Open University Press, Meidenhead, 2008.
8. The 2013 lumina study of the American public's opinion on higher education and u.s. business leaders poll on higher education what America needs to know about higher education redesign. <http://www.gallup.com/file/services/176759/2013%20Gallup-Lumina%20Foundation%20Report.pdf> (dostęp 10.02.2017), 2014.
9. Alsop, R.: This is the real reason new graduates can't get hired. [http://www.bbc.com/capital/story/20151118-this-is-the-real-reason-new-graduates-cant-get-hired\\_\\_](http://www.bbc.com/capital/story/20151118-this-is-the-real-reason-new-graduates-cant-get-hired__) (dostęp 09.02.2017), 2015.
10. Wronowska, G.: Oczekiwania na rynku pracy: Pracodawcy a absolwenci Szkół wyższych w Polsce, *Studia Ekonomiczne, Zeszyty Naukowe Uniwersytetu Ekonomicznego w Katowicach*, 214, s. 117-126, 2015.
11. Ernst & Young: Kompetencje i kwalifikacje poszukiwane przez pracodawców wśród absolwentów szkół wyższych wchodzących na rynek pracy: Wyniki badania przeprowadzonego przez Szkołę Główną Handlową w Warszawie, Amerykańską Izbę Handlu w Polsce oraz Ernst & Young. [https://dev.uni.wroc.pl/wp-content/uploads/2016/03/Kompetencje-poszukiwane-przez-pracodawc%C3%B3w\\_0.pdf](https://dev.uni.wroc.pl/wp-content/uploads/2016/03/Kompetencje-poszukiwane-przez-pracodawc%C3%B3w_0.pdf) (dostęp 10.02.2017), 2012.
12. Opperman, A: Are digital badges the new measure of mastery? <http://www.forbes.com/sites/gradsoflife/2016/06/13/are-digital-badges-the-new-measure-of-mastery/#19be89a923ae> (dostęp 10.02.2017), 2016.
13. Open Badges: Specifications. <https://openbadgespec.org/> (dostęp 09.02.2017).
14. West, E., R. i Randall, D., L.: The case for rigor in open badges, w: *Digital badges in education: Trends, Issues, and cases*, red. L. Y. Muilenburg i Z. L. Berge, Routledge, New York, s. 21-29, 2016.
15. Casilli, C.: The myth of the lightweight badge. <https://carlacasilli.wordpress.com/2014/02/26/the-myth-of-the-lightweight-badge/> (dostęp 09.02.2017), 2014.
16. Wrona, K.: Grywalizacja i gry oraz ich potencjał do wykorzystania w strategiach marketingowych. [http://www.pwe.com.pl/files/1276809751/file/wrona\\_mir\\_10\\_2013.pdf](http://www.pwe.com.pl/files/1276809751/file/wrona_mir_10_2013.pdf) (dostęp 10.02.2017), 2013.
17. Hickey, D.: Intended purposes versus actual function of digital badges. [https://www.hastac.org/blogs/dthickey/2012/09/11/intended-purposes-versus-actual-function-digital-badges\\_](https://www.hastac.org/blogs/dthickey/2012/09/11/intended-purposes-versus-actual-function-digital-badges_) (dostęp 09.02.2017), 2012.
18. Gibson, D., Ostashevski, N., Flintoff, K. et al.: Digital badges in education, *Educ Inf Technol Vol. 20, Issue 2*,

- s. 403–410 [https://www.researchgate.net/publication/258839995\\_Digital\\_badges\\_in\\_education](https://www.researchgate.net/publication/258839995_Digital_badges_in_education) (dostęp 10.02.2017), 2015.
19. Marcinkiewicz, A: Pozaformalne i nieformalne aspekty edukacji akademickiej, *Ogrody Nauk i Sztuk*, 2013 (3), s. 46-53.
  20. Ryan, R., M. I Deci, E., L.: Intrinsic and Extrinsic Motivations: Classic Definitions and New Directions, *Contemporary Educational Psychology* Vol. 25, Issue 1, January 2000, s. 54-67, 2000. [http://ac.els-cdn.com/S0361476X99910202/1-s2.0-S0361476X99910202-main.pdf?\\_tid=ef183444-ee8-11e6-ac3f-00000aacb35e&acdnat=1486666541\\_adbbe23cd686b50c8eb099df43f9c0a1](http://ac.els-cdn.com/S0361476X99910202/1-s2.0-S0361476X99910202-main.pdf?_tid=ef183444-ee8-11e6-ac3f-00000aacb35e&acdnat=1486666541_adbbe23cd686b50c8eb099df43f9c0a1)
  21. Mikołajczyk, K.: Teorie motywacji i ich znaczenie dla praktyki dydaktycznej w szkoleniach komplementarnych, *e-mentor*, 4 (31), <http://www.e-mentor.edu.pl/artukul/index/numer/31/id/677> (dostęp 09.02.2017), 2009.
  22. Ashby, I., Exter, M., Matei, S., A., Evans, J.: Lifelong learning starts at school, w: *Digital badges in education: Trends, Issues, and cases*, red. L. Y. Muilenburg i Z. L. Berge, Routledge, New York, s. 166-175, 2016.
  23. Macklin, M., P.: Digital badges for continuing education at Colorado State University, w: *Digital badges in education: Trends, Issues, and cases*, red. L. Y. Muilenburg i Z. L. Berge, Routledge, New York, s. 261-271, 2016.
  24. Gamrat, Ch. i Zimmerman, H., T.: Teacher learning journeys, w: *Digital badges in education: Trends, Issues, and cases*, red. L. Y. Muilenburg i Z. L. Berge, Routledge, New York, s. 213-225, 2016.
  25. Lokuge Dona, K., Gregory, J. i Pechenkina, E.: Digital badges as a motivator in MOOCs, w: *Digital badges in education: Trends, Issues, and cases*, red. L. Y. Muilenburg i Z. L. Berge, Routledge, New York, s. 238-248, 2016.

### **POTENTIAL VALUE AND POSSIBLE IMPACT OF DIGITAL BADGES – A NEW WAY OF ASSESSING STUDENTS**

Formative and summative assessment plays a very important role in the process of learning and teaching in any educational environment, and the range of methods depends mostly on the pedagogical approach that has been applied to develop a face-to-face, blended learning or an e-learning course. With grades selected from a numerical or descriptive scale, diplomas, certificates and degrees give only a general view of accomplishments, masking whether a student has mastered individual concepts and skills. Increased interest in finding a more comprehensive and detailed way of assessment to suit the needs of workers and employers has resulted in capturing the attention of software developers. Digital badges, a new tool they have provided, hold great potential to display a variety of information about skills, competencies and levels of mastery recognized and distinguished by educational institutions. They can be earned through assessment, course activities and performance evaluation, so they can document competency attainment and various learning behaviours in formal, informal and non-formal education.

**Keywords:** digital badges, assessment, motivation, accomplishments, competencies

## WYKORZYSTANIE PROGRAMÓW BAZUJĄCYCH NA METODZIE ELEMENTÓW SKOŃCZONYCH DO NAUCZANIA PROJEKTOWANIA ZŁOŻONYCH I WIELKOGABARYTOWYCH KONSTRUKCJI CIENKOŚCIENNYCH

Lech MURAWSKI<sup>1</sup>, Adam MUC<sup>2</sup>, Adam SZELEZIŃSKI<sup>1</sup>

1. Wydział Mechaniczny, Akademia Morska w Gdyni  
e-mail: l.murawski@wm.am.gdynia.pl , a.szelezinski@wm.am.gdynia.pl
2. Wydział Elektryczny, Akademia Morska w Gdyni  
e-mail: a.muc@we.am.gdynia.pl

**Streszczenie:** W artykule przeprowadzono ocenę oprogramowania wykorzystywanego do nauki projektowania złożonych i wielkogabarytowych konstrukcji cienkościennych. Większość oferowanych środowisk graficznych umożliwia zamodelowanie struktury przestrzennej obiektu i przeprowadzenie badań symulacyjnych obejmujących np.: analizę wytrzymałościową i statyczną, obliczenia drgań własnych i wymuszonych. Moduł obliczeniowy w tego typu programach bazuje na metodzie elementów skończonych. W pracy zamieszczono przykładową ścieżkę projektową i analizę pokładu okrętu typu RO-RO, na którym zaparkował samochód ciężarowy. W przedstawionym przykładzie wykorzystano oprogramowanie firmy MSC z preprocesorem Patran i modułem obliczeniowym Nastran.

**Słowa kluczowe:** projektowanie, metoda elementów skończonych, symulacja, Patran, Nastran, konstrukcje wielkogabarytowe, konstrukcje złożone.

### 1. WSTĘP

W przypadku pewnych kierunków studiów technicznych nie ma fizycznej możliwości realizacji, następnie przetestowania wykonywanych podczas zajęć złożonych projektów maszyn i urządzeń. Ze względu na koszty i specyfikę studiów na kierunku mechanicznym ważne jest wykorzystywanie podczas procesu dydaktycznego programów projektowych i symulacyjnych. Wykonywanie projektów jest tym obszarem edukacji na poziomie studiów wyższych podczas, którego bardzo ważne jest wykorzystywanie metod i technik dydaktycznych kształtujących u studentów umiejętności praktyczne i samodzielne rozwiązywanie postawionych przed nimi problemów. Techniki symulacyjne stosowane w dydaktyce uznawane są za jedno z najefektywniejszych narzędzi edukacyjnych. Korzystanie z nich jest w pełni uzasadnione ponieważ wymusza aktywne zaangażowanie studenta w zajęcia i realizację projektu, motywuje do nauki oraz uczy odpowiedzialności ponieważ w trakcie symulacji student musi podjąć decyzje, od których zależy zachowanie badanej symulacyjnie konstrukcji.

Projektowanie jest istotnym elementem kompetencji zawodowych inżynierów mechaników. Przykładowo, w programie studiów na kierunku Mechanika i Budowa Maszyn realizowanym na Wydziale Mechanicznym Akademii Morskiej w Gdyni w Katedrze

Podstaw Techniki treści kształcenia z projektowania realizowane są na zajęciach: Podstawy Konstrukcji Maszyn + CAD I, II, III (na III, IV, V semestrach studiów). Program nauczania Podstaw Konstrukcji Maszyn zawiera treści związane z procesem projektowania i jego fazami, optymalizacją konstrukcji oraz komputerowym wspomaganie procesu projektowania (rysunkiem technicznym 2-D, modelowaniem 3-D, analizą obliczeniową metodą elementów skończonych).

### 2. PRZEGLĄD OPROGRAMOWANIA WSPOMAGAJĄCEGO PROJEKTOWANIE KONSTRUKCJI

Inżynierowie mechanicy mogą korzystać z szerokiego spektrum programów komputerowych umożliwiających modelowanie 3D, np.: Autodesk Inventor Professional [1], Autodesk Algor Simulation Solid Edge [1], Solid Works [2], Ansys [3], Abaqus [4], MSC Nastran [5]. Na rynku dostępne są również wielomodułowe systemy wspomagające projektowanie wykorzystujące jednocześnie moduły CAD (ang. *Computer Aided Design* – Komputerowo Wspomagane Projektowanie Wyrobów i Metod Wytwarzania)/CAM (ang. *Computer Aided Manufacturing Control* – Komputerowe Sterowne Wytwarzania)/CAE (ang. *Computer Aided Engineering* – Komputerowo Wspomagane Konstruowanie). Ze względu na duże podobieństwo w funkcjonalnościach, które można wyróżnić dla tego typu oprogramowania, w tabeli 1 zestawione zostały wspólne ich zalety i wady.

Tabela 1. Zestawienie zalet i wad programów CAE [1, 2, 6]

| Lp. | Zalety   | Wady  |
|-----|--|---|
| 1.  | Łatwy import z innych programów CAD, z różnych formatów.     | Znaczne wymagania sprzętowe do bardziej zaawansowanych obliczeń.                    |
| 2.  | Liczne narzędzia do obróbki i poprawy zamodelowanego modelu. | Wymagane doświadczenie do wykonywania modelu z odpowiednimi stopniami uproszczenia. |

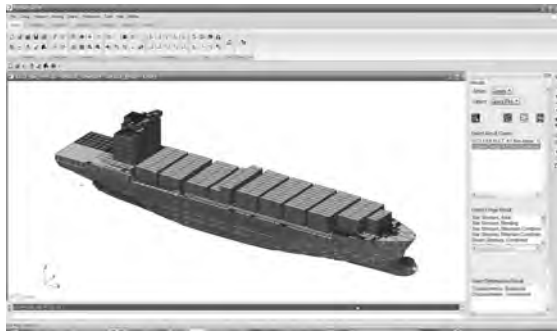
|     |  |  |
|-----|--|--|
| 3.  | Możliwość wygenerowania skomplikowanej geometrii w środowisku programu.  | Wiedza z zakresu dynamiki konstrukcji i jej zachowania pod względem zadanych obciążeń.   |
| 4.  | Proste i szybkie metody nakładania siatki na model.  | Skomplikowany sposób dobierania odpowiednich warunków brzegowych.  |
| 5.  | Kontrola siatki poprzez możliwość zagęszczenia w newralgicznych miejscach ilości elementów umożliwia otrzymanie dokładniejsze wyniki.  | Bardziej skomplikowane analizy typu wyoboczenia czy analizy nieliniowe wymagają interpretacji wyników powiązanej z doświadczeniem badacza. |
| 6.  | Nadawanie bardzo dużej ilości stanów obciążeń.   | Posiadanie ograniczonego zaufania do otrzymanych wyników.  |
| 7.  | Łatwa modyfikacja nadanych obciążeń i możliwość łączenia ich ze sobą.  | Czasochłonne szukanie błędów, po których nie możliwe jest uzyskanie wyników.   |
| 8.  | Możliwość definiowania oddziaływań pomiędzy elementami poprzez elementy rigid i mass.  | Czasochłonność wykonywania niektórych analiz przez dany solver.  |
| 9.  | Wybór szerokiej gamy analiz.   |  |
| 10. | Duże możliwości wizualizacji wyników poprzez kolorowe bitmapy oraz różnego rodzaju animacje deformacji lub zmiany naprężeń.  |  |
| 11. | Łatwe przygotowanie raportu końcowego z obliczeń poprzez eksport uzyskanych bitmap oraz samych danych liczbowych do programu Matlab lub Excel, co umożliwia łatwą ich obróbkę. |  |
| 12. | Możliwość stworzenia szerokiej biblioteki materiałów oraz znormalizowanych elementów konstrukcji poprzez pliki z formatem esp.   |  |

Różnice pomiędzy oprogramowaniem CAE oferowanym przez poszczególnych producentów to: różne środowiska graficzne budowane na innych podstawach graficznych (tak zwane krenele – część budowana w oparciu o Parasolid lub część w oparciu o ACIS), różnica w składni języka stosowanego do napisania danego solveru, różne metody stosowane do obliczeń, stosowanie różnych preprocesorów w celu przygotowania danych dla różnych solverów, duże rozbieżności w czasie uczenia się programu przez początkującego użytkownika, różnice w specjalizacji danego programu (czy lepiej radzi sobie z bryłami czy

z elementami powłokowymi), znaczne różnice cenowe pomiędzy solverami [6,7,11].

Programy do modelowania bryłowego 3D pozwalają na przedstawienie konstrukcji w taki sposób jak wygląda w rzeczywistości, czyli przestrzenie. Zaprojektowaną w ten sposób konstrukcję można obejrzeć z każdej strony. Po wykonaniu modelu bryłowego, wykorzystując odpowiednie funkcje, można wygenerować z modelu dokumentację płaską 2D. Wykonywanie nowoczesnego modelowania bryłowego 3D ma ogrom zalet i zapewne w krótkim okresie czasu doprowadzi do wykonywania projektowania 2D jedynie w takich dziedzinach techniki jak geodezja, kartografia, instalacje elektryczne, budownictwo [4, 5]. Programy do projektowania 3D konstrukcji mechanicznych pozwalają na modelowanie konstrukcji i przeprowadzanie badań symulacyjnych (analiz wytrzymałościowych, analizy naprężeń z obliczeniami numerycznymi i wizualizacją rezultatów doświadczenia). Programy tego typu określa się skrótem CAE. Pierwsze programy typu CAE początkowo traktowane były jako innowacyjne ciekawostki, a nie efektywne i wydajne programy wspomagające pracę inżyniera. Natomiast wraz z ewolucyjnym rozwojem i wprowadzaniem do przedsiębiorstw produkcyjnych oprogramowania typu CAE doprowadzają obecnie wręcz do całkowitego odejścia od tak zwanych tradycyjnych metod projektowania. Projektowanie w programach typu CAE ma ogrom zalet. Najistotniejsze z nich to: skrócenie czasu projektowania, skrócenie procesu wdrażania nowych konstrukcji, zmniejszenie kosztów projektowania, zmniejszenie liczby wykonywania modeli prototypowych, możliwość sprawdzenia konstrukcji wirtualnie (przed jej wyprodukowaniem). Przykładem takiego rodzaju oprogramowania jest system CATIA [3].

Tryb dydaktyczny prowadzenia zajęć projektowych z przedmiotu Podstawy Konstrukcji Maszyn na Wydziale Mechanicznym Akademii Morskiej w Gdyni przewiduje przeanalizowanie właściwości wytrzymałościowych konstrukcji mechanicznej za pomocą pakietu programów MSC Bundle, w skład których wchodzi preprocesor Patran i program obliczeniowy Nastran. Oprogramowanie firmy MSC Software stosuje się w pracy inżynierskiej oraz podczas dydaktyki do: obliczeń metodą elementów skończonych w zakresie statyki (liniowej i nieliniowej), wyoboczeń, analizy drgań własnych, analizy drgań wymuszonych, przewodnictwa cieplnego, analizy wytrzymałości kompozytów, analiz osiowo – symetrycznych, akustyki, zjawisk aerostatycznych itp. Omawiane oprogramowanie pozwala również na optymalizację topologiczną oraz topograficzną. Umożliwia zastosowanie opisów materiałów liniowych, biliniowych, ortotropowych, anizotropowych i hiperelastycznych. Program MSC Nastran pozwala na wprowadzanie więzów kinematycznych oraz umożliwia obliczenia ze zastosowaniem napięcia wstępnego, kontaktu powierzchni ślizgowych i innych. MSC Nastran opiera się na pracy wykonywanej przez naukowców z NASA i jest używany do projektowania systemów o znaczeniu krytycznym w każdej branży. Znaczny procent konstrukcji takich jak statek, samolot, pojazd zaprojektowanych w ciągu ostatnich lat został podany analizie przy użyciu MSC Nastran. Wykonywanie symulacji konstrukcji mechanicznej w programie MSC Nastran nie wymaga znajomości szczegółowego opisu matematycznego przez użytkownika systemu.



Rys. 1. Model statku typu RO-RO

Doświadczeni projektanci uważają to za zaletę ale niekiedy jest to też ich wadą. Bez wątpienia, jako zaletę tego rozwiązania można uznać uproszczenie tworzenia modelu obliczeniowego. Jako wadę natomiast ograniczoną możliwość badania zjawiska, które nie zostało uwzględnione w bibliotekach narzędziowych. Walorem analizy wytrzymałościowej konstrukcji mechanicznej z wykorzystaniem MSC Nastran jest bogata grafika prezentacyjna zjawiska.

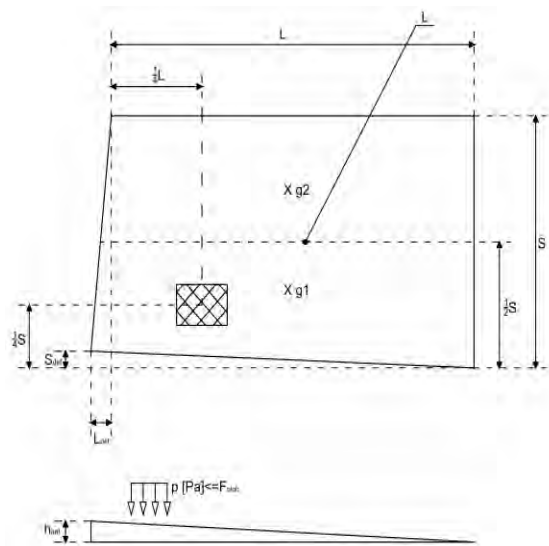
### 3. METODA ELEMENTÓW SKOŃCZONYCH W OPROGRAMOWANIU INŻYNIERSKIM

Metoda elementów skończonych MES jest współcześnie najbardziej rozpowszechnioną metodą komputerową wykorzystywaną do numerycznej analizy wytrzymałościowej konstrukcji. Założeniem tej metody jest zastąpienie ciągłego modelu układu mechanicznego (opisanego zwykle w postaci układu równań różniczkowych) modelem dyskretnym o prostym opisie matematycznym (układem równań algebraicznych). Model dyskretny w metodzie MES powstaje poprzez podział ciągłego analizowanego detalu na skończoną liczbę elementów o podobnym kształcie topologicznym. Elementy te określa się w przestrzeni dzięki węzłom konstrukcyjnym, w których zadane jest obciążenie konstrukcji czyli parametry węzłowe (na przykład: siły, przemieszczenia, temperatura). Bardzo ważnym zadaniem węzłów jest również łączenie sąsiednich elementów co gwarantuje ciągłość całej konstrukcji. Kolejnym etapem metody MES jest określenie funkcji kształtu (interpolacyjnej), która ma zagwarantować ciągłość poszukiwanej funkcji wewnątrz detalu. Funkcje te są takie same dla danego rodzaju elementu [1]. Dla analizowanej konstrukcji, łącznie z warunkami brzegowymi, budują układ równań algebraicznych. Wynikiem ich rozwiązania jest określenie poszukiwanej funkcji w skończonej liczbie węzłów konstrukcji. Następnie, obliczenie tej funkcji w węzłach pozwala otrzymać przybliżone rozwiązanie dla całej konstrukcji mechanicznej. Efektem końcowym w metodzie MES jest graficzna prezentacja wygenerowanych wyników. Analiza wytrzymałościowa konstrukcji mechanicznej metodą MES pozwala na symulacyjne określenie rozkładu naprężeń, odkształceń i przemieszczeń w określonych jej warunkach pracy. Obliczenia wytrzymałościowe metodą MES można wykonywać dla pojedynczego zespołu jak również dla całej konstrukcji przez ściśle określenie kontaktu pomiędzy elementami. Analiza wytrzymałościowa metodą MES składa się z następujących po sobie faz: wybór modelu obliczeniowego, nałożenia warunków brzegowych na model elementu, określenia stanu obciążeń, podziału na elementy skończone, obliczeń, wizualizacji [2]. Upowszechnienie

MES nastąpiło w latach 80 XX wieku co spowodowane było zdecydowanie większym dostępem inżynierów do komputerów osobistych (PC) oraz doskonaleniem się grafiki komputerowej. Współcześnie MES jest wyodrębnioną dziedziną naukową i dydaktyczną na uczelniach technicznych.

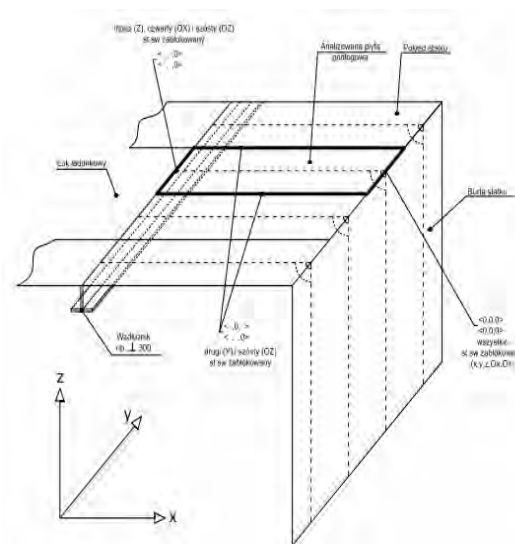
### 4. BADANIE SYMULACYJNE PŁYTY POKŁADU

W celu zaprezentowania możliwości projektowych i obliczeniowych programu Patran-Nastran przedstawiony został przykład, w którym zasymulowana została płyta pokładu statku typu RO-RO (rys. 1) obciążona lokalnym ciśnieniem poprzecznym do powierzchni. Uwzględniono dodatkowo imperfekcję montażową płyty pokładu określoną na rysunku 2 oznaczeniami  $S_{def}$  oraz  $h_{def}$ . Następnie zostały wykonane obliczenia wytrzymałości statycznej oraz drgania własne i wymuszone. Obciążenie zostało zamodelowane kołami samochodu ciężarowego, który zaparkował w dowolnym miejscu na pokładzie. Model płyty oraz przyjęte do obliczeń warunki brzegowe przedstawione zostały na rysunkach 2 i 3.



Rys. 2. Model usztywnionej płyty pokładu

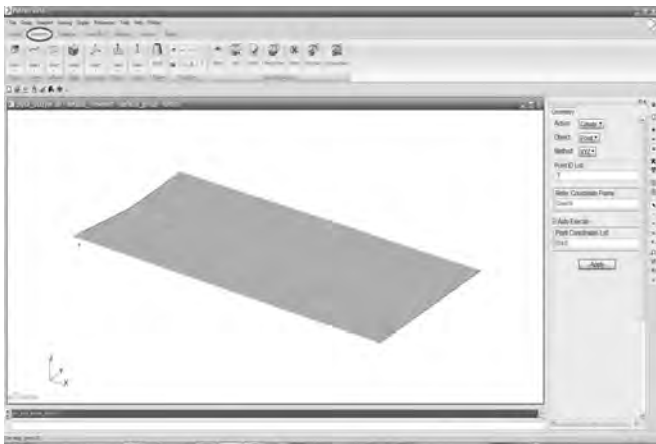
Na rysunku 2 została również naniesiona analizowana pozycja samochodu.



Rys. 3. Model usztywnionej płyty pokładu

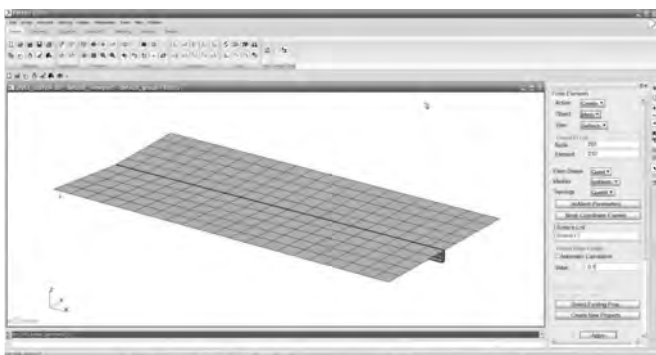


Założono, że obiekt jest nieruchomy względem pokładu statku. Rozpoczynając prace projektowe i obliczeniowe w programie MSC Nastran należy zacząć od określenia geometrii modelowanej konstrukcji mechanicznej i jej właściwości materiałowych. Można tę czynność wykonać korzystając z zakładki *Geometry* (rys. 4).

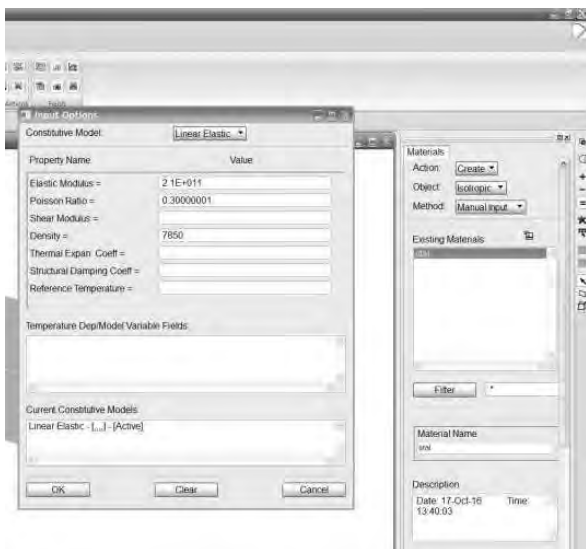


Rys. 4. Ustawianie geometrii modelu

Dla narysowanej geometrii obiektu ważne jest również dobranie właściwej siatki, a w szczególności jej gęstości. Podział modelu (*geometrii*) na elementy skończone przeprowadza się korzystając z zakładki *Meshing* (rys. 5).



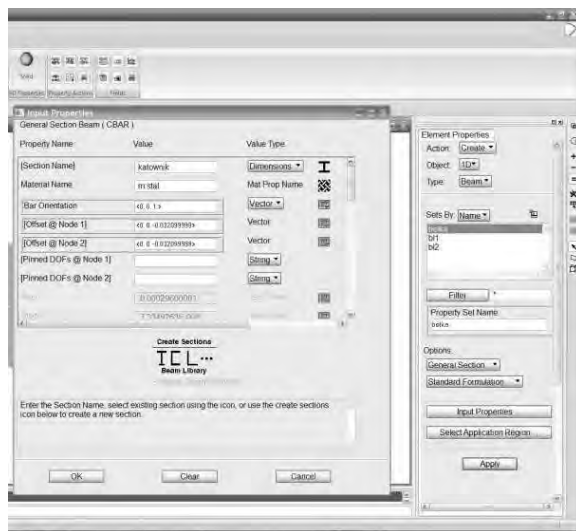
Rys. 5. Ustawienie siatki i jej parametrów



Rys. 6. Definiowanie danych materiałowych

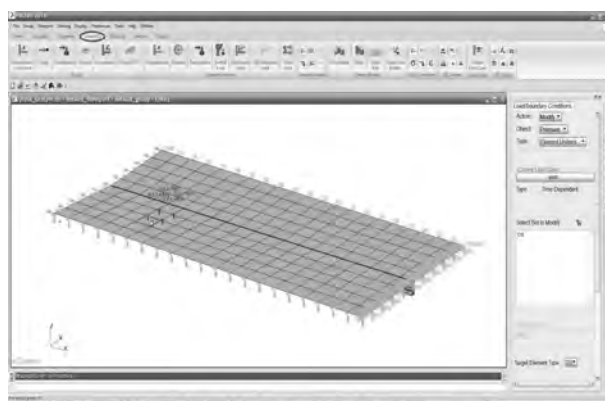
Właściwości materiałowe i elementów konstrukcji zadaje się w zakładce *Property* (rys. 6 i 7). Z poziomu okna dialogowego *Property* należy ustawić dane materiału, takie jak: moduł Younga, liczbę Poissona czy masę właściwą materiału (rys. 6).

W kolejnej zakładce okna *Property* ustawia się właściwości płyt i belek, takie jak: grubość płyty, pole przekroju belki czy momenty bezwładności (rys. 7).



Rys. 7. Definiowanie właściwości płyt i belek

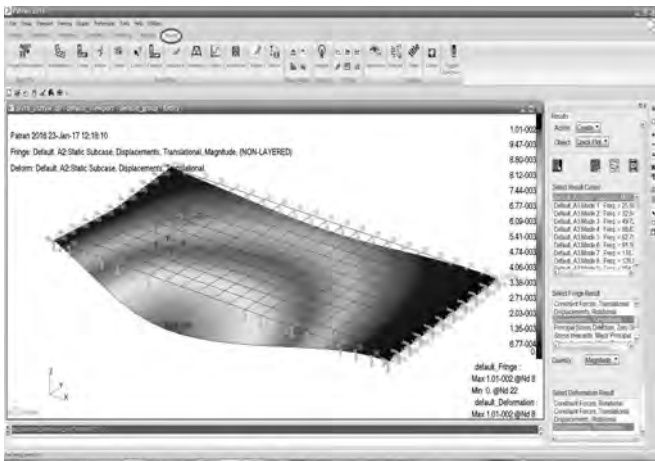
Do poprawnego wykonania obliczeń w prezentowanym przykładzie niezbędne jest zdefiniowanie warunków brzegowych, tak jak przedstawiono to na rysunku 8. Warunki brzegowe oraz zadawanie obciążeń w programie MSC Nastran wprowadza się korzystając z zakładki *Loads/BCs* (rys. 8). Właściwości, warunki brzegowe i obciążenia mogą być przypisane albo do geometrii modelu albo bezpośrednio do elementów skończonych.



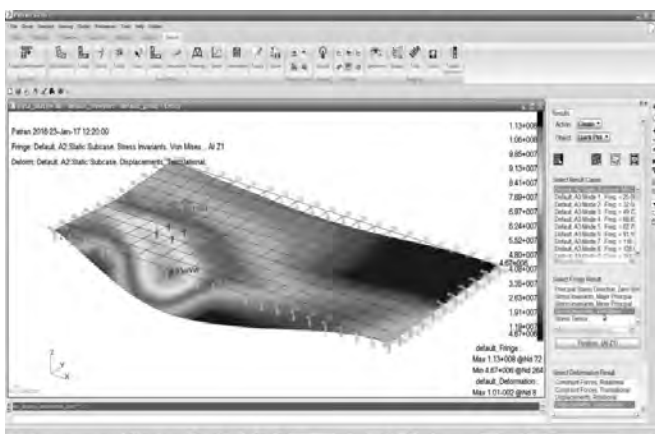
Rys. 8. Ustawienia warunków brzegowych i zadanie obciążeń

Jednymi z ważniejszych zakładek programu Nastran, które warto znać to *Home* i *Analysis*. Zakładka *Home* wykorzystywana jest głównie do zmian wizualizacji modelu. Zakładka *Analysis* służy do tworzenia tekstowego zbioru danych do programu obliczeniowego Nastran oraz do wczytywania wyników obliczeń uzyskanych z Nastrana. Opcja *Results* służy do wizualizacji wyników obliczeń na wygenerowanym modelu (rys. 9-11).

W wyniku statycznych obliczeń wytrzymałościowych (ang. *Static analysis*) uzyskano rozkład deformacji i naprężeń płyty (rys. 9). Można również wykonać obliczenia rozkładu naprężeń Von Mises'a (rys. 10).

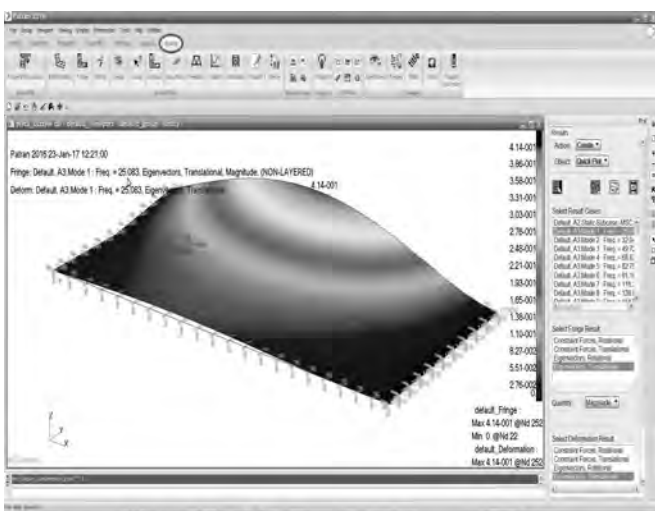


Rys. 9. Rozkład deformacji od obciążenia statycznego



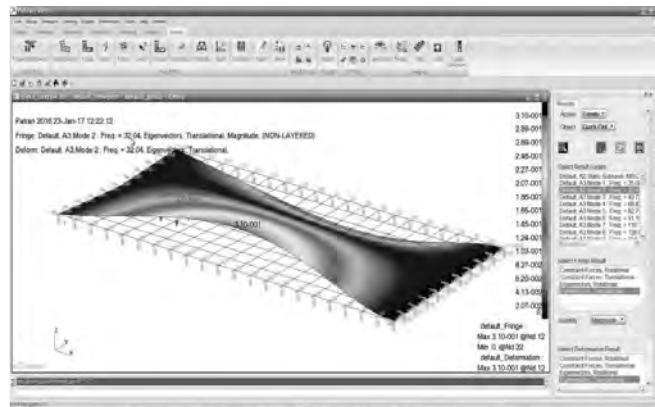
Rys. 10. Rozkład naprężeń Von Mises'a

Przykładowe wyniki obliczeń drgań własnych (ang. *Normal modes*) dla pierwszej (25,1 Hz) i drugiej (32,0 Hz) postaci zostały zaprezentowane na rysunkach 11 i 12.



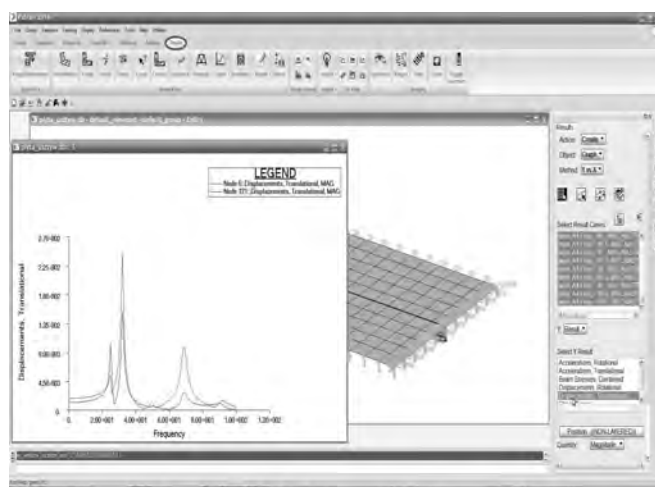
Rys. 11. Pierwsza postać drgań własnych dla 25,1 Hz

Program pozwala na obliczenie i wyrysowanie krzywych rezonansowych drgań wymuszonych (ang. *Frequency response analysis*) dla wybranych punktów. Przykładowo, krzywa rezonansowa (amplituda drgań w funkcji częstotliwości wymuszeń) zaprezentowana na rysunku 13 powstała w dwóch punktach.



Rys. 12. Druga postać drgań własnych dla 32 Hz

Krzywe rezonansowe z rysunku 13 obliczone zostały dla krawędzi płyty przy obciążeniu i dla środka belki (kątownika) dla odkształcenia usztywniającego.



Rys. 13. Krzywe rezonansowe (drgania wymuszone) dla kilku punktów

## 5. WNIOSKI KOŃCOWE

Zdobycie przez inżynierów mechaników umiejętności posługiwania się programami komputerowymi w procesie projektowania konstrukcji wielkogabarytowych skutkuje znacznym skróceniem czasu opracowywania projektu, zmniejszeniem kosztów wykonywania projektu, zwiększeniem dokładności realizacji założeń konstrukcyjnych oraz możliwością przetestowania powstałej wirtualnie konstrukcji. Metoda elementów skończonych charakteryzuje się dużym stopniem skomplikowania, dlatego jej implementacja przez młodego inżyniera byłaby trudnym zadaniem. Natomiast korzystanie z niej za pośrednictwem zwartego środowiska, w którym wystarczy opanować znajomość interfejsu, jest dużym ułatwieniem.

Podczas generowania i identyfikacji potrzeb konstrukcji mechanicznej inżynier korzystający z zaawansowanego programu projektowego ogranicza do niezbędnego minimum liczbę eksperymentów i prototypów tworzonego zespołu.

Pomimo bogatej gamy programów projektowych oferowanych na rynku przez różne firmy, w każdym z nich wykorzystywane są podobne funkcje i narzędzia graficzne, z których korzysta się podczas wykonywania konstrukcji bryłowych. Większe różnicowanie dostrzega się natomiast na poziomie modułu obliczeniowego, który zazwyczaj

opiera się na metodzie elementów skończonych. Mimo, że jest to ta sama idea obliczeniowa, to metoda MES jest różnie implementowana w programach. To ten szczegół często decyduje, czy w danym programie projektowany obiekt będzie można przebadać symulacyjnie, czy też będzie to niemożliwe. W szczególności problemy obliczeniowe generują obiekty złożone i wielkogabarytowe, takie jak statki, samoloty czy mosty. Wymagają one od programu generowania skomplikowanej siatki przestrzennej i zdefiniowania zmiennych oraz nieliniowych warunków brzegowych.

Oprogramowanie firmy MSC Software charakteryzuje się bardzo wysokim zaawansowaniem zaimplementowanej metody elementów skończonych. Ich wiarygodność jest na tyle wysoka, że nie podlega weryfikacji przez instytucje zatwierdzające analizy (np. okrętowe towarzystwa klasyfikacyjne). Są one zaliczane do nielicznej czołówki światowych programów (obok Ansys, Adina, Abakus, SAP2000), których przyczyną powstania była realizacja przez NASA programu lotów na księżyc Apollo. Praktycznie każde zadanie inżynierskie jest możliwe do analizy za pomocą w/w oprogramowania. Wadą tego typu programów jest ich komplikacja. Inżynier - obliczeniowiec musi mieć dużą wiedzę teoretyczną i doświadczenie w użytkowaniu tego oprogramowania. Celem zajęć prowadzonych w Akademii Morskiej jest przygotowanie przyszłych odbiorców (a nie wykonawców) analiz obliczeniowych.

## 6. BIBLIOGRAFIA

1. [www.autodesk.com](http://www.autodesk.com) – poradnik do programu, czas odczytu 02.2017r.
2. [www.solidworks.com](http://www.solidworks.com) – poradnik do programu, czas odczytu 02.2017r.
3. [www.ansys.com](http://www.ansys.com) – poradnik do programu, czas odczytu 02.2017r.
4. [www.simuleon.com/simulia-abaqus/](http://www.simuleon.com/simulia-abaqus/) – poradnik do programu, czas odczytu 02.2017r.
5. [www.mscsoftware.com/product/msc-nastran](http://www.mscsoftware.com/product/msc-nastran) - poradnik do programu, czas odczytu 02.2017r.
6. Król K.: Metoda elementów skończonych w obliczeniach konstrukcji, Wydawnictwo Politechniki Radomskiej, Radom 2006, s. 220 - 226
7. Szturomski B.: Podstawy metody elementów skończonych, Wydawnictwo Akademickie AMW, ISBN 978-83-60278-5, Gdynia 2011
8. Gendarz P., Salamon S., Chwastyk P.: Projektowanie inżynierskie i grafika inżynierska, Polskie Wydawnictwo Ekonomiczne, Warszawa 2014
9. Zalewski M., Szymańczak M., Kubiak P.: Podstawy konstrukcji maszyn z elementami BHP, Wydawnictwo Nowa Era, Warszawa 2015
10. Boś P., Sitarz S.: Podstawy konstrukcji maszyn część I, Wydawnictwa Komunikacji i Łączności, Warszawa 2013
11. Labocha S., Skotny Ł.: Liniowa i nieliniowa analiza MES, Seria wydawnicza CAX dla praktyków, Wrocław 2014

## THE APPLICATION OF FINITE ELEMENT METHOD SOFTWARE TO THE TEACHING OF DESIGNING OF COMPLEX AND LARGE-SCALE THIN-WALLED STRUCTURES

In the paper the software to the teaching of designing of complex and large-scale thin-walled structures was evaluated by the authors. The bundle of MSC software, named Patran-Nastran, was presented. The software is based on Finite Element Method. The authors, during the teaching process, focus on basic analyses: linear static strength analysis, normal mode (eigenvectors) analysis and frequency response analysis (forced vibrations calculations). An example of RO-RO ship's deck analysis was presented. The deck was loaded with the wheels of truck. A short description of the modeling process as well as the results of the analyses are presented in the paper. Discussion about objectives of the teaching process was carried out. In the authors' opinion, knowledge of that very specialized software is important not only for a calculating engineer. All mechanical engineers should have basic knowledge about the calculations process because they will be recipients of the calculations performed during structure designing. Thin-walled structures are very useful for teaching because during the structure modeling we have to choose types of FEM elements. Stiffeners may be modeled by 1-D elements (with offset) and the plates should be modeled by 2D elements. Differences between beam and rod 1D elements as well as shell, plate and membrane 2D elements should be stressed during the teaching process

**Keywords:** engineering design, finite element method, computer simulation, Patran, Nastran. large-scale structures, thin-walled structures.

## PRZYKŁADY PRZETWARZANIA DŹWIĘKU W ŚRODOWISKU VISSIM

Krystyna Maria NOGA

Akademia Morska w Gdyni, Katedra Automatyki Okrętowej  
tel: 58 55 86 471, e-mail: k.noga@we.am.gdynia.pl

**Streszczenie:** W artykule zostały przedstawione zagadnienia, omawiane na wykładzie z Cyfrowego Przetwarzania Sygnałów, z zakresu tworzenia i obróbki dźwięku, ze szczególnym uwzględnieniem symulacji efektów brzmieniowych. Przykładowe wirtualne układy zostały zbudowane w środowisku *VisSim*.

**Słowa kluczowe:** dźwięk, obróbka dźwięku, efekty brzmieniowe.

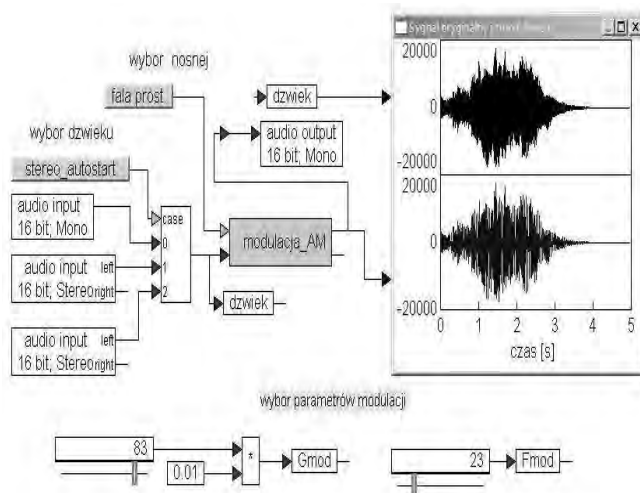
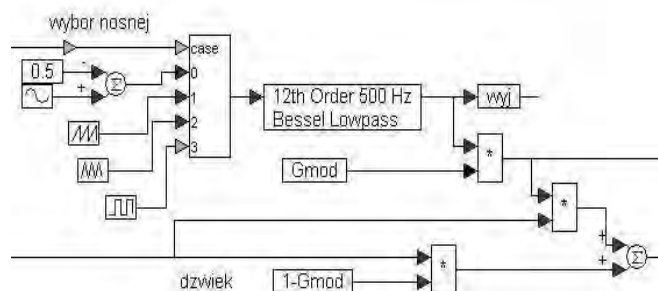
## 1. WSTĘP

Wiedza z zakresu przetwarzania sygnałów jest stosowana między innymi we współczesnej technice audio. Wykorzystuje się ją przykładowo przy projektowaniu instrumentów muzycznych oraz przy tworzeniu zaawansowanych torów audio. Zagadnienia przetwarzania dźwięku to jeden z tematów omawianych na wykładzie i laboratorium z przedmiotu Cyfrowe Przetwarzanie Sygnałów. W artykule zostaną przedstawione przykładowe wirtualne układy zbudowane w środowisku *VisSim*, które pozwalają na zapoznanie się z procesem tworzenia dźwięku, działaniem algorytmów obróbki dźwięku, ze szczególnym uwzględnieniem efektów brzmieniowych. Zostaną między innymi omówione symulacje prezentujące echo, pogłos, efekt ping-pong. Ponadto zostaną przedstawione przykładowe symulacje przeznaczone do generowania dźwięków o zadanych parametrach, np. o różnej częstotliwości, głośności, różnym wzmocnieniu szumu. W artykule zostanie także zaprezentowany wirtualny korektor barwy dźwięku. Do budowy wirtualnych układów wykorzystano opisy matematyczne prezentowanych zjawisk. Cyfrowe przetwarzanie sygnałów nie jest łatwym zagadnieniem gdyż wymaga dobrej znajomości matematyki. W artykule opis matematyczny został pominięty, jest on omawiany na wykładzie, jest też dostępny w literaturze, np. [1–7].

## 2. MODULACJA AMPLITUDY DŹWIĘKU

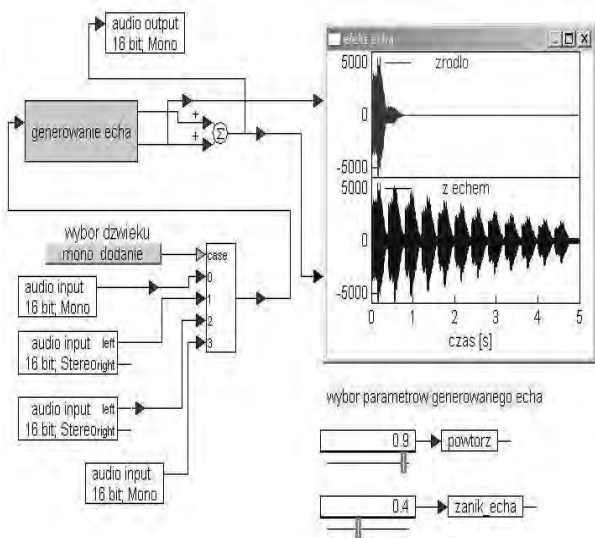
Dźwięk jest definiowany jako zaburzenia falowe ośrodka sprężystego, np. powietrza, metalu, płynu, które wywołują określone wrażenie słuchowe. Częstotliwości fal, które są słyszalne dla człowieka zawarte są w paśmie między wartościami od około 16 Hz do 20 kHz. Do podstawowych cech dźwięku zaliczamy wysokość, głośność, czas trwania, barwę [7]. Jednym z efektów dźwiękowych, bardzo często wykorzystywanym w obróbce fonicznej, jest modulacja amplitudy sygnału. Wirtualny układ umożliwiający poznanie zasad modulacji amplitudy przedstawia rysunek 1. Umożliwia on wybór przebiegu nośnego (przebieg prostokątny, sinusoidalny, trójkątny, piłokształtny), określenie współ-

czynnika głębokości modulacji, częstotliwości modulacji oraz rodzaju sygnału dźwiękowego (pliki z systemu Windows – *wykrzyknik.wav*, *zamknięcie.wav*, *autostart.wav*). W bloku *modulacja\_AM* (rys. 2), zbudowanym z elementów dostępnych w środowisku *VisSim*, następuje wybór sygnału nośnego, który jest możliwy dzięki zastosowaniu przycisku wielopoziomowego oraz instrukcji *case*. Instrukcja ta zależy od stanu na linii decyzyjnej przesyła jeden z czterech sygnałów nośnych. Sygnał ten jest podany na wejście dolno-przepustowego filtra Bessela, którego rolą jest złagodzenie stromości narastania sygnału, mogących powodować nienaturalne trzaski w głośnikach.

Rys. 1. Modulacja amplitudy dla pliku *Autostart.wav*Rys. 2. Budowa bloku *modulacja\_AM*

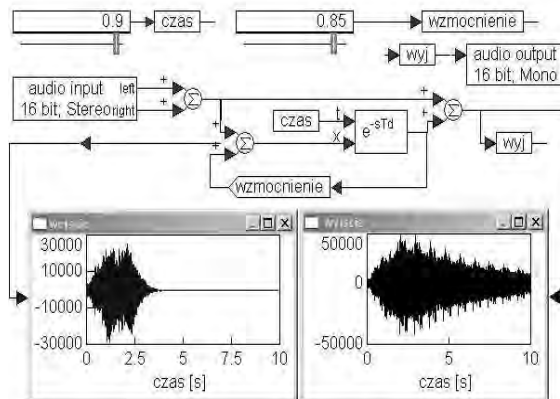
### 3. EFEKTY BRZMIENIOWE

Efekty brzmieniowe stosuje się w celu modyfikacji brzmienia dźwięku. Efekty te można uzyskać wykorzystując programy komputerowe, karty dźwiękowe PC, procesory, moduły brzmieniowe w instrumentach elektronicznych. Do najczęściej wykorzystywanych efektów dźwiękowych zaliczamy echo pojedyncze i wielokrotne, pogłos (przykładowo realizowany według algorytmu Schroedera), tzw. ping pong, phasing [1 - 7]. Efekt echa symuluje odbicie dźwięku od przeszkody. Wówczas słyszalny jest dźwięk bezpośredni, dźwięk odbity (z określonym opóźnieniem), ewentualnie kolejne odbicia. Różnica czasu pomiędzy dźwiękiem bezpośrednim a odbitym powinna wynosić minimum 80-100 ms [1 - 4]. Wirtualny układ przedstawiony na rysunku 3 służy do dodawania do sygnału dźwiękowego efektu wielokrotnego echa o określonych parametrach. Sygnałem wejściowym jest plik dźwiękowy, możliwy jest wybór spośród czterech plików z systemu Windows lub można dokonać wyboru w bloku *audio input*, w którym plik może być dodatkowo odsłuchany. Parametrem wejściowym wirtualnego układu prezentującego efekt echa jest *zanik\_echa*, który określa odstęp czasowy pomiędzy dźwiękiem, jego pierwszym i kolejnymi odbiciami. Drugi parametr wejściowy *powtorz* jest odpowiedzialny za prędkość zaniku echa dźwięku, możliwe jest jego ustawienie w przedziale od 0 do 1, gdzie 0 oznacza brak efektu echa, a 1 powolne jego zanikanie. Specjalnie zbudowany blok *generowanie echa* odpowiada za generowanie dodatkowego sygnału, tj. echa. Realizacja tego bloku polega na sumowaniu sygnałów opóźnionych w stosunku do sygnału wejściowego o kolejne, całkowite wielokrotności czasu opóźnienia określone wartością parametru *zanik\_echa*. Przed zsumowaniem sygnały są dodatkowo mnożone przez kolejną potęgę współczynnika zanikania echa, określoną wartością parametru *powtorz*. Na wyjściu bloku są dwa sygnały, tj. sygnał źródłowy oraz echo. Oba sygnały po zsumowaniu są zapisywane do nowego pliku dźwiękowego, który w bloku *audio output* może być również odsłuchany.



Rys. 3. Dźwięk oryginalny oraz dźwięk z efektem echa dla pliku *dobanie sprzetu.wav*

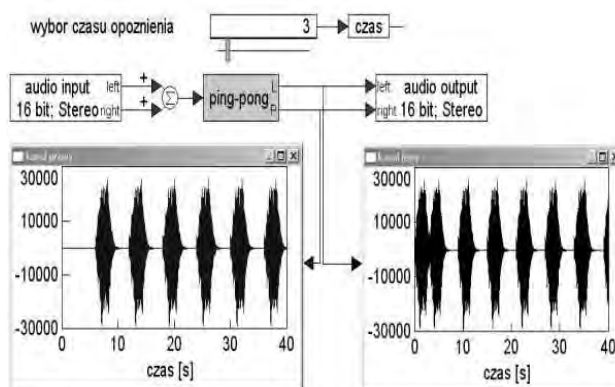
Jeszcze prostszy układ prezentujący efekt echa wielokrotnego ilustruje układ (rys. 4), w którym dodanie pętli sprzężenia zwrotnego umożliwiło symulację odbić, przy czym odstępy pomiędzy odbiciami są stałe.



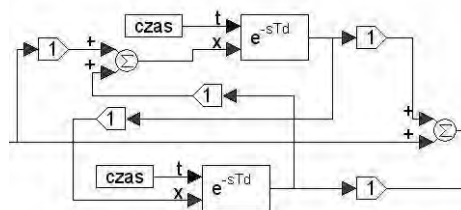
Rys. 4. Echo wielokrotne dla pliku *Autostart.wav*

Wirtualny układ realizujący efekt stereofoniczny ping-pong został przedstawiony na rysunkach 5 i 6, jego główna idea polega na odbijaniu sygnału opóźnionego pomiędzy lewym i prawym kanałem.

Efekt pogłosu (ang. *reverberation*) polega na symulacji akustyki pomieszczenia, w którym dźwięk wielokrotnie odbija się od ścian i obiektów w nim się znajdujących. Czas pogłosu zdefiniowany jest jako czas potrzebny do stłumienia dźwięku o 60 dB. Zależy on od wymiarów i kształtu pomieszczenia, obiektów znajdujących się w pomieszczeniu oraz materiałów pokrywających powierzchnie odbijające.

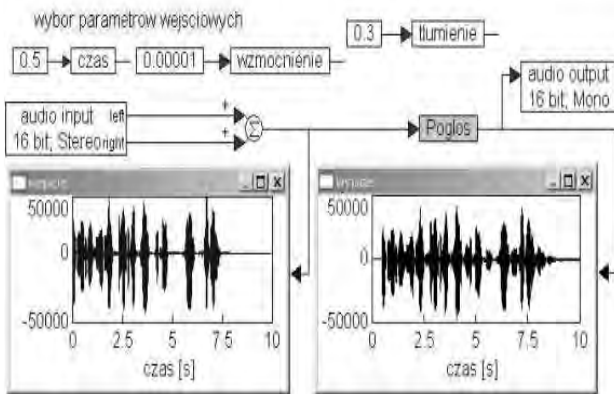


Rys. 5. Efekt ping-pong dla pliku *Autostart.wav*

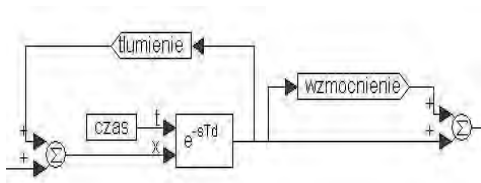


Rys. 6. Struktura bloku *ping\_pong*

Symulację efektu pogłosu (rys. 7, 8) można uzyskać poprzez zastosowanie filtra cyfrowego grzebieniowego, który zapewnia stałe odstępy pomiędzy odbiciami, chociaż zniekształca barwę dźwięku. Innym rozwiązaniem jest zastosowanie filtra wszechprzepustowego (ang. *all pass*), który w mniejszym stopniu zniekształca barwę dźwięku, zapewnia płaską charakterystykę amplitudową i stałe odstępy pomiędzy odbiciami [1 - 7]. Parametry wejściowe *czas*, *wzmocnienie*, *tlumienie* określają odpowiednio czas opóźnienia pogłosu w sekundach, wartość wzmocnienia korekcyjnego oraz wartość tłumienia sygnału dźwiękowego po odbiciu.

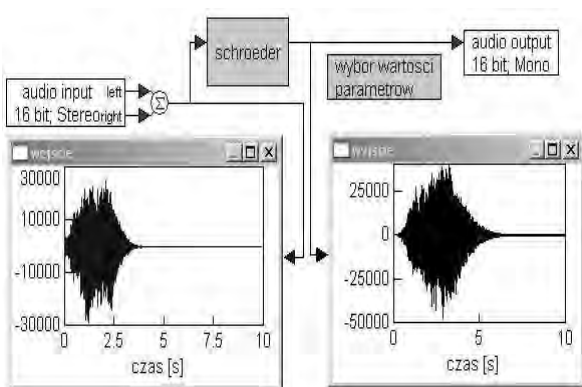


Rys. 7. Realizacja pogłosu dla pliku *limp1.wav*

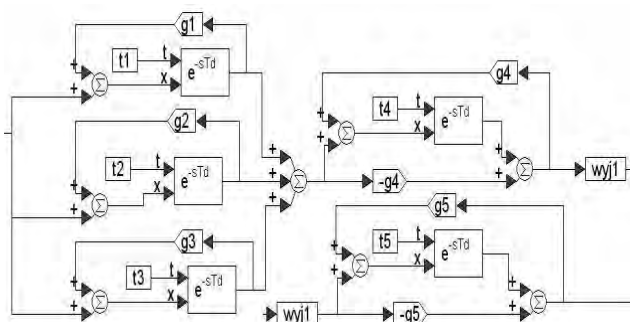


Rys. 8. Struktura bloku *poglos*

Realizacja algorytmu Schroedera (rys. 9) jest możliwa poprzez równoległe połączenie filtrów grzebieniowych oraz kaskadowe połączenie filtrów wszechprzepustowych. Algorytm ten zapewnia zmienne odstępy pomiędzy odbiciami. W przygotowanym wirtualnym układzie (rys. 10), wykorzystano 3 filtry grzebieniowe oraz 2 filtry all pass o współczynnikach wzmocnienia  $g_i$  oraz opóźnieniu  $t_i$ , przy czym parametry wejściowe są wprowadzane w oknie dialogowym *wybrór wartości parametrów*.



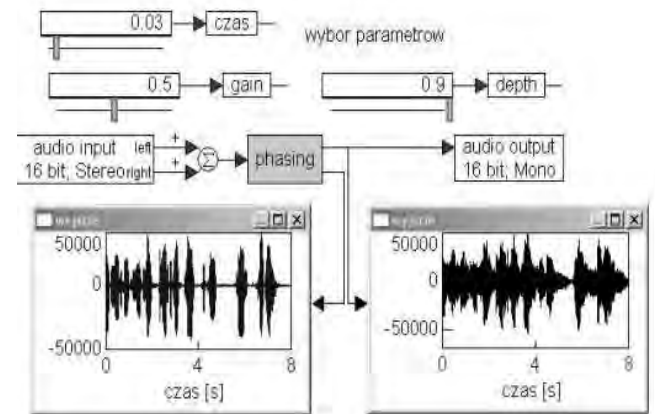
Rys. 9. Realizacja algorytmu Schroedera



Rys. 10. Struktura bloku *schroeder*

Kolejne zjawisko brzmieniowe tj. przesuwanie fazy (ang. *phasing*) symuluje efekt „pływania” barwy dźwięku

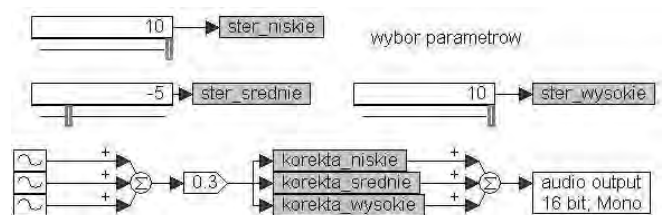
(rys. 11). Do symulacji tego efektu można zastosować filtry wszechprzepustowe, które wprowadzają opóźnienie fazowe, nie zmieniają widma amplitudowego. Znaczenie parametrów wejściowych jest podobne jak dla bloku *poglos*.



Rys. 11. Realizacja efektu phasing dla pliku *limp1.wav*

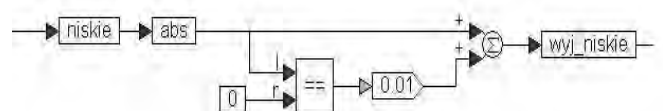
#### 4. KOREKTOR BARWY DŹWIĘKU

Korektor barwy dźwięku (ang. *equalizer*) jest układem, który służy do tłumienia lub wzmacniania określonych częstotliwości dźwięku. Jest on stosowany między innymi w układach rejestrujących oraz w odsłuchu. Do budowy wirtualnego korektora (rys. 12) zostały wykorzystane 3 pasmowo zaporowe i 3 pasmowo przepustowe cyfrowe filtry Czebyszewa IIR (ang. *Infinite Impulse Response*). Parametry wejściowe są zapisywane odpowiednio do zmiennych *niskie*, *średnie*, *wysokie*. W dalszej części układu są one wykorzystywane do wzmacnienia lub tłumienia danego pasma częstotliwości. Wartości te ustawiamy przy pomocy suwaków, które dla zakresu częstotliwości niskich, średnich i wysokich zostały połączone odpowiednio z blokami *ster\_niskie*, *ster\_średnie*, *ster\_wysokie*, w których dokonano korekcji danego pasma. Budowa każdego bloku jest podobna, przykładowo na rysunku 13 przedstawiono budowę bloku *ster\_niskie*.



Rys. 12. Realizacja korektora barwy dźwięku

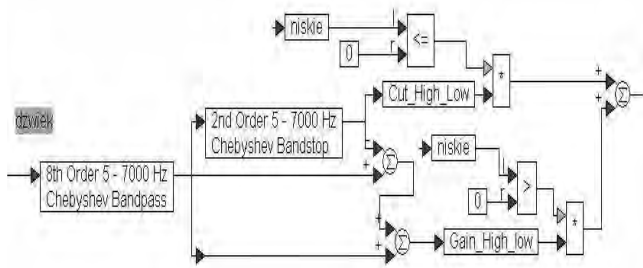
W zbudowanym układzie występuje zabezpieczenie przed przyjęciem przez parametr wejściowy wartości zerowej, która powodowałaby błędną pracę filtra. Ostatecznie wartości wyjściowe są zapisywane do zmiennych *wy\_niskie*, *wy\_średnie*, *wy\_wysokie*, które w dalszej części układu służą do sterowania pracą filtra.



Rys. 13. Budowa bloku *ster\_niskie*

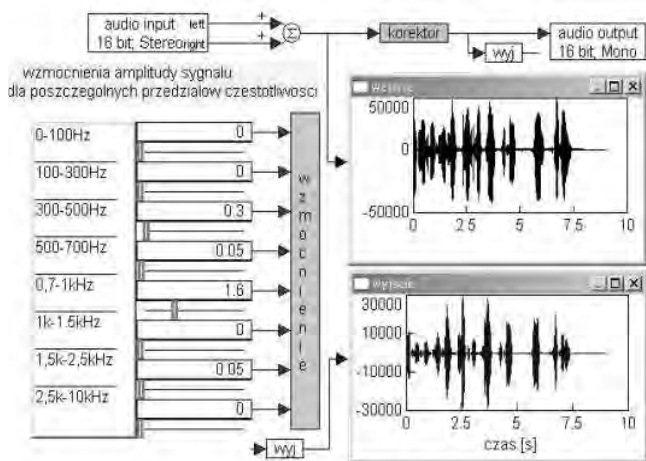


Układy odpowiedzialne za korekcję barwy dźwięku zostały zamknięte w blokach *korekta\_niskie* (rys. 14), *korekta\_srednie*, *korekta\_wysokie*. Sygnał wejściowy w każdym z tych bloków jest poddawany filtracji pasmowo - zaporowej.



Rys. 14. Budowa bloku *korekta\_niskie*

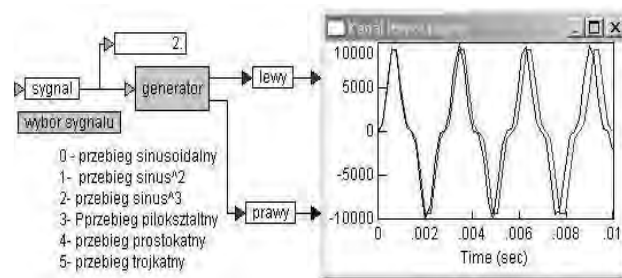
Inny przykład korektora, który został zbudowany z 8 cyfrowych filtrów pasmowo przepustowych FIR (ang. *Finite Impulse Response*) został przedstawiony na rysunku 15. Parametrami wejściowymi układu są współczynniki korekcji dla 8 zakresów częstotliwości sygnału dźwiękowego.



Rys. 15. Korektor barwy dźwięku dla pliku *limp1.wav*

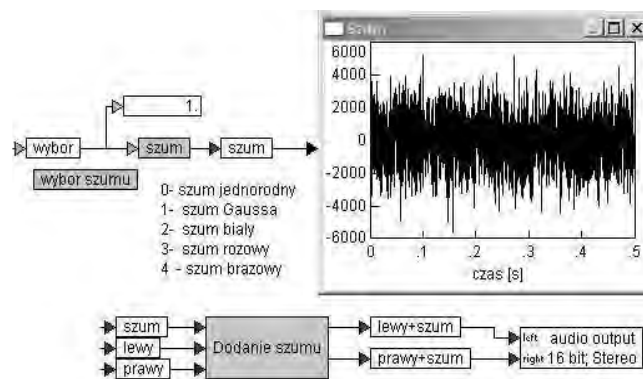
## 5. GENERATOR DŹWIĘKÓW

Opracowany na potrzeby dydaktyki program generacji wirtualnych fal mózgowych (ang. *brainwave generator*) jest przeznaczony do generowania dźwięków niezależnie dla kanału lewego oraz prawego o zadanych parametrach, do których należą: częstotliwość fali (zakres 100 – 1000 Hz), różnica częstotliwości pomiędzy lewym i prawym kanałem (zakres 0,5 – 30 Hz), głośność (zakres 0 - 10000), wzmocnienie szumu (zakres 0 – 2000), kształt przebiegu (do wyboru przebieg sinusoidalny, sinus<sup>2</sup>, sinus<sup>3</sup>, piłokształtny, prostokątny, trójkątny), rodzaj szumu (do wyboru jednorodny, szum Gaussa, biały, różowy, brązowy). Na rysunku 16 przedstawiono przykładowy wygenerowany przebieg dla lewego i prawego kanału (różnica częstotliwości wynosi 10 Hz). Wygenerowany przebieg odsłuchiwany na słuchawkach stereofonicznych powoduje powstanie zjawiska dudnień różnicowych, co symuluje pracę mózgu. Fale mózgowie to cykle aktywności bioelektrycznej mózgu, które można rejestrować za pomocą aparatury elektroencefalograficznej. Charakterystycznym częstotliwościom fal mózgowych odpowiadają różne stany świadomości człowieka [8].



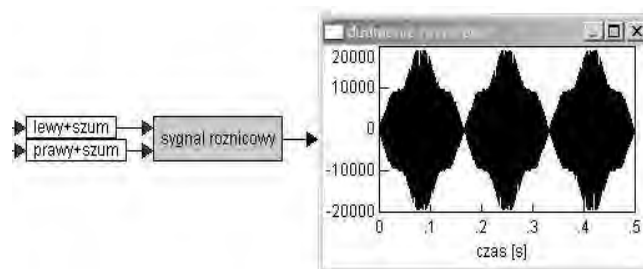
Rys. 16. Generator sygnałów

W środowisku *VisSim* zbudowano także generator szumu, który może być dodany do generowanego sygnału, tworząc tzw. tło zwiększające efektywność generatora (rys. 17).



Rys. 17. Generator szumu

Kolejny układ (rys. 18) przedstawia efekt powstawania dudnień różnicowych. Częstotliwość dudnienia wynika z różnicy częstotliwości między kanałami, a jego kształt zależy od wybranego sygnału.



Rys. 18. Generator dudnień różnicowych

## 6. ZAKOŃCZENIE

W artykule przedstawiono wirtualne układy, zbudowane w środowisku *VisSim*, prezentujące zagadnienia z zakresu obróbki dźwięku. Nie wyczerpuje to wszystkich możliwości pakietu *VisSim*. Przykładowo nie przedstawiono możliwości w zakresie próbkowania, analizy częstotliwościowej, kompresji dźwięku. Mimo, iż *VisSim* nie jest programem przeznaczonym do typowych zadań związanych z torem audio, to w jego środowisku można w bardzo łatwy sposób modelować i symulować różnego rodzaju tory syntezy oraz obróbki sygnałów akustycznych. Dzięki elementom *audio input* oraz *audio output* możliwa jest praca z dźwiękiem wprowadzanym z wejścia liniowego, np. z mikrofonu lub z pliku muzycznego oraz wyprowadzanie sygnału na głośniki czy do pliku muzycznego. Uzyskane efekty można również analizować na wykresach. Analiza przedstawionych zagad-

nie umożliwia studentom odsłuchanie uzyskanych efektów dźwiękowych oraz łatwiejsze zapamiętanie. Układy te można modyfikować oraz rozbudowywać, co aktywizuje proces nauczania. Omówione wirtualne układy przedstawiają duże możliwości pracy z dźwiękiem, między innymi generowanie sygnałów, przetwarzanie oraz wizualizację. Są one wykorzystywane na zajęciach dydaktycznych z Cyfrowego Przetwarzania Sygnałów. Niestety ze względu na duże zapotrzebowanie na moc obliczeniową użycie programu *VisSim* jako narzędzia do pracy nad dźwiękiem w czasie rzeczywistym nie jest praktycznie możliwe.

Przedstawione wirtualne układy spełniają niezbędne wymagania, którymi powinny charakteryzować się eksperymenty laboratoryjne, tj. odzwierciedlają zagadnienia spotykane w praktyce, są ciekawe wizualnie i akustyczne, są łatwe do zrozumienia i przedstawienia, ilustrują istotne problemy teoretyczne [9]. Układy te wymuszają także kształcenie umiejętności praktycznych. Student może dokonać analizy pracy przedstawionych układów, może ocenić wpływ parametrów wejściowych na sygnały i efekty wyjściowe, może dokonać modyfikacji analizowanych układów. Może ponadto przedstawić własne propozycje realizacji omawianych zagadnień lub też innych zagadnień, np. realizacja efektu chorus, flanger (czyli wielokrotny phasing), Wah-wah [5].

Metodyka nauczania inżynierów z wykorzystaniem eksperymentów praktycznych jest dzisiaj już standardem. Problemem jest, jak słusznie zauważyli autorzy pracy [9], znalezienie proporcji pomiędzy przekazywaniem wiedzy teoretycznej i kształceniem umiejętności praktycznych. Rozwiązanie tego problemu nie jest łatwe, wymaga wielu doświadczeń, zależy nie tylko od autora przygotowującego i prowadzącego zajęcia, ale także od motywacji i chęci zdobycia określonych umiejętności przez studenta.

Środowisko *VisSim* dzięki bogatej bazie standardowych funkcji i bloków umożliwia prezentację licznych zagadnień związanych z przetwarzaniem i przesyłaniem sygnałów. Inne zagadnienia, przykładowo związane z modulacjami analogowymi i cyfrowymi, modelowaniem kanałów transmisyjnych, zostały przedstawione w innych pracach autorki [10, 11]. Do prezentacji zagadnień z zakresu tworzenia i obróbki dźwięku może być również między innymi wyko-

rzystywany pakiet *Matlab* [4]. Istnieje więc możliwość porównania uzyskanych efektów. Należy dodatkowo zaznaczyć, że środowisko *VisSim* współpracuje z pakietem *Matlab* i *Mathcad*, co jeszcze bardziej powinno urozmaicić zajęcia oraz uaktywnić udział studentów w procesie nauczania. Praca własna studenta, realizacja własnych układów, uzyskanie określonych efektów końcowych powinno powodować wzrost motywacji studenta do nauki. A to zwiększa możliwości rozwoju zawodowego i daje po zakończeniu cyklu nauki lepszą pozycję w poszukiwaniu pracy.

## 7. BIBLIOGRAFIA

1. <http://sound.eti.pg.gda.pl/student/eim/synteza/adamx>
2. <http://sound.eti.pg.gda.pl/student/eim/09-Efekty.pdf>
3. Grygiel J., Łutkowski A.: Przetwarzanie dźwięku, wprowadzenie do efektów dźwiękowych, realizacja opóźnień, laboratorium inżynierii akustycznej, Politechnika Łódzka, Instytut Elektroniki
4. <http://matlab.atspace.org/teoria/dzwiek/dzwiek.html>
5. Słupik J. : Dźwięk cyfrowy, Politechnika Śląska, Gliwice, 2014 (dostępny 26.09.2016)
6. [www.ire.pw.edu.pl/zea/materialy/DTS\\_Wyklad\\_2\\_Efekty.pdf](http://www.ire.pw.edu.pl/zea/materialy/DTS_Wyklad_2_Efekty.pdf)
7. [http:// ux.ap.krakow.pl/..\(Dugiełło M. : Dźwięk i jego przetwarzanie.ppt\)](http://ux.ap.krakow.pl/..(Dugiełło M. : Dźwięk i jego przetwarzanie.ppt))
8. <https://pl.wikipedia.org/wiki/Elektroencefalografia>
9. Knapik D., Kołek K., Rosół M., Turnau A. : Efektywne kształcenie inżynierów z wykorzystaniem laboratoryjnych systemów mechatronicznych i stosowaniem metodologii szybkiego prototypowania algorytmów sterowania, Zeszyty Naukowe Wydziału Elektrotechniki i Automatyki Politechniki Gdańskiej, Nr 48, 2016, str. 35 – 40
10. Noga K. M.: Modulacje analogowe i cyfrowe w środowisku Mathcad i Vissim, Zeszyty Naukowe Wydziału Elektrotechniki i Automatyki Politechniki Gdańskiej, Nr 36, 2013, str. 137– 140
11. Noga K.M.: Transmisja danych w kanale radiowym, wybrane zagadnienia w środowisku Vissim. Zeszyty Naukowe Wydziału Elektrotechniki i Automatyki Politechniki Gdańskiej, Nr 40, 2014, str. 77-80

## EXAMPLES OF SOUND PROCESSING IN THE VISSIM ENVIRONMENT

The possibilities of creating and processing of sound are presented in environment *VisSim*. The special attention is paid to the simulation of sound effects. The author presents a number of virtual circuits which allow to easily to explore the reverberation, ping-pong, phasing and echo effects, the equalizer and brainwave generator.

**Keywords:** sound, the processing of sound, sound effects.





## SIECIOWY ROZPROSZONY SYSTEM POMIAROWY W LABORATORIUM DYDAKTYCZNYM

Beata PAŁCZYŃSKA<sup>1</sup>, Krystyna Maria NOGA<sup>2</sup>

1. Katedra Telekomunikacji Morskiej, Wydział Elektryczny, Akademia Morska w Gdyni  
tel.: 58 5586552 e-mail: palbeata@am.gdynia.pl
2. Katedra Automatyki Okrętowej, Wydział Elektryczny, Akademia Morska w Gdyni  
tel.: 58 5586458 e-mail: k.noga@we.am.gdynia.pl

**Streszczenie:** Zaprezentowano możliwości wykorzystania do celów dydaktycznych specjalistycznego narzędzia programistycznego, zdecydowanie upraszczającego oprogramowanie rozproszonego systemu pomiarowego. Przedstawiono system pomiarowy, zaprojektowany w graficznym środowisku programistycznym LabVIEW. Opisano stanowisko laboratoryjne, składające się z kilku węzłów z dostępem do sieci komputerowej, w którym funkcje procesu pomiaru i sterowania oraz kontrola pomiaru są wykonywane jako rozproszone w różnych węzłach systemu pomiarowego. Scharakteryzowano wykorzystane w rozwiązaniu elementy programowe środowiska LabVIEW; projekt i sieciowe zmienne współdzielone. Przedstawiono organizację zaprojektowanego rozproszonego systemu pomiarowego, zawarto uwagi dotyczące konfigurowania i uruchamiania systemu.

**Słowa kluczowe:** rozproszone systemy pomiarowe, technologia inteligencji rozproszonej.

### 1. WPROWADZENIE

Jako rozwiązanie zagadnienia zarządzania danymi we współczesnych rozproszonych systemach pomiarowych (RSP) najpowszechniej stosuje się architekturę typu klient – serwer [1, 2, 3]. Daje to ogromne możliwości nie tylko przestrzennego, ale także funkcjonalnego rozproszenia takiego systemu. Taka struktura aplikacji pociąga za sobą jednak konieczność nietypowego podejścia do oprogramowania systemu pomiarowego. Powinno ono uwzględniać różne uwarunkowania związane m.in. z jednoczesnym wykorzystaniem procesorów różnego typu, zapewniać efektywne współdzielenie danych przez te procesory, koordynację wszystkich węzłów rozproszonych jako jednego systemu, w tym regulację czasową i synchronizację pomiędzy tymi węzłami, a także integrować różne typy wejść/wyjść. W środowisku programistycznym LabVIEW (np. <https://www.youtube.com/user/Labview>) oprogramowanie rozproszonego systemu pomiarowe umożliwiają takie elementy programowe jak zmienne współdzielone i LabVIEW projekt [4, 5]. W artykule przedstawiono możliwości zastosowania tego oprogramowania w laboratorium dydaktycznym w Katedrze Telekomunikacji Morskiej w Akademii Morskiej w Gdyni. Celem ćwiczenia laboratoryjnego jest zaprezentowanie całego procesu projektowania i uruchamiania aplikacji RSP w środowisku programowym LabVIEW, wspomagającym projektowanie systemów pomiarowych. Zaprezentowano

możliwości komunikacji pomiędzy węzłami rozproszonego systemu pomiarowego, wykorzystującego cztery aktywne węzły. Dwa z nich to węzły pomiarowe, jeden to węzeł odbiorczy, zaś ostatni, najważniejszy, to węzeł sterowania całym systemem. Struktura RSP jest wstępnie przygotowana przez prowadzącego laboratorium, w trakcie trwania ćwiczeń jest modyfikowana w zależności od indywidualnych aplikacji uruchomionych w poszczególnych węzłach. Kompletnie zaprojektowany RSP jest wspólnie uruchamiany oraz demonstrowane jest jego działanie.

### 2. NARZĘDZIE DO OPROGRAMOWANIA SIECIOWEGO SYSTEMU POMIAROWEGO

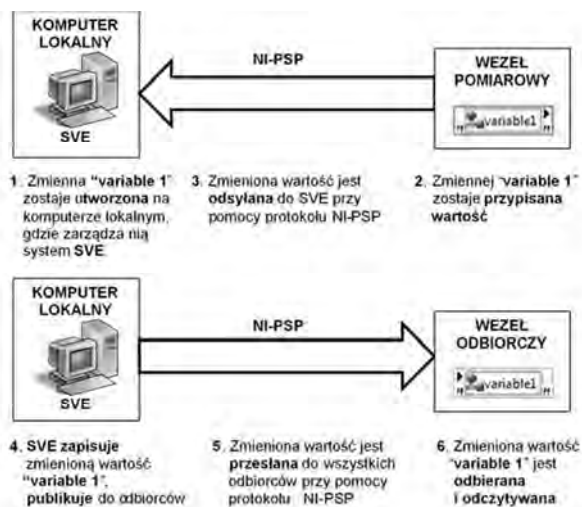
W środowisku LabVIEW projektant ma do dyspozycji zestaw narzędzi programowych, które umożliwiają efektywne projektowanie, uruchamianie i sterowanie systemami rozproszonymi. W prezentowanym systemie pomiarowym wykorzystano dwa elementy programowe tego typu: sieciowe zmienne współdzielone (*ang. Network Shared Variables*) oraz projekt (*ang. LabVIEW Project*).

#### 2.1. Sieciowe zmienne współdzielone

Zmienne współdzielone są programowo konfigurowalnymi elementami, dzięki którym użytkownik może przysyłać dane pomiędzy przyrządami wirtualnymi, w aplikacjach nawet na różnych komputerach. Wykorzystanie ich wprowadza znaczne uproszczenie podczas tworzenia kodu programu.

W LabVIEW użytkownik ma do wyboru trzy rodzaje zmiennych współdzielonych: jednoprosesową, sieciową i taktowaną czasem. Zmienna sieciowa jest wykorzystywana do przesyłania danych przez sieć. Komunikacja sieciowa jest całkowicie realizowana przez zmienną bez żadnej ingerencji użytkownika. Protokołem wykorzystywanym przez zmienne współdzielone sieciowe do wysyłania i odbioru danych przez sieć jest stworzony przez National Instruments protokół NI-PSP (*ang. Publish-Subscribe Protocol*), na bazie szybkiego protokołu bezpołączeniowego UDP (*ang. User Datagram Protocol*). W celu poprawnego działania programu zmienne sieciowe należy przypisać do Systemu Zarządzania Zmiennymi Współdzielonymi SVE (*ang. Shared Variable Engine*), który konfigurowany i uruchamiany przy starcie LabVIEW umożliwia przesyłanie zmiennych przez Internet. SVE rozmieszcza i przechowuje

zmienne, a następnie publikuje je w taki sposób, że odbiorca ma możliwość uaktualniania ich wartości (rys. 1). Sieciowa zmienna współdzielona identyfikuje się w programie poprzez ścieżkę sieciową, która zawiera nazwę komputera, nazwę biblioteki projektu i nazwę zmiennej.



Rys. 1. Proces przekazywania zmienionej wartości sieciowej zmiennej współdzielonej w systemie [4]

Aby umożliwić wykorzystanie w systemie sieciowych zmiennych współdzielonych SVE musi działać przynajmniej na jednym węźle systemu rozproszonego (najlepiej na tym, który zawsze pracuje on-line, w prezentowanym systemie w węźle kontrolera).

## 2.2. LabVIEW Projekt

Administrowanie wszystkimi plikami, związanymi z aplikacją rozproszoną, np. plikami źródłowymi przyrządów wirtualnych, dokumentacją projektu, plikami pomocniczymi, kodem zewnętrznym, plikami danych i konfiguracjami sprzętowymi, wykonywane jest za pomocą LabVIEW Projekt. Wszystkie zmienne współdzielone są częścią biblioteki projektu. Każda aplikacja w węźle to osobny projekt. Okno projektu (rys. 2) umożliwia edytowanie projektu i grupowanie plików połączonych w wirtualne foldery, które mają tylko charakter logiczny i nie posiadają swojego odbicia w strukturze plików na dysku.

## 3. ORGANIZACJA ROZPROSZONEGO SYSTEMU POMIAROWEGO

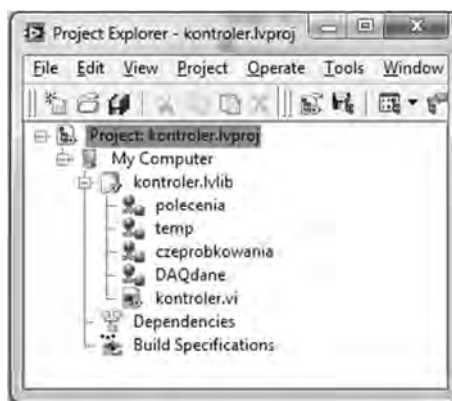
Zaprojektowany RSP składa się z czterech węzłów z dostępem do sieci, które są kontrolowane i sterowane z głównego komputera (SERWERA), na którym działa główny program sterujący *kontroler.vi* oraz uruchomione jest oprogramowanie SVE. Pozostałe funkcje procesu pomiaru, tzn. zbieranie danych pomiarowych oraz prezentacja wyników, zostały rozproszone i są wykonywane w różnych węzłach systemu pomiarowego (KLIENCI). Dwa przyrządy wirtualne VIs (*ang. virtual instruments*) zainstalowane są w węzłach pełniących funkcję węzłów pomiarowych *DAQ.vi* oraz *metex.vi*, zaś trzeci program *Uzytkownik.vi* pracuje w węźle odbiorczym. Wszystkie komputery, na których znajdują się wyżej wymienione przyrządy, wchodzi w skład sieci komputerowej z zaimplementowanym protokołem TCP/IP. W związku z tym, przed uruchomieniem systemu w każdym węźle RSP należy aktywować komunikację VI Servera z wykorzystaniem

protokołu TCP/IP oraz dopisać na odpowiednich komputerach systemu wszystkie numery IP, które mogą mieć dostęp do przyrządów wirtualnych umieszczonych na danej maszynie.

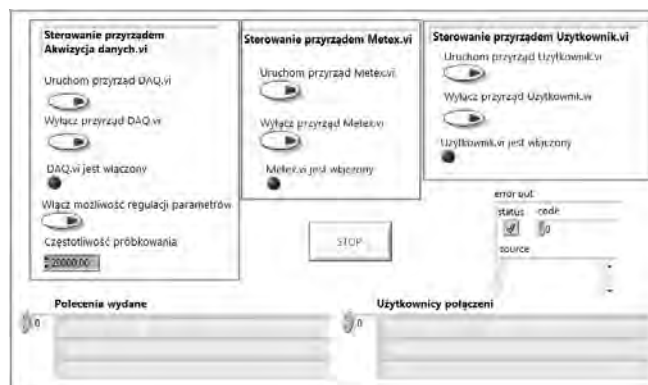
### 3.1. Przyrząd wirtualny sterujący RSP

Biblioteka projektu *kontroler.lvlib* zawiera przyrząd wirtualny zainstalowany w węźle oraz wszystkie sieciowe zmienne współdzielone, które występują we wszystkich węzłach RSP (rys. 2). Najważniejszym programem jest *kontroler.vi*, który działa na głównym komputerze. Z jego poziomu można kontrolować przebieg wykonywania pomiarów w węzłach pomiarowych oraz nadzorować stan pracy wszystkich węzłów systemu. Istnieje możliwość sterowania poszczególnymi węzłami rozproszonymi poprzez włączanie bądź wyłączanie poszczególnych przyrządów wirtualnych w węzłach oraz zdalną regulację ich parametrów. Na panelu czołowym programu (rys. 3) można wyodrębnić trzy obszary, związane z poszczególnymi węzłami RSP, sterowanie akwizycją danych z karty DAQ z możliwością ustawiania częstotliwości próbkowania karty, sterowanie multimetrem, mierzącym temperaturę w otoczeniu węzła oraz udostępnianie wyników pomiaru, wykonywanych w węzłach pomiarowych użytkownikowi. Ponadto, po uruchomieniu programu na panelu przyrządu pojawia się lista połączonych użytkowników w RSP oraz zapisywane są wszystkie polecenia wydawane z kontrolera.

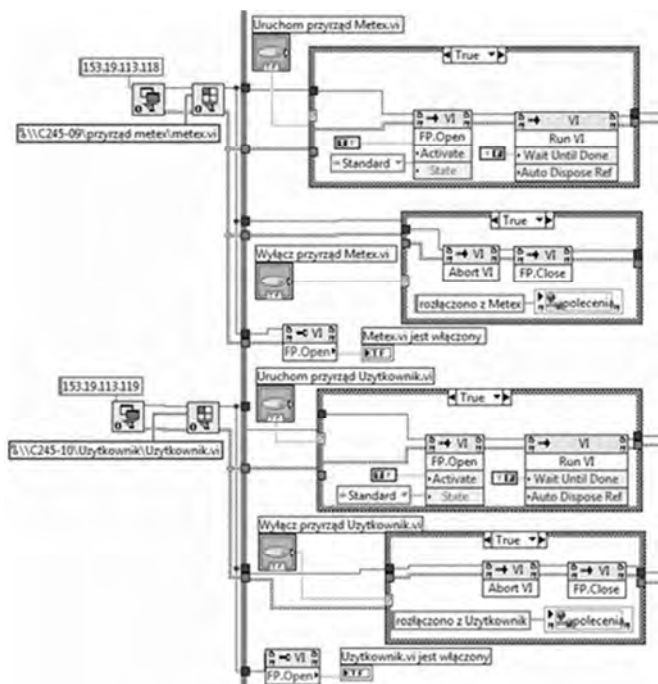
W kodzie źródłowym przyrządu *kontroler.vi* zawarte są informacje dotyczące adresów IP oraz ścieżki dostępu do wszystkich przyrządów wirtualnych pracujących w RSP (rys. 4). W prezentowanym systemie, z poziomu kontrolera można w bardzo prosty sposób zdalnie ustawiać częstotliwość próbkowania karty DAQ, pracującej w węźle pomiarowym (rys. 5).



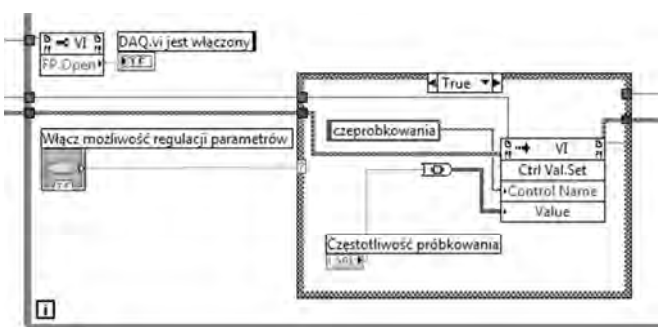
Rys. 2. Okno projektu *kontroler.lvproj*



Rys. 3. Wygląd panelu czołowego wirtualnego przyrządu pomiarowego *kontroler.vi*



Rys. 4. Część diagramu przyrządu *kontroler.vi* odpowiedzialna za możliwość uruchamiania zdalnych przyrządów wirtualnych *metex.vi* i *uzytkownik.vi*



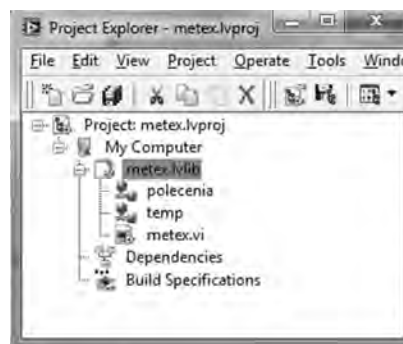
Rys. 5. Część diagramu przyrządu *kontroler.vi* odpowiedzialna za możliwość regulacji parametrów w węzle pomiarowym

### 3.2. Przyrząd wirtualny *Metex.vi*

Projekt *metex.lvproj* obsługuje węzeł pomiarowy, w którym za pomocą wielofunkcyjnego multimetru METEX M3640D, połączonego z komputerem klasy PC interfejsem szeregowym RS-232C, wykonywany jest pomiar temperatury (rys. 6). W bibliotece zdefiniowane zostały dwie zmienne współdzielone: zmienna *polecenia*, do której zapisywane są komendy przesyłane z kontrolera oraz zmienna *temp*, zawierająca dane pomiarowe.

### 3.3. Przyrząd wirtualny *DAQ.vi*

W drugim węzle pomiarowym, opartym na karcie pomiarowej DAQ NI PCI 6281, za pomocą przyrządu wirtualnego *DAQ.vi* pobierane są dane pomiarowe z generatora m.cz. Ponadto, z poziomu kontrolera możliwe jest zdalne ustawianie częstotliwości próbkowania karty pomiarowej. W projekcie *DAQ.lvproj* zdefiniowane zostały trzy sieciowe zmienne współdzielone: *polecenia*, *czeprobkowania* i *DAQdane*, związane, odpowiednio z komendami przesyłanymi z kontrolera, częstotliwością próbkowania karty pomiarowej i danymi rejestrowanymi przez kartę DAQ (rys. 7).



Rys. 6. Okno projektu *metex.lvproj*

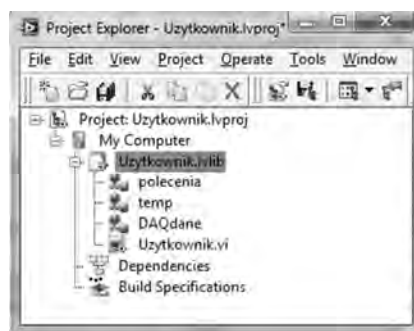


Rys. 7. Okno projektu *DAQ.lvproj*

W związku z tym, że dane pomiarowe są przesyłane za pomocą zmiennej współdzielonej, w celu poprawnego działania programu wprowadzono ograniczenia związane z częstotliwością próbkowania karty pomiarowej. Przy dużych częstotliwościach próbkowania istnieje niebezpieczeństwo utraty (pominięcia) niektórych danych.

### 3.4. Przyrząd wirtualny *Uzytkownik.vi*

Kontroler może udostępniać Użytkownikowi dane z obu węzłów pomiarowych RSP. W związku z tym, w projekcie *uzytkownik.lvproj* oprócz sieciowej zmiennej współdzielonej *polecenia* muszą zostać skonfigurowane obie zmienne, w których zapisane zostały dane pomiarowe (rys. 8).

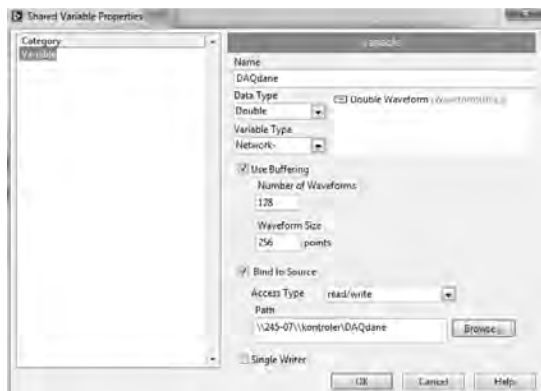


Rys. 8. Okno projektu *Uzytkownik.lvproj*

## 4. KONFIGURACJA I URUCHOMIENIE RSP

Poprawne funkcjonowanie zaprezentowanego RSP zależy od właściwej konfiguracji systemu, stworzenia odpowiednich projektów w węzłach oraz określenia warunków dostępu do poszczególnych zmiennych współdzielonych. Wszystkie komputery pracujące w węzłach RSP powinny być widoczne w jednej sieci lokalnej. Proces konfiguracji systemu rozpoczyna się od uruchomienia programu *kontroler.vi*, w którym włącza się

usługę Zarządzania Zmiennymi Współdzielonym SVE. Komputer, na którym działa SVE, przechowuje jednocześnie wszystkie wykorzystywane zmienne współdzielone. Pamiętać, zatem należy o prawidłowej konfiguracji tych zmiennych w pozostałych węzłach systemu pomiarowego. W każdym z nich, w oknie właściwości zmiennej współdzielonej, zmienną współdzieloną należy związać z odpowiadającą jej zmienną sieciową na głównym komputerze, na którym zainstalowany jest program *kontroler.vi* (rys. 9). We wszystkich węzłach systemu pomiarowego należy aktywować komunikację VI Servera za pomocą protokołu TCP/IP oraz ustawić listy dostępu do poszczególnych adresów IP komputerów pracujących w RSP. Następnie włączyć z poziomu kontrolera wszystkie przyrządy wirtualne RSP.



Rys. 9. Okno właściwości zmiennej współdzielonej *DAQdane* w projekcie *DAQ.lvproj*

## 5. CELE DYDAKTYCZNE LABORATORIUM

Celem tak zaprojektowanego stanowiska laboratoryjnego jest zaprezentowanie studentom procesu projektowania, modyfikowania i uruchamiania aplikacji RSP. Każda grupa studencka projektuje i konfiguruje jeden z węzłów RSP oraz organizuje LabVIEW Projekt dla tego węzła. Struktura RSP jest wstępnie przygotowana przez prowadzącego laboratorium. W trakcie trwania ćwiczeń jest ona modyfikowana w zależności od indywidualnych projektów węzłów. Studenci tworzą wirtualne przyrządy pomiarowe w węzłach pomiarowych, w oparciu o autonomiczne urządzenie pomiarowe (multimetr), interfejs szeregowy RS 232C lub kartę pomiarową DAQ. Następnie uruchamiają i testują programy w poszczególnych węzłach

RSP. Po zintegrowaniu całego systemu pomiarowego w głównym projekcie *kontroler.lvproj*, RSP jest konfigurowany i wspólnie uruchamiany.

Otwarty forma zarówno sprzętowa jak i programowa systemu rozproszonego umożliwia studentom zapoznanie się z nowoczesnymi rozwiązaniami zorganizowania takiego systemu w oparciu o Internet.

## 6. WNIOSKI KOŃCOWE

Referat prezentuje temat z dwóch perspektyw. Pierwsza pokazuje możliwości wykorzystania dla celów dydaktycznych specjalistycznego narzędzia programistycznego zdecydowanie upraszczającego oprogramowanie rozproszonego systemu pomiarowego RSP. Druga przedstawia organizację systemu pomiarowego, opartego na narzędziach programowych środowiska LabVIEW. W artykule zaprezentowano rozwiązanie zastosowane w laboratorium dydaktycznym Katedry Telekomunikacji Morskiej Akademii Morskiej w Gdyni, którego celem jest pokazanie całego procesu projektowania i uruchamiania aplikacji rozproszonego systemu pomiarowego (RSP) w środowisku programowym wspomagającym projektowanie systemów pomiarowych. Możliwości wykorzystania zaprojektowanego RSP w laboratorium dydaktycznym mogą być znacznie rozszerzone dzięki dołączeniu do projektu dodatkowych węzłów pomiarowych i odbiorczych.

## 7. BIBLIOGRAFIA

1. Arpaia P., Cennamo F., Daponte P.: A distributed laboratory based on object-oriented measurement systems, *Measurement*, 19 (3-4), 1996, ss. 207-215.
2. Pianegiani F., Macii D., Carbone P.: An Open Distributed Measurement System Based on an Abstract Client-Server Architecture, *IEEE Transactions on Instrumentation and Measurement*, vol. 52, No 3, 2003, ss. 686-692.
3. Grimaldi D., Marinov M.: Distributed measurement systems, *Measurement*, 30, 2001, ss. 279-287.
4. National Instruments: Architecting Systems with NI Software, *NI Newsletter*, Vol. 17, no 2, 2005, ss. 8-9.
5. National Instruments: Delivers Distributed Intelligence, *NI Newsletter*, Vol. 17, no 5, 2005, ss. 2-6.

## NETWORK DISTRIBUTED MEASUREMENT SYSTEM IN DIDACTIC LABORATORY

This paper presents the application possibilities of the commercially available software tools oriented to the design of distributed measurement system for educational purposes. The network distributed measurement system based on graphical programming environment LabVIEW is shown. It has been designed and applied at the Department of Maritime Telecommunications in Gdynia Maritime University for the tutored and self-education purposes. Students have an opportunity to execute a remote measurement as well as design, carry out and supervise their own projects using the graphical programming environment with ready-made instrument drivers (serial and DAQ boards). The position of the laboratory, consisting of several nodes with access to a computer network, in which the functions of the process and control of measurement have been dispersed is described. The advantages of the implemented components of the LabVIEW programming environment are indicated. The using such tools as the LabVIEW project, shared variables interface with the Shared Variable Engine significantly simplifying the programming of distributed application, which requires various forms of communication and data sharing. The presented distributed system assigned for the didactic laboratory is easily extensible. The application possibilities are virtually unlimited thanks to attaching additional measurement and client nodes.

**Keywords:** distributed measurement systems, distributed intelligence technology.

## BADANIE AKCEPTACJI OPROGRAMOWANIA OPEN SOURCE NA WYDZIAŁACH INŻYNIERSKICH UCZELNI TECHNICZNEJ

Sławomir RADOMSKI<sup>1</sup>, Adam MUC<sup>2</sup>, Adam SZELEZIŃSKI<sup>3</sup>, Piotr MYSIAK<sup>2</sup>

1. Gdańska Szkoła Wyższa, Wydział Nauk Inżynierskich  
e-mail: s.radom@wp.pl
2. Akademia Morska w Gdyni, Wydział Elektryczny  
e-mail: a.muc@we.am.gdynia.pl, p.mysiak@we.am.gdynia.pl
3. Wydział Mechaniczny, Akademia Morska w Gdyni  
e-mail: a.szelezinski@wm.am.gdynia.pl

**Streszczenie:** Masowa produkcja oprogramowania powoduje, że do wykonania określonych zadań można użyć programów od różnych producentów. Nie wszystkie jednak programy cieszą się taką samą popularnością. Badanie cech, które czynią, że dany program jest bardziej akceptowany niż inny, o podobnej funkcjonalności, stało się niezbędne i jest sukcesywnie rozwijane. W przypadku młodej kadry inżynierskiej przyzwyczajenia odnośnie używanego oprogramowania technicznego kształtowane są na uczelni, na której zdobywają wiedzę i umiejętności. Uczelnie techniczne bardzo często bazują na specjalistycznym oprogramowaniu w procesie kształcenia. Jest ono ważne zwłaszcza przy projektowaniu zajęć praktycznych, typu projekty lub laboratoria. Oprogramowanie specjalistyczne bywa często bardzo drogie, a przez to niedostępne dla studentów. Naturalną alternatywą dla tej sytuacji jest możliwość korzystania z oprogramowania *open source*.

**Słowa kluczowe:** akceptacja oprogramowania, model UTAUT, *open source*, inżynieria oprogramowania.

### 1. WSTĘP

Różnorodność języków programowania, dostępność środowisk programistycznych i inżynierii oprogramowania powoduje, że oprogramowanie może być produkowane nie tylko przez wyspecjalizowane firmy ale również przez zespoły ludzi pasjonujących się programowaniem i informatyką. W efekcie, na rynku oprogramowania dostępne są różne wersje programów lub nawet systemów informatycznych spełniających podobne zadania. Dlatego do wykonania określonego projektu można wykorzystać dowolny program o podobnej funkcjonalności. Może to być oprogramowanie mające charakter komercyjny (zamknięty), bądź otwarty (*ang. open source*). Oprogramowanie *open source* staje się coraz bardziej popularne w edukacji, administracji, ale też i technice. Duża liczba organizacji decyduje się na oprogramowanie *open source* w celu obniżenia kosztów użytkowania i zwiększenia dostępności oprogramowania. Czasami też, oprogramowanie *open source* charakteryzuje się większym bezpieczeństwem i niezawodnością niż porównywalne oprogramowanie komercyjne. Wśród odbiorców oprogramowania *open source* są też uczelnie wyższe, które wykorzystują je do wspomagania procesu kształcenia na technicznych kierunkach

studiów. Dlatego też ciekawym wydaje się zbadanie zakresu rozpowszechnienia tego typu oprogramowania na uczelni i wśród studentów.

### 2. AKCEPTACJA I ADOPCJA OPROGRAMOWANIA

Oprogramowanie, nawet to specjalistyczne, cechuje duża różnorodność. Stworzono wiele rodzajów oprogramowania dla tej samej klasy zastosowań, np. systemów operacyjnych, kompilatorów języków programowania, systemów oprogramowania biurowego, edukacyjnego, systemów klasy ERP, CRM, pakietów elektronicznego obiegu dokumentów WFM, systemów *Business Intelligence*, internetowych środowisk programistycznych czy nawet internetowych laboratoriów fizyki, elektroniki i innych. Wymienione rodzaje systemów oprogramowania mają charakter komercyjny (zamknięty), bądź otwarty. Prowadzone przez firmy doradcze i informatyczne rankingi wskazują, iż programy i systemy uzyskują wysoki stopień akceptacji w postaci wielkości sprzedaży, czy też zakresu rozpowszechnienia.

Świadectwem akceptacji oprogramowania jest to, czy jego użytkownicy, w swojej bieżącej działalności, będą je wykorzystywać w celu wykonywania swojej pracy zawodowej lub realizacji zainteresowań. A zatem, przez akceptację oprogramowania należy rozumieć podjęcie przez użytkownika danego programu (systemu) decyzji o zachowaniu tego właśnie programu (systemu), spośród dostępnego zbioru programów bądź systemów o identycznej lub zbliżonej funkcjonalności. W literaturze przedmiotu używa się też, różnego od akceptacji, pojęcia adopcji, które oznacza aprobatę użytkownika programu (systemu) w firmie lub instytucji, na podstawie akceptacji programu (systemu). A zatem, pojęcie akceptacji stosuje się w odniesieniu do indywidualnego użytkownika, natomiast pojęcie adopcji dotyczy organizacji. Akceptacja oprogramowania ma więc decydujący wpływ na jego adopcję przez firmy i instytucje, a zatem rozpowszechnienie jego implementacji.

Stąd zidentyfikowanie przyczyn zachowania czy zaniechania użytkownika określonego systemu oprogramowania jest ważną przesłanką dla podejmowania decyzji o zakupie lub wdrożeniu danego systemu w uczelni

czy innej instytucji. Konstatacja ta stała się decydującym powodem popularności metod badania akceptacji oprogramowania dla organizacji: gospodarczych, administracyjnych i edukacyjnych. Takie badania są szczególnie wspierane w krajach o wysokim poziomie zastosowań technologii teleinformatycznych. Również oprogramowanie o kodzie otwartym zyskuje w ostatnich latach na popularności. Jak wskazują badania wykonane przez Pentor [1] na zlecenie HP, Novell oraz Oracle, 19 na 20 polskich firm korzysta w różnym zakresie z oprogramowania *open source*. Około 94% firm używa otwartego systemu operacyjnego Linux na serwerach, a w 46% na stacjach roboczych. Jak wynika z tych badań trzy czwarte instytucji korzysta z otwartego oprogramowania serwerowego – głównie serwerów WWW i pocztowych oraz z programów typu ściana ognia. Jedna firma na pięć korzysta z *open source* w kluczowych zastosowaniach w swojej działalności. Raport Pentora przedstawia stwierdzenie, że aż dwie trzecie firm wykorzystuje systemy biznesowe klasy ERP i CRM z co najmniej częściowo otwartym kodem.

### 3. MODELE AKCEPTACJI OPROGRAMOWANIA

W celu wyznaczenia zmiennych objaśniających wpływających na akceptację technologii *open source* wykorzystano modele akceptacji oprogramowania (technologii) [2].

Jest duża grupa modeli pozwalających na badanie akceptacji oprogramowania przez użytkowników. Do najbardziej znanych modeli należą: TRA (ang. *Theory of Reasoned Action*), TAM/TAM2 (ang. *Technology Acceptance Model*), TPB (ang. *Theory of Planned Behavior*) czy UTAUT (ang. *Unified Theory of Acceptance and Use of Technology*). Są to modele oparte o teorię dyfuzji innowacji [3] lub akceptacji technologii [4, 5].

Inicjatorem badań akceptacji oprogramowania jest F. D. Davis. Najbardziej stymulujący wpływ na rozwój tej dziedziny badań miał jego artykuł [6]. Opracowany przez niego model TAM polegał na ocenie akceptacji oprogramowania przy uwzględnieniu dwu zmiennych objaśniających:

- **postrzegana łatwość użycia** (ang. *perceived easy of use*) – określona jako poziom odczucia danej osoby, że system (aplikacja) jest łatwa w użytkowaniu;
- **postrzegana użyteczność** (ang. *perceived usefulness*) – określona jako poziom odczucia danej osoby, że używanie systemu da jej korzyści w pracy (zwiększy jej efektywność, poprawi jej pozycję w firmie i środowisku).

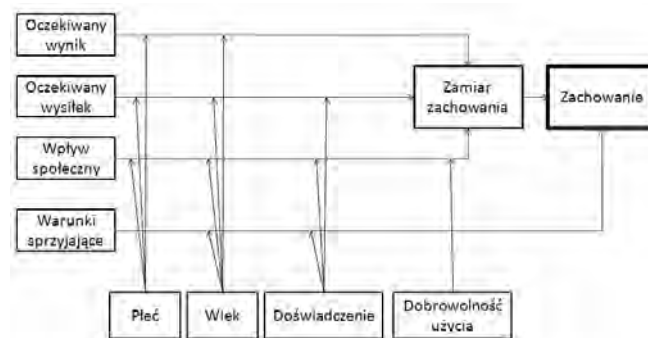
Obie zmienne mają decydujący wpływ na inicjowanie, umacnianie i kształtowanie zamiaru zachowania. Użytkownik oprogramowania, przez zamiar skorzystania z niego, wyraża finalną decyzję o zachowaniu danego rodzaju lub typu oprogramowania, po rozważeniu i ocenie warunków sprzyjających dla przejścia z zamiaru zachowania na zachowanie. Badania te F. D. Davis kontynuował i rozwijał wraz ze współpracownikami w kolejnych latach [6]. Cieszyły się one dużym zainteresowaniem i zostały podjęte przez innych naukowców. Stworzone zostały modele: TPB (ang. *Theory of Planned Behavior*) [7], czy UTAUT (ang. *Unified Theory of Acceptance and Use of Technology*) [8]. Właśnie model UTAUT i jego modyfikacja stał się przedmiotem zainteresowania w niniejszej pracy.

Czerpie on z wielu wcześniejszych modeli stosowanych w celu badania akceptacji oprogramowania

[9, 10]. UTAUT jest uważany za najlepszy model do analizy akceptacji i należy się spodziewać, że przyszłe badania będą nakierowane właśnie na użycie tego modelu. Schemat modelu UTAUT demonstruje rysunek 1.

W modelu UTAUT znaczący wpływ na zachowanie (pośrednio przez zamiar zachowania) mają cztery zmienne objaśniające:

- oczekiwany wynik (ang. *performance expectancy*) - definiowany jako stopień odczucia użytkownika, że wykorzystywanie danego oprogramowania pomoże mu osiągnąć dobre wyniki i korzyści w pracy,
- oczekiwany wysiłek (ang. *effort expectancy*) - definiowany jako stopień odczucia użytkownika, że oprogramowanie jest łatwe do opanowania,
- wpływ społeczny (ang. *social influence*) - definiowany jako stopień odczucia użytkownika, że ważne dla niego osoby zachęcają go do użycia danego oprogramowania,
- warunki sprzyjające (ang. *facilitating conditions*) - definiowane jako stopień odczucia użytkownika, że jego firma, wspomaga użycie danego oprogramowania.



Rys.1. Model UTAUT [8]

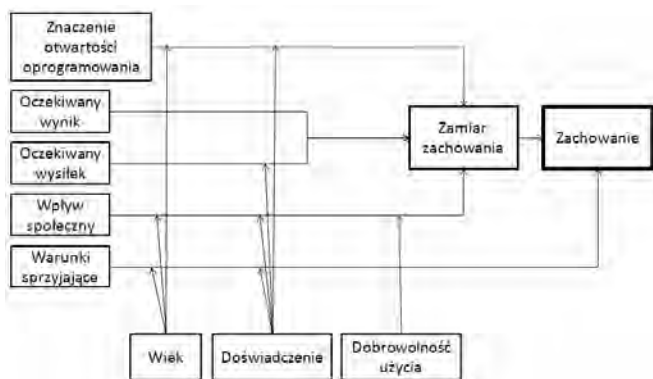
W modelu tym V. Venkatesh i inni wprowadzili także cztery zmienne, które pełnią rolę kluczowych moderatorów (ang. *key moderators*) i wywierają wpływ na powyższe zmienne niezależne. Moderatorami tymi są: płeć (ang. *gender*), wiek (ang. *age*), doświadczenie (ang. *experience*) i dobrowolność użycia (ang. *voluntariness of use*). W oparciu o powyższy model postawiono szereg hipotez, które potwierdził w swoich badaniach V. Venkatesh w roku 2003. Relacje zaznaczone na rysunku 1 mają postać funkcji liniowych, które analizowano za pomocą korelacji, a także metody PLS (ang. *Partial Least Squares*). Badanie akceptacji oprogramowania w tym zastosowaniu modelu UTAUT dotyczyły w głównej mierze oprogramowania komercyjnego, a w bardzo ograniczonym zakresie oprogramowania otwartego. W związku z tym w niniejszym badaniu postanowiono wykorzystać zmodyfikowany model UTAUT [11].

W strukturze modelu UTAUT dołączono piątą zmienną – znaczenie otwartości oprogramowania - ZOO (zmienną ukrytą). Zawiera ona w sobie zmienne obserwowalne bezpośrednio związane z oprogramowaniem *open source*, które nie są zawarte w pozostałych zmiennych ukrytych:

- niskie koszty licencji,
- możliwość modyfikacji kodu programu,
- stabilność rynku (związaną z brakiem uzależnienia od jednej firmy),
- większe bezpieczeństwo (związaną z możliwością modyfikacji kodu),
- wsparcie techniczne.

Zmienna ZOO zdefiniowana jako stopień odczucia użytkownika, który oznacza otwartość oprogramowania wyrażoną przez niskie koszty, bezpieczeństwo, otwartość kodu, niezależność od producenta, wsparcie techniczne ma wpływ na zamiar użycia oprogramowania (zamiar zachowania).

Z wcześniejszych badań wynika znikomy wpływ płci na zamiar zachowania, dlatego postanowiono zrezygnować z tej zmiennej modelu. Zmodyfikowany model UTAUT przedstawia rysunek 2.



Rys. 2. Zmodyfikowany model UTAUT

Najnowsze badania nakierowane są na analizę kolejnych czynników oraz ich wpływu na zamiar zachowania i zachowanie. Venkatesh, V., Thong, J., & Xu, X. w roku 2012 dołączyli do modelu UTAUT zmienne: motywacji (opartej na przyjemnym odczuciu z użytkowania oprogramowania ang. *Hedonic Motivation*), ceny (ang. *Price Value*) oraz doświadczenia i przyzwyczajenia (ang. *Experiance and Habit*). Nowopowstały model nazwano UTAUT 2 [12]. Badania potwierdzające zasadność modelu UTAUT przeprowadzono także w roku 2013 przez Taiwo, A., i Downe, A. Co ciekawe, badania zostały przeprowadzone na bardzo dużej próbie liczącej 11 000 użytkowników [13]. Przytoczone powyżej badania wskazują kierunek kolejnych analiz związanych z akceptacją oprogramowania oraz modelem UTAUT.

#### 4. MODELE RÓWNAŃ STRUKTURALNYCH SEM

Jedną z technik, którą wykorzystuje się do badania modeli akceptacji oprogramowania są modele równań strukturalnych, a szczególnie częściowa metoda najmniejszych kwadratów (PLS).

Modelowanie równań strukturalnych SEM [14]. Dzięki takiej strukturze SEM, możemy budować modele, w których występują pośrednie oraz bezpośrednie powiązania między zmiennymi obserwowalnymi i zmiennymi nieobserwowalnymi bezpośrednio. Główną charakterystyką modeli SEM jest to, iż modele te uwzględniają występowanie błędów pomiarowych we wszystkich zmiennych [15]. W SEM przedstawiają liniowe zależności o charakterze przyczynowym. Podstawą wyznaczania parametrów modeli SEM są macierze kowariancji lub korelacji, które to określają powiązania wszystkich par obserwowalnych zmiennych. Do podstawowych technik modeli SEM zalicza się:

- analizę ścieżki (ang. *path analysis*),
- konfirmacyjną analizę czynnikową (ang. *confirmatory factor analysis*),

- modelowanie regresji strukturalnych (ang. *structural regression modelling*).

Klasyczna metoda wyznaczania parametrów modeli równań strukturalnych SEM wykorzystuje macierze wariancji i kowariancji między zmiennymi obserwowalnymi i ukrytymi. Dodatkowym ograniczeniem dla badań jest to, iż zmienne obserwowalne muszą łącznie mieć wielowymiarowy rozkład normalny, co w niektórych badaniach jest rzeczą trudną do uzyskania.

Zaletą metody PLS jest to, iż nie wymaga ona ograniczenia związanego z rozkładem zmiennych obserwowalnych, a także założeń związanych z rozkładem reszt czy z niezależnością obserwacji. Różnice między klasycznymi metodami SEM a metodą PLS przejawiają się także w minimalnej liczbie próby. Modele PLS pozwalają na określenie parametrów na bardzo małych próbach, czego nie można było dokonać na klasycznych modelach SEM. Następną zaletą, z punktu widzenia akceptacji oprogramowania, jest różnica w sposobie identyfikacji zmiennych ukrytych. Modele SEM dopuszczają istnienie relacji między zmiennymi ukrytymi i obserwowalnymi tylko w podejściu refleksyjnym (zmienna rzeczywiście istnieje), natomiast model PLS uwzględnia także relacje w podejściu formacyjnym (zmienna jest hipotetyczna). Dodatkową zaletą modelu PLS jest to, iż mogą one być duże, zaś klasyczne modele SEM muszą być małe lub co najwyżej średniej wielkości. Wszystkie te różnice między klasycznymi modelami SEM i modelem PLS wpływają na to, że częściej metoda najmniejszych kwadratów jest idealnym narzędziem do badania adopcji i akceptacji oprogramowania. Na świecie, szczególnie w Stanach Zjednoczonych oraz w krajach azjatyckich, przeprowadza się bardzo często badania z wykorzystaniem równań strukturalnych oraz metody PLS. Również w badaniu akceptacji oprogramowania metoda PLS sprawdza się doskonale [16, 17].

Podobnie jak w przypadku liniowej regresji wielorakiej, głównym celem regresji metodą częściowych najmniejszych kwadratów jest budowa modelu liniowego w postaci równania 1.

$$Y = X \cdot B + E \quad (1)$$

gdzie:

$Y$  - oznacza macierz odpowiedzi o wymiarach  $n$  (liczba przypadków) na  $m$  (liczba zmiennych),  $X$  - oznacza macierz zmiennych objaśniających o wymiarach  $n$  (liczba przypadków) na  $p$  (liczba zmiennych),  $B$  - oznacza macierz współczynników regresji o wymiarach  $p$  na  $m$ ,  $E$  - oznacza składnik losowy modelu o takich samych wymiarach jak macierz  $Y$ .

Do analizy wyników wykorzystano częściową metodę najmniejszych kwadratów (PLS). Metodę tą wybrano z dwóch powodów. Po pierwsze model miał strukturę formacyjną, czego nie można było wykonać za pomocą klasycznych modeli SEM, a po drugie częściowa metoda najmniejszych kwadratów PLS jest bardziej odpowiednia w analizie danych, kiedy model jest nowym modelem i nie był intensywnie testowany wcześniej. Stwierdzono także, że w literaturze dość rzadko spotyka się badania, w których wykorzystuje się powyższe metody, dlatego postanowiono właśnie za pomocą równań strukturalnych SEM analizować ten model [16, 17].



## 5. WYNIKI BADAŃ

Cechą przestrzenną użytkowników oprogramowania *open source* w badaniu, były wydziały inżynierskie na uczelni technicznej. Badanie obejmowało wybranych studentów z uczelni technicznej studiujących na kierunku elektrotechnika i mechanika, w którym wykorzystuje się otwarte oprogramowanie. Studenci wypełnili kwestionariusz ankietowy w pierwszym półroczu 2016 roku. Do badania wykorzystano 42 poprawnie wypełnione kwestionariusze ankietowe. Analizie poddano ilościowe cechy zmienne użytkowników oprogramowania *open source* takie jak: rzeczową, przestrzenną i czasową. Do analizy danych wykorzystano oprogramowanie SmartPLS.

Kwestionariusz ankietowy składał się z 15 pytań. Poza częścią identyfikującą zawierał on 7 pytań objaśniających poszczególne zmienne ukryte: zamiar zachowania (ZZ), oczekiwany wynik (OWYN), oczekiwany wysiłek (OWYS), wpływ społeczny (WPS), warunki sprzyjające (WAS), dobrowolność użycia (DOBU), doświadczenie, wiek. Zmienna ukryta znaczenie otwartości oprogramowania (ZOO) była wyznaczona poprzez uśrednienie otrzymanych odpowiedzi na zmienne obserwowalne charakteryzujące ZOO. Respondenci zaznaczali odpowiedzi w tych pytaniach według siedmiostopniowej skali. W dalszej części studium, za pomocą programu SmartPLS, wyznaczono wartości współczynnika całkowitego wpływu (T) zmiennych objaśniających na zmienne objaśniane.

Tabela 1. Wpływ zmiennych objaśniających na objaśniane

| Zmienna objaśniana:<br>ZAMIAR ZACHOWANIA                   |       |      |
|--|-------|------|
|  | T     | t    |
| ZOO  | 0,35  | 4,05 |
| OWYN   | 0,60  | 5,79 |
| OWYS   | 0,30  | 3,00 |
| WPS  | 0,29  | 2,99 |
| Zmienna objaśniana:<br>ZACHOWANIE                          |       |      |
| ZZ   | 0,51  | 5,78 |
| WAS  | 0,29  | 2,46 |
| Zmienna objaśniana:<br>ZNACZENIE OTWARTOŚCI OPROGRAMOWANIA |       |      |
| WIEK   | 0,37  | 3,14 |
| DOŚWIADCZENIE  | 0,35  | 3,92 |
| Zmienna objaśniana:<br>OCZEKIWANY WYSIŁEK                  |       |      |
| DOŚWIADCZENIE  | -0,45 | 3,01 |
| Zmienna objaśniana:<br>WPŁYW SPOŁECZNY                     |       |      |
| WIEK   | 0,55  | 5,77 |
| DOŚWIADCZENIE  | 0,35  | 3,48 |
| DOBU   | -0,54 | 5,71 |
| Zmienna objaśniana:<br>WARUNKI SPRZYJAJĄCE                 |       |      |
| WIEK   | 0,31  | 3,37 |
| DOŚWIADCZENIE  | 0,45  | 3,24 |

Współczynnik T uzyskuje wartości w przedziale [-1,1]. Interpretacja wartości współczynnika T przedstawia się analogicznie jak interpretacja współczynnika korelacji liniowej Pearsona - im wynik bliższy modułu jedności tym

silniejszy związek między zmiennymi, a im bliżej zera tym słabszy związek między zmiennymi. Poprzez wykorzystanie dołączonego do programu modułu *bootstrap* wyznaczono także wartości statystyki t-Studenta (t). Wyniki uzyskane w badaniu przedstawia tabela 1. Moduł *bootstrap* wykorzystuje metodę szacowania rozkładu błędów estymacji, za pomocą wielokrotnego losowania ze zwracaniem z próby. Metoda ta jest przydatna szczególnie wtedy, gdy nie jest znana postać rozkładu zmiennej w populacji. Dla statystyki t-Studenta, przy założonym błędzie 5% ( $p = 0,05$ ) dla  $n=42$  wartość krytyczna testu t-Studenta wyniosła 2,018. Ponieważ wyniki testu t-Studenta w powyższym badaniu wyniosły ponad tę wartość, oznacza to, że uzyskane wyniki są istotne statystycznie dla poziomu istotności  $p = 0,05$ . Związki nieistotne statystycznie zostały usunięte z wyników badań.

## 5. WNIOSKI KOŃCOWE

Badania wykazały bardzo silny związek oczekiwanego wyniku i zamiaru zachowania. Wynik ten należy interpretować w ten sposób, iż funkcjonalność oprogramowania *open source* wpływa bardzo silnie na jego wybór. Równie ważne jak czynnik funkcjonalności programu okazuje się to, czy za jego pomocą użytkownik będzie mógł wykonać zadanie szybciej i czy będzie bardziej produktywny. Ankietowani odpowiadając na pytania przypisane do zmiennej oczekiwany wynik w sposób pośredni potwierdzili przydatność oprogramowania *open source* na uczelni. Równie silny związek zaobserwowano także w relacji zamiaru zachowania i zachowania. Badania te udowodniły stwierdzenie leżące u podstaw większości teorii akceptacji oprogramowania, że jeżeli użytkownik ma zamiar użycia danego typu programu to go użyje. Wysoki stopień korelacji uzyskały także relacje wpływu wieku na zmienną wpływ społeczny co świadczy o tym, że im starszy student tym bardziej bierze pod uwagę głos starszego kolegi, czy wykładowcy oraz wpływ dobrowolności na wpływ społeczny, z tym, że w tym przypadku uzyskano ujemną wartość współczynnika T. Ujemna wartość współczynnika przedstawia zależność w drugą stronę, czyli dobrowolność użycia tego programu przez studenta jest mocno ograniczona przez wpływ osób ściśle powiązanych ze studentem np. prowadzących zajęcia. W relacji doświadczenie oczekiwany wysiłek (DOŚW – OWYN) także uzyskał ujemną wartość współczynnika T, co pokazuje, że im student ma większe doświadczenie w używaniu konkretnego typu oprogramowania, tym jego oczekiwania co do wysiłku jaki będzie musiał podjąć w celu wykonania zadania są mniejsze.

Statystycznie istotne okazały się także pozostałe relacje modelu, w których zmienną objaśnianą jest zamiar zachowania.

Badania wskazały także, iż oczekiwany wysiłek także ma istotny wpływ na zamiar zachowania. Świadczy to o tym, że studenci wybierają chętniej programy komputerowe, które albo są proste w użyciu, albo nie wymagają zbyt dużej ilości czasu na naukę. Zaobserwowano więc, że łatwość opanowania danego programu *open source* wpływa także na jego wybór.

Kolejną zmienną objaśnianą mającą wpływ na zamiar zachowania jest wpływ społeczny. Często inne ważne dla użytkownika osoby, takie jak profesor lub inny nauczyciel akademicki, ale także koledzy, znajomi, lub inne osoby, w jakikolwiek sposób z nim związane, mają bezpośredni wpływ na wybór oprogramowania. Udowodniono także wpływ warunków sprzyjających na zachowanie.

Zmienna objaśniająca warunki sprzyjające zawiera w sobie informację, czy użytkownik ma niezbędne umiejętności i wiedzę teoretyczną do używania oprogramowania *open source*. Udowodniono więc, że im student, który już wcześniej posiadał umiejętność używania tego oprogramowania wybierze je chętniej w dalszej swojej edukacji. Zbadano również wpływ zmiennych kluczowych (wieku, doświadczenia, dobrowolności użycia) na znaczenie otwartości oprogramowania. Okazało się, że wiek i doświadczenie wpływają znacząco na znaczenie otwartości oprogramowania. Im student starszy i ma większe doświadczenie w użytkowaniu konkretnego oprogramowania to uważa, że znaczenie ma darmowość, oraz możliwość analizy kodu programu. Przeprowadzone i zaprezentowane badania wykazały możliwość identyfikacji czynników akceptacji oprogramowania *open source* przy pomocy zmodyfikowanego modelu UTAUT.

## 6. BIBLIOGRAFIA

1. Pentor: Linux i Open Source w biznesie, III Kongres Linuxa profesjonalnego, 2012
2. Wang W., Benbasat I.: Trust in and Adoption of Online Recommendation Agents, "Journal of the Association for Information Systems", 6(3), 2005
3. Moore G.C., Benbasat I.: Development of an Instrument to Measure the Perceptions of Adopting an Information Technology Innovation, *Information Systems research* (2:3), 1991, s. 192-222
4. Davis F.D., Bagozzi R.P., Warshaw P.R.: User acceptance of computer technology: A comparison of two theoretical models, "Management Science" 1989, 35(8), s. 982-1003
5. Davis F., Bagozzi R., Warshaw P.: Extrinsic and Intrinsic Motivation to Use Computers in the Workplace, *Journal of Applied Social Psychology*, 22:14, 1992, s. 1111-1132
6. Davis F.: Perceived usefulness, perceived ease of use, and user acceptance of information technology, *MIS Quarterly*, 13(3), 1989, s. 319-339
7. Ajzen I.: The theory of planned behavior, *Organizational Behavior and Human Decision Processes*, 50(2), 1991, s. 179-211
8. Venkatesh V., Morris M.G., Davis G., Davis F.: User acceptance of information technology: Toward a unified view, *MIS Quarterly*, 27(3), 2003, s. 425-478
9. Zhu K., Kraemer K.L., Gurbaxani V., Xu S.: Migration to Open-Standards Interorganizational Systems: Network Effects, Switching Costs and Path Dependency, *Ciro Consortium Research Report*, 2005
10. Zhu K., Kraemer K.L., Xu S.: The Process of E-Business Assimilation in Organizations: A Technology Diffusion Perspective, "Management Science", Vol. 52, No. 10, 2006
11. Radomski S.: Badanie akceptacji oprogramowania open source z wykorzystaniem zmodyfikowanego modelu UTAUT, rozprawa doktorska, 2011
12. Venkatesh, V., Thong, J., Xu, X.: Consumer Acceptance and Use of Information Technology: Extending the Unified Theory of Acceptance and Use of Technology. *MIS Quarterly*, 36(1), 2012, s. 157-178
13. Taiwo A., Downe A.: (The Theory Of User Acceptance And Use Of Technology ( UTAUT ): A Meta-Analytic Review Of Empirical Findings. *Journal of Theoretical and Applied Information Technology*, 49(1), 2013, s. 48-58
14. Gatnar E.: Statystyczne modele struktury przyczynowej zjawisk ekonomicznych, *Prace Naukowe Akademii Ekonomicznej*, Katowice, 2003
15. Strzała K.: Modelowanie równań strukturalnych: koncepcja i podstawowe pojęcia, „Prace i Materiały Wydziału Zarządzania”, nr 2, Sopot, 2006
16. Teo H.H., Wei K.K., Benbasat I.: Predicting Intention to Adopt Interorganizational Linkages: An Institutional Perspective, *MIS Quarterly*, (27:1), 2003
17. Tornatzky L., Fleischer M.: *The Process of Technological Innovation*, Lexington, MA: Lexington Books, 1990

## TESTING OF OPEN SOURCE SOFTWARE ACCEPTANCE ON THE ENGINEERING FACULTIES OF UNIVERSITIES OF TECHNOLOGY

The massive production of software contributes to the possibility of using the programmes from different producers in order to complete definite tasks. Not all of the programmes, however, are so popular. The testing of software features about the similar functionality shows that some software are more acceptable than the other. This is required and is successfully developed. The habits and preferences of young engineers staff connected with technical software are shaped during studies at the university where they acquire knowledge and abilities. Universities of technology very often base their classes on special software during the process of education. It is especially important while designing a draft of practical classes such as laboratories and projects. Nevertheless, this specialized software is very expensive and at the same time unavailable for students. A natural alternative for this situation is the possibility to use open source software.

**Keywords:** software acceptance, UTAUT model, open source, software engineering.



*IV Konferencja*

*eTechnologie w Kształceniu Inżynierów eTEE'2017*

Politechnika Gdańska, 27-28 kwietnia 2017

## INŻYNIER: WIEDZA, TECHNIKA, TECHNOLOGIA

Ryszard SOBCZAK

Miejsce pracy: Politechnika Gdańska  
tel.: 583471222 e-mail: rsob@pg.gda.pl

**Streszczenie:** Na prestiż zawodu inżyniera pracowali wybitni inżynierowie współpracujący z biznesmenami obdarzonymi wyobraźnią. Kształcąc przyszłych inżynierów z zastosowaniem e-technologii warto wiedzieć na czym polega unikalność kształcenia inżynierów i czy stosowanie e-technologii może nam w tym pomóc. Pomóc utrzymać prestiż tego zawodu. W pracy przedstawiono najważniejsze zadania inżyniera i zestawiono je z oczekiwaniami wyrażonymi w Polskich Ramach Kwalifikacji. Pokazano unikalność procesu projektowania obiektów i procesów technicznych wśród oczekiwanych umiejętności absolwentów wyższych uczelni. Wskazano też różnicę między techniką a technologią, w tym również e-technologią. Zasygnalizowano również istotne zagrożenie dla dobrego kształcenia przyszłych inżynierów jakim jest słaby kontakt uczelni technicznych ze środowiskiem gospodarczym.

**Słowa kluczowe:** inżynier, studiowanie, nauki techniczne, technologia.

### 1. INSPIRACJA

Organizowanie corocznych konferencji naukowych dotyczących stosowania e-technologii w kształceniu inżynierów skłania do zastanowienia się na czym polega wyjątkowość kształcenia inżynierów. Kim jest i kim powinien być inżynier przyszłości, aby rozważania naukowe na temat jego kształcenia były uzasadnione. Jeśli studia inżynierskie nie różnią się od studiowania prawa, medycyny, filozofii, matematyki czy rachunkowości, to może organizowanie konferencji poświęconych kształceniu inżynierów nie jest celowe?

Artykuł jest próbą znalezienia odpowiedzi na następujące pytania:

- jakie są zadania czekające współczesnego i przyszłego inżyniera?
- czy sposób kształcenia inżynierów zapewnia właściwą realizację ich zadań?
- czy są różnice w sposobie kształcenia inżynierów w stosunku do sposobu kształcenia innych absolwentów wyższych uczelni i na czym one polegają?
- czy stosowanie e-technologii może usprawnić proces kształcenia inżynierów, a jeśli tak, to w jaki sposób?

Podstawą sformułowania odpowiedzi na pierwsze pytanie będą dwa przykłady o charakterze historycznym oraz własne wieloletnie doświadczenie jako inżyniera i jako pracodawcy inżynierów.

Odpowiedź na drugie pytanie i trzecie będzie oparta o dokumenty Ministerstwa Nauki i Szkolnictwa Wyższego dotyczące kształcenia inżynierów.

Odpowiedzi na czwarte pytanie wyniknie z odpowiedzi na wcześniejsze pytania.

### 2. DWA PRZYKŁADY Z HISTORII

Przedstawione w tym punkcie przykłady o charakterze historycznym prezentują inżynierów, którzy przeszli do historii techniki kształtując wyobrażenie o zawodzie inżyniera, a ich dzieła wpłynęły na historię powszechną.

Pierwszą przywołaną postacią jest Louis Maurice Adolphe Linant de Bellefonds (nazywany też Linant Pasha), francuski inżynier pracujący poza Francją, w Polsce zupełnie nieznan. Jak podają francuskie źródła [8] podstawą jego wykształcenia były solidne podstawy z matematyki, rysunku i malarstwa. Był zdolnym samoukiem, który w wieku 32 lat został głównym inżynierem robót publicznych w Egipcie i rozpoczął modernizację sieci kanałów irygacyjnych w tym kraju. Pojął też prace projektowe nad kolejną próbą połączenia Morza Śródziemnego z Morzem Czerwonym. Pełen projekt budowy kanału był gotowy w roku 1844. Przy jego wykonaniu pod kierownictwem Linanta Paszy pracowało około 20 inżynierów. Finansowanie całości projektu i rozpoczęcie prac w roku 1859 było możliwe dzięki zabiegom dyplomaty Ferdinanda de Lesseps. Linant Pasza odpowiadał za wykonanie kanału zgodnie z wcześniej przygotowanym projektem. Po rozwiązaniu wielu problemów o charakterze technicznym, organizacyjnym, politycznym i finansowym w roku 1869 uroczyście otwarto Kanał Sueski. Budowę Kanału Sueskiego udało się przeprowadzić dzięki połączeniu dwóch elementów: doświadczenia technicznego oraz umiejętności zdobywania znacznych środków finansowych na realizację projektu. Kanał jest dziełem wielu ludzi, ale jego wykonanie było możliwe dzięki współpracy dwóch osób: inżyniera i przedsiębiorcy.

Drugą postacią wartą zaprezentowania jest francuski inżynier Maurice Koechlin, absolwent Politechniki Federalnej w Zurychu. W Polsce niezbyt dobrze znany, choć jego pomysł i dzieło są powszechnie rozpoznawalne. Od roku 1879 pracował w biurze projektowym "Compagnie des établissements Eiffel". W roku 1884 przedstawił, przygotowany wspólnie z innym młodym inżynierem, Émilem Nouguier, projekt pylonu (trapezoidalnej wieży o podstawie prostokątnej) o wysokości trzystu metrów. Po kilku miesiącach obaj inżynierowie wraz z swoim szefem, Gustavem Eifflem, byli już autorami patentu. Gustave Eiffel odkupił patent od obu inżynierów i w roku 1885 projekt pylonu-

wieży przedstawił w konkursie na bramę wejściową na teren planowanej na rok 1889 Wystawy Światowej. Budowa ruszyła w roku 1886, a prowadzącym budowę był Maurice Koechlin. Projekt wymagał złożenia wieży z wielu części, które powstały w fabryce Gustava Eiffla. Budowa wieży miała wielu znaczących przeciwników. Uspakajano ich argumentując, że wieża zostanie rozebrana po dwudziestu latach, gdyż jest tylko reklamówką nowych technologii. Okazało, że znaczna część kosztów jej budowy (75%) zwróciła się w ciągu 5 miesięcy od jej udostępnienia turystom. Dzisiaj, po 125 latach od jej powstania, nikt już nie mówi o jej rozebraniu.

Dlaczego te dwie osoby? Dlatego iż ich dzieła są dobrze znane i w pełni rozpoznawalne, a o historii powstania tych dzieł wiemy stosunkowo dużo, zaś sami ich pomysłodawcy i wykonawcy są zupełnie nieznanymi. Oba projekty są symbolami czasów, gdy zawód inżyniera zaczął osiągać dojrzałość. Mogą również posłużyć w zrozumieniu związków dwóch obszarów: techniki/technologii oraz biznesu. Żaden z tych projektów nie zostałby zrealizowany, gdyby nie ich współistnienie.

### 3. WSPÓŁCZESNY INŻYNIER

Osiągnięcia inżynierów w ciągu ostatnich stu lat spowodowały, że wykonywanie tego zawodu w dużej części społeczeństwa cieszy się prestiżem i zainteresowaniem. Zdobywanie tytułu zawodowego inżyniera dla wielu kandydatów na studia techniczne to ważny krok w ich życiu. Dzisiaj, w bez mała powszechnym rozumieniu, prawdziwy inżynier to osoba nie tylko dobrze wykształcona i kompetentna, ale również odpowiedzialna.

Odpowiedź na pytanie co charakteryzuje pracę współczesnego inżyniera może wydawać się trudna ze względu na rozległość obszaru jego działania oraz różnorodność stawianych przed nim zadań. Najważniejsze grupy zadań stawianych przed inżynierem można sprowadzić do dwóch zasadniczych:

- *projektowanie obiektów i procesów* obejmujące również *analizę finansową* rozwiązywanych problemów,
- *zarządzanie* obejmujące procesy uruchomienia, eksploatacji, remontu, badania i testów oraz likwidacji obiektów i procesów.

W tak zdefiniowanym zakresie zadań wyraźnie brak określenia rodzaju obiektów i procesów, którymi zajmuje się inżynier. Ich rodzaj wynika z obszaru jego działania. W najprostszym przypadku z inżynierem kojarzony jest *obiekt i proces techniczny*. *Obiekt techniczny* to przedmiot wykonany przez człowieka. Popularna w polskim Internecie [10, 11] definicja "obiekt techniczny to dowolny wytwór cywilizacji technicznej" niczego nie wyjaśnia, a raczej komplikuje. Pojawia się niejasne pojęcie cywilizacji technicznej.

Sposób zdefiniowania obiektu technicznego czyni obiektem technicznym również obraz namalowany przez malarza, który dla miłośników malarstwa niewątpliwie inżynierem nie jest. Jednak malarz wykazał się wiedzą inżynierską przygotowując ramę obrazu, dobierając płótno i grunt, farby i pędzle, zabezpieczając trwałość obrazu werniksem. Rozstrzygnięcia czy obraz jest obiektem technicznym, czy dziełem sztuki można dokonać dołączając do definicji obiektu atrybut *celu jego wykonania*. Jeśli malarz uzyskał oczekiwany efekt, poruszył kogoś tak bardzo, że obraz udało mu się sprzedać, to jest to dzieło sztuki. Jeśli natomiast malarz wykonany obraz zniszczył, bo coś się nie udało, to jest to obiekt techniczny, który należy poddać procesowi

likwidacji w taki sposób, aby nie narazić środowiska naturalnego na uszczerbek.

Teraz zdefiniowanie pojęcia procesu technicznego będzie już trochę prostsze. Proces techniczny to proces, którego celem jest:

- kształtowanie, przetwarzanie, transport i magazynowanie *materiałów*,
- transformacja (bez zmiany i ze zmianą postaci) i przesłanie *energii*,
- przetwarzanie i przesyłanie *informacji*.

Pierwsze dwie grupy procesów nie budzą wątpliwości, tzn. inżynier zmienia świat materialny. Najwięcej problemów przysparza trzecia grupa procesów, i to zapewne dlatego, że najmłodsza. Nie będzie ona przysparzała problemów, jeżeli będziemy trzymali się pełnej definicji procesu, a więc również jego celu. W ten sposób proces sądowy nie będzie procesem technicznym tak długo, jak długo obserwowanym celem jego prowadzenia jest rozstrzygnięcie czy oskarżony jest winny, czy niewinny. Są jednak obszary, gdzie można mieć problem z prostym rozstrzygnięciem. Obecnie takimi procesami są usługi finansowe (inżynieria finansowa), czy też procesy związane z inżynierią wiedzy.

Bardzo często mówimy nie o procesach technicznych, lecz *technologicznych*. Jaka jest różnica pomiędzy tymi pojęciami związanymi z pracą inżyniera? W języku dziennikarskim w zasadzie mówi się tylko o procesach technologicznych i w związku z tym, w języku polskim rozróżnienie technika – technologia nie jest wyraźne. Można zaproponować rozróżnienie przyjmując, że:

- *wiedza*, to znać definicję sekundy zgodnie z układem jednostek SI.
- *technika*, to umieć wykonać zegar cyfrowy zsynchronizowany zewnętrznym sygnałem radiowym, a
- *technologia*, to umieć wykonać 100 takich zegarów w ciągu godziny i to nie drożej niż dwa złote za sztukę.

W ten sposób budowa Kanału Sueskiego nie była procesem technologicznym (wybudowano jeden Kanał). Natomiast wywiezienie urobku przy jego budowie, to już był proces technologiczny. Musiało to być rozwiązanie bardzo wydajne i tanie. Podobnie było z Wieżą Eiffla. Wieża też była wykonana w jednym egzemplarzu, ale składała się z 18000 części, wykonanych poza terenem budowy, połączonych ponad dwoma milionami nitów.

Z technologią (i również z e-technologią) nieodłącznie wiąże się ocena kosztów jej wdrożenia i stosowania.

### 4. OCZEKIWANIA

Do wykonania swoich zadań inżynier musi być odpowiednio przygotowany. Musi posiadać odpowiedni potencjał wiedzy i doświadczenia. Dopiero wtedy będzie mógł realizować swoje zadania. Podstawą procesu zdobywania wiedzy i doświadczenia przez współczesnego inżyniera jest *studiowanie*.

Uczelnie kształcące inżynierów nie mają wielowiekowej tradycji. Najstarsza na ziemiach polskich ma zaledwie trochę ponad 110 lat. To niewiele w porównaniu z Uniwersytetem Jagiellońskim, uczelnią o wielowiekowej tradycji. Jedną z najlepszych uczelni technicznych na świecie, Politechnika Federalna w Zurychu, została założona dopiero w roku 1854.

Wyrazem oczekiwań w stosunku do wiedzy inżynierów przyszłości są warunki prowadzenia studiów w obszarze nauk technicznych i warunki przyznawania dyplomu inżynierskiego. W Polsce do roku 2002 podstawą prowadzenia

studiów kończących się uzyskaniem dyplomu inżynierskiego był program studiów zakładający przynajmniej 50% zajęć o charakterze technicznym prowadzonych przez profesorów i doktorów nauk technicznych oraz 40% zajęć o charakterze praktycznym (ćwiczenia, laboratoria i projekty) [1]. Po przyjęciu w roku 2005 nowej ustawy regulującej funkcjonowanie szkolnictwa wyższego [2], podstawą prowadzenia takich studiów stały się zdefiniowane przez Ministerstwo Nauki i Szkolnictwa Wyższego standardy kształcenia dla poszczególnych kierunków, w tym inżynierskich [3]. Dokonanie oceny zgodności programu studiów opartych o standardy kształcenia z zadaniami stawianymi przed inżynierami jest nadzwyczaj trudne. Z zestawu przedmiotów i ich treści wyszczególnionych dla każdego kierunku oddzielnie trudno wyciągnąć ogólne wnioski. Ten sam problem pojawia się przy próbie wyszukania różnic pomiędzy kierunkami technicznymi i nietechnicznymi (ponad 160 kierunków).

Po kolejnej 'reformie' w roku 2011 [4] odrzucono standardy kształcenia, a programy studiów oparto o definiowanie efektów kształcenia i weryfikację ich uzyskania. Porównanie efektów kształcenia na kierunkach z obszaru nauk technicznych z innymi obszarami pokazuje istotne różnice w liczbie i charakterze efektów kształcenia związanych z uzyskiwaniem umiejętności technicznych. Efekty kształcenia związane ze zdobywaniem wiedzy oraz kompetencji społecznych są dla wszystkich obszarów jakościowo zbliżone. Jednakże dla nauk technicznych efekty kształcenia prowadzące do uzyskania umiejętności zostały podzielone na trzy podgrupy: umiejętności ogólne, podstawowe umiejętności inżynierskie i umiejętności bezpośrednio związane z rozwiązywaniem zadań inżynierskich. Nie wnikając w szczegóły tego podziału widać, że umiejętności oczekiwane od absolwenta studiów technicznych były obszerniejsze niż absolwenta studiów innych kierunków. Ta różnica nie znajduje jednak swojego odzwierciedlenia w czasie przeznaczonym na kształcenie inżynierów, a podział na siedem semestrów studiów pierwszego stopnia (obecnie nazywanych poziomem szóstym PRK) i trzy semestry studiów drugiego stopnia (obecnie nazywanych poziomem siódmym PRK) dodatkowo komplikuje organizację studiów i obniża ich jakość. Wśród wielu wymienionych umiejętności inżynierskich są również te, które służą realizacji podstawowych zadań inżyniera, a mianowicie projektowaniu obiektów i procesów technicznych/technologicznych oraz zarządzaniu nimi.

Począwszy od roku akademickiego 2016/2017 mamy kolejną reformę [5]. Umiejętności inżynierskie uległy korzystnej kompresji. Korzystnej, gdyż projektowanie i zarządzanie nie zniknęło, a te efekty kształcenia, które wcześniej były rozdrobione, teraz są ujęte w ramach pojedynczych, ale dłuższych opisów charakterystyk drugiego stopnia. Nadal widać, że studia inżynierskie różnią się od studiów prowadzonych w ramach innych kierunków studiów.

W najnowszym dokumencie [5] (i również w poprzednim [4]) często pojawiało się odwołanie do umiejętności przeprowadzania komputerowych eksperymentów symulacyjnych. Dobrze przeprowadzona symulacja w istotny sposób poprawia jakość wykonywanych projektów i obniża koszty projektowanego przedsięwzięcia technicznego i technologicznego. Umiejętności korzystania z komputerowych narzędzi symulacyjnych i wykonywania symulacji można nabyć tylko poprzez ich stosowanie w procesie kształcenia. W projektowaniu, produkcji i stosowaniu narzędzi symulacyjnych nie mamy dużego doświadczenia. Najczęściej są to pojedyncze przedsięwzięcia o unikatowym charakterze, związane z bardzo szczegółowymi badaniami naukowymi.

W pracach prezentowanych na konferencjach poświęconych symulacjom komputerowym uwaga autorów jest skupiona na rozwiązywanym zagadnieniu teoretycznym. Narzędzie symulacyjne jest najczęściej tylko jednorazowo wykonanym narzędziem badawczym, a nie produktem, który ma służyć celom edukacyjnym.

Przedmiotem symulacji może być nie tylko strona techniczna projektu, ale również analiza ekonomiczna projektowanego przedsięwzięcia. Ten obszar na studiach technicznych jest prawie nieobecny.

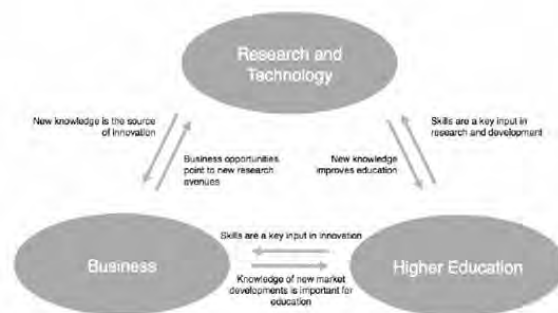
Symulacja komputerowa to również przedmiot zainteresowania zawodowego inżyniera twórcy komputerowych narzędzi symulacyjnych. W związku z tym symulacja komputerowa powinna być obecna w rozważaniach o stosowaniu e-technologii w procesie kształcenia inżyniera. Warto, aby w ramach konferencji dotyczących e-technologii w kształceniu inżynierów zająć się również komputerowymi narzędziami symulacyjnymi.

## 5. ZAGROŻENIA

W miejscu pracy inżyniera umiejętność wykonania dobrej analizy ekonomicznej jest jedną z najważniejszych umiejętności. To co inżynier zaprojektuje musi dać się sprzedać, nawet jeśli jest to obiekt techniczny z pozoru tak trudny do sprzedania jak Kanał Sueski czy Wieża Eiffla. Inżynierów nie powinno dziwić, że pracodawca będzie od nich wymagał pracy nad zaprojektowaniem tańszych rozwiązań.

Poprawna i racjonalna analiza finansowa projektu inżynierskiego jest coraz trudniejsza, gdyż kontakt uczelni technicznych z biznesem jest coraz słabszy.

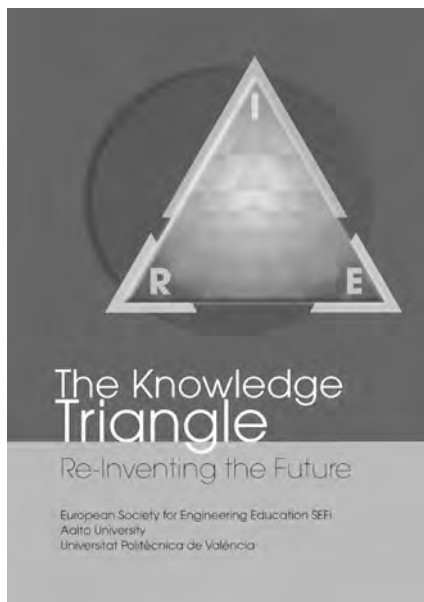
Nie jest to tylko cecha polskiego szkolnictwa wyższego, lecz zjawisko ogólnoeuropejskie mające już swoją nazwę 'academic drift' [9]. Oznacza ono, między innymi, aspirowanie uczelni technicznych do funkcjonowania na prawach uniwersytetów. Skutkiem tej zmiany statusu uczelni technicznej jest uciekanie od kontaktów z biznesem. Dobrze widocznym przykładem tej ucieczki jest tzw. trójkąt wiedzy.



Rys. 1. Trójkąt wiedzy w wydawnictwie przygotowanym dla Europejskiego Instytutu Innowacji i Technologii [6]

Trójkąt wiedzy miał ilustrować interakcję trzech źródeł innowacji. Podstawą powstawania innowacji miały być trzy elementy: *edukacja*, *nauka* i *biznes*. Rysunek 1 jest ilustracją trójkąta wiedzy przedstawioną w wydawnictwach prezentujących zadania i zasady funkcjonowania Europejskiego Instytutu Innowacji i Technologii. W miarę upływu czasu akademicy usunęli z trójkąta wiedzy 'biznes'. Działanie to dotyczy również instytucji międzynarodowych zrzeszających organizacje odpowiedzialne za edukację inżynierów.

Rysunek 2 przedstawia okładkę wydawnictwa firmowanego przez Europejskie Stowarzyszenie Edukacji Inżynierskiej, na której 'biznesu' w trójkącie wiedzy już nie ma.



Rys. 2. Okładka wydawnictwa Europejskiego Stowarzyszenia Edukacji Inżynierskiej [7]

## 6. WNIOSKI KOŃCOWE

Kształcenie inżynierów jest na tyle odmienne od kształcenia w obszarach nauk nietechnicznych, że organizowanie konferencji poświęconej stosowaniu e-technologii w procesie kształcenia inżynierów jest w pełni uzasadnione. Umiejętność projektowania obiektów i procesów technicznych/technologicznych jest cechą charakterystyczną tej grupy zawodowej. Należy przy tym pamiętać, że za pojęciem technologia, a więc również e-technologia, kryje się również analiza ekonomiczna.

Być może należałoby rozszerzyć tematykę konferencji poświęconych stosowaniu e-technologii w kształceniu inżynierów o zagadnienia związane z konstruowaniem narzędzi symulacyjnych przeznaczonych do kształcenia oraz ich stosowaniem w trakcie studiów, w szczególności w obszarze słabo obecnym w programie studiów, a mianowicie: analizy ekonomicznej i zarządzania.

## ENGINEER: KNOWLEDGE, TECHNIQUE, TECHNOLOGY

The prestige of the profession of engineer is a result of work of eminent engineers who cooperated with businessmen gifted with imagination. When educating future engineers with the usage of e-technology it is good to know what is the uniqueness of engineering education and if e-technology can be helpful in this process. In this paper, there were identified most important tasks of an engineer and they were compiled with the expectations expressed in The Polish Qualifications Framework. It was shown that the process of designing objects and processes is a unique expectation towards university graduates. The difference between technique and technology (including e-technology) was indicated as well. It was also signaled, that poor cooperation between technical universities and business is a real danger for good education of future engineers.

**Keywords:** engineering, education, technical science, technology.

## 7. BIBLIOGRAFIA

- [1] Rozporządzenie MNiSW z dnia 18.04.2002 r. w sprawie określenia standardów nauczania dla poszczególnych kierunków studiów i poziomów kształcenia, Dz.U. 2002 nr 253 poz. 1004.
- [2] Ustawa z dnia 27.07.2005 Prawo o szkolnictwie wyższym. Dz.U. 2007 nr 164 poz. 1365.
- [3] Rozporządzenie MNiSW z dnia 12.07.2007 r. w sprawie standardów kształcenia dla poszczególnych kierunków oraz poziomów kształcenia, a także trybu i warunków, jakie musi spełniać uczelnia, by prowadzić studia międzykierunkowe i makrokierunki, Dz.U. 2007 nr 164 poz. 1166.
- [4] Rozporządzenie MNiSW z dnia 2.11.2011 r. w sprawie Krajowych Ram Kwalifikacji dla Szkolnictwa Wyższego, Dz.U. 2011 nr 253 poz. 1520.
- [5] Rozporządzenie MNiSW z dnia 26.09.2016 r. w sprawie charakterystyk drugiego stopnia Polskiej Ramy Kwalifikacji typowych dla kwalifikacji uzyskiwanych w ramach szkolnictwa wyższego po uzyskaniu kwalifikacji pełnej na poziomie 4 – poziomy 6–8. Dz.U. z 2016 poz. 1594.
- [6] Allinson R., Izsak K., Griniece E.: *Catalysing Innovation In The Knowledge Triangle*, Technopolis Group, Publication for the European Institute of Innovation and Technology, 2012, s.5.
- [7] *Knowledge Triangle – Re-Inventing the Future*, red. Lappalainen P., Markkula M., European Society for Engineering Education SEFI, Aalto University, Universitat Politècnica de València, 2013, Okładka.
- [8] [https://fr.wikipedia.org/wiki/Louis\\_Maurice\\_Adolphe\\_Linant\\_de\\_Bellefonds](https://fr.wikipedia.org/wiki/Louis_Maurice_Adolphe_Linant_de_Bellefonds) (2017.02.12)
- [9] [http://www.unevoc.unesco.org/go.php?q=T\\_VETipedia+Glossary+A-Z&filt=all&id=701](http://www.unevoc.unesco.org/go.php?q=T_VETipedia+Glossary+A-Z&filt=all&id=701) (2017.02.12)
- [10] [https://pl.wikipedia.org/wiki/Obiekt\\_techiczny](https://pl.wikipedia.org/wiki/Obiekt_techiczny) (2017.02.12)
- [11] <http://slideplayer.pl/slide/830064/> (2017.02.12)

*IV Konferencja*

*eTechnologie w Kształceniu Inżynierów eTEE'2017*

Politechnika Gdańska, 27-28 kwietnia 2017

## WYBRANE OPROGRAMOWANIE WSPOMAGAJĄCE NAUCZANIE MATEMATYKI

Marcin WATA<sup>1</sup>, Dorota ŻAREK<sup>2</sup>, Katarzyna KIEPIELA<sup>3</sup>

1. Politechnika Gdańska, Centrum Nauczania Matematyki i Kształcenia na Odległość  
tel.: 58 348 6195, e-mail: marwata@pg.gda.pl
2. Politechnika Gdańska, Centrum Nauczania Matematyki i Kształcenia na Odległość  
tel.: 58 348 6195, e-mail: dorota.zarek@pg.gda.pl
3. Politechnika Gdańska, Centrum Nauczania Matematyki i Kształcenia na Odległość  
tel.: 58 348 6195, e-mail: katarzyna.kiepiela@pg.gda.pl

**Streszczenie:** W pracy przedstawiamy przykładowe wykorzystanie GeoGebry do wizualizacji pojęć matematycznych za pomocą apletów do ćwiczeń, oraz animacji do umieszczenia w e-kursach. Opisujemy też scenariusz wykorzystania GeoGebry i MATLABA na zajęciach stacjonarnych z algebry liniowej.

**Słowa kluczowe:** GeoGebra, wizualizacja, MATLAB.

### 1. WSTĘP

Pojawienie się elektronicznych maszyn liczących w pierwszej połowie XX wieku związane jest z rozwojem między innymi takich dziedzin jak elektronika czy informatyka. Zaowocowało to pojawieniem się nowych gałęzi przemysłu, nowoczesnych technologii i materiałów, ale również nowych problemów do rozwiązania. Wszystkie te czynniki mają znaczny wpływ na sposób kształcenia inżynierów.

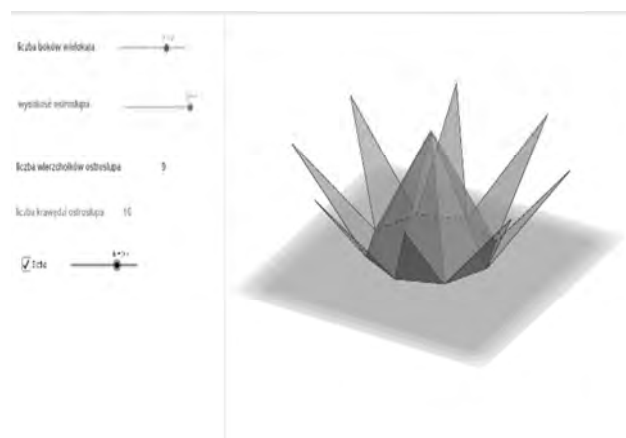
Komputery okazały się przydatne niemal we wszystkich dziedzinach naszego życia a umiejętność posługiwania się nimi stała się niezbędna we współczesnym społeczeństwie. W obecnych czasach młodzi ludzie wykorzystują komputery, tablety czy smartfony do komunikacji i rozrywki (gry komputerowe, sieci społecznościowe). Coraz częściej narzędzia te wykorzystywane są również do nauki. Organizacje edukacyjne takie jak Coursera, edX, Khan Academy oferują na poziomie akademickim darmowe kursy online z różnych dziedzin. W Internecie można także znaleźć wiele portali przeznaczonych dla uczniów niższych etapów nauczania. Mimo tego bogactwa zasobów dostępnych online, kontakt z nauczycielem pozostaje kluczowym elementem edukacji. Technologia daje również nauczycielom, w kontakcie na żywo z uczniem, nowe narzędzia. Nauczyciel matematyki ma możliwość wizualizacji pojęć matematycznych, czy też angażowania uczniów w odkrywanie matematyki za pomocą doświadczeń wykonywanych przy użyciu pakietów komputerowych. W ostatnich latach rozwijano wiele takich pakietów o różnorodnym przeznaczeniu. Możemy tu wymienić chociażby oprogramowanie open-source: Maxima, Octave, Scilab, GnuPlot, PSPP, R, GeoGebra czy też komercyjne: Maple, MATLAB, Mathematica.

W niniejszym artykule demonstrujemy przykłady użycia dwóch narzędzi, które mogą się wzajemnie uzupełniać: GeoGebry i MATLABA.

### 2. GEOGEBRA JAKO OPROGRAMOWANIE DO WIZUALIZACJI POJĘĆ MATEMATYCZNYCH

#### 2.1. Przykłady brył i ich siatek w GeoGebra

Pierwszy z przedstawionych apletów pozwala uczniom z niższych poziomów edukacji wyobrazić sobie między innymi ostrosłup czy graniastosłup oraz zobaczyć siatkę otrzymanej bryły.



Rys. 1. Aplet – Ostrosłup prawidłowy

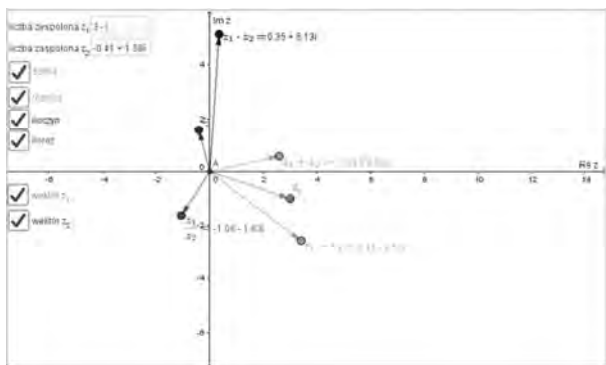
Wykonanie apletu przez uczniów a następnie samodzielne dopisanie nowych instrukcji pozwalających np. podać liczbę krawędzi, obliczać objętość bryły czy pole powierzchni bocznej utrwala zdobytą wcześniej wiedzę.

#### 2.2. Podstawowe działania na liczbach zespolonych

Na drugim z prezentowanych apletów przedstawione zostały podstawowe działania na liczbach zespolonych, takie jak: dodawanie, odejmowanie, mnożenie oraz dzielenie liczb zespolonych.

Student może wprowadzić dowolne dwie liczby zespolone i sprawdzić wyniki działań. Aplet ilustruje również interpretację geometryczną powyższych operacji.

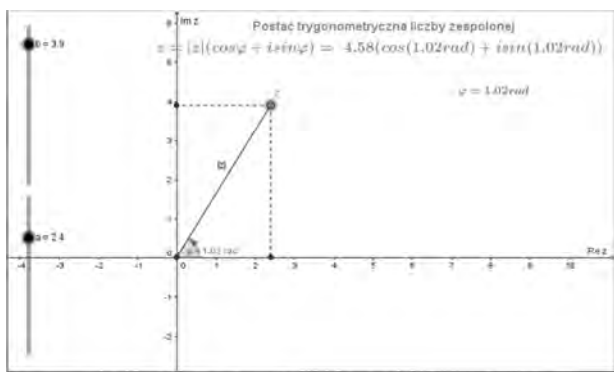




Rys. 2. Aplet – działania na liczbach zespolonych

### 2.3. Postać trygonometryczna liczby zespolonej

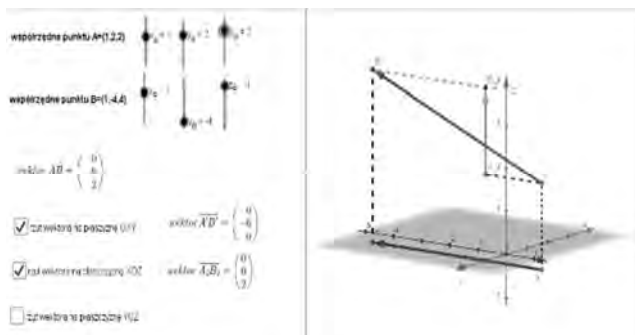
Kolejny przykład ilustruje postać trygonometryczną liczby zespolonej. W aplecie możemy za pomocą suwaków ustalić wartości części rzeczywistej i urojonej definiowanej liczby. Jako informację zwrotną otrzymujemy ogólny wzór postaci trygonometrycznej, wprowadzoną liczbę w tej postaci (argument główny i moduł wprowadzonej liczby) jak również jej interpretację geometryczną.



Rys. 3. Aplet - postać trygonometryczna liczby zespolonej

### 2.4 Wektory w przestrzeni. Iloczyn skalarny, wektorowy i mieszany

Istotnym elementem w kształceniu inżynierów jest geometria analityczna w przestrzeni. Podstawowe wiadomości z zakresu planimetrii i stereometrii wyniesione z wcześniejszych etapów kształcenia przygotowują grunt do rozwijania wyobraźni przestrzennej niezbędnej w geometrii wykreślnej.

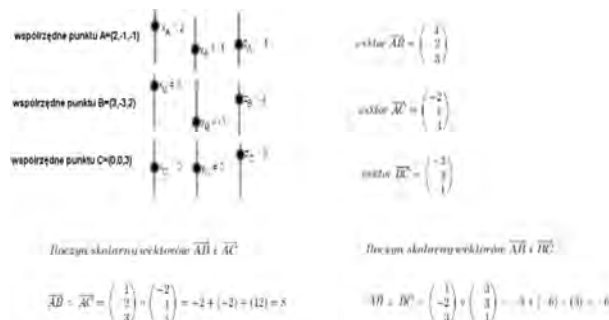


Rys. 4. Aplet – rzut wektora na płaszczyzny układu współrzędnych

Aplet przedstawiony na rysunku 4 demonstruje rzuty wektora na płaszczyzny układu współrzędnych w przestrzeni. Poruszając suwakami student może sam

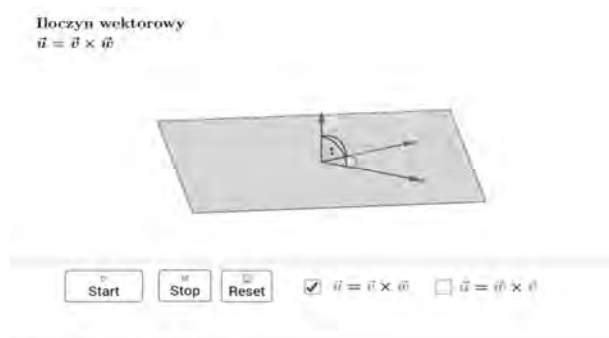
odkryć zależności między współrzędnymi danego wektora a współrzędnymi wektorów rzutowanych na płaszczyzny układu współrzędnych.

Kolejnymi zagadnieniami ważnymi w matematycznym kształceniu przyszłego inżyniera są iloczyny: skalarny, wektorowy i mieszany.

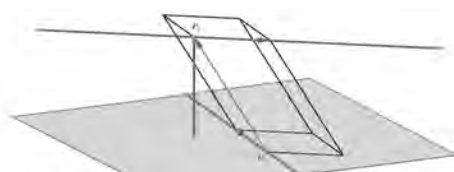
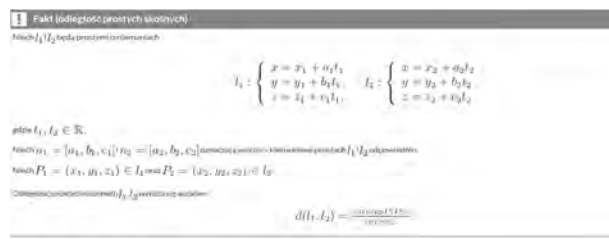


Rys. 5. Aplet – iloczyn skalarny

Powyższy rysunek przedstawia aplet za pomocą którego użytkownik może sprawdzić wykonane obliczenia manualne. Kolejne rysunki 5 i 6 ilustrują różnice między wymienionymi iloczynami, pokazując również zachodzące między pojęciami związku.



Rys. 6. Iloczyn wektorowy – animacja osadzona w e-kursie oraz fakt ułatwiający obliczanie iloczynu



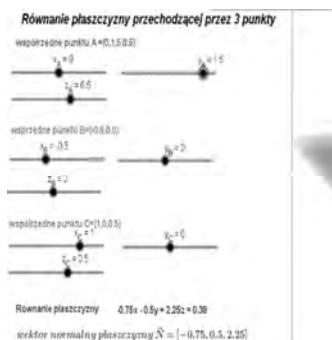
Rys. 7. Fragment e-kursu – iloczyn wektorowy i mieszany – zastosowanie do obliczania odległości prostych skośnych

Aplety i animacje również w sposób bardziej zrozumiały dla młodego człowieka pokazują interpretację graficzną iloczynu wektorowego i mieszanego oraz ich zastosowań.

## 2.5. Płaszczyzna przechodząca przez 3 punkty.

### Położenie dwóch płaszczyzn. Prosta prostopadła do płaszczyzny

Rysunek numer 8 przedstawia płaszczyznę przechodzącą przez 3 zadane punkty. Poruszając suwakami student ma możliwość zmienić położenie punktów a tym samym położenie płaszczyzny. Może również zaobserwować położenie wektora normalnego płaszczyzny. Następne dwa rysunki 9 i 10 ilustrują położenie dwóch płaszczyzn w przestrzeni. Dzięki suwakom student ma możliwość wprowadzania zmian w równaniach ogólnych płaszczyzn jak i w ich położeniu względem siebie.

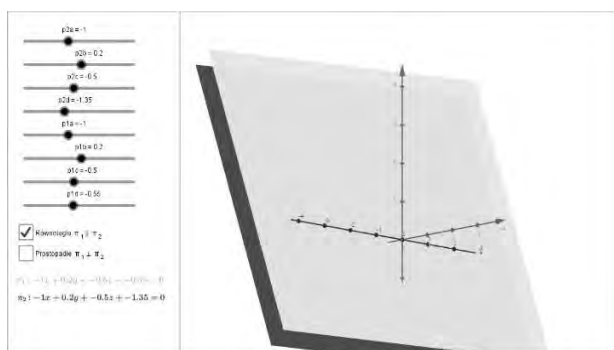


Rys. 8. Aplet – płaszczyzna przechodząca przez 3 punkty



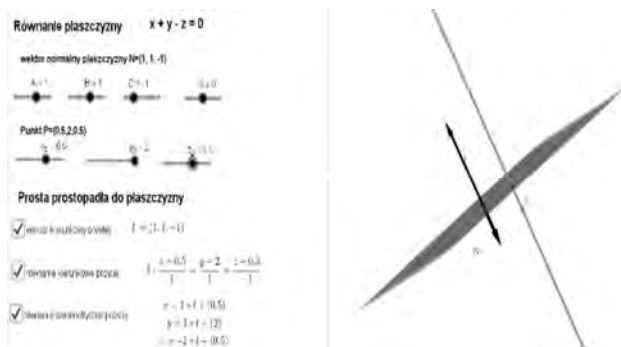
Rys. 9. Aplet - prostopadłe położenie dwóch płaszczyzn

Poniższy rysunek przedstawia równoległe położenie płaszczyzn. Użytkownik metodą prób może sprawdzić, kiedy dwie płaszczyzny leżą równoległe względem siebie. Dzięki temu może przeanalizować i uogólnić warunek równoległości płaszczyzn.



Rys. 10. Aplet - równoległe położenie dwóch płaszczyzn

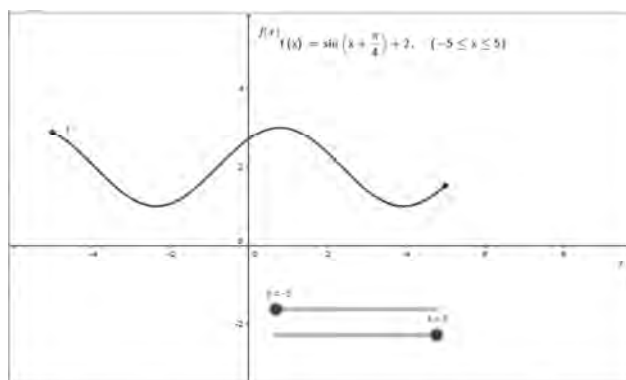
Ilustracja 11 przedstawia prostą przechodzącą przez punkt P, prostopadłą do zadanej płaszczyzny. Student operując suwakami może ustalić położenie punktu oraz równanie płaszczyzny. Otrzymane równanie prostej w postaci kierunkowej i parametrycznej pozwala sprawdzić poprawność wykonanych wcześniej przez studenta obliczeń.



Rys. 11. Aplet – Prosta prostopadła do płaszczyzny

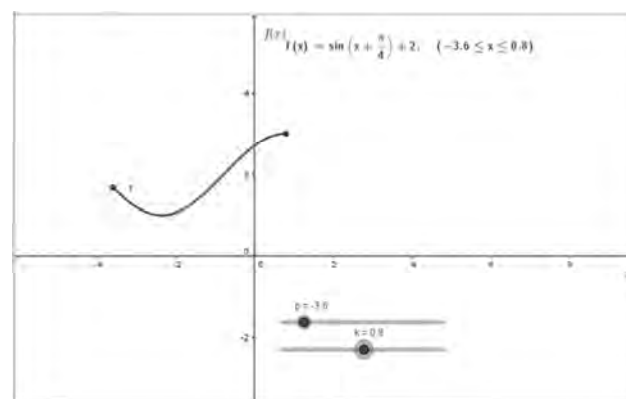
## 2.6. Pewne własności wykresów funkcji

Poniżej przedstawiamy aplet ilustrujący wykres funkcji na przedziale ograniczonym.



Rys. 12. Aplet – wykres funkcja na przedziale [-5; 5]

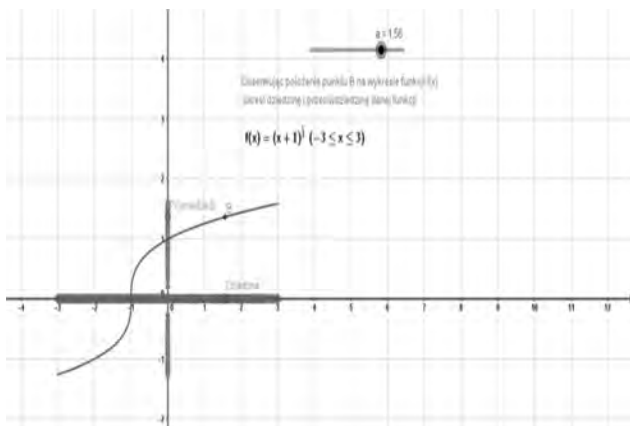
Dzięki suwakom użytkownik może przeanalizować zmiany wykresu funkcji w zależności od długości przedziału.



Rys. 13. Aplet – wykres funkcja na przedziale [-3.6; 0.8]

Kolejna ilustracja przedstawia aplet ułatwiający studentom, jak również młodzieży ze szkół ponadgimnazjalnych, zrozumienie takich pojęć jak dziedzina i zbiór wartości funkcji. Pojęcia zademonstrowano na przykładzie funkcji niewymierniej

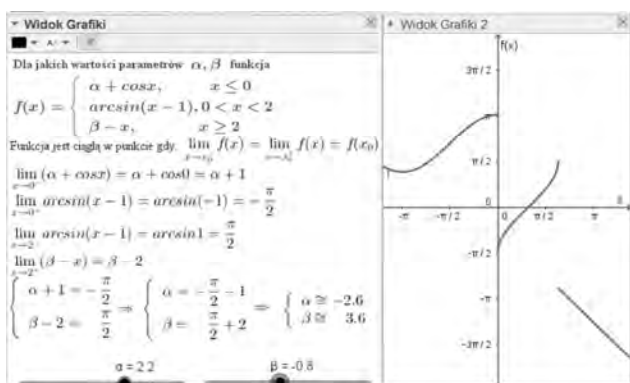
zdefiniowanej na przedziale ograniczonym, związanej z pierwiastkiem stopnia trzeciego. Obserwując położenie punktu na krzywej (przy włączonej animacji oraz śladzie punktu) użytkownik ma możliwość samodzielnego wyciągnięcia wniosków. Uczeń czy też student może samodzielnie określić wzór funkcji  $f(x)$  i obserwować zachodzące zmiany zbioru wartości. Zapisywanie wniosków na odpowiednio dobranej karcie pracy pozwala utrwalać zdobytą wiedzę o funkcjach.



Rys. 14. Aplet – dziedzina, zbiór wartości i wykres funkcji

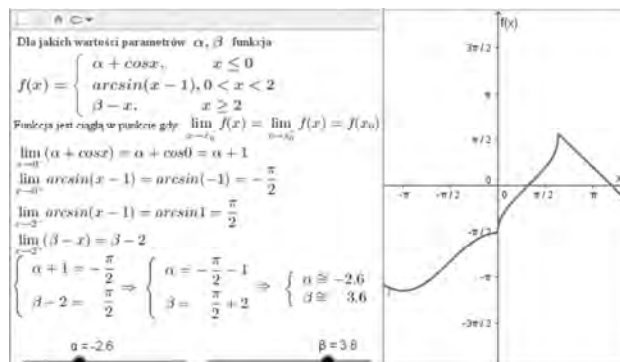
### 2.7. Ciągłość funkcji w punkcie

Do wizualizacji zadania doboru parametrów tak, aby funkcja zdefiniowana przedziałami była ciągła, również możemy wykorzystać oprogramowanie GeoGebra. Na rysunku 15, w prawym oknie apletu, narysowana jest funkcja  $f(x)$  zdefiniowana we wspomniany sposób. Widzimy, że funkcja nie jest ciągła w punktach  $x=0$  oraz  $x=2$ . Zadaniem studenta jest wyznaczenie odpowiednich wartości parametrów  $\alpha$  i  $\beta$  tak, aby funkcja była ciągła również w tych punktach. Student musi skorzystać z warunku ciągłości funkcji w punkcie, czyli policzyć granice jednostronne w badanych punktach, przyrównać je do siebie oraz do wartości funkcji. Swoje obliczenia może sprawdzić za pomocą prezentowanego apletu.



Rys. 15. Aplet – dobór parametrów, aby funkcja była ciągła w punkcie

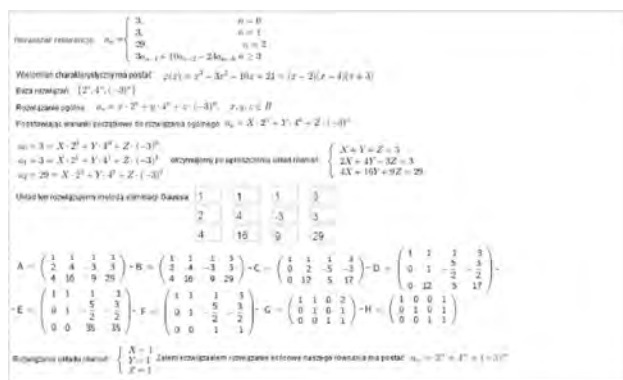
Na rysunku 16 w prawym oknie mamy już przedstawiony wykres funkcji ciągłej w obu punktach.



Rys. 16. Aplet – funkcja ciągła

### 2.8. Równanie rekurencyjne

Kolejny przykład przedstawia metodę wyznaczania rozwiązania rekurencji liniowo jednorodnej z wykorzystaniem oprogramowania GeoGebra. Aby znaleźć wzór ogólny w postaci jawnej należy najpierw rozwiązać układ równań z trzema niewiadomymi. Niewiadome układu zostały wyznaczone za pomocą metody eliminacji Gaussa.



Rys. 17. Aplet - równanie rekurencyjne

## 3. GEOGEBRA JAKO NARZĘDZIE DO NAUKI ALGORYTMÓW

Jednym z podstawowych algorytmów nauczanych na akademickich kursach matematyki jest eliminacja Gaussa (lub eliminacja Gaussa-Jordana). Algorytm ten został już wykorzystany w aplecie 17. W artykule [1] pokazaliśmy jak utworzyć w GeoGebra aplet wspomagający naukę tego algorytmu, który można umieścić w kursie online. W czasie zajęć ćwiczeniowych można natomiast użyć widoku CAS (ang. Computer Algebra System – System Algebra Komputerowej). Macierz w GeoGebra reprezentowana jest jako lista wierszy, wiersze jako listy elementów. Poszczególne elementy listy dostępne są za pomocą polecenia Element.

Zadanie. Rozwiąż układ równań:

$$\begin{cases} x_1 - x_2 - 3x_3 + x_4 = 2 \\ 2x_1 - 2x_2 - 10x_3 + 2x_4 = 4 \\ -3x_1 + 3x_2 + 2x_3 - 4x_4 = 2 \end{cases}$$

Oto jak możemy rozwiązać nasze zadanie krok po kroku używając widoku CAS:

```

>>A:={ {1,-1,-3,1,2},{2,-2,-10,2,4},{-3,3,2,-4,2} }
A1:={Element[A, 1], Element[A, 2]-2*Element[A, 1],
Element[A, 3]+3*Element[A, 1]}
>>A2:={Element[A1, 1], Element[A1, 2], Element[A1,
3]-(-7/(-4))*Element[A1, 2]}
>>A3:={Element[A2, 1], (-1/4)*Element[A2, 2],(-
1)*Element[A2, 3]}
>>A4:={Element[A3, 1]-Element[A3, 3], Element[A3,
2],Element[A3, 3]}
>>A5:={Element[A4, 1]-(-3/1)*Element[A4, 2],
Element[A4, 2],Element[A4, 3]}

```

GeoGebra ma wbudowane polecenie za pomocą którego moglibyśmy od razu wyznaczyć macierz końcową A5: `ReducedRowEchelonForm[A]`, jednak naszym celem była nauka algorytmu.

Ciekawe informacje dotyczące konstrukcji e-kursów z wykorzystaniem GeoGebry można znaleźć między innymi w pracy [2].

## 4. MATLAB NA ZAJĘCIACH Z MATEMATYKI

### 4.1. MATLAB – narzędzie inżyniera

MATLAB jest oprogramowaniem powszechnie wykorzystywanym do wykonywania obliczeń numerycznych przez inżynierów [3]. Studenci wielu wydziałów uczelni technicznych mają z nim do czynienia w trakcie studiów. Obecnie w MATLABIE dostępnych jest około 8000 poleceń z różnych dziedzin.

### 4.2. Eliminacja Gaussa

Implementacja algorytmu Gaussa wymaga użycia pętli. Twórcy GeoGebry postawili sobie za cel prostotę jej interfejsu rezygnując z tej jednej z podstawowych konstrukcji występujących w programowaniu. Możemy wprowadzić zaimplementować proste pętle jako ciągi (z użyciem suwaków) lub możemy tworzyć skrypty GeoGebry oraz skrypty JavaScript, w których możliwe jest używanie pętli, jednak wspomniane techniki są trudne do użycia w czasie zajęć ze studentami. Dużo łatwiejszym jest implementacja algorytmu Gaussa wykorzystując MATLABA.

Za pomocą prostego kodu składającego się z dwóch zagnieżdżonych pętli `for` możemy zademonstrować studentom działanie tego algorytmu na przykładzie układu z apletu 17. Układ ten reprezentujemy przez macierz rozszerzoną układu.

```

A=[1,1,1,3; 2,4,-3,3; 4,16,9,29]
%Algorytm Gaussa (eliminacja zmiennych w dół)
for k=1:2
    for w=(k+1):3
        A(w,:)=A(w,:)-(A(w,k)/A(k,k)).*A(k,:);
    end
    A % wypisanie macierzy
end
%Eliminacja zmiennych w górę
for k=3:-1:1
    A(k,:)=(1/A(k,k)).*A(k,:);
    for w=k-1:-1:1
        A(w,:)=A(w,:)- A(w,k).*A(k,:);
    end
    A % wypisanie macierzy
end

```

Implementacja ogólniejszej wersji algorytmu Gaussa jest bardziej skomplikowana. Możemy dochodzić do niej na zajęciach małymi krokami rozważając kolejne pomocnicze układy równań. Ze względu na objętość artykułu nie podajemy przykładowego kodu końcowego. Zainteresowanego czytelnika odsyłamy do strony [www.pg.gda.pl/~marwata/matlab/](http://www.pg.gda.pl/~marwata/matlab/).

W MATLABIE dostępne jest również polecenie `rref` realizujące algorytm Gaussa-Jordana.

### 4.3. Generowanie fraktali – trójkąt Sierpińskiego

W artykule [4] prezentowaliśmy aplety GeoGebry generujące fraktale. Atrakcyjny wygląd fraktali może być bodźcem dla studentów, by bliżej zainteresować się ich matematycznymi własnościami. Napisanie skryptów tworzących fraktale jest łatwiejsze w MATLABIE niż w GeoGebrze. Za pomocą zaledwie kilku poleceń (`rand`, `if`, `else`, `for`) możemy napisać skrypt generujący trójkąt Sierpińskiego, rozwiązujący poniższe zadanie.

Zadanie. Dane są trzy punkty P1, P2, P3, będące wierzchołkami trójkąta. Wybieramy dowolny (dodatkowy) punkt P.

K1. Losujemy jedną z liczb 1, 2, 3.

K2. Wyznaczamy punkt PS będący środkiem odcinka łączącego wierzchołek o wylosowanym numerze z punktem P. Zaznaczamy punkt PS.

K3. Uaktualniamy punkt P=PS.

K4. Powtarzamy kroki K1-K4.

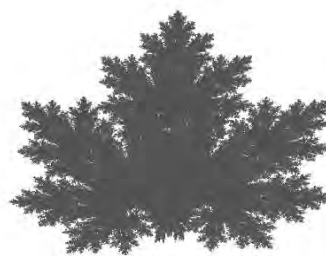
Napisz program w MATLABIE realizujący powyższy algorytm. Powtórz kroki K1-K4 1000, 2000, 100000 razy, jaki obrazek otrzymałeś?



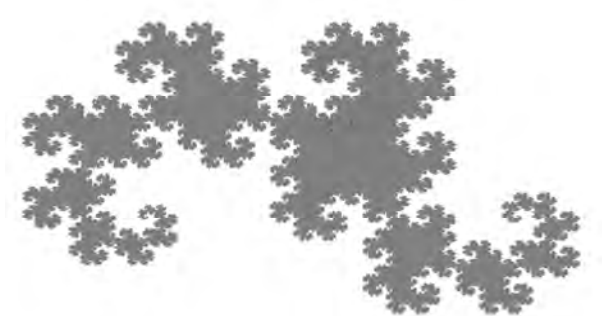
Rys. 18. Wynik działania skryptu dla 1000 i 100000 powtórzeń

### 4.4. Generowanie fraktali – inne przykłady

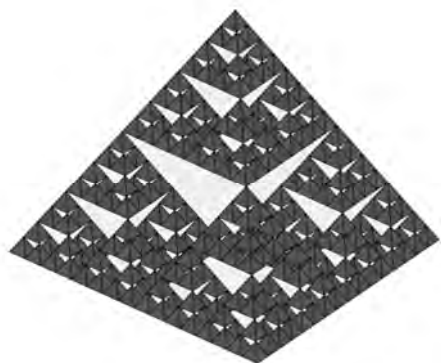
W algorytmach IFS do generowania fraktali wykorzystuje się kilka przekształceń, które można zdefiniować za pomocą macierzy: obroty, przesunięcia, skalowania. Daje to znakomitą możliwość pokazania zastosowania algebry liniowej. Poniższe fraktale wygenerowane zostały w MATLABIE przy użyciu algorytmów IFS i L-systemów.



Rys. 19. Liść klonu wygenerowany w MATLABIE algorytmem IFS



Rys. 20. Smok utworzony w MATLABIE za pomocą L-systemu



Rys. 21. Piramida Sierpińskiego utworzona w MATLABIE

## 5. WNIOSKI KOŃCOWE

W akademickim nauczaniu matematyki, różne oprogramowanie może się uzupełniać. GeoGebra ułatwia tworzenie wizualizacji pojęć matematycznych oraz osadzanie ich za pomocą serwisu GeoGebraTube w e-kursach. Widok CAS GeoGebry może być wykorzystany

podczas zajęć z algebry liniowej i analizy matematycznej. Jeśli mamy taką możliwość, możemy zastąpić użycie widoku CAS pakietem MATLAB. Gdy chcemy przedstawić algorytmy, w których wymagane jest wielokrotne powtarzanie pewnych operacji GeoGebra przestaje być pomocna, wyborem może być MATLAB.

Autorzy wykorzystują niektóre z prezentowanych apletów GeoGebry w e-kursach wspomagających proces dydaktyczny nauczania matematyki na prowadzonych przez siebie zajęciach (blended-learning). Kursy te są w trakcie udoskonalania. W niedalekiej przyszłości planowane są badania dotyczące wpływu zastosowanych rozwiązań na efektywność uczenia się przez studentów.

## 6. BIBLIOGRAFIA

1. Wata M., Żarek D., Wykorzystanie oprogramowania GeoGebra do wizualizacji w nauczaniu matematyki, *Zeszyty Naukowe Wydziału Elektrotechniki i Automatyki Politechniki Gdańskiej* Nr 48/2016
2. Heba A., Kapounová J., Smyrnova-Trybulska E., System for Individual Learning of Mathematics, In: *Information and Communication Technology in Education - Proceedings. Rožnov pod Radhoštěm*, 2014, s. 76-86.
3. Krzyżanowski P., *Obliczenia inżynierskie i naukowe*, Wydawnictwo Naukowe PWN, Warszawa 2011
4. Kiepiela K., Wata M., Żarek D., GeoGebra jako przykład zastosowania oprogramowania otwartego w nauczaniu matematyki, *Zeszyty Naukowe Wydziału Elektrotechniki i Automatyki Politechniki Gdańskiej* Nr 41/2015

## SELECTED SOFTWARE SUPPORTING MATHEMATICS TEACHING

In the first part of the paper we present some applets created in GeoGebra. These examples can be used in the process of teaching mathematics both in classroom and as online materials in e-courses. Visualizing difficult mathematical terms and notions we help young people to understand mathematics and even touch and feel it. The second part of our article is devoted to possible scenarios of utilizing MATLAB and GeoGebra in classroom teaching during linear algebra lessons. MATLAB is commonly used software by students of technology universities for performing numerical calculations.

**Keywords:** GeoGebra, visualization, MATLAB.

## PODEJŚCIE INŻYNIERSKIE W NAUCZANIU

Wojciech ZUZIAK<sup>1</sup>, Eugenia SMYRNOVA-TRYBULSKA<sup>2</sup>

1. Regionalny Ośrodek Doskonalenia Nauczycieli „WOM” w Bielsku-Białej  
tel.: 33 812 37 15 e-mail: wzuziak@wombb.edu.pl
2. Uniwersytet Śląski w Katowicach, Wydział Etnologii i Nauk o Edukacji w Cieszynie  
tel.: 33 854 61 12 e-mail: esmyrnova@us.edu.pl

**Streszczenie:** Autorzy, wychodząc od nadrzędnego celu edukacji – wykształcenia kreatywnych myślicieli, zwracają uwagę na niezwykle ważną w tym kontekście rolę błędu w nauczaniu. Bazując na własnych doświadczeniach w prowadzeniu zajęć warsztatowych z robotyki, proponują podejście inżynierskie w nauczaniu. Rozważają – ponadto – możliwość edukacyjnego wykorzystania elementów metodyki zwinnej Scrum w zarządzaniu procesem zespołowego tworzenia produktu (np. procesem budowy i programowania robota). Oprócz tego w artykule zostały przeanalizowane aspekty związane z motywacją i inspiracją uczących się w zakresie edukacji inżynierskiej oraz wybrane wyniki ankiet, przeprowadzanych wśród czynnych i przyszłych nauczycieli w zakresie zajęć z robotyki w szkole podstawowej.

**Słowa kluczowe:** podejście inżynierskie, Scrum, rola błędu w nauczaniu, robotyka.

### 1. UCZEŃ – CZYLI KREATYWNY MYŚLICIEL

#### 1.1. Nadrzędny cel edukacji

Propozycja stosowania elementów podejścia inżynierskiego w nauczaniu wypływa z jasno postawionego celu nauczania. W opinii autorów głównym (nadrzędnym) celem edukacji – szczególnie tej wspieranej narzędziami ICT (TIK) – jest wykształcenie kreatywnych myślicieli.

Tak określony cel pokrywa się z tym, co proponuje Mitchel Resnick (MIT, USA): „W dzisiejszym społeczeństwie mniej przecież chodzi o to, co i ile człowiek wie, ale o to, czy myśli twórczo, czy potrafi znajdować nowe rozwiązania w nowych sytuacjach” [1].

Resnick, ponadto, zauważa, że „kreatywne myślenie wymaga angażowania innych” [1]. Propozycja podejścia inżynierskiego w nauczaniu zakłada konieczność współpracy uczniów przy rozwiązywaniu problemów. Okazją do pracy zespołowej i szansą na rzeczywisty aktywny udział uczniów w zajęciach są warsztaty budowy i programowania robotów. Autorzy – bazując na własnym doświadczeniu – proponują dla uczniów klas 4-6 (4-8) szkoły podstawowej i gimnazjum, aby wspomniane warsztaty z robotyki organizować, wykorzystując tytułowe podejście inżynierskie.

#### 1.2 Rola inspiracji

W Komunikacie Komisji Europejskiej *EUROPA 2020. Strategia na rzecz inteligentnego i zrównoważonego rozwoju sprzyjającego włączeniu społecznemu* zidentyfikowano i opisano koncepcję inteligentnego rozwoju społeczeństwa,

przez który rozumie się „zwiększenie roli wiedzy i innowacji jako sił napędowych naszego przyszłego rozwoju” [2].

Zwiększenie roli wiedzy i innowacji wymaga:

- podniesienia jakości edukacji (zachęty do uczenia się i zdobywania nowych kwalifikacji),
- poprawy wyników działalności badawczej (tworzenia nowych produktów i usług),
- wspierania transferu innowacji i wiedzy,
- pełnego wykorzystania technologii informacyjno-komunikacyjnych (tworzenia i rozwoju społeczeństwa cyfrowego). [2]

Używając terminu „podejście inżynierskie w nauczaniu”, autorzy odwołują się pośrednio do możliwego łacińskiego pochodzenia słowa „inżynier”: od „ingenium” (rozum, mózg), który w sensie słowotwórczym jest bliski „genium” (geniusz). Tym samym wskazują, że podejście inżynierskie w nauczaniu może samo w sobie stanowić już zachętę do uczenia się i zdobywania nowych kwalifikacji.

Oczywiście, podstawą każdej decyzji (także tej dotyczącej wyboru zawodu i przyszłej kariery) jest inspiracja (rysunek 1).



Rys. 1. Cykl „Inspiracja – Zaangażowanie – Przygotowanie – Realizacja – Ewaluacja”. Opracowanie własne na podstawie [3]

Zaangażowanie w przygotowanie jest skutkiem inspiracji. Następnie: realizacja w celu osiągnięcia czegoś równie wielkiego (lub większego) niż to, co było inspiracją.

W rzeczywistości, realizacja celów poddana ocenie (ewaluacji) może być inspiracją dla innych. [3]

Można zaryzykować stwierdzenie, że od tego cyklu zależą losy społeczeństw. Potrzebujemy dzieci jutra, których umiejętnie zainspirujemy do kontynuowania sukcesów naszych przodków. I znów rola nauczycieli (tym razem jako dostarczycieli inspiracji) jest szczególnie ważna.

### 1.3. Uczeń ma prawo do błędu

Nauczanie połączone z rozwiązywaniem (już w szkole) problemów, z jakimi spotykają się na co dzień inżynierowie, promuje Ethan Danahy (CEEO, Tufts University, USA). Gościł on w Polsce (10/2014) w Instytucie Technologii i Mechatroniki Uniwersytetu Śląskiego, gdzie – podczas seminarium LEGO® Engineering – prezentował problemy inżynierskie z jakimi może zmierzyć się uczeń podczas zajęć z wykorzystaniem zestawów do budowy i programowania robotów LEGO® MINDSTORMS® Education EV3.

Jednym z najważniejszych wniosków płynących z wystąpienia Danahy'ego jest konieczność stosowania takich strategii nauczania (prowadzenia zajęć), które zezwalają (czy nawet wprost zakładają) jawną zgodę na popełnianie przez uczniów błędów podczas zajęć.

Przy czym autorzy traktują błąd (i odróżniają go od pomyłki) w rozumieniu salezjańskiego dydaktyka matematyki o. Michele'a Pellerey'a SDB: "Osoby wystawione na ryzyko błędów to te, które dokonują odkryć, osoby wystawione na ryzyko pomyłek to te, które nie mają czego odkrywać – po prostu nieuczajnie stosują algorytm. Dobra szkoła to taka, która pozwala popełniać uczniom więcej błędów niż pomyłek" [4].

Manu Kapur (singapurski matematyk) w swoich badaniach porównywał w jaki sposób uczniowie radzą sobie ze skomplikowanym zadaniem matematycznym. Badania podsumował: „Uczniowie samodzielnie rozwiązujący problemy często sobie nie radzili, w przeciwieństwie do tych, którym pomagał nauczyciel. (...) Zarazem jednak: lepiej rozumieli zagadnienie, kiedy je im później wyjaśniono – potrafili tłumaczyć mechanizmy tam, gdzie ich rówieśnicy jedynie sprawnie reprodukowali «ścieżkę dostępu» do rozwiązania. Co jeszcze ważniejsze: lepiej rozwiązywali potem problemy bez wyraźnej struktury, czyli takie, które spotykamy w życiu codziennym” [5].

Wyraźnie zarysowuje się więc nam różnica między kreatywnie myślącym uczniem, który w swych poszukiwaniach rozwiązania ma prawo błędzić a uczniem, który – czasami bardzo sprawnie – ale tylko powiela schemat postępowania przedstawiony przez nauczyciela.

Kapur ostrzega „przed «bezproduktywnym sukcesem» tradycyjnego nauczania oraz zachwala «ukrytą efektywność» uczenia się na błędach” [5]. Natomiast Aleksander Pawlicki, omawiając wyniki badań Kapura, pisze wprost o polskiej szkole: „Kto z nas, polskich nauczycieli i nauczycielek, zaprzeczy, że większość czasu pochłania nam gonitwa za «bezproduktywnym sukcesem», którego wyznacznikami są przerobiony materiał, a także to, że na klasówce lub egzaminie dzieci zaliczyły dany dział? Czy jednak głęboko rozumiały? Czy przeniosą do życia? Czy rozwinęły kluczowe kompetencje? Po trzykroć nie! Tak wygląda «ukryta (do czasu) nieefektywność» naszego sposobu uczenia, który skoncentrowany jest na wyłapywaniu pomyłek, ale nie daje czasu ani okazji do twórczego błędzenia” [5].

Nauczyciel prowadzący zajęcia w oparciu o strategię nauczania nazwaną tu podejściem inżynierskim ma za

zadanie wykorzystać dydaktycznie błędy uczniów, które pojawią się podczas zajęć. Jednak strategia ta daje o wiele więcej możliwości. Niezwykle wyraźnie widać to podczas wspomnianych już warsztatów poświęconych budowie i programowaniu robotów.

### 1.4. Uczymy się od siebie

Grupa nauczycieli z Bielska-Białej stworzyła w 2011 r. (praktycznie bez zewnętrznego finansowania) projekt edukacyjny *Laboratorium Robotyki* (<http://www.roboty.bielsko.pl>).

W ramach projektu prowadzone były zajęcia z dziećmi, młodzieżą, studentami, z zespołami złożonymi z dziecka i rodzica lub 2 dzieci i rodzica. Obecnie prowadzone są szkolenia dla nauczycieli i trenerów we współpracy z Regionalnym Ośrodkiem Doskonalenia Nauczycieli „WOM” w Bielsku-Białej.

Kadra projektu od ponad 5 lat opisuje i prezentuje swoje pomysły i spostrzeżenia wyrosłe na gruncie własnych doświadczeń: czy to na stronie projektu, czy podczas konferencji naukowych i dydaktyczno-metodycznych dla nauczycieli.

W zakres zainteresowań badawczych grupy wchodzi:

- problem doboru środowisk programistycznych do wieku i możliwości uczniów;
- miejsce zajęć z robotyki we współczesnej dydaktyce szkół polskich;
- metody pracy z dziećmi i młodzieżą podczas zajęć z robotyki lub programowania;
- organizacja pracy uczniów w grupie na zajęciach z robotyki lub programowania;
- problem wymiany pomysłów w obrębie współpracującej grupy młodych twórców;
- uznanie autorstwa kolegi (koleżanki), kultura remix'u w rozumieniu Mitchel'a Resnick'a [6].

Już na starcie (09/2011) projekt został zauważony przez prof. Igora Piotra Kurytnika ówczesnego kierownika Katedry Elektrotechniki i Automatyki Akademii Techniczno-Humanistycznej w Bielsku-Białej.

W swojej recenzji pisał on między innymi: „Projekt jest sposobem na zainteresowanie młodzieży zagadnieniami związanymi z projektowaniem i budową pojazdów, maszyn oraz robotów autonomicznych. Pośrednio: ma dostarczyć dowodów na użyteczność wiedzy i umiejętności matematyczno-techniczno-informatycznych, nabywanych w szkole. (...) Poprzez aktywny udział w warsztatach uczniowie stawiają pierwszy krok na drodze od fascynacji robotami, poprzez rozwój pasji, aż do świadomego wyboru kierunku studiów i przyszłego zawodu” [7].

W pierwszej oficjalnej publikacji przedstawiającej założenia projektu *Laboratorium Robotyki* (08/2012) oraz cechy postulowanych zajęć warsztatowych z uczniami czytamy: „Proponowane zajęcia wychodzą poza wąskie ramy szkolnego przedmiotu nauczania i w zdecydowany sposób ukazują potrzebę:

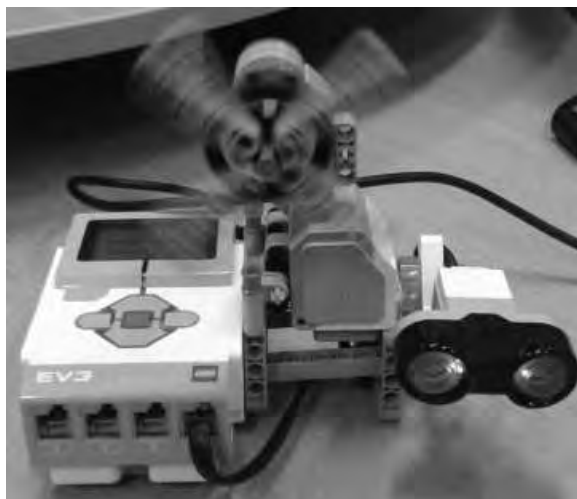
- zdobywania interdyscyplinarnego wykształcenia na poziomie ogólnym,
- kształcenia kompetencji niezbędnych do samorealizacji i rozwoju osobistego, do bycia aktywnym na rynku zawodowym (rynku zatrudnienia),
- kształcenia podstawowych kompetencji naukowo-technicznych,
- kształcenia kompetencji społecznych” [8].

Nauczyciele skupieni wokół projektu Laboratorium Robotyki wypracowali własny format zajęć edukacyjnych (nazwany EduRoboLab), w którym „uczniowie:

- projektują i budują zrobotyzowane maszyny lub pojazdy;
- prowadzą badania (testy i modyfikacje) stworzonych modeli;
- zdalnie sterują pracą zbudowanych modeli;
- programują roboty autonomiczne;
- pracują w małych zespołach – najlepiej w parach;
- wykorzystują sieć Internet jako źródło inspiracji – transfer idei, nie rozwiązań;
- dokumentują swoje pomysły w multimedialnej formie;
- publikują opisy swoich badań.” [9].

Najlepiej specyfikę prowadzonych zajęć oddają rzeczowniki typu: warsztaty, laboratorium, badania, technika oraz czasowniki takie, jak: próbuję, szukam, tworzę, doświadczam [9].

W czasie zajęć prowadzonych wg powyższego formatu uczniowie zmagają się z problemami dnia codziennego (rzeczywistymi problemami „z życia wziętymi”). Przykładowo: na zdjęciu (rysunek 2) widoczny jest model prostego wentylatora. Układ: sensor – kostka sterująca – silnik, jest zaprogramowany w taki sposób, aby zmiana odległości ultradźwiękowego sensora od przeszkody (np. od dłoni dziecka) powodowała zmianę prędkości wirowania łopatek wentylatora.



Rys. 2. Model wentylatora  
(układ: sensor – kostka sterująca – silnik)

Wyzwaniem dla młodego programisty była zamiana danych liczbowych otrzymywanych z sensora odległości (z zakresu 0-255 cm) na moc silnika wyrażoną w procentach (0-100). Programowanie odbywało się w środowisku graficznym (programowanie wizualne).

W ramach projektu *Laboratorium Robotyki* są także zbierane i opisywane odnośniki do zasobów dostępnych w sieci Internet, które prezentują zestawy robotów LEGO® MINDSTORMS® (NXT lub EV3) oraz ich zastosowanie w nauczaniu i uczeniu się: <http://www.roboty.bielsko.pl/legomindstorms>.

Członkowie grupy chętnie dzielą się swoim doświadczeniem i wspierają szkoły, które zwracają się do nich z prośbą o pomoc (porady) przy wyposażeniu pierwszego laboratorium do zajęć z robotyki w danej placówce. Ta otwartość na innych, skłonność do przekazywania (nieodpłatnie) wypracowanego *know-how*

innym nauczycielom-pasjonatom to cecha projektu (i ludzi go tworzących), która jest obecna od samego początku.

W ostatnich 2 latach grupa nawiązała współpracę z Wydziałem Etnologii i Nauk o Edukacji na Uniwersytecie Śląskim w Katowicach, filia w Cieszynie. W ramach tej współpracy planowane są wspólne badania i próba kompleksowego omówienia podejścia inżynierskiego w dydaktyce szkół polskich.

## 2. PODEJŚCIE INŻYNIERSKIE W NAUCZANIU

### 2.1. Punkt wyjścia

Punktem wyjścia dla proponowanej strategii nauczania bazującej na podejściu inżynierskim są obserwacje uczniów prowadzone podczas zajęć lekcyjnych i pozalekcyjnych z robotyki w 4 szkołach na terenie Bielska-Białej. Wśród tych szkół jest szkoła podstawowa, 2 gimnazja i liceum ogólnokształcące.

Zajęcia, których przebieg był analizowany były prowadzone z dziećmi i młodzieżą od klasy 3 szkoły podstawowej do klasy 1 liceum włącznie. Pod uwagę wzięto ostatnie 36 miesięcy.

Uczniowie pracowali według formatu *EduRoboLab*, a podczas zajęć wykorzystywane były zestawy do budowy i programowania robotów LEGO® MINDSTORMS® Education EV3. Praca uczniów obejmowała też tworzenie wirtualnych modeli zrobotyzowanych maszyn i/lub pojazdów w środowisku do projektowania 3D o nazwie LEGO® Digital Designer.

Ponadto analizie poddano wypowiedzi nauczycieli – uczestników form doskonalenia prowadzonych w Regionalnym Ośrodku Doskonalenia Nauczycieli „WOM” w Bielsku-Białej.

Autorzy proponują, zatem, strategię sprawdzoną, bazującą na doświadczeniu grupy nauczycieli; strategię opartą na formacie zajęć, który sprawdził się w pracy z dziećmi i młodzieżą.

### 2.2. Wybrane cechy podejścia inżynierskiego

Nauczyciele pracujący z uczniami w wymienionych szkołach oraz uczestnicy kursów doskonalących „Roboty LEGO® MINDSTORMS® Education EV3 na zajęciach w szkole podstawowej i gimnazjum” prowadzonych w Regionalnym Ośrodku Doskonalenia Nauczycieli „WOM” w Bielsku-Białej wskazują w rozmowach pewne cechy specyficzne dla zajęć warsztatowych z robotyki.

Tablica 1 prezentuje wybrane cechy podejścia inżynierskiego (CPI) w nauczaniu. Cechy te wyraźnie odróżniają zajęcia prowadzone z wykorzystaniem elementów opisywanej strategii od „zwykłych” lekcji informatyki, zajęć komputerowych, czy zajęć technicznych.

Tablica 1. Wybrane cechy podejścia inżynierskiego (CPI)

| Symbol | Cecha                                | Znaczenie w procesie nauczania   |
|--------|--------------------------------------|--|
| CPI-01 | Wyrazistość stawianych celów         | Uczeń od początku zajęć wie, co jest oczekiwanym produktem końcowym    |
| CPI-02 | Wolność dostępu do źródeł informacji | Internet jako źródło inspiracji: transfer idei, nie gotowych rozwiązań |
| CPI-03 | Różnorodność możliwych rozwiązań     | Istnieje więcej niż jedno prawidłowe rozwiązanie postawionego problemu |



|        |   |   |
|--------|---|---|
| CPI-04 | Otwartość na popełniane błędy                     | Błąd i zrozumienie jego przyczyn jako drogowskaz prowadzący do celu   |
| CPI-05 | Responsywność – szybka reakcja na zmianę warunków | Nauczyciel jest organizatorem zajęć, ale musi szybko reagować na proponowane przez uczniów zmiany planu                               |
| CPI-06 | Zespołowość                                       | Najlepsze wyniki są osiąmane podczas pracy w zespołach złożonych z 2 lub 3 uczniów  |
| CPI-07 | Użyteczność produktu                              | Pracę zespołu kończy udokumentowanie etapów tworzenia robota (zdjęcia lub instrukcja 3D), z której mogą w przyszłości skorzystać inni |

Szczególną uwagę zwraca otwartość tej formy zajęć na pojawiające się w ich toku modyfikacje, nowe pomysły i – inne niż zaplanowane – rozwiązania. Jasno postawiony cel i użyteczność powstałego produktu dodatkowo motywują uczestników. Młody twórca, który podzieli się swoją instrukcją lub dokumentacją fotograficzną wykonanego robota, może liczyć na uznanie kolegów. Sukces – na miarę wieku i możliwości uczniów – daje niesamowitą motywację do działania.

### 2.3. Podejście inżynierskie a metodyki zwinne

W wydanej w 2014 r. w Poznaniu przez Fundację Wolnego i Otwartego Oprogramowania pozycji pod nazwą *Strategia nauczania-uczenia się infotechniki* pod redakcją Stanisława Dylaka i Stanisława Ubermanowicza możemy znaleźć zalecenia dotyczące interakcji międzyrówieśniczych jako efektywnej formy edukacji infotechnicznej. Takie interakcje są w niej traktowane jako realizacja wycinka idei metodyk tzw. programowania zwinnego, czyli metodyk Agile.

Należy przy tym odnotować uwagę Dylaka i Ubermanowicza, że „w zasadzie metodyki te [zwinne] niejako łamią zasadę podejścia inżynierskiego, kiedy to najpierw powstaje szczegółowy, domknięty projekt, a dopiero później jego realizacja” [8]. Jednak – dodają oni – przy „tworzeniu programów komputerowych okazuje się, że responsywna interakcja między wieloma wykonawcami oprogramowania umożliwia szybkie uzyskiwanie najlepszych efektów, dzięki odwróceniu etapów” [10].

Dylak i Ubermanowicz zdecydowali także, że w podobny sposób tworzone będą implementacje w ich strategii – „najpierw realizacja pomysłu, a potem optymalizacja i szczegółowy opis” [10].

Takie inżynierskie podejście w nowym zwinnym wydaniu prezentuje także Laurens Valk – członek MINDSTORMS Community Partners (MCP), grupy entuzjastów pomagających w testowaniu i tworzeniu nowych produktów LEGO® MINDSTORMS®.

We wstępie do swojej *Księgi odkrywców LEGO® MINDSTORMS® NXT 2.0* Valk pisze: „Wymieszałem w niej [książce] budowanie, programowanie oraz wyzwania robotyczne, aby uniknąć długich, wypełnionych teorią rozdziałów, przez które byłoby ciężko przebrnąć” [11]. Dalej – zwracając się bezpośrednio do swojego młodego czytelnika – dodaje: „Poznasz na przykład podstawowe techniki programistyczne i w tym samym czasie nauczysz się, jak wprawić w ruch swojego pierwszego robota, ale o czujnikach dowiesz się, budując nowego robota. Powód takiego podejścia jest taki, że moim zdaniem działanie jest

najlepszym sposobem uczenia się, jak budować i programować roboty MINDSTORMS” [11].

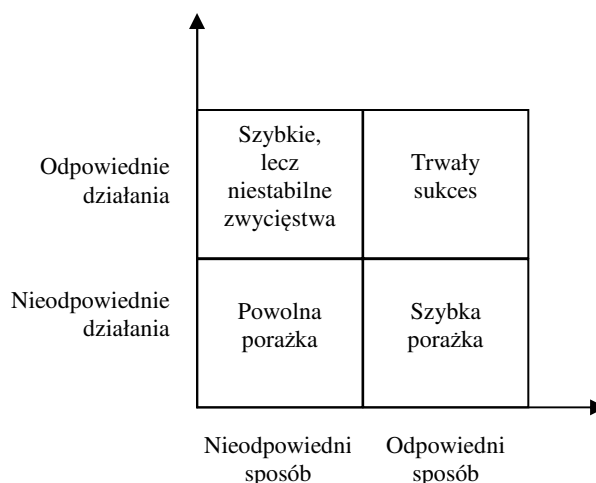
Z powyższego cytatu wyraźnie przebija ścisły podział proponowanej pracy na odcinki w czasie (cecha metodyki zwinnej o nazwie Scrum) oraz nacisk położony na zakończenie etapu prezentacją działającego produktu – w tym przypadku robota (to także cecha metodyki Scrum).

### 2.4. Odpowiednie działania prowadzone w odpowiedni sposób

Stwierdzenie, że należy wykonywać odpowiednie działania w odpowiedni sposób wydaje się dość oczywiste. Jednak, jeśli mamy na myśli strategię nauczania oraz problem wyboru właściwej strategii dla danego przedmiotu (typu zajęć) oraz dla konkretnej grupy uczniów, to kwestie te stają się kluczowe.

Nawet odpowiednie działania dydaktyczne (słuszne i pożądane), gdy są prowadzone w niewłaściwy sposób, nie zagwarantują nam trwałego sukcesu. Natomiast obiektywnie odpowiedni sposób prowadzenia działań, które jednak z punktu widzenia dydaktyki w danym momencie kształcenia nie są odpowiednie, to droga do szybkiej porażki.

Zagadnieniom skutecznego zarządzania projektami (w tym między innymi problemowi odpowiednich działań wykonywanych w odpowiedni sposób – zobacz rysunek 3) poświęca swoją, wysoko ocenioną przez środowisko praktyków, książkę Roman Pichler.



Rys. 3. Wykonywanie odpowiednich działań w odpowiedni sposób [12]

W swoim *Zarządzaniu projektami ze Scrumem*, opatrzonym znamienym podtytułem *Twórz produkty, które pokochają klienci*, Pichler w przystępny sposób przedstawia zasady zarządzania produktem w kontekście możliwości metodyki zwinnej Scrum. Pisze on: „Metody zwinne, w tym Scrum, działają według starej prawdy: zmiana jest jedyną stałą” [12].

Polski wydawca Pichler’a dodaje, reklamując książkę na okładce: „Współczesne projekty wymagają niezwyklej elastyczności i błyskawicznego dostosowywania się do panujących warunków. Czasy ogromnych projektów, gdy klient przez wiele miesięcy czekał na produkt, odchodzą w niepamięć. W zwinnych metodologiach zarządzania kluczowe jest regularne dostarczanie kolejnych wersji produktu w krótkich odstępach czasu. Dzięki temu na

bieżąco kontrolowany jest kierunek rozwoju [projektu]" [12].

O możliwości wykorzystania elementów metodyki Scrum w zarządzaniu projektami w pracy na zajęciach lekcyjnych i pozalekcyjnych z programowania w gimnazjum autorzy pisali już w artykule *Teaching how to code we teach through the coding* opublikowanym w monografii z tekstami konferencji DLCC (10/2014) [13].

### 3. STAN OBECNY I PLANOWANE DZIAŁANIA

#### 3.1. Studenci pedagogiki i czynni zawodowo nauczyciele a zajęcia z robotyki

W czerwcu 2016 r. autorzy przeprowadzili badania ankietowe pod nazwą *Robotyka i dzieci* wśród studentów pedagogiki Uniwersytetu Śląskiego w Cieszynie oraz czynnych zawodowo nauczycieli pracujących w Bielsku-Białej i okolicy.

Badania były prowadzone równoległe na Ukrainie przez kadrę naukową Uniwersytetu im. Borysa Grinczenki w Kijowie.

Wyniki badań porównawczych zostały przedstawione na połączonych konferencjach ITS 2016 / IceDuTech 2016 / STE 2016 w Melbourne w Australii w dniach 6-8 grudnia 2016 r. i opublikowane w [14].

Odpowiedzi 109 ankietowanych z Polski na pytanie: *Czy ma Pani/Pan ochotę na naukę podstaw robotyki?* prezentuje tablica 2.

Tablica 2. Odpowiedzi ankietowanych na pytanie: „Czy ma Pani/Pan ochotę na naukę podstaw robotyki?”

| Odpowiedź                          | Udział procentowy |
|------------------------------------|-------------------|
| Tak, chętnie                       | 72,5%             |
| Nie, myślę, że jest to niewłaściwe | 19,3%             |
| Inna odpowiedź                     | 8,3%              |

Ponad 70% ankietowanych zadeklarowało, że ma ochotę na naukę podstaw robotyki.

Na pytanie: *Czy była Pani (był Pan) uczestnikiem (obserwatorem) zajęć z robotyki?* zostały udzielone przez ankietowanych z Polski następujące odpowiedzi – patrz tablicę 3.

Tablica 3. Odpowiedzi ankietowanych na pytanie: „Czy była Pani (był Pan) uczestnikiem (obserwatorem) zajęć z robotyki?”

| Odpowiedź  | Udział procentowy |
|--|-------------------|
| Tak, jako uczestnik szkolenia (warsztatów)                   | 11,9%             |
| Tak, jako rodzic dziecka (uczestniczącego w zajęciach)       | 2,8%              |
| Tak, jako prowadzący (współprowadzący) zajęcia dla dzieci    | 3,7%              |
| Tak, jako prowadzący (współprowadzący) zajęcia dla dorosłych | 3,7%              |
| Tak, w innej formie  | 11,0%             |
| Nie, nigdy   | 74,3%             |

Ankietowani mogli wybrać kilka odpowiedzi twierdzących. Prawie ¾ ankietowanych nie miało okazji uczestniczyć (czy nawet obserwować) zajęć z robotyki.

Podsumowując: z jednej strony ponad 70% ankietowanych osób wyraża ochotę na naukę robotyki, z drugiej niewiele ponad 25% ankietowanych miało styczność z takimi zajęciami. To oznacza, że projekty i badania, mające na celu popularyzację robotyki w nauczaniu, są dziś w Polsce potrzebne.

#### 3.2. Planowane działania autorów

Najbliższe plany autorów obejmują z jednej strony kontynuację działań szkoleniowych (dydaktyczno-metodycznych), mających na celu popularyzację robotyki w polskich szkołach, z drugiej – nowe działania naukowo-badawcze skupione na analizie i ocenie strategii prowadzenia zajęć z wykorzystaniem robotów oraz na zagadnieniach związanych z zarządzaniem uczniowskimi projektami z pogranicza informatyki, mechatroniki i robotyki.

Warto przy tym zauważyć, że warsztaty dla nauczycieli, kursy metodyczne i szkolenia rad pedagogicznych poświęcone projektowaniu, budowie i programowaniu robotów LEGO® znajdują się w ofercie Regionalnego Ośrodka Doskonalenia Nauczycieli „WOM” w Bielsku-Białej (<http://www.wombb.edu.pl>) już od 5 lat.

Wokół Ośrodka w Bielsku-Białej i wokół projektu *Laboratorium Robotyki* formuje się grupa nauczycieli i inżynierów, którzy dostrzegają konieczność wprowadzenia do polskich szkół zajęć lekcyjnych i pozalekcyjnych, bazujących na tytułowym podejściu inżynierskim.

### 4. PODSUMOWANIE

Autorzy artykułu dostrzegają niezwykle potencjał tytułowego podejścia inżynierskiego w nauczaniu i zwracają uwagę na wielką rolę błędów w procesie nauczania. Pewne nadzieje wiążą z możliwością wykorzystania w dydaktyce elementów metodyk zwinnych (np. metodyki Scrum).

Podkreślają wagę nauczania przez działanie i w tym celu aktywnie wspierają, poprzez swoją pracę dydaktyczną i naukową, popularyzację edukacyjnego wykorzystania zestawów do budowy i programowania robotów.

### 5. BIBLIOGRAFIA

- Mikołuszko W.: *Przedszkola zamiast szkół*, Focus.pl Poznań i zrozumieć świat, 2011, <http://www.focus.pl/czlowiek/przedszkola-zamiast-szkol-8524> (dostęp: 12.02.2017).
- EUROPA 2020. *Strategia na rzecz inteligentnego i zrównoważonego rozwoju sprzyjającego włączeniu społecznemu*. Komisja Europejska, Bruksela, 2010.
- Do Engineering: The NI Approach to Engineering Education [w:] *White Papers – National Instruments*, <http://www.ni.com/white-paper/51942/en/> (dostęp: 12.02.2017).
- Pawlicki A.: *Szczęśliwe błędy (1)*, Edunews.pl, 2017, <http://www.edunews.pl/badania-i-debaty/opinie/3752-szczesliwe-bledy-1> (dostęp: 15.02.2017).
- Pawlicki A.: *Szczęśliwe błędy (2)*, Edunews.pl, 2017, <http://www.edunews.pl/badania-i-debaty/opinie/3753-szczesliwe-bledy-2> (dostęp: 15.02.2017).
- Resnick M., Maloney J., Monroy-Hernández A., Rusk N., Eastmond E., Brennan K., Millner A.,

- Rosenbaum E., Silver J., Silverman B. i Kafai Y.: Scratch: Programming for All, Communications of the ACM, vol. 52, no. 11 (November 2009), ss. 60-67.
7. Kurytnik I. P.: Recenzja projektu Laboratorium Robotyki, 2011, <http://www.roboty.bielsko.pl/home/recenzjaprojektu> (dostęp: 10.02.2017).
  8. Zuziak W.: Od zabawy klockami do programowania robotów, Teksty Konferencji MathPAD 2012, UMK, Toruń, 22-25 Sierpnia 2012, [https://mathcas.files.wordpress.com/2012/09/zuziak\\_roboty.pdf](https://mathcas.files.wordpress.com/2012/09/zuziak_roboty.pdf) (dostęp: 15.02.2017).
  9. Zuziak W.: EduRoboLab. Metoda i przykłady [w:] E-nauczanie. Nowoczesne metody edukacyjne i nowoczesne technologie w edukacji, <http://www.enauczanie.com/metodyka/edurobolab> (dostęp: 18.02.2017).
  10. Dylak S. i Ubermanowicz S.: Strategia nauczania-uczenia się infotechniki, Fundacja Wolnego i Otwartego Oprogramowania, Poznań 2014, <http://www.bc.ore.edu.pl/dlibra/docmetadata?id=620> (dostęp: 8.02.2017).
  11. Valk L.: Księga odkrywców LEGO® MINDSTORMS® NXT 2.0. Podstawy budowy i programowania robotów, Wydawnictwo Helion, Gliwice, 2013.
  12. Pichler R.: Zarządzanie projektami ze Scrumem. Twórz produkty, które pokochają klienci, Wydawnictwo Helion, Gliwice, 2014
  13. Zuziak W.: Teaching how to code we teach through the coding [w:] Smyrnova-Trybulska E. (red.): E-learning and Intercultural Competences Development in Different Countries, Studio NOA for University of Silesia, Katowice - Cieszyn, 2014.
  14. Smyrnova-Trybulska E., Morze N., Kommers P., Zuziak W., Gladun M.: Educational Robots in Primary School Teachers' and Students' Opinion about STEM Education for Young Learners In: Proceedings of the International Conferences on Internet Technologies & Society 2016 (Its 2016) Educational Technologies 2016 (IceDuTech 2016) and Sustainability, Technology and Education 2016 (STE 2016) Melbourne, Australia 6 - 8 December, 2016. Editors: Edited by Piet Kommers, Tomayess Issa, Theodora Issa, Elspeth McKay and Pedro Isaías, IADIS 2016 pp.197-204 ISBN: 978-989-8533-58-6

## ENGINEERING APPROACH IN TEACHING

The authors, starting with the primary objective of education, i.e. educating creative thinkers, turn their attention to a very important role in this context: the role of mistakes in teaching. They distinguish between mistakes that accompany creative search for new solutions from common mistakes in applying memorized algorithms. They refer to the experiences of a group of teachers from Bielsko-Biala (Poland) who are running their own educational project *Laboratory of Robotics* (<http://www.roboty.bielsko.pl>); the authors also present the research interests of the group. Based on the experiences of the group members in conducting workshops in robotics, the authors propose an engineering approach in teaching. They list the most important – according to them – characteristics of the engineering approach, distinguishing this didactic strategy from classic teaching. Moreover, the authors consider educational use of the elements of agile Scrum methodology in managing the process of collaborative product development (e.g. the process of building and programming a robot). The article also presents action plans undertaken within the framework of cooperation of teachers involved in the project *Laboratory of Robotics* with the academic staff of the Faculty of Ethnology and Educational Science (in Cieszyn, Poland) at the University of Silesia in Katowice, Poland. In addition, the article looks at aspects related to motivation and inspiration of learners in the field of engineering education as well as selected results of surveys, carried out among in-service and prospective teachers, on elementary school robotics courses.

**Keywords:** engineering approach, Scrum, the role of mistakes in teaching, robotics.