

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

48

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

**Akademia Górniczo-Hutnicza
im. St. Staszica w Krakowie
Kraków, 11 kwietnia 2016**

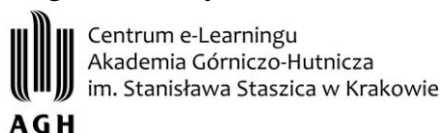




**III Konferencja
e-Technologie w Kształceniu Inżynierów**

Akademia Górniczo-Hutnicza im. St. Staszica w Krakowie
Kraków, 11 kwietnia 2016

Organizatorzy



Wydawnictwo Wydziału Elektrotechniki i Automatyki
Politechniki Gdańskiej

Gdańsk 2016

REDAKCJA

Dariusz Świsulski

PATRONAT NAD KONFERENCJĄ

JM Rektor Akademii Górniczo Hutniczej im. St. Staszica w Krakowie prof. dr hab. inż. Tadeusz Słomka
JM Rektor Politechniki Gdańskiej prof. dr hab. inż. Henryk Krawczyk

KOMITET NAUKOWY KONFERENCJI

Lech Banachowski, *Polsko-Japońska Akademia Technik Komputerowych*
Agnieszka Chrząszcz, *Akademia Górniczo-Hutnicza im. St. Staszica w Krakowie*
Anita Dąbrowicz-Tlałka, *Politechnika Gdańska*
Krzysztof Goczyla, *Politechnika Gdańska*
Anna Grabowska, *Politechnika Gdańska*
Karolina Grodecka, *Akademia Górniczo-Hutnicza im. St. Staszica w Krakowie*
Dorota Krawczyk-Stańdo, *Politechnika Łódzka*
Patrik Jasik, *Politechnika Gdańska*
Andrzej Just, *Politechnika Łódzka*
Zbigniew Kąkol, *Akademia Górniczo-Hutnicza im. St. Staszica w Krakowie*
Jan Kusiak, *Akademia Górniczo-Hutnicza im. St. Staszica w Krakowie*
Paweł Lubomski, *Politechnika Gdańska*
Agnieszka Landowska, *Politechnika Gdańska*
Magdalena Łapińska, *Politechnika Gdańska*
Kazimierz Michalik, *Akademia Górniczo-Hutnicza im. St. Staszica w Krakowie*
Brygida Mielewska, *Politechnika Gdańska*
Iwona Mokwa-Tarnowska, *Politechnika Gdańska*

Przemysław Rodwald, *Akademia Marynarki Wojennej im. Bohaterów Westerplatte*
Magdalena Roszak, *Uniwersytet Medyczny w Poznaniu*
Barbara Różańska, *Akademia Górniczo-Hutnicza im. St. Staszica w Krakowie*
Leszek Rudak, *Uniwersytet Warszawski*
Eugenia Smyrnova-Trybulska, *Uniwersytet Śląski w Katowicach*
Jacek Stańdo, *Politechnika Łódzka*
Jolanta Szulc, *Uniwersytet Śląski w Katowicach*
Paweł Syty, *Politechnika Gdańska*
Dariusz Świsulski, *Politechnika Gdańska*
Ryszard Tadeusiewicz, *Akademia Górniczo-Hutnicza im. St. Staszica w Krakowie*
Andrzej Tytko, *Akademia Górniczo-Hutnicza im. St. Staszica w Krakowie*
Vsevolod Vladimirov, *Akademia Górniczo-Hutnicza im. St. Staszica w Krakowie*
Kamila Wawrzyniak-Guz, *Akademia Górniczo-Hutnicza im. St. Staszica w Krakowie*
Maria Wilkin, *Uniwersytet Warszawski*
Janusz Zalewski, *Florida Gulf Coast University*

KOMITET ORGANIZACYJNY KONFERENCJI

Akademia Górniczo-Hutnicza w Krakowie
Jan Kusiak
Agnieszka Chrząszcz
Karolina Grodecka

Politechnika Gdańska
Anita Dąbrowicz-Tlałka
Dariusz Świsulski
Agnieszka Landowska

RECENZENCI

Lech Banachowski, *Polsko-Japońska Akademia Technik Komputerowych*
Agnieszka Chrząszcz, *Akademia Górniczo-Hutnicza im. St. Staszica w Krakowie*
Anita Dąbrowicz-Tlałka, *Politechnika Gdańska*
Karolina Grodecka, *Akademia Górniczo-Hutnicza im. St. Staszica w Krakowie*
Patrik Jasik, *Politechnika Gdańska*
Jan Kusiak, *Akademia Górniczo-Hutnicza im. St. Staszica w Krakowie*
Agnieszka Landowska, *Politechnika Gdańska*
Paweł Lubomski, *Politechnika Gdańska*
Magdalena Łapińska, *Politechnika Gdańska*
Kazimierz Michalik, *Akademia Górniczo-Hutnicza im. St. Staszica w Krakowie*

Brygida Mielewska, *Politechnika Gdańska*
Iwona Mokwa-Tarnowska, *Politechnika Gdańska*
Magdalena Roszak, *Uniwersytet Medyczny im. Karola Marcinkowskiego w Poznaniu*
Leszek Rudak, *Uniwersytet Warszawski*
Eugenia Smyrnova-Trybulska, *Uniwersytet Śląski w Katowicach*
Jolanta Szulc, *Uniwersytet Śląski w Katowicach*
Beata Tworzewska-Pozlutko, *Akademia Górniczo-Hutnicza im. St. Staszica w Krakowie*
Vsevolod Vladimirov, *Akademia Górniczo-Hutnicza im. St. Staszica w Krakowie*
Kamila Wawrzyniak-Guz, *Akademia Górniczo-Hutnicza im. St. Staszica w Krakowie*
Maria Wilkin, *Uniwersytet Warszawski*

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

48



**3rd Conference
e-Technologies in Engineering Education**

AGH University of Science and Technology
Kraków, April the 11th 2016

Organizers



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

Gdańsk 2016

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/>

Autor zdjęcia na okładce: Nick Harris

Zdjęcie na licencji Creative Commons Attribution - Noderivs 2.0 Generic

Źródło: <https://www.flickr.com/photos/nickharris1/8026290210/>

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
Jan Kusiak, Anita Dąbrowicz-Tlalka <i>Wstęp</i> <i>Introduction</i>	9
1. Marta Ciesielka <i>WebQuest – od informacji do wiedzy technicznej</i> <i>WebQuest – from information to technical knowledge</i>	11
2. Jakub Drewnowski <i>Zastosowanie komputerowej symulacji w procesie kształcenia inżyniera branży sanitarnej</i> <i>The application of computer simulation in the education of modern sanitary engineer</i>	17
3. Kazimierz Gierlotka, Grzegorz Jarek, Michał Jeleń, Jarosław Michalak <i>Atrakcyjne i efektywne nauczanie zagadnień serwonapędów za pomocą platformy ePEDlab</i> <i>Attractive and effective teaching servo drives by means of the ePEDlab platform</i>	23
4. Anna Grabowska, Ewa Kozłowska <i>Moodle MOOCs - przypadki użycia w projekcie SP4CE (partnerstwo strategiczne na rzecz kreatywności i przedsiębiorczości)</i> <i>Moodle MOOCs case studies in SP4CE (strategic partnership for creativity and entrepreneurship)</i>	29
5. Dawid Knapik, Krzysztof Kołek, Maciej Rosół, Andrzej Turnau <i>Efektywne kształcenie inżynierów z wykorzystaniem laboratoryjnych systemów mechatronicznych i stosowaniem metodologii szybkiego prototypownia algorytmów sterowania</i> <i>Effective engineering education on the basis of mechatronic laboratory systems and control algorithms obtained by rapid prototyping methodology</i>	35
6. Kinga Korniejenko <i>Możliwości wykorzystania narzędzi m-nauczania dla studiów podyplomowych w zakresie spawalnictwa</i> <i>Possibility of use of m-learning support for postgraduate courses in welding</i>	41
7. Rafał Leszczyna <i>Nauczanie zarządzania bezpieczeństwem informacji: standardy i sposoby nauczania</i> <i>Teaching information security management: standards and practice</i>	47
8. Witold Machowski, Piotr Dziurdzia, Jacek Kołodziej, Jacek Stępień <i>Kształcenie w zakresie podstaw elektroniki wspomagane technikami e-learningowymi</i> <i>E-learning supported teaching of electronics fundamentals</i>	55
9. Jerzy Mieszaniec, Ewa Olejarz-Mieszaniec <i>Symulacyjna gra decyzyjna jako narzędzie poznawania konsekwencji błędnych decyzji w logistycznym łańcuchu dostaw</i> <i>Simulation game as a tool for learning decision-making and consequences of wrong decision in logistics supply chain</i>	61
10. Iwona Mokwa-Tarnowska <i>Zwiększanie koncentracji studentów na zajęciach tradycyjnych przy pomocy narzędzi internetowych</i> <i>Increasing student concentration in a traditional class enhanced with internet tools</i>	67
11. Adam Muc, Tomasz Idzikowski, Adam Szeleziński, Marcin Maj <i>System do zarządzania infrastrukturą komputerową uczelni wyższej wykorzystujący technologię Intel AMT</i> <i>The system of computer infrastructure of university management with Intel AMT technology</i>	73

12.	Anna Porębska, Agnieszka Wantuch <i>Rola multimediów i e-learningu w nauczaniu elektrotechniki</i> <i>The role of multimedia and e-learning in the electrical engineering teaching</i>	79
13.	Maciej Sułowski, Marta Ciesielka, Paula Jurczak - Kaczor <i>Analiza krzywych rozciągania w kształceniu technicznym</i> <i>The tensile curve analysis in technical education</i>	85
14.	Marcin Wata, Dorota Żarek <i>Wykorzystanie oprogramowania GeoGebra do wizualizacji w nauczaniu matematyki</i> <i>GeoGebra as an example of an open source software in the teaching of mathematics</i>	93
15.	Ireneusz Woźniak, Michał Nowakowski <i>Poświadczenie osiągnięć edukacyjnych i zawodowych za pomocą otwartych identyfikatorów kompetencji (Open Badges)</i> <i>Authentication of educational and vocational achievements with using of Open Badges</i>	101
16.	Marta Woźniak-Zapór, Mariusz Grzyb, Sebastian Rymarczyk <i>Dystrybutorzy wiedzy – badanie satysfakcji nauczycieli z wykorzystania narzędzi dostępnych w ramach platformy zdalnego nauczania</i> <i>Distributors of knowledge - satisfaction survey of teachers from using of tools available under the e-learning platform</i>	107
17.	Tomasz Wójcicki <i>Modelowanie procesów pamięciowych wspomagane metodami genetycznymi</i> <i>Process modelling of memory supported by genetic methods</i>	113

INDEKS AUTORÓW

Marta Ciesielka	11, 85
Anita Dąbrowicz-Tlalka	9
Jakub Drewnowski	17
Piotr Dziurdzia	55
Kazimierz Gierlotka	23
Anna Grabowska	29
Mariusz Grzyb	107
Tomasz Idzikowski	73
Grzegorz Jarek	23
Michał Jeleń	23
Paula Jurczak-Kaczor	85
Dawid Knapik	35
Krzysztof Kołek	35
Jacek Kołodziej	55
Kinga Korniejenko	41
Ewa Kozłowska	29
Jan Kusiak	9
Rafał Leszczyna	47
Witold Machowski	55
Marcin Maj	73
Jarosław Michałak	23
Jerzy Mieszaniec	61
Iwona Mokwa-Tarnowska	67
Adam Muc	73
Michał Nowakowski	101
Ewa Olejarz-Mieszaniec	61
Anna Porębska	79
Maciej Rosół	35
Sebastian Rymarczyk	107
Jacek Stępień	55
Maciej Sułowski	85
Adam Szeleziński	73
Andrzej Turnau	35
Agnieszka Wantuch	79
Marcin Wata	93
Ireneusz Woźniak	101
Marta Woźniak-Zapór	107
Tomasz Wójcicki	113
Dorota Żarek	93

WSTĘP

Wykorzystanie technologii w edukacji stało się codziennością. Nikt już nie kwestionuje potrzeby stosowania e-technologii w kształceniu, poszukuje się tylko odpowiedzi na pytanie „Jak najlepiej to zrobić?”. Komputery, smartfony, tablety oraz specjalistyczne oprogramowanie stanowią podstawowe narzędzie pracy i rozrywki wszystkich grup wiekowych, a w szczególności studentów i uczniów. Obecność e-technologii powoduje potrzebę nowego ujęcia procesu dydaktycznego i nowego modelu kształcenia. Zmieniają się oddziaływania wszystkich komponentów procesu kształcenia – wykładowców, studentów, treści, form oraz środków i metod nauczania. Modyfikacji ulegają też cele edukacyjne i funkcje uczestników procesu dydaktycznego. Takie hasła jak inteligentne technologie kształcenia (w tym również „technology in education” oraz „technology of education”), sztuczna inteligencja, kreowanie sytuacji dydaktycznych w wirtualnej rzeczywistości, kształcenie multimedialne czy modelowanie działania umysłu, to tematy poruszane powszechnie w środowisku edukacyjnym szkół wyższych.

Zmianie ulega też misja uczelni, w tym szczególnie tych o profilu technicznym. Rynek pracy pokazuje, że wykształcenie inżynierskie jest najbardziej poszukiwane wśród pracodawców. Wiemy, że przygotowujemy młodych ludzi do ciągłego podnoszenia swojej wiedzy oraz umiejętności i ustawicznego kształcenia przez całe życie. To właśnie technologia umożliwi daleko posuniętą indywidualizację drogi kształcenia oraz personalizację procesu uczenia.

Dlatego też tegoroczna III Konferencja e-TEE e-Technologie w Kształceniu Inżynierów ma bardzo szeroką tematykę obejmującą konsekwencje metodyczne wykorzystania oprogramowania specjalistycznego w kształceniu, przykłady praktycznego zastosowania e-technologii, metodykę e-nauczania oraz użycie technologii w nauczaniu języków obcych.

Szkoły wyższe, w coraz większym zakresie, podejmują wyzwanie kształtowania społeczeństwa opartego na wiedzy i zapobiegania powstawaniu wykluczenia obywateli, którzy nie nadążają za rozwojem technologii. Powstają jednostki uczelniane, które zajmują się nowymi formami kształcenia, przygotowywaniem e-materiałów edukacyjnych czy opracowywaniem e-portfolio, czyli repozytorium osiągnięć edukacyjnych studentów. Ponieważ platformy edukacyjne połączone są z systemami obsługi dziekanatów i studentów czy systemami zewnętrznymi, znaczenia nabierają zagadnienia związane z bezpieczeństwem przesyłania i archiwizowania danych. Co więcej, są one ściśle powiązane ze świadomością pracowników i studentów, zagrożeń związanych z bezpieczeństwem informacji. Na znaczenie tych zagadnień zwraca też od dawna uwagę Ministerstwo Nauki Szkolnictwa Wyższego.

Tegoroczna, trzecia Konferencja e-Technologie w Kształceniu Inżynierów, nie tylko kontynuuje rozpoczętą przez Politechnikę Gdańską dwa lata temu dyskusję nad najlepszymi metodami kształcenia z wykorzystaniem najnowszych technologii w środowisku technicznych szkół wyższych. Rozwinęliśmy i zacieśniliśmy współpracę pomiędzy liderami kształcenia w zakresie inżynierskim. Obecnie Konferencja jest wspólną inicjatywą Politechniki Gdańskiej i Akademii Górniczo-Hutniczej im. St. Staszica w Krakowie. Dlatego też, po dwóch edycjach na Politechnice Gdańskiej, tegoroczna Konferencja odbywa się w Krakowie i jej wiodącym organizatorem jest Centrum e-Learningu Akademii Górniczo-Hutniczej. Współpraca ta pozwala nie tylko na dotarcie do większej grupy zainteresowanych nowoczesnym kształceniem, ale również na efektywną współpracę przy rozwoju i popularyzacji najnowszych technologii w edukacji, w tym inżynierskiej, oraz na pokazywanie dobrych praktyk w tym zakresie.

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

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

III Konferencja

eTechnologie w Kształceniu Inżynierów eTEE'2016

Akademia Górniczo-Hutnicza im. Stanisława Staszica w Krakowie, 11 kwietnia 2016

WEBQUEST – OD INFORMACJI DO WIEDZY TECHNICZNEJ

Marta CIESIELKA

AGH Akademia Górniczo – Hutnicza; Wydział Inżynierii Metali i Informatyki Przemysłowej
tel.: 12 617 25 86 e-mail: Marta.Ciesielka@agh.edu.pl

Streszczenie: Współcześnie dostęp do informacji jest właściwie nieograniczony, jednak problemem staje się „smog informacyjny”. Sytuacja taka powoduje, że współczesny uczeń, czy student znaczną część swojego czasu poświęca na przeskakiwanie z informacji na informacje, gromadząc je z różnym skutkiem i często nie analizując. W wielu przypadkach uczący się nigdy nie przechodzą z poziomu informacji na poziom wiedzy, kompletnie nie rozróżniając tych zagadnień i nie widząc problemu. Dodatkowo na proces uczenia nakłada się to iż cyfrowych tubylców uczą cyfrowi imigranci, niezrozumiejący problemu uczących się. Rozwiązania tego problemu można poszukiwać w nowych metodach nauczania wykorzystujących nowe technologie. Wśród metod takich na uwagę zasługuje metoda WebQuest. W pracy opisano niniejszą metodę wraz z jej założeniami oraz wytycznymi do przygotowania i prowadzenia w kształceniu technicznym.

Słowa kluczowe: WebQuest, metody nauczania, cyfrowi tubylcy

1. CYFROWI TUBYLCY

Dzisiejsze pokolenie uczniów i studentów znacznie odbiega od poprzednich pokoleń, a w szczególności od pokolenia, które stara się ich uczyć. Współcześni uczniowie i studenci należą do pokolenia nazywanego przez M. Prensky'ego „cyfrowymi tubylcami” (digital natives), podczas gdy ich nauczyciele należą do pokolenia „cyfrowych imigrantów” (digital immigrants) [1]. Pokolenie cyfrowych tubylców to ludzie, którzy urodzili się w świecie komputerów, Internetu i wszechogarniającej informacji. W pokoleniu tym wyróżnia się pokolenie Y (urodzeni w latach 1980 – 1995) oraz pokolenie C (urodzeni po 1990 r) [2]. Reprezentanci pokolenia Y urodzili się w czasie dynamicznej komputeryzacji. Komputer jest dla nich zwykłym urządzeniem dnia codziennego, którego obsługi właściwie nie potrzebowali się uczyć. Pokolenie C to pokolenie komunikujące się, które urodziło się w czasie Internetu i technologii mobilnych. To pokolenie, które cały czas w pewnym sensie jest on-line, potrzebuje stałego dostępu do informacji i toczy równoległe życie w świecie wirtualnym (np. na portalach społecznościowych).

Oba pokolenia cyfrowych tubylców wykazują (z nieznanymi różnicami pewne charakterystyczne cechy) od różniące ich od poprzednich pokoleń. Przede wszystkim preferują obraz i dźwięk jako nośnik informacji. Mają problemy ze zrozumieniem długiego i skomplikowanego tekstu. W przeciwieństwie do cyfrowych imigrantów nie potrzebują drukować materiałów, gdyż z powodzeniem pracują z treścią w formie cyfrowej, na monitorze komputera czy małym

ekranie smartfona. Typowe teksty linearne, przetwarzane szeregowo, męczą ich. Wolą swobodny, hipertekstowy dostęp do informacji, które mogą przetwarzać w dowolnie przez nich wybranej kolejności. Korzystając z narzędzi technologii informacyjnej poznają wszystkie ich funkcje, a korzystają z nich kreatywnie wymyślając dla nich nowe zastosowania [1].

Obserwuje się również znaczne zmiany w sposobach działania i uczenia się tego pokolenia [1, 3]. Na nauczycielach często robią wrażenie rozkojarzonych i „nieobecnych na zajęciach”. Wyrósłi w świecie smogu informacyjnego. Mają problem z długotrwałym skupieniem. Nieustannie „przełączają się” na różne źródła i formy informacji, często korzystając z kilku równoległe. Nie należy oczekiwać by pokolenie to uczyło się systematycznie. Zwykle uczą się akcydenalnie, czyli niejako niechętnie, przy okazji, w wielu krótkich przedziałach czasowych. Preferują eksperymentowanie i wielozadaniowość (multitasking). Nastawieni są na szybki efekt, co często skutkuje powierzchownością i „pójściem na skróty”. Taki zestaw cech nie rokuje zbyt dobrze w kształceniu w zakresie przedmiotów ścisłych czy technicznych, gdzie wymagana jest dokładność, konsekwencja i systematyczność. W kształceniu tego pokolenia istotne jest utrzymanie dyscypliny procesu myślenia oraz praca nad przyzwyczajeniem do wysiłku intelektualnego. Często reprezentanci tego pokolenia wykazują niechęć do jakiegokolwiek wysiłku, stosując z powodzeniem łatwiejsze, omijające problem rozwiązania zastępcze. Zadana praca pisemną, nawet najprostszą i najkrótszą, ściągają z Internetu, czytanie lektur zastępują streszczeniami, a ucząc się do egzaminów nie korzystają z polecanej przez prowadzącego rzetelnej literatury lecz wybierają krótkie, niewiadomego pochodzenia kserokopie.

Badania wykazują, że cyfrowi tubylcy jako pracownicy, a tym bardziej jako uczniowie czy studenci wymagają specjalnego zarządzania i kształcenia [3]. Przede wszystkim należy położyć szczególny nacisk na kształcenie podstawowych umiejętności jak: wykonywanie opracowań pisemnych, korzystanie z konwencjonalnych źródeł informacji (poza Internetem), prowadzenie korespondencji. Pokolenie to jest wychowywane na gotowej wiedzy, standaryzowanych rozwiązaniach i testach z uprzednio przygotowanym kluczem. Oglądając w ten sposób świat wiedzą jak on wygląda, ale zwykle nie zadają sobie pytania „dlaczego tak wygląda?”. Świetnie radzą sobie z typowymi zadaniami, nie zajmując się nietypową, kreatywną aktywnością – testy tego

nie wymagają, a większość rzeczy ich zdaniem „ktoś już zamieścił w Internecie”. Pokolenie to świetnie potrafi komunikować się stosując nowoczesne rozwiązania. Niestety ze wszystkimi komunikują się jak z rówieśnikami. Komunikaty formułują niedokładnie, bo „przecież zawsze można zadzwonić”. Ponadto są przyzwyczajeni do szybkości i oczekują niemal natychmiastowej odpowiedzi na ich komunikat. Taki sposób porozumiewania często budzi sprzeciw i nieporozumienia. Stąd istotnym jest kształcenie w zakresie kultury komunikacji.

Pokolenie to wychowało się na grach komputerowych, gdzie gracz na bieżąco może kontrolować swój wynik, stąd oczekują oni natychmiastowej i ciągłej kontroli ich poczynąń. Jednocześnie cenią sobie swobodę działania np. co do czasu i sposobu działania. Dlatego też wolą być oceniani za rezultaty, a nie za sposób ich działania.

Wirtualne kompetencje opisywanego pokolenia wydają się być na wysokim poziomie [2] zwłaszcza, gdy badani deklarują poziom własnych kompetencji. Jednocześnie odnotowuje się niepokojące sygnały o problemach w tym zakresie. Badania „PISA 2009 Results: Students On Line” wykazały, że „ponad 25 proc. polskich nastolatków ma poważne trudności przy korzystaniu z nowoczesnych technik zdobywania i przekazywania informacji” [4], co może być poważną przeszkodą w kształceniu, a nawet życiu codziennym. Podobne trudności studentów wykazały badania oparte na ocenie prac studentów [5-8], pomimo ich świetnej samooceny.

Pokolenie to potrzebuje wsparcia w zakresie posługiwania się informacją. Z drugiej strony ich predyspozycje do uczenia się wykluczają właściwie klasyczne metody nauczania, które nudzą ich i stawiają w pozycji biernych obserwatorów. Szansą mogą być nowe metody nauczania, które aktywizują uczniów, a jednocześnie silnie opierają się na pracy z informacją. Wśród tego typu metod można wymienić coraz częściej w Polsce stosowaną metodę projektu [9, 10] oraz rzadziej stosowane metody jak: WebQuest [11], Flipped Classroom [12], wideodydaktykę [13] i inne.

2. WEBQUEST

W dosłownym tłumaczeniu WebQuest to pytanie na stronie (ang: Web - strona, Quest - pytanie). Jest to metoda nauczania opierająca się na celowym i ukierunkowanym wykorzystaniem zasobów Internetu w procesie dydaktycznym.

2.1. Geneza

Metoda ta została opracowana w San Diego University przez Berniego Dodge’a, który opisał założenia metody i Toma March’a, który stworzył pierwszy WebQuest. Pomysł tej metody zrodził się w 1995 roku, kiedy w Stanach Zjednoczonych szkoły masowo przyłączane były do Internetu. Uczniowie i nauczyciele zyskali dostęp do sieci, który mógł być szeroko stosowany w nauczaniu. Wtedy okazało się, że nauczyciele (cyfrowi imigranci) z nieufnością traktują nowe medium i nie umieją zastosować go w pracy z uczniami. Uczniowie natomiast łatwo adaptujący się do nowych możliwości, mieli problemy z efektywnym korzystaniem z informacji, w tym formułowaniem własnych opracowań. Stąd nowa metoda, będąca efektywnym narzędziem nauczania zarówno szczegółowych treści przedmiotowych jak również posługiwania się informacją. Dopiero później zaczęto przygotowywać nauczycieli do stosowania narzędzi technologii informacyjno - komunikacyjnej (TIK), na przy-

kład do tworzenia własnych treści edukacyjnych, czy e-learningu [14-17].

2.2. Założenia

Metoda WebQuest opiera się na teorii konstrukcjonizmu, który głosi, że „Dzieci nie dostają idei, one je tworzą” (Children don’t get ideas they make ideas). Według tej teorii uczniowie skutecznie uczą gry są aktywnie zaangażowane w konstruowanie różnego rodzaju artefaktów, którymi później mogą podzielić się z innymi uczniami i które mogą być wspólnie analizowane lub poddane refleksji. Metoda ta wykorzystuje osiem idei konstrukcjonistycznych, opracowanych przez Seymoura Paperta. A więc [18]:

- uczenie się przez tworzenie – gdy uczeń robi coś co go pasjonuje, co jest mu potrzebne, co może wykorzystać,
- technologia jako tworzywo – technologia (np. komputery, Internet) daje większe możliwości tworzenia,
- ostra zabawa – uczeń najlepiej pracuje i uczy się gdy coś robi, gdy zadanie angażuje go i cieszy,
- uczenie się jak się uczyć – przejście odpowiedzialności za własne uczenie się,
- czas odpowiedni do zadania – uczeń powinien sam gospodarować czasem przeznaczonym na zadanie,
- nie ma sukcesu bez niepowodzeń – uczenie się na błędach, na ich analizowaniu; uwolnienie się od strachu przed popełnianiem błędów,
- praktykuj sam, co zalecasz uczniom – nauczyciel powinien pokazać uczniom jak sam się uczy,
- wkraczamy w cyfrowy świat, w którym znajomość technologii cyfrowej jest równie ważna, jak czytanie i pisanie – stosowanie tej technologii w uczeniu się różnych przedmiotów.

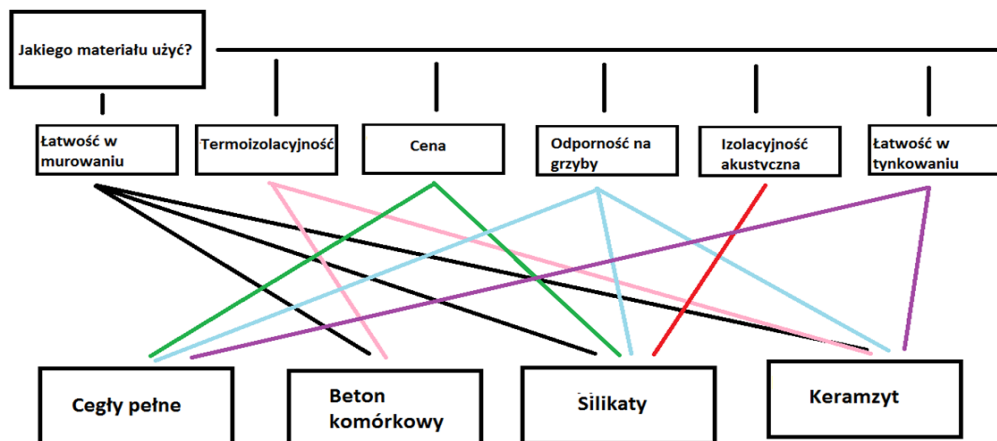
Metoda WebQuest zajmuje się rozwojem ucznia w trzech aspektach: mentalnym, społecznym i materialnym. Konstruując wiedzę w głowie ucznia realizowany jest aspekt mentalny. Metoda w warstwie społecznej, kładzie nacisk na współpracę z innymi ludźmi, dyskusje, konfrontacje pomysłów i poglądów. Realizację warstwy materialnej można zaobserwować oglądając opracowania uczniów, gdyż wynikiem realizacji WebQuest’a jest zawsze materialna reprezentacja. Może to być opracowanie jakiegoś zagadnienia, model lub nawet wizualizacja abstrakcyjnych idei.

Metoda ta uczy efektywnego korzystania z informacji i jej przetwarzania. Uczy korzystania ze źródeł informacji i wytycza kierunki ich poszukiwania. Kształtuje umiejętności niezbędne w życiu jak: podejmowanie decyzji, ocena rezultatów oraz ponoszenie odpowiedzialności za własne decyzje i działania. WebQuest uczy szeroko pojętej pracy w zespole, w tym również analizy i oceny prac kolegów oraz korzystania z ich wiedzy i doświadczeń. Metoda ta stawia przed uczniem zadania, które dają uczniowi możliwość rozwoju myślenia problemowego i kreatywnego podejścia do zagadnienia.

2.3. Struktura

Metoda WebQuest ma ściśle określoną strukturę. Składa się z sześciu działów: wprowadzenie, zadania, proces, ewaluacja, źródła oraz konkluzja. Całość materiałów nauczyciel powinien przygotować w formie strony WWW i opublikować w Internecie, tak by uczniowie mogli na bieżąco z nich korzystać. [15-17]

Pierwszym działem jest „Wprowadzenie”, które ma za zadanie zainteresowanie i aktywizację ucznia. W tym dziale



Rys. 1. Schemat doboru materiału budowlanego opracowany przez ucznia gimnazjum w ramach WebQuest'a „Materiały wokół nas”

uczeń powinien poznać tło problemu, powiązać go z uprzednio znaną mu wiedzą i doświadczeniem. Dobrze przygotowane wprowadzenie angażuje ucznia i skłania do stawiania własnych pytań w zakresie prezentowanej tematyki.

Kolejnym działem są „Zadania”. Jest to kluczowa część, która stawia przed uczniem problem do rozwiązania. Często sformułowana jest w postaci pytania. Postawiony problem powinien skłaniać do samodzielnego myślenia i działania, a jednocześnie dawać uczniowi możliwość kreatywnego, autorskiego rozwiązania. Przykład rozwiązania zadania przez uczniów gimnazjum przedstawiono na rysunkach 1 i 2.

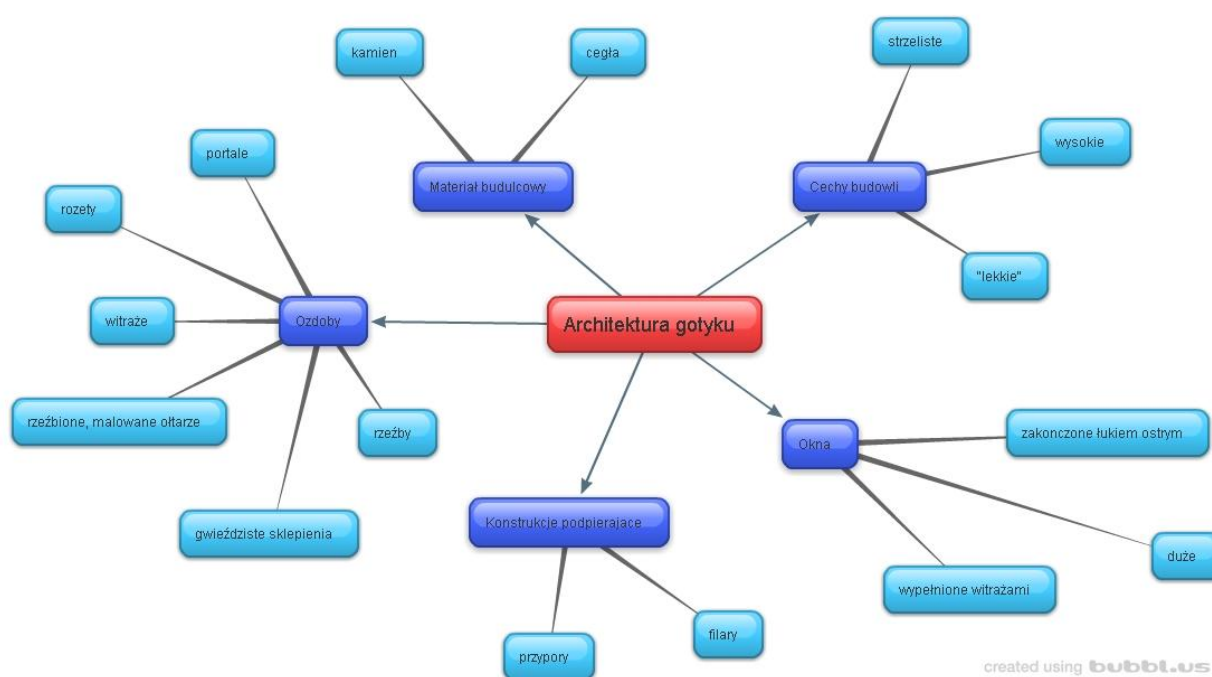
Trzecim działem jest „Proces”, który zawiera reguły pracy, w szczególności podział na grupy, czas realizacji i wymagania, co do formalnej strony opracowania tematu.

Aby uczniowie mogli przejąć odpowiedzialność za własne uczenie, powinni umieć ocenić własną pracę, dlatego też WebQuest jest uzupełniony o dział „Ewaluacja”, w którym nauczyciel powinien szczegółowo opisać kryteria oceniania, a więc jakie elementy pracy będą oceniane i na jakim poziomie. Nauczyciel może oceniać takie aspekty projektu

jak: sposób gromadzenia danych, ich analizę, selekcję, hierarchizację, uporządkowanie i wnioskowanie; zawartość merytoryczną pracy, poprawność językową, estetykę pracy, dobór i sposób cytowania źródeł czy terminowość wykonania pracy [11]. Poszczególnym poziomom realizacji wymagań nauczyciel powinien przypisać punktację oraz określić wymagania punktowe na poszczególne oceny.

Metoda WebQuest zakłada korzystanie z Internetowych źródeł informacji. Aby nauczyć uczniów poszukiwania, oceny i korzystania z informacji należy w dziale „Źródła” zamieścić listę linków do proponowanych przez nauczyciela stron internetowych w oparciu o które uczeń może realizować swoją pracę. Zaproponowane przez nauczyciela strony nie muszą zapewniać kompletnej wiedzy niezbędnej do realizacji tematu, a jedynie być rzetelnymi przykładami źródeł informacji od których uczeń może zacząć poszukiwanie. Źródła powinny być tak dobrane, by na ich podstawie uczeń mógł choćby powierzchownie zorientować się w temacie zadania, aby świadomie mógł poszukiwać niezbędnych informacji.

Ostatnim działem jest „Konkluzja”, a więc słowo koń-



Rys. 2. Mapa myśli dotycząca architektury gotyku opracowana przez ucznia gimnazjum w ramach WebQuest'a „Materiały wokół nas”

cowe, które w zamierzeniu ma pomóc uczniom podsumować pracę. Konkluzja powinna też zachęcać uczniów do oceny i refleksji własnej pracy oraz wiedzy i umiejętności jakie w trakcie pracy nad WebQuest'em nabyli.

Wszystkie omówione powyżej działy stanowią dokumentację WebQuest'a i powinny być od pierwszej lekcji w całości dostępne dla uczniów. Na ich podstawie uczeń może sprawdzać i ukierunkowywać swoją pracę. Struktura samej metody jest dość trudna do zapamiętania nawet dla studentów, dlatego też dokumentacja powinna być dostępna w Internecie dla każdej osoby realizującej WebQuest.

2.4. Typy zadań WebQuest

Zadania są kluczowym elementem WebQuestu. Powinny angażować samodzielne myślenie, kreatywność, powinny dawać możliwość wykazania się. Berni Dodge opracował kilka typów zadań jakie można zaproponować konstruując WebQuest [15, 17]:

- Relacja (Retelling Task),
- Kompilacja (Compilation Task),
- Odkrywanie tajemnicy (Mystery Task),
- Dziennikarstwo (Journalist Task),
- Projekt (Design Task),
- Wykonanie przedmiotu (Creative Produkt Task),
- Osiąganie porozumienia (Consensus Building Task),
- Perswazja (Persuasion Task),
- Poznanie samego siebie (Self-Knowledge Task),
- Analiza (Analytical Task),
- Osąd (Judgment Task),
- Projekt badawczy (Scientific Task).

WebQuest'y można przygotowywać w oparciu o którąś z wyżej wymienionych kategorii. Mogą też łączyć dwie lub więcej kategorii, czyniąc zadanie jeszcze ciekawszym. Takie podejście daje uczniom możliwość wcielenia się w różne role np. naukowców, dziennikarzy, projektantów itp. i z takiej pozycji poznawania tematu.

3. PRAKTYCZNE ASPEKTY WDROŻENIA METODY WEBQUEST

Próby stosowania niniejszej metody w nauczaniu są przedmiotem licznych publikacji zagranicznych [19-23], coraz częściej też można znaleźć w Internecie krajowe przykłady jej stosowania [11, 24]. Zajęcia z wykorzystaniem opisywanej metody zrealizowano w gimnazjum w ramach zajęć technicznych (temat: „Materiały wokół nas”) oraz na studiach II stopnia, kierunku: Inżynieria Materiałowa (temat: „Analiza układów równowagi fazowej”) [11]. Metoda w obu przypadkach przyjęta została ze zdziwieniem, a w trakcie pracy pojawiało się zaciekanie. Tylko nieliczni uczniowie uznali ją za trudną do stosowania. Dla studentów początkowo metoda ta wydawała się trudna, jednakże po zapoznaniu się z dokumentacją WebQuest'a i wyjaśnieniach prowadzącego zadania we wszystkich przypadkach zostały dobrze lub bardzo dobrze zrealizowane. Ponadto studenci wyrazili zadowolenie z możliwości pracy w oparciu o źródła Internetowe [11]. Na podstawie przeprowadzonych zajęć metodą WebQuest można sformułować uwagi metodyczne do poszczególnych etapów realizacji niniejszej metody.

Pracując tą metodą należy bardzo dokładnie opracować dokumentację WebQuest, przewidując sposób realizacji wybranego tematu tą metodą. Rozpoczynając pracę z uczniami czy studentami, należy bardzo dokładnie zapoznać ich z samą metodą i jej etapami. Dobrze, aby zrobić to metodą opowiadania z licznymi przykładami realizacji. We

wprowadzeniu należy dobrze uświadomić uczniom/studentom na czym polega WebQuest i jak wygląda problem edukacyjny tej metody. Nim podejmą pracę powinni być w pełni świadomi zadania jakie stoi przed nimi. Jeśli na tym etapie nie wprowadzi się słuchaczy należyce do stosowania metody, przeczytają oni pobieżnie materiały lub tylko przegłdną i z poczuciem „że nie ma problemu, bo coś znajdą na Google'ach” odłożą zagadnienie na ostatnią chwilę, kiedy to okaże się, że zadanie jest niemalże niemożliwe do zrealizowania w ostatniej chwili. Etap wprowadzenia ma aktywizować uczniów, uświadomić problem jaki przed nimi stoi i zachęcić do pracy.

Formułując zadania należy oprzeć się na typach zadań sformułowanych przez Berniego Dodge'a (rozdział 2.4). Zadania powinny wymagać wyszukiwania i głębokiego przetwarzania informacji. Zadania powinny być niepowtarzalne, kreatywne, kształtujące umiejętność uczenia się, a także stanowiące podstawę do kształcenia ustawicznego (Lifelong learning) w przyszłości. Tak przygotowane zadania zapewnią nabycie pewnych umiejętności, a także w dalszej perspektywie wykształcenie odpowiednich, pożądanych połączeń neuronalnych [25]. Tego typu zadań nie da się „ściągnąć” z Internetu, zadania takie trzeba przeżyć. Przykład sformułowanych zadań w WebQuest'cie dla studentów przedstawiono na rysunku 3.

Określając wytyczne do działu Proces należy ściśle określić wynik, a więc to co uczeń ma wykonać realizując zadanie np. opracować temat pisemnie (2 – 3 strony), wykonać zestawienie tabelaryczne, wykonać i zaprezentować prezentację multimedialną itp. Praktyka skłania do ograniczenia formy pracy, którą uczeń realizuje na rzecz treści. Lepiej jeśli uczeń opracuje jeden schemat szczegółowo prezentujący jakieś zagadnienie niż opracowanie pisemne obejmujące 20 stron. Takie ograniczenie przeniesie środek ciężkości w kierunku treści, podczas gdy obecnie uczniowie bardziej dbają o formę pracy i ilość np. stron.

Ewaluacja mówi uczniom jakie wymagania stawiane są realizowanej przez nich pracy i w jaki sposób będzie ona oceniana. Szkoda tylko że zarówno uczniowie jak i dużo starsi studenci nie znajdują czasu na zapoznanie się z tym działem. Zwykły sposób ich działania jest taki, że wykonują jakąś pracę, która oceniana jest według przedłożonych wcześniej zapisów. Natomiast autorzy ocenianej pracy wykazują szczerze zdziwienie, gdyż nie znali kryteriów oceniania, bo

webquest Naukę buduje się z faktów tak jak dom buduje się z cegieł, ale samo nagromadzenie faktów nie jest jeszcze nauką, podobnie jak kupa cegieł nie jest domem [Henri Poincaré]

wprowadzenie **zadanie** proces ewaluacja źródła konkluzja

zadanie

Po co stosuje się układy równowagi? Do czego mogą być pomocne? Jak zastosować je w praktyce? Wasze zadanie będzie polegało na analizie wybranego układu równowagi fazowej.

W ramach zadania trzeba będzie odnaleźć ten układ. Opisać go z uwzględnieniem przemian i faz oraz narysować krzywe chłodzenia dla wybranych składów.

Poszczególne zakresy na układzie fazowym są ściśle powiązane ze strukturą materiału, dlatego też w ramach zadania należy odnaleźć zdjęcia mikrostruktur dla całego zakresu układu w temperaturze pokojowej, a jeśli to możliwe proszę odnaleźć mikrostruktury dla tego układu istniejące w podwyższonej temperaturze.

Zmiany składu w ramach danego układu pociągają za sobą zmiany własności i tym samym zastosowania danego materiału. W ramach zadania przeprowadzcie analizę własności i zastosowania stopów z poszczególnych obszarów. Uzasadnicie stosowane graniczne zawartości pierwiastków dla poszczególnych zakresów

Zadania dla poszczególnych grup

Układ równowagi	Grupa						
	I	II	III	IV	V	VI	VII
Fe-Fe ₃ C	Al-Si	Cu-Zn	Cr-Ni	Al-Mg	Pb-Sn		
Skład do wykreslenia	0,002 C	10 Si	20 Zn	10 Sn	20 Ni	5 Mg	10 Sn
Skład do krzywych chłodzenia [%]	stal eutekto-syjna 3 C	12,6 Si	37 Zn	15 Sn	35 Ni	20 Mg	30 Sn
		14 Si	40 Zn	20 Sn	49 Ni	80 Mg	61,9 Sn

Korzystajcie tylko z wiarygodnych źródeł

Rys. 3. Zadania z WebQuest'a „Analiza układów równowagi fazowej”

uprzednio ich nie przeczytali. Pracując tą metodą należy za pomocą działu Ewaluacja wdrażać ich do samooceny. Można to uczynić przeprowadzając etapową ocenę ich pracy w oparciu o zapisy z ewaluacji (rys. 4). W takim wypadku uczniowie są na bieżąco konfrontowani z poziomem i oceną realizowanej przez nich pracy. Wtedy widząc postęp i kierunek rozwoju pracy mogą ją korygować.

PUNKTACJA	0 pkt	1 pkt	2 pkt	3 pkt
Gromadzenie danych, ich analiza, selekcja, hierarchizacja, uporządkowanie, wnioskowanie	<ul style="list-style-type: none"> zebrane wiadomości są niekompletne, nieuporządkowane treści zostały wprost skopowane brak odnośników literaturowych wnioski są niespójne i nielogiczne 	<ul style="list-style-type: none"> zebrano i uporządkowano podstawowe dane i informacje w zebranym materiale występują drobne luki podana bibliografia, niewielkie błędy w bibliografii, cytowaniach i odnośnikach literaturowych wnioski w większości są poprawne, lecz brak uzasadnienia opinii na dany temat 	<ul style="list-style-type: none"> zgrupowano kompletne dane, które zostały uporządkowane w należyty sposób poprawnie opracowana bibliografia oraz odnośniki do źródeł literaturowych zamieszczono trafne wnioski, świadczące o prawidłowym doborze i zrozumieniu treści 	<ul style="list-style-type: none"> zebrano informacje z różnych źródeł, które znacznie wykraczają poza założone cele niekonwencjonalnie wybrane i opracowane dane służą opracowaniu wniosków poprawnie i z dużą starannością opracowana bibliografia oraz odnośniki do źródeł literaturowych trafne wczorowo skonstruowane wnioski w/wskim

Rys. 4. Fragment Ewaluacji z WebQuest'a „Analiza układów równowagi fazowej”

Źródła z jakich korzystają uczniowie czy studenci zwykle są trzymane przez nich w ścisłej tajemnicy, stąd więc o tym, że praca ich często jest plagiatem. WebQuest powinien uświadomić im, że podanie źródeł informacji nie przekreśla włożonej przez nich pracy w realizację zadania, a jedynie stanowi o jej jakości. Dobór źródeł informacji z jakich korzystali uczniowie czy studenci powinien być rzetelnie oceniony, bo jednym z celów tej metody jest nauczenie korzystania z informacji. Autorka pracy proponuje by przyjęc preferowane różne obszary i źródła informacji w zależności od wieku autora pracy. Uczniowie powinni być wdrażani do korzystania z wiarygodnych w pewien sposób „certyfikowanych” źródeł informacji, by widzieli różnicę między jakością informacji z dyskusji na portalu społecznościowym, a informacją z uznanego portalu informacyjnego. Przeprowadzony WebQuest pokazał, że studenci do opracowania tematu najchętniej korzystali z gotowych opracowań polskojęzycznych, np. instrukcji do ćwiczeń, skanowanych podręczników, czy ściąg zamieszczonych w Internecie, co wydatej się znacznym obniżeniem możliwości jakie dają zasoby Internetu. Studenci, zwłaszcza studiów technicznych, powinni być zachęceni do korzystania z obcojęzycznych źródeł, dzięki czemu będą rozwijać umiejętności językowe w zakresie własnej branży. Internet powinni wykorzystywać do zapoznawania się z nowościami, pochodzącymi z publikacji naukowych, z doniesień i katalogów specjalistycznych. Podstawowe informacje powinni pozyskiwać z rzetelnie opracowanych i recenzowanych podręczników.

W zależności od czasu przeznaczanego na realizację rozróżnia się WebQuest'y krótkoterminowe obejmujące 2 - 3 spotkania (lekcje) lub długoterminowe realizowane w 4 - 12 tygodni. Dobór zależy do wieku uczniów i celów dydaktycznych. Zwykle realizowane są w zespołach, ale w przypadku uczniów samodzielnych o wysokim stopniu zindywidualizowania należy pozwolić im na prace indywidualną. Reali-

zując WebQuest'y długoterminowe należy ich organizację oprzeć o strategię metody projektu. [9, 10]

Oba przeprowadzone WebQuest'y (wśród uczniów i studentów) zakończyły się sukcesem. Wszyscy studenci oddali prace terminowo. Przygotowane prace charakteryzował odpowiedni poziom merytoryczny oraz prawidłowy dobór i analiza źródeł informacji. Na uwagę jednak zasługuje fakt, że w swojej pracy studenci korzystali w większości lub wyłącznie ze źródeł polskojęzycznych. Zastosowana metoda miała między innymi skłonić ich do stosowania specjalistycznych obcojęzycznych źródeł informacji takich jak artykuły naukowe, czy strony internetowe ośrodków naukowych. W założeniu wartością dodaną przeprowadzonego WebQuest'a miała być praca studentów z użyciem branżowego języka obcego. Studenci co prawda, uwzględnili w bibliografii strony internetowe szkół wyższych, ale skorzystali jedynie z opracowań polskojęzycznych, takich jak skrypty, podręczniki, instrukcje do ćwiczeń itp. [11] Dlatego też zdaniem autorki prowadząc zajęcia ze studentami tą metodą należy zwrócić szczególną uwagę studentów na dobór źródeł informacji i premiować wykorzystanie obcojęzycznych źródeł o charakterze naukowym.

W przypadku uczniów gimnazjum, dopiero pod koniec realizacji projektu przeczytali oni dokumentację WebQuest'a, a co za tym idzie dopiero w trakcie zrozumieli cel ich pracy. Również pojawiły się problemy z poziomem wykonanej przez nich pracy, cytowaniem źródeł i powoływaniem się na nie. Uczniowie wykazywali utrwalone nieprawidłowe nawyki w zakresie tworzenia opracowań i korzystania ze źródeł informacji. Często kopiowali obszerne fragmenty tekstów z Internetu bez jego zrozumienia. Jedy- nym ich celem było zapełnienie kolejnych stron opracowania. Dopiero po przeprowadzonej dyskusji zrozumieli, że istotą ich pracy nie jest kopiowanie i wielostronicowe sprawozdanie. Byli zdziwieni, że opracowaniem może być jeden schemat, który sami wymyślili, wykonali i który potrafią omówić. Dopiero po tym etapie wykonali oni ciekawe i kreatywne, autorskie opracowania (przykład rys. 1 i 2).

4. PODSUMOWANIE

WebQuest stanowi ciekawą strategię uczenia, jednocześnie motywuje i zaciekawia formą. Metoda ta niejako wytycza uczącemu się trasę wycieczki, po której podążając poznaje on w nietuzinkowy sposób informacje, dokumentuje je i według WebQuest'owego przepisu tworzy opracowanie. Taka organizacja nauczania gwarantuje, że uczeń będzie musiał głęboko przetworzyć informacje, tworząc struktury wiedzy. Pomimo ścisłego wytyczenia trasy wycieczki w postaci zadań, uczeń zachowuje dużą autonomię w zakresie organizacji pracy własnej i rozwiązania postawionego problemu. Metoda ta po za charakterystycznymi dla tematu treściami nauczania, uczy wyszukiwania i organizowania informacji, zadawania niekonwencjonalnych pytań i rozwiązywania w sposób nietuzinkowy i kreatywny stawianych problemów. Uczy odchodzenia od opracowywania treści metodą „Ctrl+C, Ctrl+V”, na rzecz przemyślanych, autorskich opracowań. Takie podejście przełamuje stereotypy i daje nowe spojrzenie na uczenie się i pracę w oparciu o zasoby Internetu.

Praca finansowana była w ramach działalności naukowo-badawczej – działalność statutowa AGH nr 11.11.110.299.

5. BIBLIOGRAFIA

1. Hojnacki L.: Cyfrowych tubylców trzeba uczyć inaczej. Dlaczego i jak – wprowadzenie, [w:] Wychowanie i kształcenie w erze cyfrowej, red. P. Plichta, J. Pyżalski, Łódź 2013, s. 41-63.
2. Wojtaszczyk K.: Poziom kompetencji wirtualnych pokolenia Y i C - ocena na podstawie autodiagnozy studentów; E-Mentor nr 2 (49) 2013, s. 22-28.
3. Fazlagić J. A.: Charakterystyka pokolenia Y, E-mentor nr 3 (25) 2008, s. 13-16.
4. Czeladko R.: Polscy uczniowie bezradni w sieci, Rzeczpospolita, 29.06.2011.
5. Ciesielka M. Ocena umiejętności studentów wyższej uczelni technicznej w zakresie wykorzystania informacji - Technické vzdelávanie ako súčasť všeobecného vzdelávania, 25. Medzinárodná Vedecko-Odborna Konferencia, Univerzita Mateja Bela v Banskej Bystrici, Veľká Lomnica, 7. a 8. septembra 2009, s. 93-97.
6. Ciesielka M. Ocena umiejętności studentów wyższej uczelni technicznej w zakresie wykorzystania informacji w ocenie własnej i nauczyciela, XXII. DidMatTech 2009, Trnava University, Trnava & J. Selye University, Komarno, 2010, s. 140 – 144.
7. Ciesielka M. Ocena umiejętności studentów wyższej uczelni technicznej w zakresie tworzenia prezentacji multimedialnych, Edukacja – Technika – Informatyka : wybrane problemy edukacji informatycznej i informacyjnej. — 2013 nr 4 cz. 2, s. 214-219.
8. Ciesielka M. Ocena umiejętności studentów wyższej uczelni technicznej w zakresie redagowania prac pisemnych, Technické vzdelávanie ako súčasť všeobecného vzdelávania, 26. Medzinárodná Vedecko-Odborna Konferencia, Univerzita Mateja Bela v Banskej Bystrici, 2010, s. 97 – 102.
9. Ciesielka M. Metoda projektów w rozwoju kreatywności uczniów, [w:] Technika – Informatyka – Edukacja: teoretyczne i praktyczne problemy edukacji technicznej, T. 9 / pod red. Waldemara Furmanka, Uniwersytet Rzeszowski, Rzeszów 2008 s. 120-125.
10. Ciesielka M. Realizacja projektów koncepcyjnych w oparciu o model działalności technicznej człowieka, szansą na kształtowanie świadomości technicznej uczniów, Edukacja – Technika – Informatyka, 2011 nr 2 cz. 1 s. 61-66.
11. Ciesielka M., Sułowski M.: WebQuest w nauczaniu analizy układów równowagi fazowej, Edukacja – Technika – Informatyka: nr 4 cz. 2, 2013, s. 308-313.
12. Hofman-Kozłowska D.: Modele edukacyjne w cyfrowych czasach, [w:] Dydaktyka cyfrowa epoki smartfona, red. M. Wieczorek-Tomaszewska, s. 52-77 - <http://www ldc.edu.pl> (dostęp: 29.04.2015).
13. Ciesielka M.: Wideodydaktyka szansą na aktywizację studentów, Edukacja – Technika – Informatyka, 2015 nr 3, s. 99-10.
14. Dodge B. Some Thoughts About WebQuests - <http://webquest.sdsu.edu/> (dostęp: 29.04.2013).
15. Dodge B. WebQuest.org - <http://webquest.org/index.php> (dostęp: 1.02.2016).
16. Metody dydaktyczne XXI wieku; WebQuest. Metoda i przykłady - <http://www.enauczanie.com/metodyka/webquest> (dostęp: 1.02.2016).
17. Andonovska-Trajkovska D., Cvetkova B.: WebQuest as a Teaching Strategy, Teacher International Journal 09 2013; 5 s. 15-22.
18. Walat A.: O konstrukcjonizmie i ośmiu zasadach skutecznego uczenia się według Seymoura Paperta, Meritum, nr 4, 2007, s. 8-13.
19. Segers E., Verhoeven L.: Learning in a sheltered Internet environment: The use of WebQuests, Learning and Instruction 19, 2009, s. 423-432.
20. Cigrik E., Ergül R.: The investment effect of using WebQuest on logical thinking ability in science education, Procedia Social and Behavioral Sciences 2, 2010, s. 4918-4922.
21. Glava C. C., Glava A. E.: Teachers' views on using the internet as a learning tool Procedia - Social and Behavioral Sciences, 46, 2012, s. 3556 – 3560.
22. Averkieva L., Chayka Y., Glushkov S.: Web Quest as a Tool for Increasing Students' Motivation and Critical Thinking Development, Procedia - Social and Behavioral Sciences, 206, 2015, s. 137 – 140.
23. Pakshina N.A., Emelianova J.P., Pravdina M.V., Pakshin P.V.: Modification of Traditional WebQuests with Applications to the Study of the Control History, IFAC-PapersOnLine 48-29, 2015, s. 313-318.
24. Ośrodek Edukacji Informatycznej i Zastosowań Komputerów - Prezentacja WebQuest'ów nauczycieli - <http://doradca.oeiizk.waw.pl/wqlista.htm> (dostęp: 1.02.2016).
25. Żylińska M: Neurodydaktyka, Nauczanie i uczenie się przyjazne mózgowi, Wyd. Naukowe Uniwersytetu Mikołaja Kopernika, Toruń 2013.

WEBQUEST - FROM INFORMATION TO TECHNICAL KNOWLEDGE

Nowadays access to information is virtually unlimited, but the problem becomes "information smog". This implies that a contemporary pupil, or student significant part of his time spends on the jumping from information to information, gathering them with different results, and often without analyzing. In many cases, the learner will never move from information level on knowledge level, completely not noticing the difference between these issues and without seeing the problem. In addition, there is a problem that digital natives are taught by digital immigrants which don't understand the learners' problems. Solutions of this problem can be sought in new teaching methods using new technologies. Among such methods, WebQuest is worth noting method. The paper describes this method along with its assumptions and guidelines for preparing and carrying out at technical education.

Keywords: WebQuest, teaching methods, digital natives.

III Konferencja

eTechnologie w Kształceniu Inżynierów eTEE'2016

Akademia Górniczo-Hutnicza im. Stanisława Staszica w Krakowie, 11 kwietnia 2016

ZASTOSOWANIE KOMPUTEROWEJ SYMULACJI W PROCESIE KSZTAŁCENIA INŻYNIERA BRANŻY SANITARNEJ

Jakub DREWNOWSKI

Politechnika Gdańska, Wydział Inżynierii Lądowej i Środowiska, Katedra Inżynierii Sanitarnej
tel.: 58 348 63 62, e-mail: jdrewnow@pg.gda.pl

Streszczenie: Obecnie warsztat pracy współczesnego inżyniera znacznie się zmienił w wyniku dynamicznego rozwoju programów komputerowych do symulacji kinetyki procesów biochemicznych w oczyszczalniach ścieków. Chcąc dostosować program kształcenia współczesnego inżyniera branży sanitarnej do rynku pracy uczelnie techniczne powinny ściśle współpracować z firmami oferującymi oprogramowanie do komputerowej symulacji procesów osadu czynnego. Zastosowanie narzędzi komputerowych i dedykowanego oprogramowania do określonych zadań inżynierskich jest pomocne, ale tylko wtedy, gdy w procesie kształcenia otrzyma się właściwe podstawy teoretyczne. Oprócz nauki obsługi oprogramowania, konieczna jest równocześnie umiejętność oceny uzyskanych wyników symulacji komputerowej przez studentów oraz wypracowania sposobów weryfikacji zadań i/lub projektów wykonanych przy wykorzystaniu wybranych programów komputerowych modeli osadu czynnego. Celem pracy było przedstawienie możliwości zastosowania narzędzi komputerowej symulacji systemów osadu czynnego w procesie kształcenia inżyniera branży sanitarnej na Wydziale Inżynierii Lądowej i Środowiska Politechniki Gdańskiej.

Słowa kluczowe: komputerowa symulacja, wspomaganie projektowania, branża sanitarna, proces kształcenia, modele osadu czynnego.

1. WPROWADZENIE

Postęp w dziedzinie modeli osadu czynnego (z ang. Activated Sludge Model - ASM) oraz dynamiczny rozwój programów komputerowych do symulacji kinetyki procesów biochemicznych w oczyszczalniach ścieków ostatniego 30-lecia znacznie zmienił i usprawnił warsztat pracy współczesnego inżyniera. Znaczącym przełomem w dziedzinie modelowania systemów oczyszczania ścieków było opublikowanie w 1987 r. pierwszego modelu osadu czynnego ASM 1 (z ang. Activated Sludge Model No. 1) [1]. Następnie w ostatnich dwóch dekadach opracowano szereg modeli biokinetycznych (ASM2, ASM2d, ASM3, ASM3+Bio-P itp.), które znacznie poszerzają możliwości w porównaniu z ASM1, umożliwiając m.in. symulację procesów usuwania związków organicznych, nityfikacji, denityfikacji i/lub biologicznego usuwania fosforu [2]. Obecnie w procesie projektowania, rozruchu czy też eksploatacji oczyszczalni ścieków istotne jest wykorzystanie narzędzi komputerowych i specjalistycznego oprogramowania. Uczelnie techniczne, chcąc dostosować

program kształcenia współczesnego inżyniera branży sanitarnej do rynku pracy, powinny ściśle współpracować z firmami oferującymi oprogramowanie do komputerowej symulacji procesów osadu czynnego. Rozwój w obszarze nowoczesnych technologii informatycznych i komputerów o potężnej mocy obliczeniowej jest niezwykle dynamiczny. To, co przed laty trzeba było mozolnie obliczać ręcznie czy też projektować za pomocą niezbyt wyrafinowanych narzędzi, obecnie można uzyskać przy wykorzystaniu odpowiednich programów symulacyjnych, znacznie mniejszymi nakładami pracy. W związku z widocznym postępem w zastosowaniu programów symulacyjnych (AQUASIM, SIMBA, WEST, BIOWIN, GPS-X itp.), perspektywy wykorzystania modelowania matematycznego w procesie wdrażania systemu wspomaganego komputerowego oczyszczania ścieków metodą osadu czynnego nie są już tylko odległą przyszłością.

Wstępny etap budowy modelu systemu polega na dokładnej analizie m.in. określenie zakresu modelu i jego składników: podsystemów, urządzeń oraz procesów i ich współzależności (przepływ masy, energii, objętości i sygnałów regulacyjnych) [3]. Według Vanrolleghem [4] w modelu systemu osadu czynnego wyróżnia się trzy grupy modeli: model transferu masy (hydrauliczny i transferu tlenu), model sedimentacji i model przemian biochemicznych. Stopień dokładności opisu właściwości hydraulicznych systemu zależy od celu pracy i konfiguracji urządzeń systemu. Wykorzystywanie narzędzi komputerowych i dedykowanego oprogramowania do określonych zadań inżynierskich jest więc pomocne, ale tylko wtedy, gdy w procesie kształcenia otrzyma się właściwe podstawy teoretyczne [5]. Oprócz nauki obsługi oprogramowania, konieczna jest równocześnie umiejętność oceny uzyskanych wyników symulacji komputerowej przez studentów oraz wypracowania sposobów weryfikacji zadań i/lub projektów wykonanych przy wykorzystaniu wybranych programów komputerowych modeli osadu czynnego. Celem pracy było przedstawienie możliwości zastosowania narzędzi komputerowej symulacji systemów osadu czynnego w procesie kształcenia inżyniera branży sanitarnej na Wydziale Inżynierii Lądowej i Środowiska Politechniki Gdańskiej.

2. WYBRANE NARZĘDZIA KOMPUTEROWEJ SYMULACJI PROCESÓW OSADU CZYNNEGO

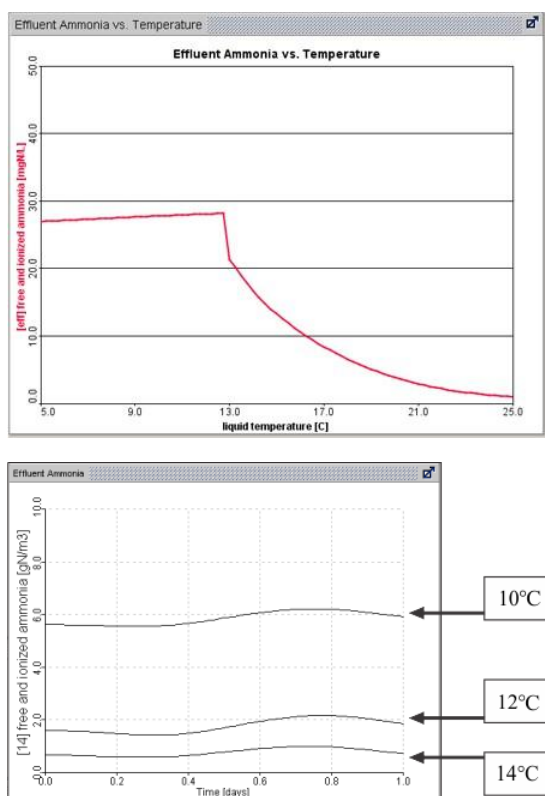
Obecnie posiadamy niezbędne narzędzia i doświadczenie w tworzeniu innowacyjnych rozwiązań technologicznych, usprawniających procesy osadu czynnego. Komputerowa i programowa rewolucja informatyczna ostatnich lat jeszcze bardziej się do tego przyczyniła. Natomiast współczesne, często bardzo skomplikowane technologie oczyszczania ścieków miejskich, w większości oparte na osadzie czynnym, diametralnie zmieniły warsztat pracy współczesnego inżyniera. Wynika to ze złożoności wykorzystywanych transformacji biologicznych, różnorodności alternatywnych konfiguracji technologicznych oraz dynamicznego charakteru zachodzących zjawisk. Przekazanie studentom wiedzy niezbędnej do rzeczywistego zrozumienia bogactwa istotnych zależności procesowych żywej materii w postaci osadu czynnego, przy stałe ograniczanej liczbie godzin zajęć na uczelniach, wydaje się być ogromnym wyzwaniem. W procesie syntezy, gdzie jest miejsce na optymalizację, oczywiście dostępne są i mogą być na pewnym etapie przydatne tradycyjne narzędzia obliczeniowe, takie jak choćby Solver arkusza kalkulacyjnego Excel [6]. Jednakże coraz częściej w procesie projektowania czy optymalizacji nowopowstających lub istniejących obiektów wykonywanie w ten sposób obliczeń parametrów oczyszczalni ścieków, w tym osadu czynnego, jest niezwykle trudne. W tej sytuacji alternatywą staje się włączenie do programu studiów zajęć laboratoryjnych, bazujących na wybranym narzędziu komputerowym do wspomagania modelowania matematycznego procesów osadu czynnego. Jest to tym bardziej istotne, gdyż obecnie coraz częściej w praktyce inżynierskiej występują nowoczesne, wysokoefektywne układy biologicznego oczyszczania ścieków. Są to systemy bardzo skomplikowane oraz drogie w budowie i eksploatacji. Z uwagi na powszechne wdrażanie ich do praktyki inżynierskiej, systemy te powinny być przedmiotem nauczania. Ich cechy charakterystyczne to rozbudowane układy reaktorów, złożone schematy połączeń, wspomaganie procesów biologicznych chemicznymi oraz silna zależność rezultatów oczyszczania od dynamicznie zmieniających się charakterystyk ścieków i utrzymywania zmiennych procesowych w wąskim zakresie wartości optymalnych. Przy budowie takiego modelu matematycznego student zgłębia teorię, a prowadząc eksperymenty w programie symulacyjnym, poznaje bogactwo praktycznych, inżynierskich zależności procesowych [7].

Sporym wyzwaniem dydaktycznym jest przekazanie studentom wiedzy i doświadczeń, pozwalających na samodzielną pracę w programie oraz twórcze zgłębianie wybranych zależności procesowych. Według doświadczeń przekazanych przez Szetele [7] pracującego na podobnym symulatorze SymOS ze studentami w laboratorium komputerowym Instytutu Inżynierii Ochrony Środowiska Politechniki Wrocławskiej, bez tego nie ma mowy o prawidłowym projektowaniu i eksploatacji procesów w oczyszczalni ścieków. Tradycyjne metody nauczania są tu zdecydowanie niewystarczające. Ważnych zależności procesowych, które student powinien poznać, jest po prostu zbyt wiele, żeby można je było przekazać w bardzo ograniczonym czasie, odwołując się tylko do tradycyjnych środków dydaktycznych. Ponadto w dalszej pracy po ukończeniu studiów, istotnym elementem w działalności inżynierskiej jest m. in. wykonanie profesjonalnej

dokumentacji projektu, gdzie oprócz podstaw teoretycznych i znajomości tzw. „dobrych praktyk” projektowania ważne są przede wszystkim właściwie przeprowadzone obliczenia. W wielu wypadkach mogą być one wykonywane przez wyspecjalizowane programy komputerowe, do których należy jedynie wprowadzić dane. Jednakże nie mniej istotna jest jakość i okres pozyskiwania danych z danego obiektu do modelu, w celu jak najbardziej dokładnego odzwierciedlenia zachodzących procesów. Ponadto, 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 dydaktycznych i kształcących obliczeń ręcznych szczególnie istotnych przy weryfikacji wyników wykonywanych przez wyspecjalizowane programy komputerowe. Stąd, nasuwa się pytanie przytoczone przez Gajewskiego [6] 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 [6, 8].

W ostatnich latach coraz częściej spotyka się, oprócz programu AutoCad czy też MathCAD istotnego w procesie projektowania, także inne branżowe oprogramowanie wspomagające np. programy symulacyjne (AQUASIM, SIMBA, WEST, BIOWIN, GPS-X itp.), które obecnie oferowane jest w znacznej ilości. Wśród w/w symulatorów wyróżnia się tzw. ogólnego zastosowania i dedykowane. W pierwszej kategorii symulatorów użytkownik wpisuje model, który ma być wykorzystany w dalszej symulacji. Czynność ta jest czasochłonna i może być zbyt skomplikowana dla osób nieznających podstaw programowania i zasad tworzenia modeli matematycznych. Jednym z najpowszechniej używanych środowisk symulacyjnych ogólnego zastosowania jest oprogramowanie MATLAB/Simulink (<http://mathworks.com>). Symulatory dedykowane zaś, zawierają zazwyczaj bibliotekę modeli procesów oczyszczania ścieków i procesów towarzyszących, np. przeróbki osadów. Model symulowanego układu tworzy się przy pomocy schematu blokowego, w którym poszczególne bloki reprezentuje model danego procesu lub kilku zespolonych procesów, np. łączący proces osadu czynnego reprezentowany przez model ASM z modelem reaktora o pełnym wymieszaniu (z ang. Completely Mixed Reactor). Parametry modeli mogą być w wygodny sposób dostosowywane. Najpopularniejsze dedykowane programy symulacyjne to (w porządku alfabetycznym): szwajcarski AQUASIM (<http://aquasim.eawag.ch>), kanadyjski BioWin (<http://envirosim.com>) i GPS-X (<http://hydromantis.com>), niemiecki SIMBA (<http://ifak-system.com>), brytyjski STOAT (<http://wrcplc.co.uk/software>) oraz belgijski WEST (<http://hemmis.com>). Na stronach www producentów wymienionych symulatorów dostępne są wersje demonstracyjne oprogramowania. Według danych deklarowanych przez producentów większość użytkowników programów BioWin, GPS-X i STOAT

byłyby skrajnie kosztowne lub trudne do zrealizowania. Badając efekty oczyszczania ścieków w alternatywnie skonfigurowanych schematach technologicznych, przy różnych warunkach zasilania i strategiach sterowania, student sprawdza wiedzę teoretyczną i zdobywa nowe interesujące go doświadczenia. W ten sposób diagnozowany model i prowadzone symulacje pozwalają studentowi budować bazę własnych projektów inżynierskich oraz weryfikować i pogłębiać zrozumienie zagadnień omawianych na wykładach. Student może dynamicznie zmieniać zarówno charakterystykę dopływających ścieków, jak również kroki czasowe symulacji oraz parametry procesowe oczyszczalni w stanie tzw. ustalonym jak i dynamicznym (rys. 2). Śledząc na bieżąco symulacje oczyszczalni (wykresy i tabele wyników wybranych wskaźników jakości ścieków i parametrów technologicznych – rys. 3), użytkownik może – bez przerywania symulacji – zmieniać wejścia oczyszczalni (np. zrzut ścieków przemysłowych czy też wód deszczowych/osadowych) oraz parametry procesu (awaria dmuchaw/pomp lub systemu ich sterowania, zmiana sposobu rozdziału strumieni ścieków i recyrkulacji na poszczególne komory osadu czynnego, wyłączenie któregoś obiektu kubaturowego z ruchu).



Rys. 2. Widok symulacji parametrów procesowych oczyszczalni w stanie tzw. ustalonym jak i dynamicznym [9]

Program wykonuje szereg obliczeń wspomagających automatyczne projektowanie lub modernizację poszczególnych elementów oczyszczalni ścieków m.in.: obliczenia przepływów, zmienność parametrów osadu czynnego i procesów biologicznych jak nityfikacja/denitryfikacja w zależności od zadanych parametrów początkowych itd. Po całkowitym zaprojektowaniu interesującego dla użytkownika systemu oczyszczania ścieków oraz potwierdzeniu prawidłowości założeń projektu w symulowanym modelu, można wygenerować raport obliczeniowy wraz z zestawieniem wyników symulacji istotnych w przebiegu procesów

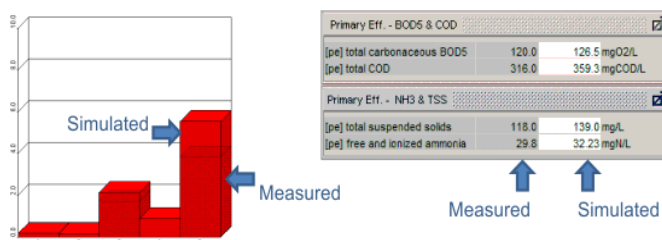
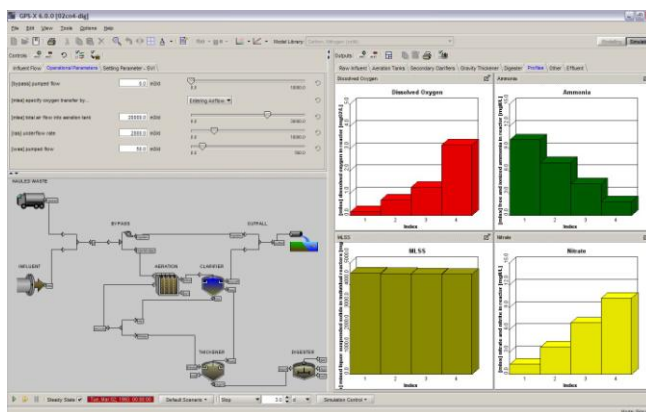
oczyszczania ścieków. Raport obejmuje m.in. obliczenia hydraulicznego czasu zatrzymania, wymiarowanie komór, oszacowanie zużycia energii elektrycznej, zapotrzebowanie tlenu czy wielkość recyrkulacji wewnętrznej.

Niewątpliwie interesujące i pomocne są dodatkowe moduły programu GPS-x tzw. „Analyzer/Optimizer”. Dzięki tym funkcją łatwo można określić i zweryfikować istotne parametry dla pracy oczyszczalni ścieków podczas projektowania/modernizacji kolejnych elementów systemu, nowoprojektowanych, jak również tych już istniejących. Moduł „Analyzer” pozwala na automatyczne wykonanie podczas stanu ustalonego lub dynamicznego analizy wrażliwości badanych parametrów modelu, które mają wiele zastosowań, takich jak:

- ocena wpływu zmian w procesie i parametry operacyjne (np. hydrauliczny czas zatrzymania, zadanej temperatury pracy itp.) oczyszczalni,
- określenie zależności między szybkością nityfikacji i temperaturą procesów na oczyszczalni ścieków,
- zbadanie, jak wartość stężenia osadu w bioreaktorze wpływa na zmianę amoniaku w procesie nityfikacji podczas napowietrzania,
- identyfikacja parametrów krytycznych dla kalibracji oczyszczalni ścieków.

Z kolei moduł „Optimizer” jest niezwykle potężnym narzędziem, które ma dwa główne zastosowania (rys. 4):

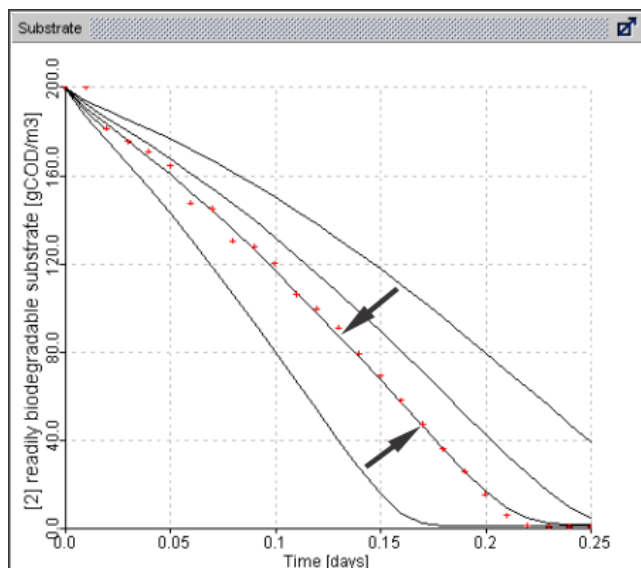
- kalibracja modelu: służy do automatycznego znalezienia wartości parametrów (np. współczynniki kinetyczne/stechiometryczne, parametry procesu, itp.), które minimalizują różnicę między pomierzonymi danymi rzeczywistymi i wynikami symulacji,
- optymalizacja procesowa: używana, aby znaleźć najlepsze odwzorowanie wartości parametrów projektowania i przebiegu/kontroli procesów na danym obiekcie (np. wielkości bioreaktorów, natężenia przepływu).



Rys. 3. Widok wizualizacji pracy oczyszczalni (wyniki wybranych wskaźników jakości ścieków i parametrów technologicznych) [9]

Oferowany software GPS-x przez firmę Hydromantis jest wygodny w użyciu i przyjazny nawet dla początkującego użytkownika. Dużą zaletą tego

oprogramowania jest jego kompatybilność z innymi programami (m.in. PDF, Microsoft Word, Excel) wykorzystywanymi w procesie projektowania/modernizacji rozpatrywanego obiektu lub systemu. Szczególnie istotną funkcjonalność oprogramowania jest widoczna np. przy generowaniu raportu z symulacji, która znacznie ułatwia identyfikację poszczególnych elementów systemu oczyszczania ścieków oraz identyfikacji danych do projektowania lub modernizacji oczyszczalni [9]. Ponadto GPS-x nie jest obecnie jedynym oprogramowaniem oferowanym przez firmę Hydromantis. Wiele modułów tematycznych jest zintegrowanych w kilku produktach obejmujących oprócz symulacji również sterowanie i optymalizację (w tym procesów i kosztów) takich obiektów jak stacje uzdatniania wody oczyszczalnie ścieków komunalnych i przemysłowych (m.in. SimuWorks, Toxchem, CapdetWorks, WatPro). GPS-x i inne oprogramowanie to przede wszystkim pakiet aplikacji towarzyszących, który pozwala na wykonanie profesjonalnej dokumentacji projektu czy też modernizacji danego obiektu czy systemu. Natomiast edycja obliczeń projektowych, jak i wydruk w postaci raportów, jeszcze bardziej przyczynia się do rozszerzania funkcjonalności programów zarówno do celów projektowych jak i dydaktycznych/naukowych.



Iteration Number	RAS Flow (MGD)	WAS Flow (MGD)	MLIR Flow (MGD)	Effluent TN (mg/L)
Current (0)	17.10	0.134	13.40	10.0
2	13.68	0.134	13.40	10.4
22	15.98	0.143	29.05	7.9
35	15.78	0.165	38.15	7.1
70	15.49	0.161	40.00	7.0

Values determined by
GPS-X Optimizer



Rys. 4. Przykład wykorzystania modułu „Optimizer” w programie GPS-x [9]

Podsumowując, projektowanie systemów oczyszczalni ścieków znacząco poprawia wydajność pracy w oparciu o wykorzystanie programów firmy Hydromantis. Mimo, iż początkowy etap pracy z tym oprogramowaniem może wydawać się dłuższy niż wykonany tradycyjnymi metodami (np. MathCAD, Excel) poprzez konieczność wprowadzania

niezbędnych początkowych parametrów, to dalsze działania przebiegają znacznie szybciej, gdyż zadane parametry i tak należałoby każdorazowo wpisywać i obliczać przy opisie poszczególnych procesów czy towarzyszących im zjawisk na oczyszczalni ścieków. Program potrafi automatycznie wygenerować kompleksowo wykresy i obliczenia (przelicza samodzielnie przepływy, wartości charakterystyczne dopływających ścieków można wyznaczać za pomocą modułu Influent Adviser) oraz inne dane niezbędne w procesie projektowania/modernizacji oczyszczalni ścieków.

Studentom i młodym inżynierom, którym brak doświadczenia, czasem trudno jest wyobrazić sobie realizację projektu w rzeczywistości. W takich przypadkach program GPS-x również okazuje się bardzo przydatnym narzędziem, gdyż umożliwi dokładne zbudowanie i analizę zarówno całej oczyszczalni ścieków, jak i poszczególnych elementów i towarzyszących obiektów/urządzeń. Wykorzystując dodatkowo opcję modułów „Analyze/Optimizer” w programie GPS-x można łatwo ocenić realizowany projekt, po zakończeniu prac symulacyjnych przeanalizować wpływ dokonanych zmian w danym obiekcie i parametry operacyjne.

4. WNIOSKI KOŃCOWE

Na podstawie doświadczeń w pracy z wybranymi programami służącymi do komputerowego wspomagania procesu projektowania w branży sanitarnej można stwierdzić, iż w większości przypadków zastosowane oprogramowanie spełniło stawiane im wymagania. Co więcej, okazało się niezwykle pomocne w stosunku do przeprowadzania zarówno skomplikowanych prac obliczeniowych, jak i w zrozumieniu jednostkowych procesów biochemicznych zachodzących na oczyszczalni ścieków, co prowadzi do uzyskania wymiernych efektów wspomagania w kształceniu współczesnego inżyniera branży sanitarnej.

Według Gajewskiego [6], umiejętność tworzenia i stosowania stylów, tworzenia spisów treści, edycji wzorów matematycznych, prowadzenia korespondencji seryjnej, przygotowywania formularzy czy też śledzenia zmian powinny być naturalnym elementem warsztatu przyszłego inżyniera. Duże nadzieje należy wiązać z technikami symulacji komputerowej, stosowanymi z powodzeniem już od dość dawna w innych dziedzinach. Od pewnego czasu jest to możliwe także w dziedzinie wysokoefektywnego oczyszczania ścieków. W ostatnich kilkunastu latach nastąpił bowiem przełom w teorii tych procesów i adekwatności ich matematycznego opisu. Mamy wreszcie do dyspozycji dobre modele matematyczne, adekwatnie reprezentujące aktualny stan wiedzy. Mają one charakter dynamiczny i są oparte na fundamentalnych prawach rządzących kinetyką i stechiometrią procesów fizycznych, chemicznych i biochemicznych. Jakość predykcji tych modeli jest bardzo dobra. Dostępna technika komputerowa pozwala budować na ich bazie, przyjazne użytkownikowi, efektywne symulatory bardzo złożonych konfiguracji technologicznych. [7]. Jednym z ważniejszych spośród analizowanych oprogramowań do wspomagania projektowania i komputerowej symulacji systemów osadu czynnego w kształceniu współczesnego inżyniera branży sanitarnej, okazał się program GPS-x firmy Hydromantis. Narzędzie to przede wszystkim pozwala na wprowadzenie dużej ilości parametrów wejściowych, co prowadzi do uszczegółowienia i ukierunkowywania projektu. Pewnym problemem tego

typu programów jest fakt, iż czasami niewłaściwie pracują w środowisku Windows (głównie uzależnionym od wersji oprogramowania) oraz wymagają, zwłaszcza na początku, poświęcenia znaczącej ilości czasu, aby dojść do odpowiedniej wprawy w ich użytkowaniu. Niemniej jednak, pakiet oprogramowania GPS-x dedykowany do symulacji systemów oczyszczania ścieków, właściwie spełnia swoje zadania pod każdym względem, co pozwala na stwierdzenie, że jest on niezwykle przydatnym oraz prostym w obsłudze narzędziem podczas procesu projektowania jak i rozwoju dydaktyki.

Wniosek końcowy jaki należy przytoczyć w pracy z programami do komputerowego wspomaganie projektowania czy też modernizacji systemów oczyszczania ścieków w procesie kształcenia współczesnego inżyniera branży sanitarnej jest fakt, iż obecnie szeroko stosowane programy branżowe niezwykle usprawniają proces związany z tworzeniem dokumentacji projektowej. Ponadto nadają jej 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 wspomaganie projektowania i symulacji systemów osadu czynnego.

5. BIBLIOGRAFIA

1. Henze M., C.P.L. Grady Jr., Marais G. v R., Matsuo T.: Activated Sludge Model No. 1, IAWPRC Scientific and Technical Reports No 1, IAWPRC, London 1987.
2. IWA Task Group on Mathematical Modelling for Design and Operation of Biological Wastewater

- Treatment Activated Sludge Models ASM1, ASM2, ASM2d and ASM3, IWA Scientific and Technical, Report No. 9, IWA Publishing, London 2000.
3. Langergraber G., Rieger L., Winkler S., Alex J.: Wiese J., Owerdieck C., Ahnert M., Simon J., Maurer M. A guideline for simulation studies of wastewater treatment plants. *Wat. Sci. Tech.* 50 (7) 2014, 131-138.
 4. Vanrolleghem P.A., Insel G., Petersen B., Sin G., De Pauw D., Nopens I., Dovermann H., Weijers S., Gernaey K.: A Comprehensive Model Calibration Procedure For Activated Sludge Models. *Proceedings: WEFTEC 2003, 76th Annual Technical Exhibition and Conference. October 11-15, 2003, Los Angeles, CA, USA.*
 5. Sochacki A., Płonka L., Miksch K.: Kilka refleksji o wykorzystaniu modeli matematycznych w symulacji procesów oczyszczania ścieków metodą osadu czynnego. *Monografie Komitetu Inżynierii Środowiska. III Ogólnopolski Kongres Inżynierii Środowiska, 13-17 Września 2009, Lublin, Polska. Materiały konferencyjne, T. 1, ss. 289-298.*
 6. Gajewski R. R.: O jakości procesu uczenia się i odwracaniu klasy: Studium przypadku, *EduAkcja. Magazyn edukacji elektronicznej nr 1 (7) / 2014, s. 2-29.*
 7. Szetela R.W.: Dynamiczny symulator oczyszczalni – pomoc w nauczaniu technologii ścieków, *Seminarium Nowe media w edukacji Wrocław, 28 stycznia 2005, s. 177-183.*
 8. 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.*
 9. <http://www.hydromantis.com/>.

THE APPLICATION OF COMPUTER SIMULATION IN THE EDUCATION OF MODERN SANITARY ENGINEER

Currently, the workshop of modern engineer has significantly changed as a result of the dynamic development of computer programs to simulate the kinetics of biochemical processes in wastewater treatment plants. In order to customize the education program of modern sanitary engineer candidate for the labor market, technical universities should work closely with companies, that offer software for computer simulation of activated sludge. The application of computer tools and dedicated software for the specific engineering task is helpful, but only if in the process of education the appropriate theoretical basis was received. Beside the knowledge of software, it is necessary to evaluate the results of computer simulation by the students and improve their work in order to verify the tasks and/or projects performed with the computer models of activated sludge systems. The aim of the study was to present the possibility of applying computer simulation tools of activated sludge system in the education process of the sanitary engineer at the Faculty of Civil and Environmental Engineering, Gdansk University of Technology.

Keywords: computer programs, design support, sanitary industry, educational process, activated sludge models.

III Konferencja

eTechnologie w Kształceniu Inżynierów eTEE'2016

Akademia Górniczo-Hutnicza im. Stanisława Staszica w Krakowie, 11 kwietnia 2016

ATRAKCYJNE I EFEKTYWNE NAUCZANIE ZAGADNIENÍ SERWONAPĘDÓW ZA POMOCĄ PLATFORMY ePEDlab

Kazimierz GIERLOTKA¹, Grzegorz JAREK², Michał JELEŃ³, Jarosław MICHALAK⁴

Politechnika Śląska, Wydział Elektryczny, Gliwice

1. tel.: 32 237 13 36 e-mail: Kazimierz.Gierlotka@polsl.pl
2. tel.: 32 237 12 20 e-mail: Grzegorz.Jarek@polsl.pl
3. tel.: 32 237 12 20 e-mail: Michal.Jelen@polsl.pl
4. tel.: 32 237 28 42 e-mail: Jaroslaw.Michalak@polsl.pl

Streszczenie: W artykule zaprezentowano projekt ePEDlab, mający na celu uatrakcyjnienie procesu nauczania napędu elektrycznego. Przedstawiono efekty projektu – zestawy interaktywnych materiałów teoretycznych i symulacyjnych. Jako przykład wykorzystania projektu opisano proces nauczania zagadnień związanych ze sterowaniem układami serwonapędowymi. Podkreślono kompletność i wzajemne uzupełnianie się części teoretycznej, symulacyjnej i laboratoryjnej.

Słowa kluczowe: napęd elektryczny, serwonapęd, dydaktyka.

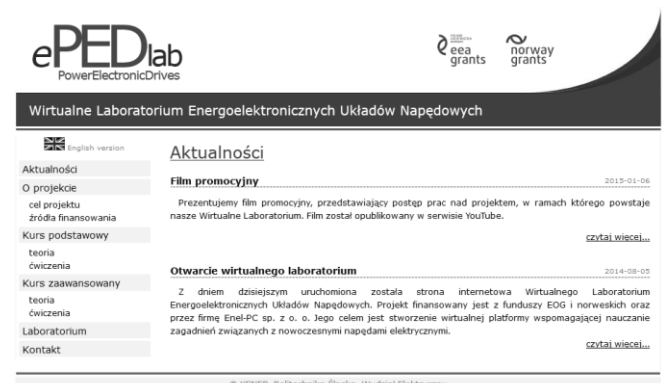
1. PROJEKT ePEDlab

Zastosowanie przekształtników energoelektronicznych do zasilania silników znacznie zwiększyło możliwości napędów elektrycznych. Regulacja prędkości i generowanie momentu może odbywać się z dużą sprawnością. Ma to duże znaczenie ze względu na istotny udział układów napędowych w sumarycznym zużyciu energii elektrycznej w przemyśle. Ciągły rozwój techniki napędowej powoduje konieczność solidnego przygotowania kadr inżynierskich do projektowania i obsługi tych układów.

W Katedrze Energoelektroniki, Napędu Elektrycznego i Robotyki Wydziału Elektrycznego Politechniki Śląskiej realizowany jest projekt o akronimie ePEDlab. Jego celem jest zwiększenie atrakcyjności nauczania napędu elektrycznego. Zajęcia z napędu prowadzone są na studiach I i II stopnia, a także na studium podyplomowym. Wiedza zdobywana na wykładach jest utrwalana podczas ćwiczeń tablicowych, zajęć laboratoryjnych oraz projektowych. W Laboratorium Energoelektronicznych Układów Napędowych istnieje możliwość przebadania napędów z silnikami prądu stałego, silnikami indukcyjnymi (klatkowymi i pierścieniowymi), a także z silnikami wzbudzanymi magnesami trwałymi.

W projekcie wyróżniono dwie główne drogi realizujące cele szczegółowe. Pierwszą jest opracowanie internetowej platformy gromadzącej interaktywne materiały dydaktyczne, zachęcające do samodzielnego zdobywania wiedzy i umiejętności [1]. Uzupełnieniem tej drogi jest doposażenie bazy sprzętowej laboratorium w zestawy dydaktyczne bazujące na rozwiązaniach przemysłowych.

Na stronie internetowej [2] (rys. 1) umieszczono dwa zestawy materiałów dydaktycznych, podzielone na kurs podstawowy (inżynierski) i zaawansowany (magisterski). Każdy zestaw zawiera interaktywne treści teoretyczne i modele symulacyjne. Interaktywność materiałów wykładowych polega na tym, że większość rysunków uzupełnionych jest o narzędzia do manipulacji, pozwalające na zmianę np. parametrów rodziny charakterystyk. Ponieważ do ich przygotowania wykorzystano środowisko Mathematica [3], konieczne jest zainstalowanie wtyczki do przeglądarki, umożliwiającej odtwarzanie plików .cdf. Tak opublikowane treści wykładowe z jednej strony ułatwiają prowadzącemu wykład tłumaczenie skomplikowanych zagadnień, z drugiej strony mogą zostać wykorzystane przez słuchaczy do ponownego, samodzielnego przestudiowania materiału z wykładu.



Rys. 1. Strona internetowa projektu ePEDlab

Uzupełnieniem treści teoretycznych są materiały symulacyjne, przygotowane w środowisku GeckoCIRCUITS [4] i opublikowane na stronie internetowej projektu w postaci apletów Javy [5,6]. Zakresy tematyczne modeli pokrywają się z zestawami ćwiczeń przygotowanymi dla studiów inżynierskich i magisterskich. Potencjalne wykorzystanie tych modeli obejmuje kilka możliwości. Przykładowo mogą być one pomocne podczas przygotowywania się do przeprowadzenia ćwiczenia, albo podczas opracowywania sprawozdania z pomiarów. Wyposażenie każdego stanowiska w komputer pozwala

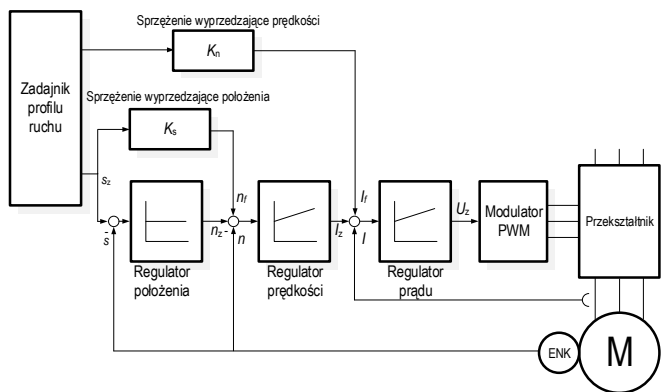
na jednoczesne prowadzenie eksperymentu i symulacji, a następnie interpretację różnic w wynikach pomiarów i obliczeń. Innym praktycznym zastosowaniem jest warunkowe przeprowadzenie ćwiczenia wyłącznie na drodze symulacyjnej, w przypadku usprawiedliwionej nieobecności na zajęciach.

Fizycznym efektem projektu jest wzbogacenie wyposażenia laboratorium o nowy sprzęt komputerowy i stanowiska dydaktyczne, demonstrujące współczesne rozwiązania przemysłowe. Do tej pory w laboratorium korzystano głównie z stanowisk, w których układy sterowania napędami były zaimplementowane w sterownikach mikroprocesorowych przez pracowników laboratorium [7]. Możliwość wizualizacji przebiegów czasowych sygnałów „wewnętrznych” układu sterowania stanowiska pozwalają na łatwiejsze wytłumaczenie i zrozumienie zasady działania napędów przekształtnikowych. Nowe stanowiska, dzięki wykorzystaniu komercyjnych układów napędowych, pozwalają studentom sprawdzić, jak informacje zdobyte na wykładach i w laboratorium mogą być wykorzystane w przyszłym miejscu pracy.

2. ZAGADNIENIA STEROWANIA SERWONAPĘDÓW

Serwonapędem nazywa się zamknięty układ regulacji położenia. Taki charakter pracy nakłada na silnik duże wymagania dotyczące dynamiki i precyzji. Stosuje się zatem najbardziej zaawansowane technologicznie rozwiązania – silniki synchroniczne z magnesami trwałymi (PMSM – ang. *Permanent Magnet Synchronous Motor*) sprzężone z czujnikami położenia (np. enkoderami). Poza maszyną w skład serwonapędu wchodzi również mechanizm (np. w postaci przekładni, lub modułu zmieniającego ruch obrotowy na liniowy) oraz przekształtnik zasilający silnik wraz ze sterownikiem ruchu.

W układzie sterowania serwonapędu najczęściej stosuje się strukturę PIV – proporcjonalny regulator położenia nadrzędny wobec proporcjonalno-całkującego regulatora prędkości (rys. 2). Cechą charakterystyczną jest również stosowanie sprzężeń wyprzedzających. Poprawiają one właściwości dynamiczne przez kompensację momentu bezwładności. Dzięki bezpośredniemu wyznaczeniu prędkości zadanej działają szybciej niż klasyczne regulatory reagujące na zmianę w sprzężeniu zwrotnym – prowadzi to do dokładniejszego śledzenia wartości zadanej położenia.



Rys. 2. Schemat blokowy układu sterowania serwonapędem

Z punktu widzenia dydaktyki można wyróżnić kilka zagadnień, odpowiadających składowym serwonapędem.

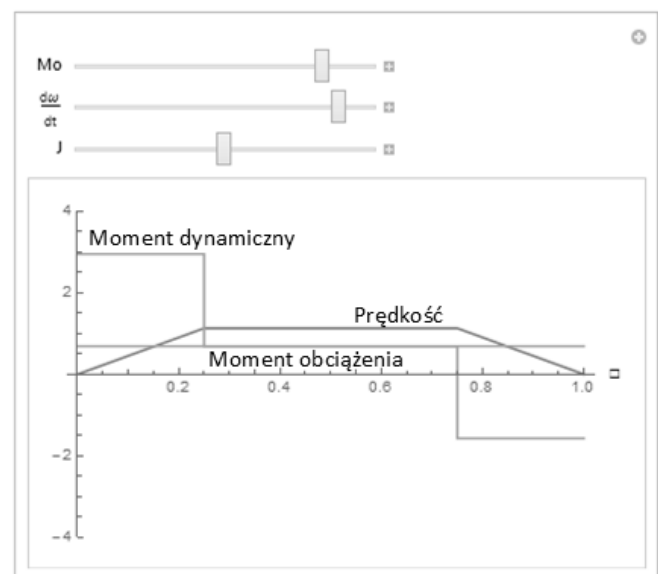
Hierarchicznie najniższą warstwą serwonapędu jest element wykonawczy, a więc silnik z przekładnią. Konieczne jest wyjaśnienie budowy i zasady działania silnika oraz przedstawienie możliwych do zastosowania układów sterowania. Kolejnym zagadnieniem jest dobór parametrów układu regulacji oraz sposób kształtowania profili ruchu. W programie nauczania trzeba również uwzględnić sposoby pomiaru położenia wirnika. W dalszej części artykułu zaprezentowano w jaki sposób opracowane w ramach projektu ePEDlab materiały mogą wspomóc dydaktykę z zakresu zagadnień serwonapędowych.

3. INTERAKTYWNE MATERIAŁY TEORETYCZNE

Pierwszy etap kształcenia stanowią wykłady teoretyczne. Podczas opracowywania założeń do projektu poszukiwano narzędzia odpowiedniego do przygotowania materiałów atrakcyjnych wizualnie i pozwalających użytkownikowi na interakcję. Oprogramowaniem spełniającym założenia, a jednocześnie wykorzystującym matematyczny opis prezentowanych treści, jest Mathematica firmy Wolfram. Umożliwia ono przygotowanie plików w formacie .cdf (ang. *Computational Document Format*). Interaktywność materiałów polega na wprowadzeniu „ożywienia” do tradycyjnych statycznych materiałów wykładowych, np. przez umożliwienie użytkownikowi zmiany parametrów w prezentowanych charakterystykach.

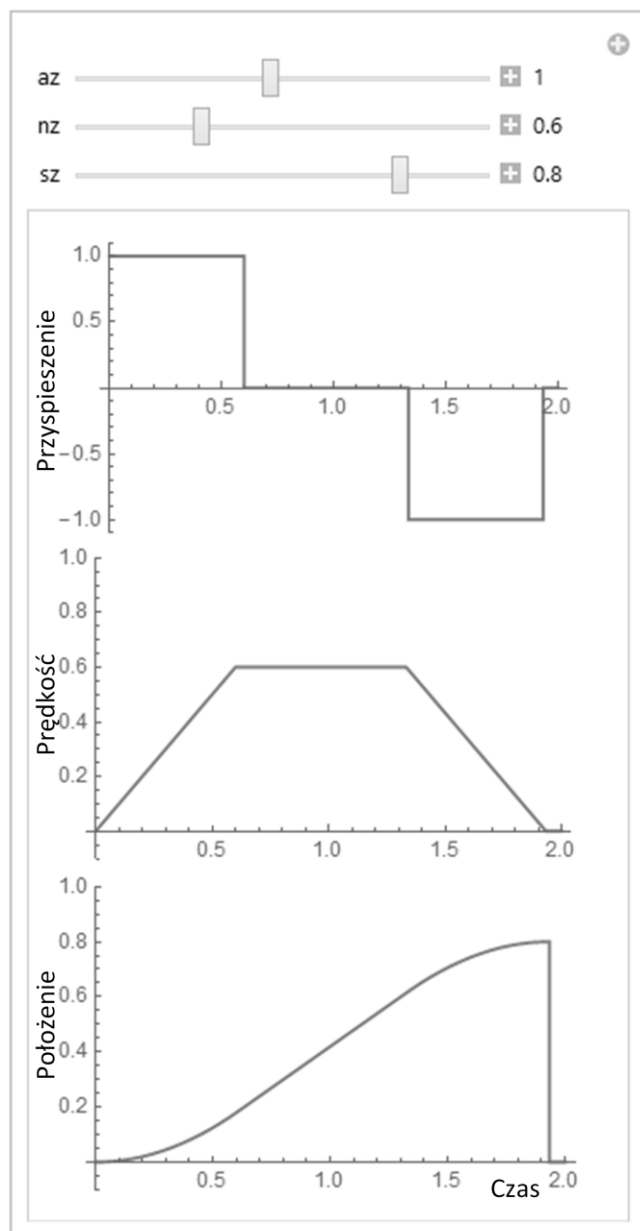
W artykule jako przykład wykorzystania opisywanego narzędzia wybrano część prezentacji dotyczących sterowania serwonapędami. W kursie zawarto animacje dotyczące budowy silnika PMSM, działania regulatorów prądu, prędkości i położenia, a także generowanie profili ruchu, czy sposoby pomiaru bieżącej wartości położenia wału maszyny.

Punktem wyjścia do zrozumienia działania napędu jest równanie ruchu, mówiące o tym, że maszyna musi wytworzyć taki moment, który z jednej strony pozwoli pokonać bezwładność i osiągnąć żądane przyspieszenie, a jednocześnie skompensuje hamujący moment obciążenia. Interaktywny wykres przedstawiony na rysunku 3 pozwala użytkownikowi na sterowanie wartościami przyspieszenia, bezwładności i momentu obciążenia i obserwację przebiegu czasowego całkowitego momentu generowanego przez maszynę.



Rys. 3. Fragment materiałów teoretycznych ilustrujących równanie ruchu

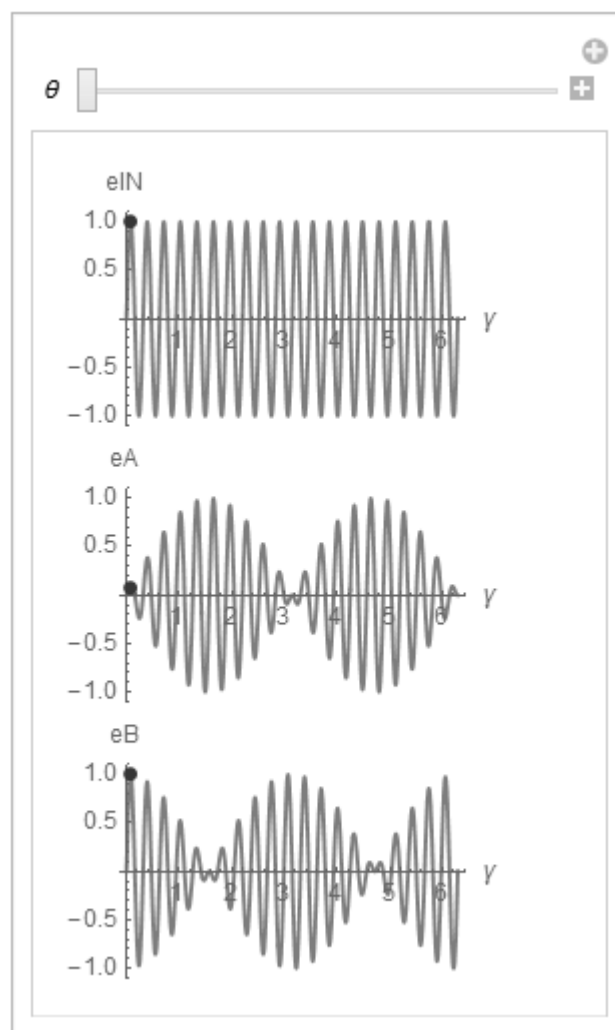
Na rysunku 4 zamieszczono fragment materiałów wykładowych dotyczący parametryzacji profili ruchu. Pojedynczy ruch mechanizmu opisany jest przez zadaną zmianę położenia oraz dopuszczalne: prędkość i przyspieszenie (symetryczne lub niesymetryczne). Komplet informacji stanowi tzw. profil ruchu, a zadaniem generatora profili jest wyznaczenie czasów trwania poszczególnych etapów ruchu: przyspieszania, ruchu ze stałą prędkością i hamowania. Zmieniając trzema suwakami widocznymi w górnej części rysunku 4 parametry profilu można obserwować zmiany w przebiegach czasowych tych wielkości. Możliwe jest sprawdzenie w jaki sposób bezwładność mechanizmu, a więc dopuszczalne przyspieszenie, wpływa na czas osiągnięcia pozycji docelowej.



Rys. 4. Fragment materiałów teoretycznych ilustrujący kształtowanie profili ruchu

Niezbędne w serwonapędach sprzężenie zwrotne od bieżącego położenia może być realizowane na kilka sposobów, zawsze wymagany jest jednak czujnik położenia kąтового wału maszyny. W przedstawieniu zasady działania spotykanych rozwiązań pomocne są również dynamiczne

ilustracje. Na rysunku 5 zamieszczono fragment materiałów prezentujący przebiegi czasowe obserwowane na zaciskach resolwera podczas jego pełnego obrotu.

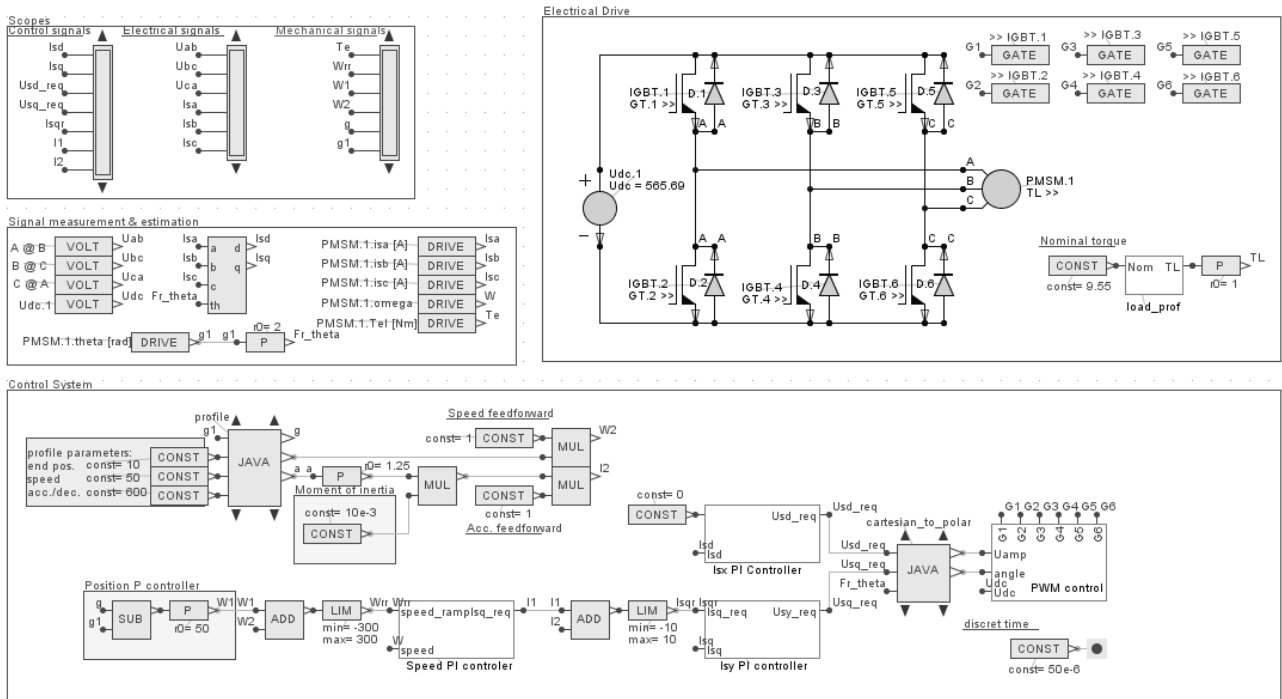


Rys. 5. Fragment materiałów teoretycznych ilustrujący zasadę działania resolwera

4. MODEL SYMULACYJNY

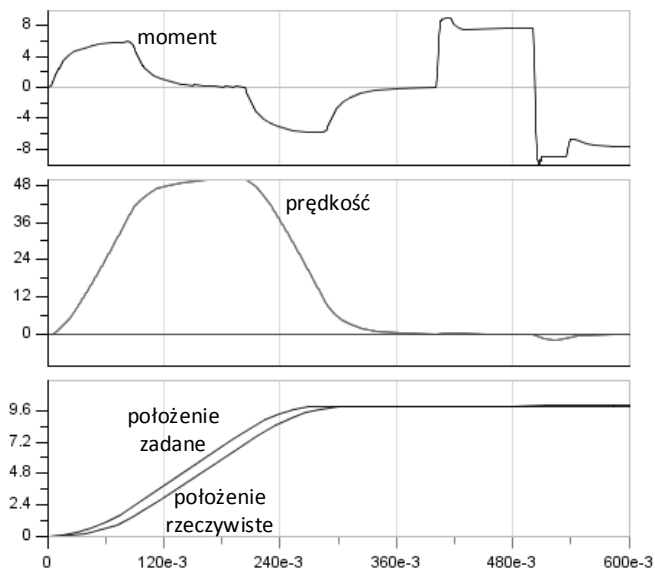
Kolejnym etapem procesu dydaktycznego jest praca z modelami komputerowymi. Do realizacji modeli układów napędowych wykorzystano oprogramowanie GeckoCIRCUITS, które daje możliwość zapisu modelu w postaci tzw. apletu Javy i opublikowanie go np. na stronie internetowej. Istotnym jest, że plik apletu, pomimo niewielkich rozmiarów, zawiera w sobie całe środowisko obliczeniowe i może być uruchomiony na komputerze bez zainstalowanego GeckoCIRCUITS – wystarczy, że użytkownik posiada tzw. Wirtualną Maszynę Javy.

Jednym z opublikowanych plików symulacyjnych jest model komputerowy serwonapędu z silnikiem PMSM (rys. 6). Podobnie jak modele pozostałych układów, również w tym przypadku wyróżniono część silnopiędową (przekształtnik energoelektroniczny i silnik PMSM), część odpowiedzialną za sterowania oraz części gromadzące sygnały i wyświetlające je w postaci przebiegów czasowych. Układ sterowania obejmuje zarówno warstwę wewnętrzną, odpowiedzialną za regulację prądu, prędkości i położenia, jak i warstwę zewnętrzną, stanowiącą zadajnik profilu ruchu.

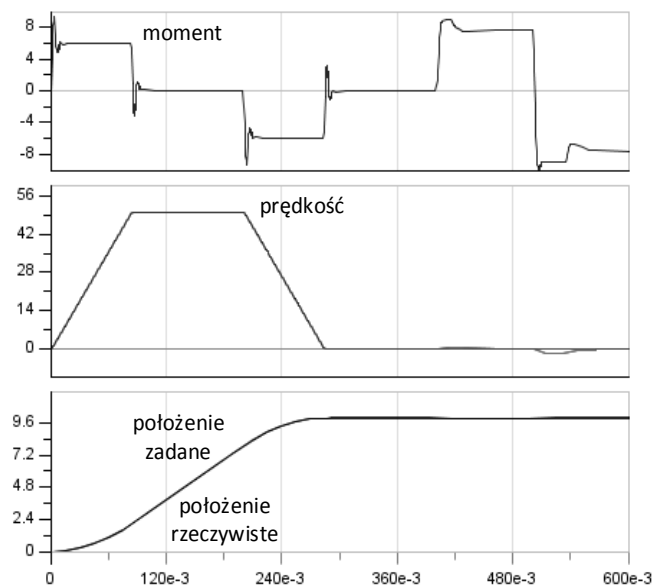


Rys. 6. Ilustracja modelu symulacyjnego serwonapędu

Układ sterowania odpowiada strukturze PIV (rys. 2), obejmuje również sprzężenia wyprzedzające regulatorów prędkości i położenia. Na rysunkach 7-8 przedstawiono przebiegi czasowe momentu, prędkości i położenia (zadanego i rzeczywistego). W pierwszym przypadku (rys. 7) układ sterowania składał się wyłącznie z regulatorów reagujących na sprzężenie zwrotne. W drugim przypadku (rys. 8) włączone zostały sprzężenia wyprzedzające. Zauważalna jest wyraźna poprawa śledzenia przebiegu wartości zadanej położenia.



Rys. 7. Wyniki symulacji - praca bez sprzężeń wyprzedzających

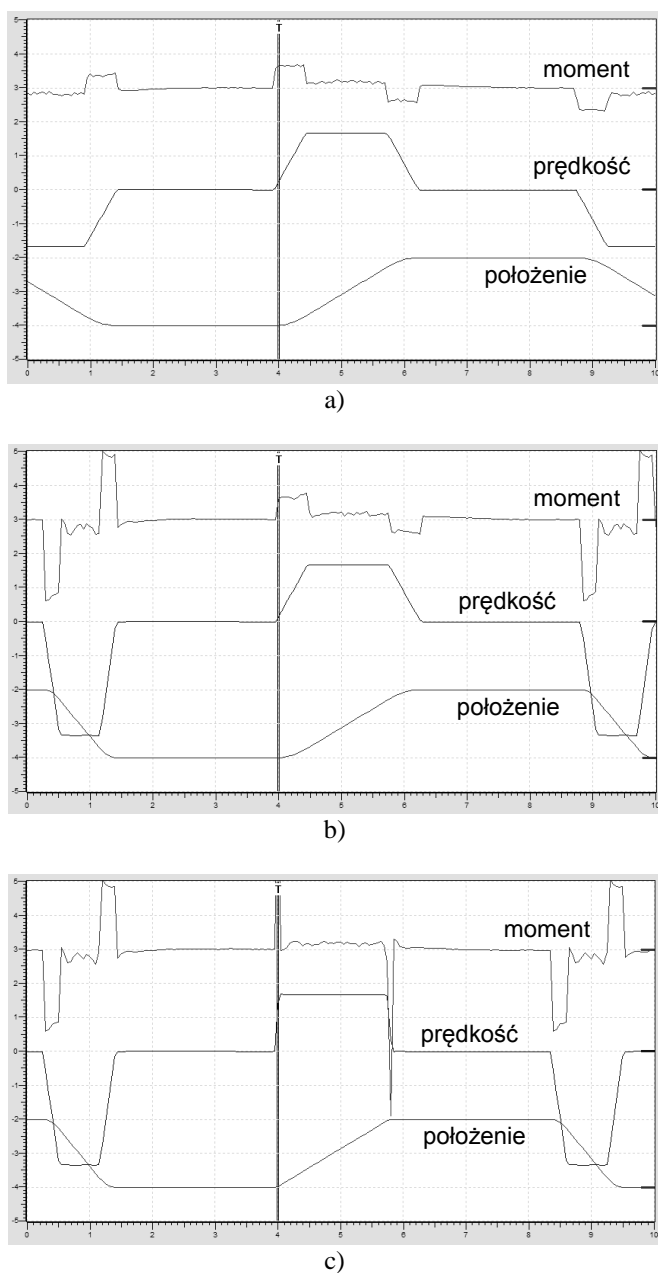


Rys. 8. Wyniki symulacji - praca ze sprzężeniami wyprzedzającymi

Poza przebiegami czasowymi możliwa jest również prezentacja wykresów wektorowych, obrazujących wzajemne ułożenie wektorów napięcia, strumienia i prądu, co jest często wykorzystywane podczas zajęć laboratoryjnych. Zauważono, że bezpośrednie wskazanie powiązania pomiędzy teorią z wykładu a realizacją praktyczną ułatwia zrozumienie treści i zwiększa zainteresowanie słuchaczy. Wprowadzenie części symulacyjnej zajęć jeszcze lepiej łączy część teoretyczną z praktyczną.

5. ĆWICZENIA LABORATORYJNE

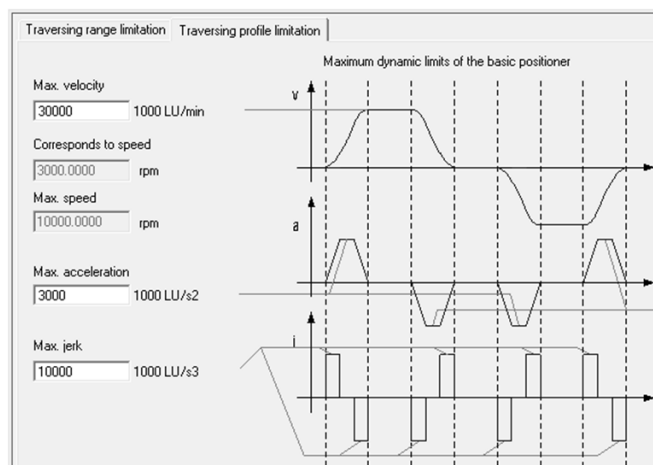
Ostatnim etapem nauczania napędu elektrycznego jest część praktyczna, realizowana w Laboratorium Energoelektronicznych Układów Napędowych. W skład jego wyposażenia wchodzi rozwiązanie serwonapędowe wiodących europejskich producentów techniki napędowej: Lenze i Siemens. Przystąpienie studentów do zajęć laboratoryjnych poprzedzone jest wysłuchaniem wykładu, przestudiowaniem jego wersji elektronicznej, zapoznaniem się z instrukcją laboratoryjną oraz przeprowadzeniem wstępnych badań symulacyjnych przy wykorzystaniu modelu danego ćwiczenia. Jak wspomniano wcześniej, narzędziem zapewniającym dostęp i integrującym ww. materiały dydaktyczne jest platforma ePEDlab. Na zajęciach sprawdzana jest wiedza teoretyczna studentów dotycząca konkretnego ćwiczenia. Zaobserwowano pozytywny wpływ dostępności materiałów interaktywnych na stopień przygotowania studentów do zajęć.



Rys. 9. Przebiegi czasowe charakterystycznych wielkości, wykreślone w oprogramowaniu Lenze Engineer

Podczas zajęć laboratoryjnych dotyczących serwonapędów na kursie inżynierskim zadaniem studentów jest zaprogramowanie napędu pod kątem realizacji konkretnego zestawu ruchów. W tym celu wykorzystywane jest oprogramowanie narzędziowe, w którym parametryzacja profili ruchu i konfiguracja sekwencji ruchów odbywa się w sposób graficzny. Na studiach magisterskich nacisk kładziony jest na samodzielny dobór nastaw układu regulacji prędkości i położenia. Badany jest również wpływ sprzężeń wyprzedzających na dokładność realizacji wartości zadanej położenia.

Na rysunku 9 pokazano przykładowe przebiegi, uzyskane na zajęciach prowadzonych dla studentów studiów inżynierskich. Są to odpowiednio: moment silnika, jego prędkość oraz kąt położenia wału serwonapędu. Rysunek 7a dotyczy sytuacji, w której wykonywany jest naprzemiennie ruch „w prawo” o kąt 360° oraz taki sam ruch w przeciwnym kierunku. Prędkości oraz przyspieszenia w tym przypadku były niewielkie, a zadaniem studentów było zwiększenie dynamiki działania układu. Studenci dokonali zwiększenia wartości przyspieszenia oraz prędkości dla ruchu „w lewo” (rys. 7b), co prowadziło do wytworzenia momentu o większej wartości oraz skrócenia czasu ruchu. Rysunek 7c obrazuje sytuację, w której silnie zwiększone zostało przyspieszenie dla ruchu „w prawo”, skutkiem czego wytwarzany w silniku moment uzyskuje dużo większe wartości, niż w poprzednich przypadkach. Przebieg zajęć polega na samodzielnym kształtowaniu przez studentów parametrów profili ruchu serwonapędu, co wyraźnie wpływa pozytywnie na stopień zrozumienia przez nich zależności występujących pomiędzy momentem, przyspieszeniem, prędkością i położeniem wału silnika. Zależność ta opisana jest przez równanie ruchu, przedstawione w wykładach w formie zależności matematycznych oraz interaktywnego wykresu (rys. 3). Zarówno interaktywny wykres, jak i przebiegi czasowe uzyskane w laboratorium pozwalają na lepsze zrozumienie zagadnienia niż w przypadku korzystania wyłącznie ze wzorów matematycznych, co zostało zaobserwowane w trakcie egzaminowania studentów, przeprowadzanego podczas dyskusji nad sprawozdaniem z ćwiczenia.



Rys. 10. Ustawianie dopuszczalnych prędkości i przyspieszeń w oprogramowaniu Siemens Sinamics Starter

6. WNIOSKI KOŃCOWE

Przedstawiony w artykule sposób wykorzystania narzędzi opracowanych w ramach projektu ePEDlab zwiększa atrakcyjność procesu kształcenia. Nadanie materiałom formy interaktywnej pobudza studentów do samodzielnego korzystania z ich pomocy. Dzięki wzajemnemu uzupełnianiu się materiałów teoretycznych, modeli symulacyjnych i ćwiczeń na stanowiskach laboratoryjnych uzyskuje się kompletny pod względem narzędzi proces kształcenia. Istotna jest również możliwość zaobserwowania, jak informacje zdobyte podczas studiów znajdują odzwierciedlenie w rzeczywistych układach napędowych czołowych producentów. Zgodnie z ideą, na podstawie której realizowany jest opisywany projekt ePEDlab, cały zakres tematyczny nauczania napędu elektrycznego na Wydziale Elektrycznym został uwzględniony w nowych materiałach dydaktycznych. Przedstawione materiały dotyczące serwonapędu są tylko przykładem, w podobny sposób zrealizowane są też zagadnienia sterowania układów z maszynami indukcyjnymi, maszynami prądu stałego, a także silnikami krokowymi [8]. Dzięki uzyskaniu dofinansowania z środków norweskich możliwe było opublikowanie materiałów w sposób otwarty, przez co z narzędzi mogą korzystać również inne uczelnie. Prezentacja projektu na konferencji ma za zadanie przybliżyć możliwości platformy użytkownikom spoza Politechniki Śląskiej. Z myślą o użytkownikach zagranicznych (w tym studentach uczestniczących w wymianach akademickich) opracowano też materiały w języku angielskim.

7. BIBLIOGRAFIA

1. Gierlotka K., Jarek G., Jeleń M., Michalak J.: Wspomaganie nauczania napędu elektrycznego z wykorzystaniem wirtualnej platformy ePEDlab, XII Konferencja SENE, Łódź, 18-20.11.2015.
2. Witryna internetowa <http://kener.elekt.polsl.pl/epedlab/>
3. Witryna internetowa <http://www.wolfram.com/cdf/>.
4. Witryna internetowa <http://www.gecko-simulations.com/>.
5. Drofenik U., Miising A., Kolar J. W.: Novel online simulator for education of power electronics and electrical engineering, Proc. of the Int. Power Electronics Conf. (IPEC-ECCE Asia), Sapporo, Japan, June 2010.
6. Miising A., Kolar J. W.: Successful Online Education — GeckoCIRCUITS as Open-Source Simulation Platform, Proceedings of the International Power Electronics Conference - ECCE Asia (IPEC 2014), Hiroshima, Japan, May 18-21, 2014.
7. Jarek G., Jeleń M., Michalak J.: Zastosowanie technik szybkiego prototypowania w dydaktyce napędu elektrycznego, Logistyka 6/2014, s. 4846-4853.
8. Gierlotka K., Jarek G., Jeleń M., Michalak J.: Modele symulacyjne w ePEDlab – wirtualnej platformie wspomagającej nauczanie napędu elektrycznego, XII Konferencja SENE, Łódź, 18-20.11.2015.

ATTRACTIVE AND EFFECTIVE TEACHING SERVO DRIVES BY MEANS OF THE ePEDlab PLATFORM

The article presents the ePEDlab project, which was created in order to improve the quality of education in the field of power electronic drive systems. Its aim is to create a complete tool, consisting of three elements: interactive teaching materials, simulation models and laboratory sets. The course is divided into two parts: basic and advanced level. An integral part of the project is a website <http://kener.elekt.polsl.pl/epedlab> which is used to publish interactive teaching materials and simulation models. The scope of the project also includes the construction of new laboratory sets equipped with industrial power electronics converters, which the listeners of the course (students) can meet in their future careers. The results of the project are used in the teaching process for students of first and second degree at the Faculty of Electrical Engineering, Silesian University of Technology. The article shows the way of using described tool, based on an example concerning control servo drives issues. Teaching proces concerning control systems of different types of machine (eg. squirrel-cage induction motors, DC motors as well as stepper motors) is similar to given example. Due to the complementarity between theoretical materials, simulation models and laboratory exercises, the teaching process is complete.

Keywords: electrical drive, servo drive, didactic.

III Konferencja

eTechnologie w Kształceniu Inżynierów eTEE'2016

Akademia Górniczo-Hutnicza im. Stanisława Staszica w Krakowie, 11 kwietnia 2016

**MOODLE MOOCS - PRZYPADKI UŻYCIA W PROJEKCIE SP4CE
(PARTNERSTWO STRATEGICZNE NA RZECZ KREATYWNOŚCI
I PRZEDSIĘBIORCZOŚCI)**

Anna GRABOWSKA¹, Ewa KOZŁOWSKA²

1. PRO-MED sp. z o.o., Gdańsk
tel.: 601 329 795 e-mail: anka.grabowska@gmail.com
2. Politechnika Gdańska, Wydział Mechaniczny
tel.: 503 820 583 e-mail: ewakozlowska-sopot@wp.pl

Streszczenie: Projekt SP4CE (Partnerstwo strategiczne na rzecz kreatywności i przedsiębiorczości) jest odpowiedzią na potrzeby zidentyfikowane w komunikacie z Brujii w sprawie ściślejszej europejskiej współpracy w dziedzinie kształcenia i szkolenia zawodowego w latach 2011 - 2020. Do realizacji portalu SP4CE wykorzystano oprogramowanie WordPress i Moodle. WordPress wykorzystano m.in. do udostępnienia materiałów informacyjnych oraz szkoleniowych w pięciu językach partnerskich; angielskim, greckim, polskim, słowackim i węgierskim. Moodle umożliwia współpracę konsultantów, nauczycieli i studentów z wykorzystując koncepcję tzw. pokoiów nauki (ang. Learning Room). W celu poznania środowiska LMS Moodle partnerom zaproponowano udział w szkoleniach MOOC. W artykule pokazano również wyniki ewaluacji platformy SP4CE przeprowadzone z wykorzystaniem dedykowanego pokoju nauki.

Słowa kluczowe: CMS, LMS, MOOC, Moodle.

1. WPROWADZENIE DO PROJEKTU SP4CE

Projekt SP4CE wpisuje się w dwa ważne cele wskazane w dokumencie „Partnerstwo strategiczne na rzecz kreatywności i przedsiębiorczości” takie jak: „Poprawa jakości oraz efektywności szkolenia zawodowego, podnoszenie jego atrakcyjności i adekwatności”, a także „Zwiększanie kreatywności, innowacyjności, przedsiębiorczości”.

SP4CE ma na celu ustanowienie ścisłej współpracy między partnerami projektu poprzez wymianę nowoczesnych rozwiązań edukacyjnych i opracowanie innowacyjnych narzędzi ułatwiających komunikację i wspólne działania studentów, szkół i firm (organizacji biznesowych).

W SP4CE wykorzystano doświadczenia i rezultaty dwóch projektów programu uczenie się przez całe życie, OpenInn [1] oraz HIG [2].

W ramach projektu SP4CE opracowywane są następujące produkty:

- Portal SP4CE - platforma informatyczna wspierająca proces uczenia się.
- Koncepcja pedagogiczna wykorzystania platformy SP4CE.
- Przewodnik dla konsultantów.
- Przewodnik dla mentorów.

- Ogólny przewodnik "Jak używać portal SP4CE"

W skład konsorcjum projektu SP4CE wchodzi sześciu partnerów z czterech krajów Unii Europejskiej: Grecja, Polska, Słowacja, Węgry.

PIAP - Przemysłowy Instytut Automatyki i Pomiarów (Polska) jest odpowiedzialny za koordynację oraz kontynuację działań projektowych (ang. Follow-up).

PRO-MED (Polska) jako firma szkoleniowa oraz informatyczna jest odpowiedzialna za opracowanie prototypu platformy SP4CE. PRO-MED wspiera również działania upowszechniające oraz współpracę z uczelniami wyższymi oraz szkołami zawodowymi.

TUKE – Politechnika w Koszycach (Słowacja) jako uczelnia wyższa oraz koordynator projektu OpenInn [1], [3]. odpowiada za przekazanie rezultatów projektu i swoich doświadczeń związanych z jego wdrożeniem, opracowanie koncepcji podejścia pedagogicznego, współpracę ze szkołami zawodowymi i uczelniami wyższymi.

ASTRA – (Słowacja) jako organizacja pozarządowa wspiera działania TUKE i dodatkowo odpowiada za kontakty z przedsiębiorcami słowackimi oraz opracowanie przewodników.

TREBAG (Węgry) jako instytucja mająca doświadczenie w szkoleniach zawodowych i uczestnik projektu HIG odpowiada za udział przedsiębiorców w projekcie, wykorzystanie doświadczeń z projektu HIG [2].

IDEC (Grecja) jako jednostka posiadająca doświadczenie doradcze w rozwoju systemów zarządzania jakością oraz consultingiem odpowiada za tworzenie materiałów związanych z udziałem konsultantów oraz za kontakty ze szkołami zawodowymi.

Wszyscy partnerzy uczestniczą w działaniach związanych z upowszechnianiem oraz ewaluacją projektu SP4CE.

Pierwszą wizytówką projektu SP4CE była strona internetowa w języku angielskim opracowana przez PIAP [4].

2. DLACZEGO MOOC W PROJEKCIE SP4CE

Edukacja nie jest jednorazowym wydarzeniem lecz doświadczeniem gromadzonym przez całe życie. Nowoczesna edukacja powinna być prowadzona w sposób

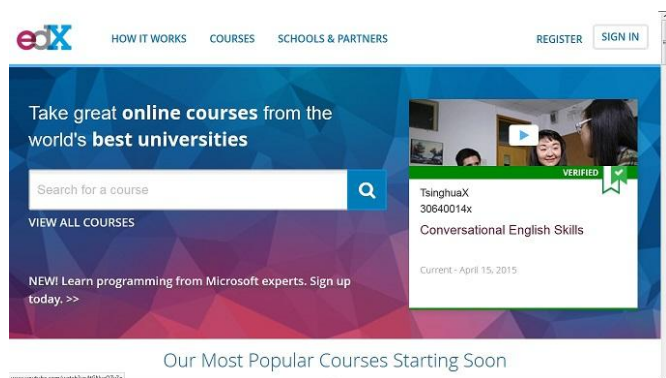
aktywny i inspirujący umożliwiając studentom odniesienie sukcesu zarówno w szkole jak i w życiu osobistym [6]. Nowe umiejętności oraz wiedza pozwalają stać się bardziej wartościowym pracownikiem, pracującym dla siebie, dla obecnego lub przyszłego pracodawcy. Dzisiejsze miejsca pracy zmieniają się bardzo szybko i dlatego istotne jest, aby zdobywać nowe umiejętności i aktualizować swoją wiedzę [7].

Szkolenia MOOC jako otwarta, elastyczna, innowacyjna forma uczenia się są polecane dla tych, którzy poszukują pracy i chcą zdobyć nowe kompetencje.

W projekcie SP4CE pojęcie MOOC pojawia się po raz pierwszy w module szkoleniowym „Wzmocnienie kompetencji z wykorzystaniem MOOC”. W module tym przedstawiono definicje, historię rozwoju oraz przykłady dobrych praktyk masowych otwartych kursów online. Docelowo materiały szkoleniowe będą dostępne na portalu sp4ce.eu w pięciu językach partnerskich oraz na platformie European Research Network of Open Educational Resources.

Masowe otwarte kursy online po raz pierwszy pojawiły się w 2008 roku w Kanadzie i USA. Od 2012 roku stały się popularne i zmieniły podejście do nauczania na odległość. Dobrą jakość MOOC gwarantowali ich dostawcy, tacy jak UDACITY, Coursera, Edx.

W Europie MOOC pojawiły się w 2013 roku. Spośród uznanych inicjatyw należy wymienić OpenupEd, FutureLearn, Iversity, FUN, UNEDcoma, EMMA.

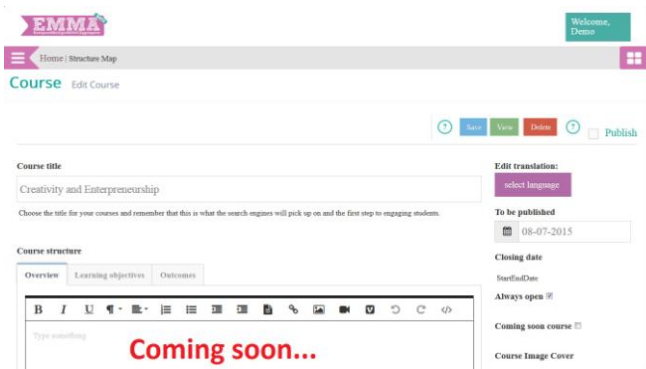


Rys. 1. Szkolenia na platformie EdX



Rys. 2. Szkolenia na platformie Coursera

W lipcu 2015 roku na włoskiej wyspie Ischia odbyły się warsztaty dotyczące platformy EMMA. Podczas warsztatów zaprezentowano projekt SP4CE i zainicjowano współpracę związaną z uruchomieniem szkolenia „Kreatywność oraz przedsiębiorczość”.



Rys. 3. Przykład zakładania szkolenia na platformie EMMA

Należy zaznaczyć, że EMMA zapewnia system dostarczania masowych, otwartych, kursów online opracowywanych w wielu językach przez różne uczelnie europejskie. Ważnym przesłaniem jest zachowanie bogatego dziedzictwa kulturowego, edukacyjnego i językowego Europy oraz promowanie uczenia międzykulturowego.

Drugim bardzo ważnym wykorzystaniem szkoleń MOOC w projekcie SP4CE jest udział w trzech szkoleniach dotyczących umiejętności posługiwania się systemem LMS Moodle. Wersja prototypowa pokoiów nauki przeznaczona do testowania była udostępniona w języku angielskim. Docelowo pokoje nauki będą uruchamiane w pięciu językach, stąd konieczność przekazania uprawnień administratora wszystkim partnerom. Udział w szkoleniach MOOC zapewnia zdobycie niezbędnych umiejętności.

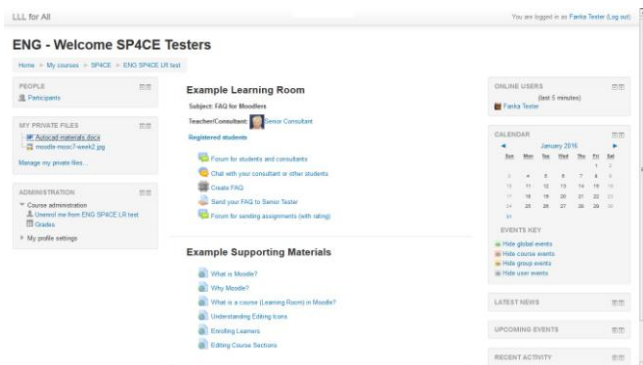
W tabelicy 1 przedstawiono plan działania w zakresie opracowania, testowania, modyfikacji oraz wdrożenia platformy SP4CE ze szczególnym uwzględnieniem szkoleń Moodle MOOC (pkt. 2, pkt.9, pkt. 12).

Tablica 1. Plan działań pakietu roboczego „Portal SP4CE - platforma informatyczna wspierająca proces uczenia się

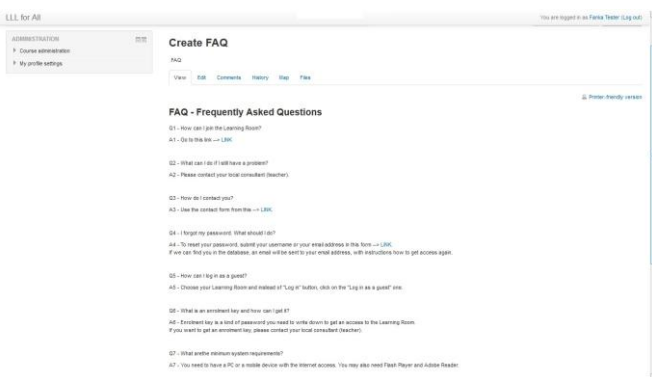
Nr	Działanie	Termin realizacji	Partnerzy
1	Opracowanie portalu w języku angielskim	16.10 - 30.11.2015	PRO-MED
2	Udział w szkoleniu Moodle MOOC 7	1-28.11.2015	Wszyscy
3	Pierwszy pokaz portalu	18-19.11.2015	PRO-MED PIAP
4	Ewaluacja oraz modyfikacja portalu	19-24.11.2015	PIAP PRO-MED
5	Udostępnienie portalu partnerom	24-29.11.2015	Wszyscy
6	Testowanie portalu oraz pokoiów nauki	30.11 - 31.12.2015	Wszyscy
7	Ewaluacja, rekomendacje	1.01.2016 - 17.01.2016	Wszyscy
8	Opracowanie wielojęzycznej wersji portalu	18.01.2016 - 16.02.2016	PRO-MED
9	Udział w Learn Moodle MOOC (4 tygodnie)	17.01.2016	Wszyscy
10	Implementacja portalu w językach partnerskich	17.02 - 31.04.2016	Wszyscy
11	Prezentacja portalu w Koszycach	8.04.2016	Wszyscy
12	Udział w Moodle MOOC 8	1-31.05.2016	Wszyscy

Ważnym wątkiem w dyskusji przeprowadzonej w ramach Kongresu Rozwoju Edukacji 2015 pod tytułem „Miejsce MOOC w tradycyjnej edukacji” była możliwość wydzielenia zamkniętej grupy studentów wewnątrz kursu. W przypadku platformy edX/openedX takie grupy określa się mianem kohort (ang. cohorts). Grupy te dla osoby prowadzącej kurs są udostępniane z poziomu administratora. Okazuje się, że nawet bez takiej funkcjonalności można z powodzeniem wykorzystać MOOC do współpracy lokalnej. Podczas dwóch szkoleń MOOC (Tablica 1: pkt. 2, pkt. 9) potwierdzono korzyści wynikające z takiego rozwiązania, gdzie studenci współpracując z lokalnym opiekunem mogą omawiać problemy i tworzyć własne zasoby.

W taki właśnie sposób wykorzystując model odwróconej klasy (ang. flipped classroom) uczestnicy szkolenia Moodle MOOC 7 opracowali materiały pomocnicze dla nauczycieli obsługujących pokoje nauki na platformie SP4CE (rys. 4, 5).



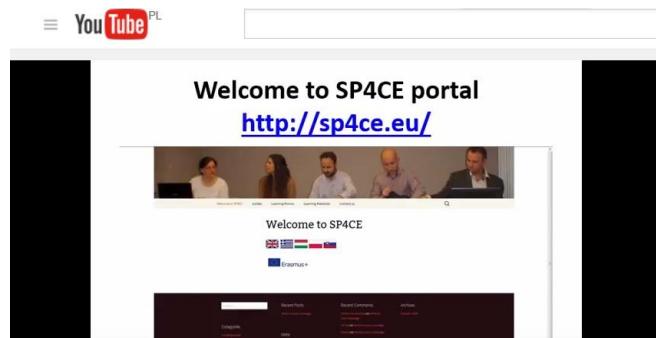
Rys. 4. Przykład tworzenia materiałów pomocniczych



Rys. 5. Przykład materiałów pomocniczych - FAQ

3. PORTAL SP4CE, POKOJE NAUKI, WYNIKI EWALUACJI

W ramach pierwszej fazy wdrożenia platformy SP4CE, w tym pokoiów nauki, zaproponowano rozwiązanie integrujące CMS WordPress i LMS Moodle. Dla użytkowników SP4CE przygotowano krótkie filmy szkoleniowe dotyczące funkcjonalności portalu (rys. 6) i obsługi pokoiów nauki (rysunek 7) [11], [12].

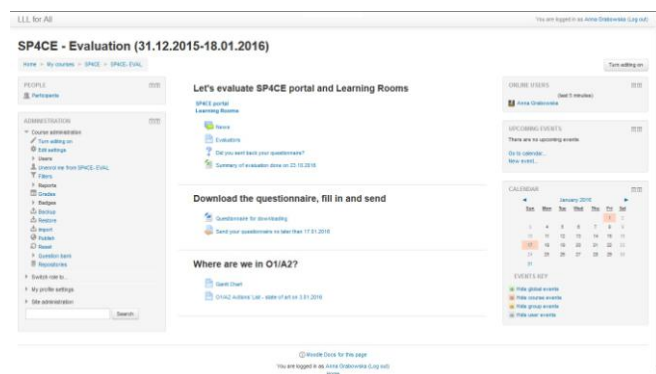


Rys. 6. Film instruktażowy o portalu SP4CE



Rys. 7. Film instruktażowy dot. pokoiów nauki

W celu przeprowadzenia ewaluacji uruchomiono dedykowany pokój nauki (rys. 8).



Rys. 8. Ewaluacja portalu i pokoiów nauki

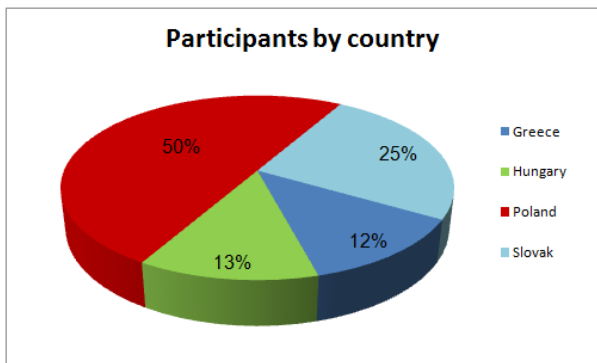
Uczestnicy zostali poproszeni o wypełnienie ankiety dotyczącej oceny użyteczności oraz funkcjonalności platformy SP4CE, a także opinii na temat wykorzystywanych przez nich narzędzi w poszczególnych pokojach nauki.

Wybrane wyniki oceny portalu SP4CE oraz pokoiów nauki pokazano w formie wykresów.

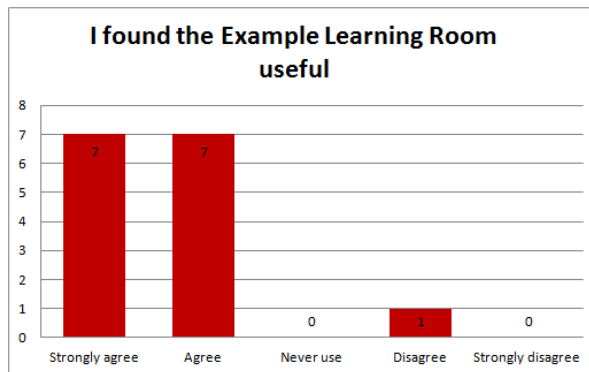
Kwestionariusz został wypełniony przez szesnastu uczestników z czterech krajów partnerskich. Spośród nich większość pełniła rolę studenta. W procesie ewaluacji wzięli również udział uczestnicy pełniący rolę nauczyciela lub/i konsultanta. Zdecydowana większość uczestników zgodziła się z twierdzeniem, że układ i forma platformy SP4CE jest czytelna i prosta w obsłudze.

Czternastu uczestników potwierdziło, że utworzony na potrzeby testowania platformy przykładowy pokój nauki okazał się użyteczny.

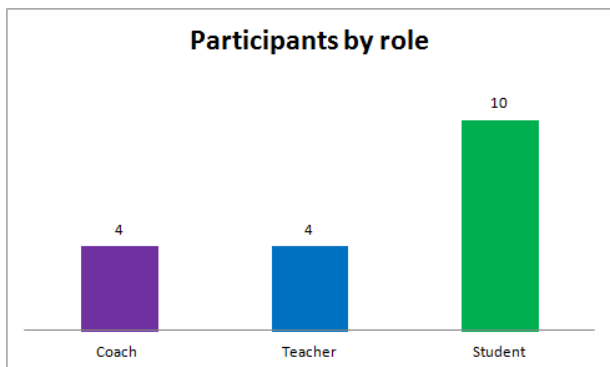
Uczestnicy zostali także poproszeni o ocenę najczęściej wykorzystywanych narzędzi Moodle oraz wskazanie tych, które uważają za najlepsze.



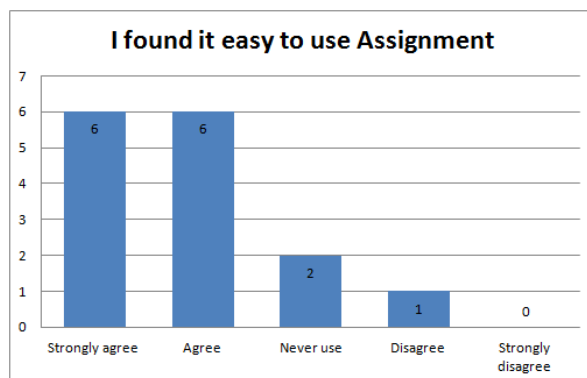
Rys. 9. Uczestnicy ewaluacji z podziałem wg kraju



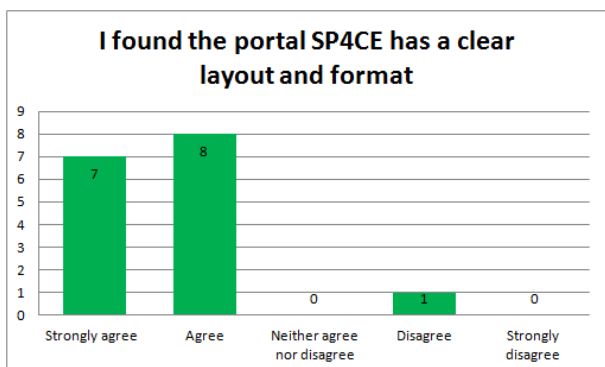
Rys. 13. Ocena użyteczności przykładowego pokoju nauki



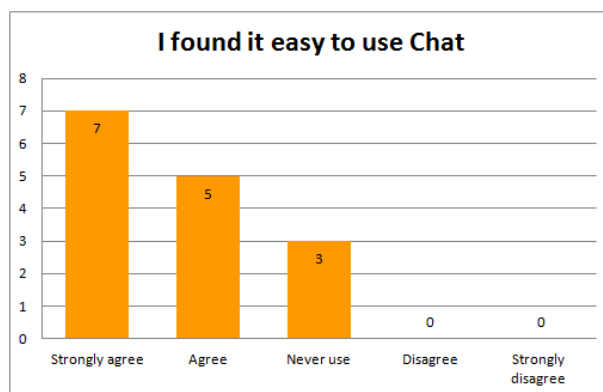
Rys. 10. Uczestnicy ewaluacji z podziałem wg roli



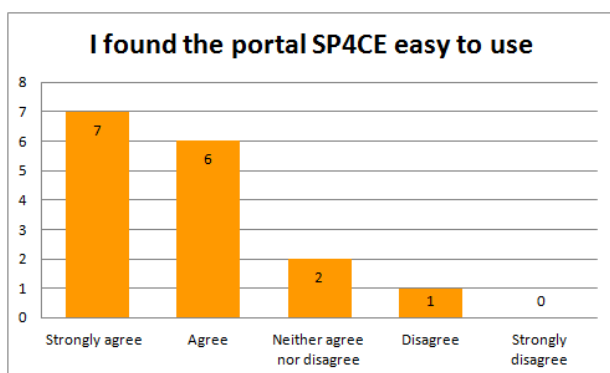
Rys. 14. Ocena narzędzi Moodle - zadanie



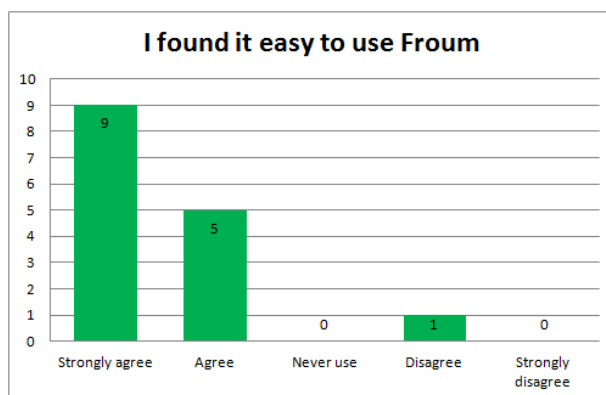
Rys. 11. Ocena czytelności platformy



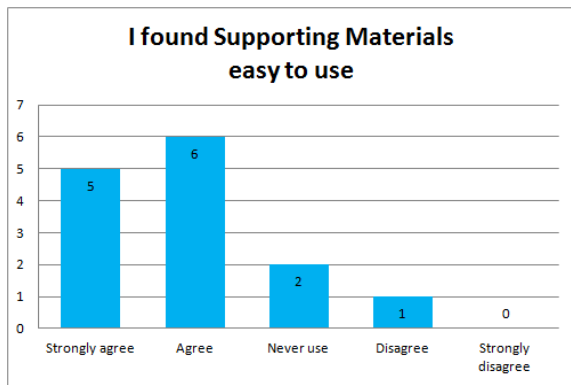
Rys. 15. Ocena narzędzi Moodle - czat



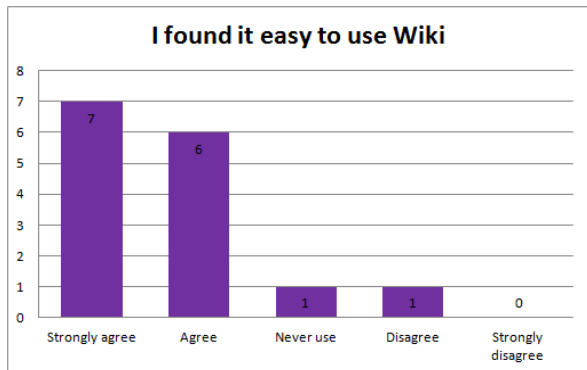
Rys. 12. Ocena prostoty użytkowania platformy



Rys. 16. Ocena narzędzi Moodle -forum



Rys. 17. Ocena narzędzi Moodle - materiały pomocnicze

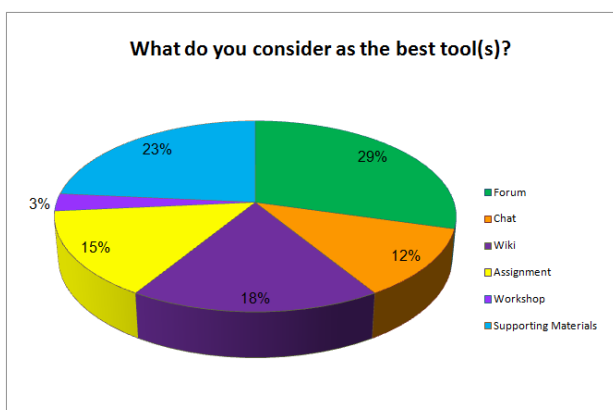


Rys. 18. Ocena narzędzi Moodle - wiki



Rys. 19. Ocena narzędzi Moodle - warsztat

Za najlepsze narzędzie wykorzystywane w pokojach nauki uznane zostało forum. Wysoką ocenę wśród uczestników ewaluacji zyskały również materiały pomocnicze oraz wiki (rysunek 20).



Rys. 20. Wybór najlepszych narzędzi Moodle

Docelowo decyzja wyboru narzędzi wykorzystywanych w pokojach nauki należeć będzie do lokalnych konsultantów oraz nauczycieli, którzy będą mieli możliwość zamawiania wybranych narzędzi (rysunek 21).



Rys. 21. Zamawianie pokoju nauki na platformie Moodle

4. PODSUMOWANIE

Po zakończeniu projektu SP4CE praktyczne wykorzystanie jego produktów będzie możliwe jeśli znajdą się zainteresowane instytucje lub nauczyciele którzy postanowią wdrożyć zaproponowane w projekcie rozwiązania. Portal SP4CE zawierający materiały szkoleniowe oraz przewodniki dla użytkowników będzie dostępny przez minimum przez 5 lat po zakończeniu projektu pod adresem <http://sp4ce.eu>.

Spółka PRO-MED planuje promocję projektu SP4CE podczas Creative Mornings w czerwcu 2017 roku (rys. 22) oraz udostępnienie publikacji w repozytorium Centrum Doskonałości NIWA (rys. 23).



Wpisy dla kategorii: 'Creative Morning'

Spójrz globalnie na swój biznes podczas styczniowego Creative Morning w STARTERZE

Dodano: gru 28 2015 by Personal PR - Skomentuj

Ponad 150 tysięcy dolarów uzyskane na Kickstarterze, pobyt w słynnym chińskim akceleratorze czy wyjazd do Doliny Krzemowej. Takimi sukcesami mogą pochwalić...

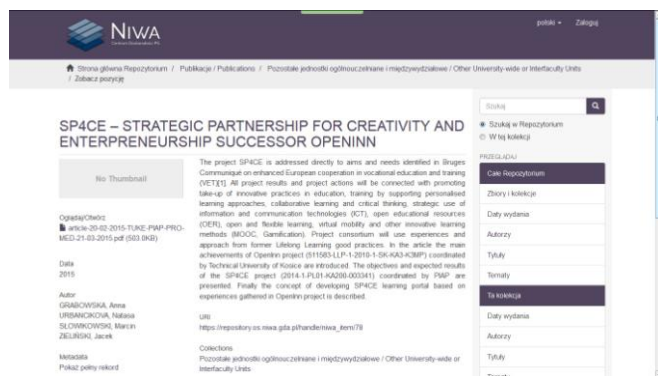
Rys. 22. Creative Morning – plan promocji w czerwcu 2017

Podczas spotkania partnerów w Koszycach (Tablica 1) pokazana zostanie propozycja hostowania pokojów nauki w MoodleCloud (rys. 24). To rozwiązanie jest przeznaczone dla indywidualnych użytkowników, małych firm, szkół i nauczycieli, którzy uczą w kilku klasach, lub po prostu każdego, kto chce eksperymentować z systemem Moodle.

MoodleCloud ma jednak pewne ograniczenia:

- Maksymalnie 50 użytkowników.
- 200 MB miejsca na dysku.
- Ograniczona liczba tematów i wtyczek.

- Jeden instancja dla jednego numeru telefonu.
Wybrana implementacja pokoju nauki projektu SP4CE będzie dostępna w MoodleCloud [15].



Rys. 23. Promocja w repozytorium Centrum Doskonałości NIWA



Rys. 24. MoodleCloud – propozycja hostingu pokojów nauki



Publikacja została zrealizowana przy wsparciu finansowym Komisji Europejskiej.

Publikacja odzwierciedla jedynie stanowisko jej autorów i Komisja Europejska oraz Narodowa Agencja

Programu Erasmus+ nie ponoszą odpowiedzialności za jej zawartość merytoryczną.

5. BIBLIOGRAFIA

1. A Knowledge Generating House and e-Assessment Model web page: <http://openinn.eu/>, 31.01.2016.
2. Project The High Growth Coach page: <http://www.exponentialtraining.com/about/eu-projects/high-growth-coach/>, 31.01.2016.
3. 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.
4. Strona informacyjna projektu SP4CE: <http://www.sp4ce.piap.pl/>, 31.01.2016.
5. Prototyp portalu SP4CE: <http://sp4ce.eu/>, 31.01.2016.
6. https://pl.wikipedia.org/wiki/Masowy_otwarty_kurs_online, 31.01.2016.
7. UDACITY: <https://www.udacity.com/us>, 31.01.2016.
8. ALISON: <https://alison.com/company/about/>, 31.01.2016.
9. EMMA: <http://platform.europeanmoocs.eu/>, 31.01.2016.
10. Zając M., Dąbrowski M., Muczyński M.: Kongres Rozwoju Edukacji – środowiskowe spotkanie i jego efekty, e-mentor, Nr 5 (62), Warszawa 2015, s. 29-33.
11. YouTube, Welcome to SP4CE portal: https://www.youtube.com/watch?v=uH3_vL6H4UI, 31.01.2016.
12. YouTube, SP4CE example Learning Room: <https://www.youtube.com/watch?v=ATJcBG9cxJ8&feature=youtu.be>, 31.01.2016.
13. Creative Mornings: <http://inkubatorstarter.pl/>, <http://blog.inkubatorstarter.pl/category/creative-morning-2/>, 31.01.2016.
14. Centrum Doskonałości NIWA: <http://niwa.gda.pl/>, 31.01.2016.
15. Moodle Cloud: <https://moodle.com/cloud/>, 31.01.2016.

MOODLE MOOCS CASE STUDIES IN SP4CE (STRATEGIC PARTNERSHIP FOR CREATIVITY AND ENTREPRENEURSHIP)

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 portal SP4CE 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 using the concept of Learning Rooms. While there is a need to know better LMS Moodle taking part in 3 MOOCs was proposed to partners. The article shows the results of the evaluation of SP4CE platform and evaluation of Learning Rooms.

Keywords: CMS, LMS, MOOC, Moodle.

EFEKTYWNE KSZTAŁCENIE INŻYNIERÓW Z WYKORZYSTANIEM LABORATORYJNYCH SYSTEMÓW MECHATRONICZNYCH I STOSOWANIEM METODOLOGII SZYBKIEGO PROTOTYPOWANIA ALGORYTMÓW STEROWANIA

Dawid KNAPIK, Krzysztof KOLEK, Maciej ROSÓŁ, Andrzej TURNAU

Akademia Górniczo-Hutnicza im. Stanisława Staszica w Krakowie
tel.: 126341568 e-mail: {knapik, kko, mr, atu}@agh.edu.pl

Streszczenie: W pracy przedstawiono metodykę nauczania opartą na wykorzystaniu laboratoryjnych systemów mechatronicznych oraz narzędzi do szybkiego prototypowania algorytmów sterowania. Stosowana metoda jest odpowiedzią na zapotrzebowanie rynku pracy na inżynierów z praktyką przy jednoczesnym uwzględnieniu finansowych możliwości uczelni wyższych. Istotną kwestią w procesie edukacji na studiach technicznych jest równowaga pomiędzy nauczaniem teorii a przekazywaniem umiejętności praktycznych. Przedstawiana metoda umożliwia zrealizowanie wymagań stawianych współczesnym laboratoriom technicznym.

Słowa kluczowe: studia inżynierskie, systemy mechatroniczne, szybkie prototypowanie algorytmów, laboratorium sterowania.

1. WSTĘP

W artykule przedstawiono metodykę nauczania z wykorzystaniem eksperymentów praktycznych stosowaną na studiach technicznych. Głównymi cechami omawianego rozwiązania jest wykorzystanie oprogramowania wspomagającego, w szczególności technik szybkiego prototypowania algorytmów oraz laboratoryjnych systemów mechatronicznych.

Istotną kwestią w procesie edukacji technicznej jest znalezienie równowagi pomiędzy przekazywaniem wiedzy teoretycznej a kształceniem umiejętności praktycznych [1,2]. Jako zauważono w [1] właściwy dobór proporcji pomiędzy teorią a praktyką jest trudny z wielu powodów. Z jednej strony zbyt duży nacisk na nauczanie czysto teoretyczne pozbawia studentów intuicji i praktyki inżynierskiej. Gąszcz matematycznych równań może doprowadzić do zagubienia idei prezentowanych wzorami. Student biegle w matematyce może mniej sprawnie poruszać się w jej zastosowaniach. Z drugiej strony mnogość praktycznych przykładów pozwala na wrywkowe przedstawienie teorii. Bez teorii student nie odnajdzie powiązań na podstawie doświadczeń. Nauczanie praktyczne (eksperymentalne) i teoretyczne (wykorzystujące formuły matematyczno-fizyczne) wymagają odpowiedniej kadry naukowej. O ile przy nauczaniu teoretycznym jest to podstawowe i najważniejsze wymaganie, o tyle w przypadku nauczania praktycznego lista wymagań jest znacznie dłuższa. Nawiązując do [3] dobry eksperyment laboratoryjny powinien:

- demonstrować istotne problemy teoretyczne,
- odzwierciedlać zagadnienia spotykane w praktyce,

- być interesujący wizualnie i akustycznie,
- mieścić się w ramach czasowych,
- nie stwarzać zagrożeń,
- mieć akceptowalny koszt,
- być łatwy do zrozumienia i przedstawienia.

Niniejsza praca stara się być pomocna we wskazaniu technik i technologii, które pomagają spełnić powyższe założenia. Praca jest adresowana do kadry naukowej uczącej: automatyki, mechatroniki, algorytmów sterowania, metrologii i pokrewnych dziedzin uczelni technicznych,

Praca jest zorganizowana w następujący sposób. W rozdziale drugim przedstawiono narzędzia programowe wspomagające nauczanie. Główny nacisk kładzie się na środowisko programowe MATLABa wraz z Simulinkiem ze względu na jego popularność zarówno w ośrodkach akademickich jak i w firmach badawczo-rozwojowych. Przedstawiono potencjał symulacyjny tego środowiska, wyrażając opinię na temat czystej symulacji bez eksperymentów rzeczywistych jako niewłaściwego kierunku rozwoju edukacji. W kolejnym rozdziale pokazano ścieżkę szybkiego prototypowania algorytmów oraz automatyczną generację kodu. Omówiono jak metoda szybkiego prototypowania algorytmów, mająca często u podstaw eksperymenty symulacyjne i prace na modelu, w połączeniu z automatyczną generacją kodu, pozwala rozwiązywać problemy bez wnikania w szczegóły realizacji. W rozdziale czwartym odniesiono się do współczesnych kart pomiarowo-sterujących, platform edukacyjnych i mikrokontrolerów, puentując jak postęp w dziedzinie elektroniki wpływa na procesy kształcenia. W rozdziale piątym przedstawiono wybrane systemy mechatroniczne spełniające najważniejsze wymogi edukacyjno-badawcze. Na koniec podsumowano zalety i wady proponowanych podejść.

Na czym polega zatem efektywne kształcenie inżynierów zapowiedziane w tytule pracy? Odpowiedź odnajdujemy pośrednio w tematyce przedstawionej w kolejnych rozdziałach. Jaki jest zatem model inżyniera naszych czasów? Inżynier przede wszystkim ma posiadać szeroką, ale i specjalistyczną wiedzę popartą doświadczeniem praktycznym. Wykształcony inżynier w dziedzinie automatyka i robotyka oraz w dziedzinach pokrewnych musi radzić sobie z projektowaniem i odpowiednią konfiguracją układów sterowania dla rzeczywistych obiektów. W kolejnych rozdziałach tej pracy proponuje się metodologię kształcenia pozwalającą na

edukację inżynierów odpowiadających na współczesne zapotrzebowanie.

2. NAUCZANIE WSPOMAGANE KOMPUTEROWO

Oprogramowanie wspomagające obliczenia inżynierskie stało się nieodzownym narzędziem pracy w środowisku akademickim. Jego wykorzystanie w zastosowaniach przemysłowych staje się coraz bardziej popularne [4].

Wśród przykładów takiego oprogramowania warto wymienić oprogramowanie MATLAB/Simulink, a także, konkurencyjne, bezpłatne rozwiązania takie jak GNU Octave czy Scilab.

Podstawową funkcją ww. pakietów jest wspomaganie obliczeń numerycznych i wizualizacja wyników. Zbiór funkcji matematycznych, składnia umożliwiająca obliczenia macierzowe oraz prosty język skryptowy powodują, że programy te są popularne w szczególności w środowisku akademickim [5]. Dalszy, intensywny rozwój wspomnianego oprogramowania znacznie zwiększył jego możliwości, które aktualnie dostarczają specjalistycznej funkcjonalności dostosowanej do różnych dziedzin (wśród nich możemy wymienić obliczenia symboliczne, sztuczne sieci neuronowe, obliczenia statystyczne). Dodatkowo istnieje możliwość przeprowadzania eksperymentów symulacyjnych na podstawie modeli zbudowanych w postaci diagramów blokowych programu Simulink (lub jego odpowiednika pakietu Scilab - Xcos). Dzięki intuicyjnemu interfejsowi, bazie standardowych funkcji (bloków) oraz zaawansowanym solverom oprogramowanie jest chętnie używane. Zalety oprogramowania wspomagającego są oczywiste, przede wszystkim pozwalają na skupieniu się na rozwiązywaniu postawionego problemu bez konieczności pracochłonnej implementacji.

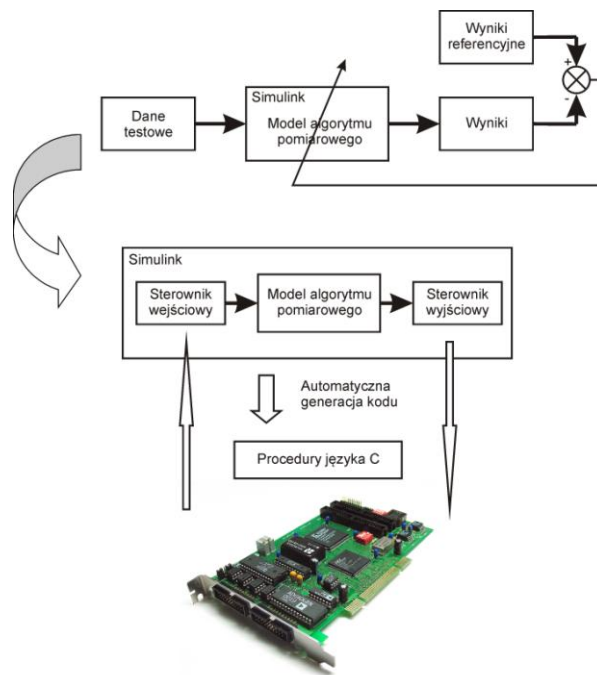
Jedną z możliwości symulacji komputerowych jest modelowanie procesów i urządzeń spotykanych w świecie rzeczywistym. W związku z tym pojawia się pytanie czy istnieje możliwość zastosowania symulacji komputerowych w zastępstwie pracy ze sprzętem. Zaletą takiego rozwiązania jest zastąpienie kosztownego sprzętu przez programy komputerowe. Należy jednak zauważyć, że nawet najlepsza symulacja nie oddaje w 100% rzeczywistości. Zawsze opiera się na pewnych założeniach upraszczających i idealizacjach, a więc nigdy nie zastąpi fizycznego urządzenia. Co więcej student powinien zetknąć się ze zjawiskami: szumów pomiarowych, niepewności modelowania, ograniczeń w sterowaniu, itp. [6, 7].

Warto w rozdziale o projektowaniu wspomaganym komputerowo spytać na koniec, czy zalety oprogramowania wspomagającego można wykorzystać w pracy z układami rzeczywistymi? Czy korzysta się z narzędzi usprawniających identyfikację, dobór regulatorów i symulację działania w celu przyspieszenia prac?

3. SZYBKIE PROTOTYPOWANIE ALGORYTMÓW STEROWANIA

Główną zaletą metod szybkiego prototypowania algorytmów jest skupienie się na rozwiązaniu problemu pomijając przy tym szczegóły implementacyjne [8]. Podstawowym narzędziem stosowanym w tej metodzie jest automatyczna generacja kodu. Jak pokazano na rysunku 1. punktem wyjściowym jest opis algorytmu w postaci schematu blokowego. Schemat określa sposób przetwarzania

danych, począwszy od sygnałów wejściowych, a skończywszy na sygnałach wyjściowych. Do jego budowy używa się funkcji bibliotecznych. Model przepływu danych jest wzbogacony o sterowniki urządzeń wejścia/wyjścia. Należą do nich: przetworniki A/C i C/A, interfejsy komunikacyjne, wejścia/wyjścia cyfrowe. Na podstawie schematu generowany jest kod C/C++, który następnie jest kompilowany na platformę docelową. Może być to komputer PC z oprogramowaniem umożliwiającym uruchomienie skompilowanej aplikacji jako zadania czasu rzeczywistego lub platforma sprzętowa przystosowana do takiego działania.



Rys. 1. Schemat generacji kodu w technice szybkiego prototypowania

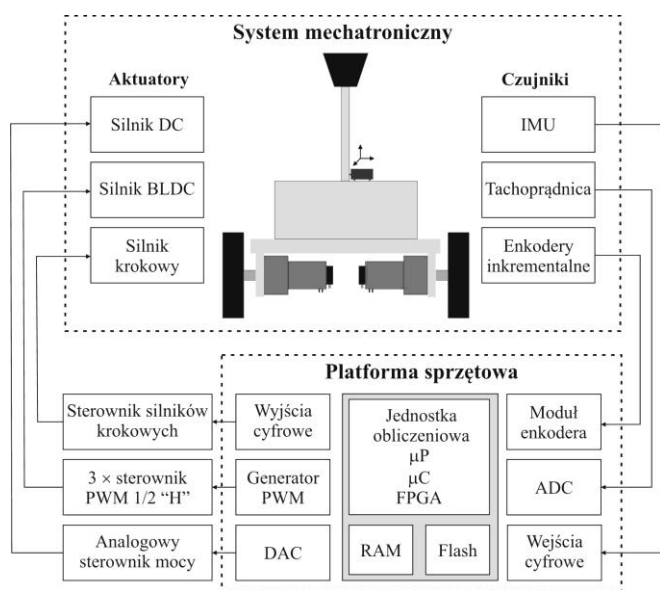
Również pakiet MATLAB/Simulink może być użyty do automatycznego generowania kodu m.in. na podstawie diagramu programu Simulink (istnieją specjalne przybory takie jak *Simulink Coder* i *Embedded Coder*, które realizują to zadanie). Oznacza to, że oprogramowanie, które wykorzystywano do obliczeń inżynierskich czy do modelowania i symulacji, może również posłużyć do realizacji algorytmu regulatora, czy algorytmu przetwarzania danych. Podejście, w którym modelowania matematyczne i symulacje modelowe doprowadzają do zaprojektowania i weryfikacji algorytmu, a następnie jego sprzętowej realizacji określane jest angielskim terminem Model Based Design (MBD). To co wyróżnia podejście MBD od standardowego podejścia jest uniknięcie pracowej implementacji algorytmu wymagającej ręcznego programowania na rzecz automatycznej generacji kodu.

4. PLATFORMY SPRZĘTOWE

Jak wspomniano w rozdziałach 2. i 3., w procesie dydaktycznym związanym z nauczaniem metod tworzenia oprogramowania dla systemów mechatronicznych, istotne jest wykorzystanie nowoczesnych środowisk programowych takich jak MATLAB/Simulink czy LabVIEW. Pozwalają one na wykorzystanie gotowych bibliotek do tworzenia algorytmów pomiarowo-sterujących oraz udostępniają narzędzia umożliwiające automatyczną generację kodu dla

docelowych platform sprzętowych, podłączonych do badanego obiektu. Należy jednak zaznaczyć, że gotowe rozwiązania, rozumiane jako udostępnienie przez środowisko programowe pełnej ścieżki realizacji aplikacji sterującej obiektem (od powstania graficznej reprezentacji aplikacji do gotowego kodu uruchamianego na sprzęcie) jest zapewniane jedynie dla ograniczonej liczby sterowników sprzętowych. Stąd przy planowaniu zajęć dydaktycznych, których celem jest praktyczna nauka tworzenia systemów sterowania, bardzo ważny jest wybór platformy sprzętowej, która będzie podłączona do czujników i elementów wykonawczych sterowanego obiektu mechatronicznego. W założeniu należy rozważyć te rozwiązania, które są w pełni wspierane przez ww. środowiska programowe. Wsparcie to może być oferowane przez producenta sprzętu lub producenta środowiska programowego.

W dalszej części tego rozdziału przedstawiono wybrane platformy sprzętowe, które są w pełni wspierane przez środowisko MATLAB/Simulink oraz mogą być wykorzystane do sterowania obiektami mechatronicznymi. Ogólną ideę połączenia sterownika sprzętowego do obiektu przedstawiono na rysunku 2. Można na nim wyróżnić system mechatroniczny wyposażony w czujniki i elementy wykonawcze, sterowniki mocy dla urządzeń wykonawczych oraz platformę sprzętową. Platforma sprzętowa zawiera jednostkę obliczeniową, pamięci programu i danych oraz wymagane do utworzenia pętli sprzężenia zwrotnego, interfejsy wejścia/wyjścia.



Rys. 2. Schemat połączenia sterownika sprzętowego do obiektu

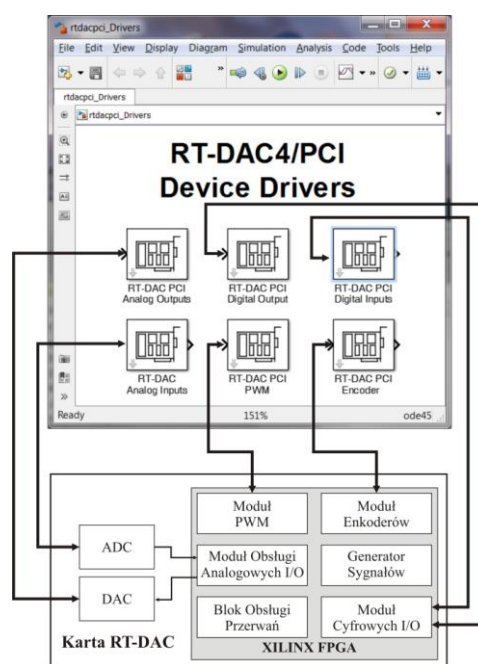
Przy selekcji prezentowanego sprzętu założono, że musi on posiadać następujące interfejsy wejścia/wyjścia:

- Przetworniki ADC o rozdzielczości, minimum, 10 – bitowej (podłączenie sygnałów z tachoprądnic, czujników MEMS z wyjściem analogowym),
- Cyfrowe kanały pomiarowe dla enkoderów inkrementalnych,
- Przetworniki DAC o rozdzielczości, minimum, 10 – bitowej (analogowe sterowniki mocy),
- Generatory sygnału PWM o rozdzielczości, minimum, 8 – bitowej (sterowniki mocy dla obciążeń indukcyjnych typu: zawory, pompy, silniki DC i BLDC).

Należy zaznaczyć, że nowoczesne czujniki pomiarowe i sterowniki urządzeń wykonawczych coraz częściej wyposażane są w szeregowy interfejs komunikacji, takie jak SPI, I2C. Stąd ich obecność na wybranym sterowniku sprzętowym może okazać się niezbędną.

4.1. Karta RT-DAC

Karta RT-DAC (ang. Real-Time Data Acquisition Board) jest wielofunkcyjną kartą wejść/wyjść analogowych i cyfrowych [9]. Produkowana jest w wersjach z następującymi interfejsami komputerowymi: PCI (zdjęcie z rysunku 1.), USB 2.0 i PCI Express. Najważniejszym elementem tej karty jest rekonfigurowalny układ FPGA firmy Xilinx, umożliwiający zmianę jej funkcjonalności. Oznacza to, że urządzenie RT-DAC można dostosować do konkretnego systemu mechatronicznego. Przykładowo do sterowania, opisanym w rozdziale 5., serwonapędem prądu stałego wykorzystano: 2 analogowe kanały pomiarowe, 1 wejście dla enkodera inkrementalnego, 1 generator sygnału PWM oraz precyzyjny sygnał timera do odmierzenia czasu. Należy zaznaczyć, że wszystkie kanały pomiarowe i sterujące są w pełni konfigurowalne. Producent udostępnia sterowniki programowe dla środowiska MATLAB/Simulink, obsługujące wszystkie dostępne układy peryferijne karty. Ogólny schemat budowy RT-DAC wraz z odniesieniem do bloków sterowników programowych Simulinka, obsługujących podstawowe interfejsy wejścia/wyjścia karty, przedstawiono na rysunku 3.



Rys. 3. Schemat budowy RT-DAC z odniesieniem do bloków sterowników programowych Simulinka

4.2. Sterownik STM32F4 Discovery

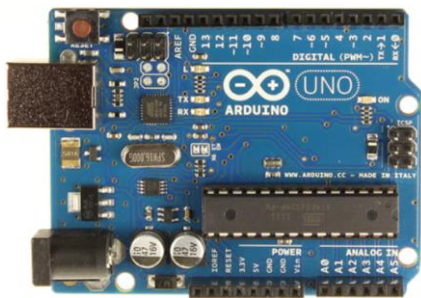
System uruchomieniowy STM32F4 Discovery to produkt firmy STMicroelectronics przeznaczony do testów tzw. sterowników wbudowanych [10]. Najważniejszym jego elementem jest jednocukładowy mikroprocesor STM32F407VGT6. Posiada on 32-bitowy rdzeń ARM Cortex-M4 z koprocesorem FPU (ang. Floating- Point Unit), wejścia/wyjścia analogowe, wejścia dla dwóch enkoderów inkrementalnych, 1MB pamięci Flash oraz 192kB RAM. W skład STM32F4 Discovery wchodzi również m.in. programator STLink, 3-osiowy akcelerometr, diody LED i

przyciski użytkownika, wyprowadzenia portów I/O oraz złącze micro-USB.

Wsparcie dla procesora STM32F4 zapewnione jest przez producenta układu – STMicroelectronics (*STM32 embedded target for MATLAB and Simulink*) [11] oraz firmę Aimagin (*Waijung Blockset*) [12]. W obu przypadkach udostępnione są sterowniki programowe do obsługi wejść/wyjść procesora oraz wybranych interfejsów komunikacyjnych (SPI, I2C, RS232). Do generacji aplikacji wymagany jest przyborek *Embedded Coder* firmy MathWorks.

4.3. Arduino

Arduino stanowi jeden z najbardziej znanych systemów procesorowych powstałych jako projekt typu OpenHardware. Stosuje się go przede wszystkim do nauczania robotyki, automatyki i programowania na kierunkach technicznych. Aktualnie istnieje około 20 standardowych modeli Arduino, przy czym najbardziej znane to: Uno, Due, Leonardo, Mega, Mini, Micro i Nano. Typowa płyta PCB systemu Arduino zawiera: 8-bitowy mikrokontroler AVR ATmega firmy Atmel, cyfrowe i analogowe wyprowadzenia wejść/wyjść mikrokontrolera oraz interfejsy UART/USB, I2C, SPI. Wygląd ogólny Arduino Uno pokazano na rysunku 4.



Rys. 4. Wygląd ogólny Arduino Uno

Funkcjonalność Arduino można rozszerzyć wykorzystując dostępne na rynku płyty rozszerzeń nazywane, z języka angielskiego, *shield*. Płyty te podłącza się do standardowych złączy zamontowanych na płycie bazowej systemu. Najczęściej stosowane są rozszerzenia oferujące połączenia Ethernet, Bluetooth, ZigBee oraz sterowniki silników (DC, BLDB, krokowych).

Realizacja aplikacji dla Arduino odbywa się najczęściej za pośrednictwem środowiska Arduino IDE (dedykowany język programowania bazujący na C/C++). Do praktycznej nauki sterowania systemami mechatronicznymi, na poziomie wyższej szkoły technicznej, zaleca się jednak wykorzystanie środowiska MATLAB/Simulink. Producent zapewnia bibliotekę bloków Simulinka do konfiguracji oraz dostępu do czujników, elementów wykonawczych i interfejsów komunikacyjnych docelowej platformy Arduino. Dodatkowo możliwe jest monitorowanie zmiennych procesowych oraz strojenie algorytmów sterowania z użyciem tego samego modelu Simulinka, na podstawie którego wygenerowano kod programu (praca w tzw. trybie *External*).

4.4. Xilinx Zynq

Interesującą platformą dla systemów mechatronicznych są układy typu SoC (System on Chip), czyli układy łączące w jednej obudowie rdzenie mikroprocesorowe, pamięć, przetworniki ADC i DAC oraz specjalizowane układy wejścia i wyjścia. Jako przykład może posłużyć rodzina

Zynq firmy Xilinx. Układy rodziny Zynq określane są przez producenta mianem Extensible Processing Platform (EPP). W pojedynczym układzie scalonym umieszczono dwurdzeniowy procesor ARM Cortex-A9 oraz matrycę rekonfigurowaną FPGA. Rozszerzalność (ang. extensibility) platformy Zynq, związana jest z obecnością matrycy FPGA, w której zaimplementowana może zostać część zadań pomiarowo-sterujących, w szczególności zadań wymagających reakcji układu liczonej w nanosekundach.

W przypadku układów Zynq wspomniana w rozdziale 3. metoda szybkiego prototypowania może dotyczyć zarówno aplikacji czasu rzeczywistego wykonywanej przez procesor (lub procesory) jak i konfiguracji matrycy FPGA. Podobnie jak dla trzech, opisanych wcześniej sterowników sprzętowych, układ typu Zynq 7000 posiada wsparcie dla automatycznej generacji aplikacji w środowisku MATLAB/Simulink. Firma MathWorks udostępnia bibliotekę bloków dla układów peryferyjnych Zynq 7000 oraz możliwość automatycznej generacji kodu VHDL (przyborek *HDL Coder*) dla układu FPGA i C/C++ dla procesora ARM Cortex-A9 (przyborek *Embedded Coder*) [13]. Najczęściej stosowane płyty rozwojowe z układem Zynq 7000 to: ZedBoard firmy Avnet, Xilinx ZC702 Evaluation Kit, Xilinx ZC706 Evaluation Kit i Digilent ZYBO Zynq.

5. EDUKACYJNE SYSTEMY MECHATRONICZNE

Wymagania stawiane współczesnym laboratoriom technicznym, zarysowane we wcześniejszych rozdziałach, sugerują użycie specjalistycznych urządzeń. W niniejszym rozdziale zaprezentowano kilka wybranych systemów mechatronicznych używanych w Katedrze Automatyki i Inżynierii Biomedycznej, AGH w Krakowie w celach edukacyjnych oraz badawczych. Wśród zaprezentowanych rozwiązań znalazły się serwomechanizm, suwnica bramowa, oraz robot balansujący (Lego Mindstorm i UnTrans).

5.1. Serwomechanizm

Serwomechanizm jest prostym systemem o bardzo szerokich możliwościach edukacyjnych. Urządzenie składa się silnika prądu stałego, na wale którego znajduje się tarcza (koło zamachowe) oraz enkoder mierzący położenie katowe wału, dodatkowo umieszczona jest tarcza z potencjometrem do zadawania sygnału odniesienia. W komplet stanowiska wchodzi również karta pomiarowo-sterująca oraz komputer PC z środowiskiem programowym MATLAB/Simulink.

Ponieważ silniki są najczęściej spotykanym elementem wykonawczym, to zjawiska obserwowane przy pracy z serwomechanizmem (takie jak tarcie, szumy pomiarowe, ograniczenie mocy sterownika) są powszechnie występujące w praktyce inżynierskiej.

Mimo prostej budowy stanowisko pozwala na przedstawienie szerokiej gamy problemów, począwszy od badania właściwości, filtracji pomiarów, przez budowę i strojenie prostych regulatorów konwencjonalnych takich jak PID czy LQ, a skończywszy na inteligentnych metodach sterowania opartych np. o sztuczne sieci neuronowe.

W ramach prowadzonych zajęć studenci opracowują model matematyczny stanowiska, a następnie prowadzą jego identyfikację parametryczną. Kolejnym krokiem jest budowa, strojenie i weryfikacja algorytmów pomiarowo-sterujących dla modelu matematycznego urządzenia. Na tym etapie wykorzystuje się symulacje komputerowe. Następnie generuje się aplikację czasu rzeczywistego na podstawie

schematu zaprojektowanego algorytmu pomiarowo-sterującego w celu weryfikacji algorytmów na rzeczywistym urządzeniu. Dzięki monitorowaniu on-line pracy układu studenci obserwują osiągnięte rezultaty oraz porównują różne strategie pomiarowe i sterujące. Na każdym z powyższych etapów korzysta się z oprogramowania MATLAB/Simulink.

5.2. Suwnica bramowa

Laboratoryjna suwnica jest odpowiednikiem przemysłowego rozwiązania wykonanego w skali zmniejszonej (fragment suwnicy z ładunkiem na pierwszym planie przedstawia rysunek 5.). Urządzenie posiada 3 napędy pozwalające na ruch w płaszczyźnie XY oraz podnoszenie i opuszczanie ładunku. Zamontowane 5 czujników położenia informuje o lokalizacji ładunku oraz o jego kącie wychylenia. Dzięki takiej konstrukcji możliwe są zaawansowane badania nad mechaniką ruchu, optymalizacją trajektorii czy sterowaniem adaptacyjnym.

Podobnie jak w stanowisku serwomechanizmu, suwnica jest wyposażona w komputer PC wraz z kartą pomiarowo-sterującą i oprogramowaniem umożliwiając szybkie prototypowanie algorytmów.



Rys. 5. Suwnica bramowa

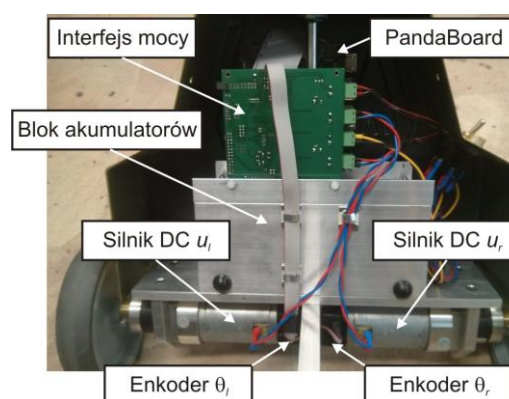
5.3. Robot balansujący

Robot balansujący jest przykładem mobilnego, autonomicznego pojazdu o interesującej, z punktu widzenia teorii sterowania, dynamice. Ze względu na dwa koła, zamontowane w jednej osi, robot jest z natury niestabilny, do utrzymania pionowej postawy wymaga regulatora nieprzerwanie korygującego jego położenie. Jedną z realizacji robota balansującego jest NXTway-GS, zbudowany z zestawu klocków LEGO Mindstorms (rys. 6). Do realizacji algorytmu sterującego dla ww. rozwiązania użyto oprogramowania MATLAB/Simulink i projektowania algorytmów korzystając z modelowania - MBD. Dzięki użyciu zestawu klocków LEGO istnieje możliwość wprowadzenia łatwych modyfikacji w konstrukcji fizycznej robota. Zestaw czujników znajdujący się w zestawie LEGO Mindstorms umożliwia realizację algorytmów związanych z autonomicznym poruszaniem robota, omijaniem przeszkód i podążaniem za zadanymi trajektoriami.



Rys. 6. Robot balansujący NXTway-GS [14]

Podobną konstrukcją jest robot UnTrans [15], którego system sterowania korzysta z minikomputera PandaBoard działającej pod kontrolą systemu operacyjnego Linux. Wygląd tego robota z zaznaczonymi czujnikami, elementami wykonawczymi i minikomputerem pokazano na rysunku 7. Sercem sterownika jest układ wyposażony w dwurdzeniowy procesor ARM Cortex-A9. Dzięki znacznie większej mocy obliczeniowej robot umożliwia realizację zaawansowanych algorytmów wymagający wysokiej częstotliwości próbkowania. Minikomputer oferuje również szereg dostępnych interfejsów umożliwiających łączenie dodatkowych czujników i urządzeń, np. kamery. Dzięki systemowi operacyjnemu obsługa peryferiów jest znacznie uproszczona a możliwości rozbudowy platformy niemal nieograniczone.



Rys. 7. Robot balansujący UnTrans

6. PODSUMOWANIE

Systemy automatyki, czy szerzej pojęte jako systemy mechatroniki, są wyposażeniem laboratoriów dydaktyczno-badawczych. Każdy z systemów jest sterowany komputerowo. Pokaz działania tych rzeczywistych modeli laboratoryjnych prowadzi się korzystając z przygotowanego oprogramowania demonstracyjnego (tzw. demo). Prawdziwa przygoda dydaktyczna a zarazem badawcza rozpoczyna się w chwili własnej ingerencji. Studenci osiągają ogromną satysfakcję widząc jak zaprojektowane przez nich algorytmy realizują założone rezultaty. Dzięki wymiernemu celowi wzrasta ich motywacja do pracy i zaangażowanie.

Zaproponowana metoda nauczania dobrze spełnia wymagania stawiane współczesnej, praktycznej edukacji na studiach inżynierskich. Co więcej, wykładowca w trakcie swego wykładu może stosować technikę przeplatania wykładu z eksperymentem rzeczywistym. Uzyskuje się to

dzięki obecnym narzędziom wizualizacyjnym i pewnemu wysiłkowi poświęconemu na przygotowanie wykładu z praktycznym doświadczeniem na wybranej platformie sprzętowo-programowej. Na ogół ten wplątany pokaz eksperymentu będzie miał charakter z góry przygotowanego przykładu demonstracyjnego, ale niekoniecznie, bowiem sprawny wykładowca, przygotowany wstępnie do pokazu ma otwarte pole do improwizacji w trakcie eksperymentu i może on-line reagować na życzenia i uwagi studentów obecnych na takim wykładzie-pokazie.

Duże znaczenie ma również aspekt praktyczny zaprezentowanej ścieżki szybkiego prototypowania. Metoda automatycznej generacji kodu postrzegana jest obecnie jako mniej podatna na błędy programistyczne w porównaniu do tradycyjnego pisania oprogramowania. W związku z powyższym inżynier posiadający kompetencje z tego zakresu ma szersze możliwości rozwoju zawodowego oraz większą wartość na rynku pracy.

7. BIBLIOGRAFIA

1. Kheir N.A., Åström K.J., Auslander D., Cheok K.C., Franklin G.F., Masten M., Rabins M., Control systems engineering education, *Automatica*, Volume 32, Issue 2, February 1996, Pages 147-166.
2. Kołek K., Turnau A., Hajduk K., Piątek P., Pauluk M., Marchewka D., Piłat A., Rosół M., Gorczyca P., Laboratory real-time systems to facilitate automatic control education and research, *Proceedings of the International Multiconference on Computer Science and Information Technology*, October 18–20, 2010, Wisła, Poland.
3. Balchen, J. G., M. Handlykken and A. Tyss (1981). The need for better laboratory experiments in control engineering education In *Proc. 8th IFAC Triennial World Congress*, Kyoto, Japan.
4. Charles J. Murray, Automakers Opting for Model-Based Design, http://www.designnews.com/document.asp?doc_id=229640&dfpPPParams=ind_184.
5. Assi H.A., *Engineering Education and Research Using MATLAB*, InTech, October, 2011.
6. Horáček P., Laboratory experiments for control theory courses: A survey, *Annual Reviews in Control*, Volume 24, 2000, pp. 151-162.
7. Dormido Bencomo S., Control learning: present and future, *Annual Reviews in Control*, Volume 28, Issue 1, 2004, pp. 115-136.
8. Kołek K., Piątek K., Rapid algorithm prototyping and implementation for power quality measurement, *EURASIP Journal on Advances in Signal Processing*, 2015.
9. Inteco Sp. z o.o, RT-DAC4/PCI Multi I/O Board. Xilinx version, User's Manual, Kraków, Poland, 2012.
10. STMicroelectronics, Discovery kit for STM32F407/417 lines. User's Manual, January 2014.
11. STMicroelectronics, Code Generation for STM32 MCUs using MATLAB® and Simulink®, Technical Presentation, November 2014.
12. Aimagin Co.,Ltd., „Waijung Blockset,” [Online], Available: <http://waijung.aimagin.com>. [Data uzyskania dostępu: Luty 2016].
13. The MathWorks, Xilinx Zynq Support from MATLAB and Simulink, [Online], Available: http://www.mathworks.com/hardware-support/zynq.html?s_eid=PEP_9385. [Data uzyskania dostępu: Luty 2016].
14. Yamamoto Y., NXTway-GS Self-Balancing Two-Wheeled Robot Model-Based Design, <http://www.mathworks.com/matlabcentral/fileexchange/19147>, March 2008.
15. Gorczyca P., Knapik D., Kołek K., Rosół M., Rapid development of real-time applications for ARM Cortex A9, *Design, development and implementation of real-time systems / sci. eds. Leszek Trybus, Marcin W. Mastalerz; Polish Information Processing Society. Chapter 11, Warszawa*, pp. 145–155, 2013.

EFFECTIVE ENGINEERING EDUCATION ON THE BASIS OF MECHATRONIC LABORATORY SYSTEMS AND CONTROL ALGORITHMS OBTAINED BY RAPID PROTOTYPING METHODOLOGY

The article demonstrates teaching methodology on the basis of mechatronic laboratory systems and tools for the rapid prototyping of control algorithms. The presented solution is dedicated to nowadays teaching courseware as a methodology to meet the requirements for highly trained and educated engineers. The main difficulty in engineering education is to find a balance between theory and practice. The practical (based on experiments) education requires a lot of effort. First of all, it requires access to the appropriate lab. The methodology presented in the paper is based on cost effective mechatronics systems originated from industrial plants reduced in scale. The following systems, are exemplified: gantry crane, servo and balancing robot. The signals from the sensors and signals to the actuators bring the real world into the computer model. Mechatronic systems are connected to PC computer via interface board. Computer-Aided Engineering which supports Model-Based Design techniques is used for modeling, validation and implementing measurement and control applications. Two main advantages of this solution are well visible: to make the laboratory sets cost effective, and to allow a focus on the problem while omitting the details of its implementation. The proposed method is addressed mainly to educators of the control engineering, mechanical engineering, metrology and embedded control.

Keywords: engineering education, mechatronic, model-based design, control laboratory.

MOŻLIWOŚCI WYKORZYSTANIA NARZĘDZI M-NAUCZANIA DLA STUDIÓW PODYPLOMOWYCH W ZAKRESIE SPAWALNICTWA

Kinga KORNIEJENKO

Politechnika Krakowska, Wydział Mechaniczny, Instytut Inżynierii Materiałowej
tel.: 12 628 38 21 e-mail: kinga@mech.pk.edu.pl

Streszczenie: Celem artykułu jest pokazanie możliwości wsparcia nowoczesnymi narzędziami e-nauczania i m-nauczania kształcenia na studiach podyplomowych w zakresie spawalnictwa. Artykuł przedstawia możliwości wykorzystania różnych form e-nauczania i omawia możliwości wsparcia nauczaniu zagadnień z zakresu spawalnictwa przez innowacyjne narzędzia tj. aplikacje mobilne. Artykuł bazuje na *case study* projektu „PIT Mobilne studia podyplomowe we współpracy z przemysłem” finansowanego z Europejskiego Funduszu Społecznego i realizowanego na Wydziale Mechanicznym Politechniki Krakowskiej w latach 2013-15, a także późniejszym wykorzystaniu narzędzi do kontynuacji studiów podyplomowych w kolejnych latach. Zastosowane metody badawcze to: analiza krytyczna źródeł literaturowych oraz *case study* wsparcia e-learningiem i m-learningiem studiów podyplomowych z zakresu spawalnictwa.

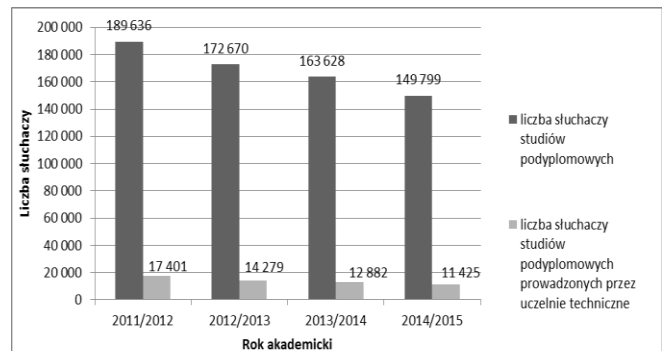
Słowa kluczowe: Studia podyplomowe, m-nauczanie, spawalnictwo, wsparcie nauczania.

1. WSTĘP

1.1. Kształcenie na technicznych studiach podyplomowych w Polsce

Kształcenie ustawiczne odgrywa coraz istotniejszą rolę we współczesnej gospodarce. Szczególną rolę odgrywają w nim studia podyplomowe, które pozwalają na kontynuację edukacji akademickiej przez osoby z wyższym wykształceniem. Coraz częściej wiedza, którą osoby te zdobyły podczas studiów pierwszego i/lub drugiego stopnia okazuje się nieaktualna ze względu na postęp techniczny lub niewystarczająca by w pełni uczestniczyć w życiu zawodowym i społecznym [1, 2]. Dodatkowo ze strony rynku istnieje wyraźna potrzeba dotycząca ustawicznego podnoszenia kwalifikacji oraz nabywania nowych umiejętności odpowiadających zmieniającym się trendom [2, 3].

Pomimo widocznego zapotrzebowania na osoby o wysokich kwalifikacjach na rynku pracy oraz założeń przyjętych w prognozach zapowiadających nieustający wzrost ilości chętnych na studia podyplomowe [3, 4], w ostatnich latach, wyraźnie widoczna jest tendencja do spadku liczby osób biorących udział w tej formie kształcenia. Liczba osób na studiach podyplomowych od roku 2011/12 systematycznie maleje (rys. 1).



Rys. 1. Liczba studentów na studiach podyplomowych, z wyszczególnieniem kierunków prowadzonych przez uczelnie techniczne w latach 2011 – 2015 [4, 5]

W roku akademickim 2014/2015, w porównaniu z rokiem poprzednim, zmniejszyła się o 13,8 tys. i wyniosła 149,8 tys. [5]. W tym samym czasie spadła również liczba słuchaczy studiów podyplomowych na uczelniach technicznych. Ze względu na formę organizacyjną uczelni - większy spadek słuchaczy zanotowano w szkołach publicznych niż w uczelniach prywatnych (odpowiednio o 9,1% i 7,4% w stosunku do roku poprzedniego). Przy czym warto zauważyć, że poza informatyką uczelnie prywatnie praktycznie nie prowadzą kształcenia na kierunkach technicznych, najczęściej ze względu na brak odpowiedniego zaplecza sprzętowego. Niepokojący jest więc fakt małej ilości słuchaczy na kierunkach inżyniersko - technicznych. Na wszystkich typach uczelni na tego rodzaju kierunkach w roku akademickim 2014/15 studiowało zaledwie 2,9 tys. osób [5].

1.2. Wykorzystanie nowoczesnych narzędzi e-learningowych i m-learningowych w kształceniu na studiach podyplomowych

Obecnie wsparcie studiów podyplomowych przy pomocy nowoczesnych narzędzi *e-learningowych* i *m-learningowych* powinno być standardem na każdej uczelni. Niestety, w dalszym ciągu technologie te wykorzystywane są zbyt rzadko [6, 7]. Pomimo, że większość uczelni posiada narzędzia kształcenia na odległość to ich wykorzystanie w jest często marginalne i często ogranicza się do umieszczenia materiałów do zajęć w wersji elektronicznej [8]. Przy czym warto zauważyć, że oczekiwania studentów są w tym zakresie diametralnie inne niż proponowana

obecnie oferta dydaktyczna [8, 9]. Od wsparcia w postaci *e-learningowych* i *m-learningowych* oczekują oni indywidualizacji nauczania i zapewnienia im dostępu do wiedzy w dogodnym dla nich czasie [9, 10], a także możliwości kontaktu, zarówno z innymi uczestnikami kształcenia, jak i z osobom prowadzącą [11].

Narzędzia *e-learningowe* i *m-learningowe* zyskują również na popularności dzięki postępowi technicznemu. Decyduje o tym nie tylko rozwój samych urządzeń, ale także coraz powszechniejszy dostęp do szybkiego Internetu, w tym mobilnego, który jest coraz lepszej jakości [12]. Obecnie w Polsce mobilne łącza szerokopasmowe używało 61,5% przedsiębiorstw [13], co oznacza, że słuchacze studiów podyplomowych mają swobodny dostęp do materiałów w tej formie również w miejscu pracy. Pozwala to na wykorzystanie wiedzy zdobywanej na studiach „od razu” w życiu zawodowym. Oczywiście, jeśli oferta edukacyjna będzie zawierała taką możliwość.

1.3. Projekt „PIT Mobilne studia podyplomowe we współpracy z przemysłem”

Projekt „PIT Mobilne studia podyplomowe we współpracy z przemysłem” (UDA-POKL.04.01.01-00-245/11) realizowany była przez Wydział Mechaniczny Politechniki Krakowskiej ze wsparciem ze środków Programu Operacyjnego Kapitał Ludzki (POKL), w priorytecie IV Szkolnictwo wyższe i nauka, działaniu 4.1 Wzmocnienie i rozwój potencjału dydaktycznego uczelni oraz zwiększenie liczby absolwentów kierunków o kluczowym znaczeniu dla gospodarki opartej na wiedzy. Stanowił on projekt innowacyjny, który był prowadzony w temacie „Nowe modele kształcenia przez całe życie, w tym integrowanie funkcjonujących modeli kształcenia ustawicznego”. Projekt adresowany był do wąskiego grona uczelni i jednostek naukowych kształcących podyplomowo na studiach inżyniersko-technicznych. Jego głównym celem było stworzenie innowacyjnego modelu studiów podyplomowych o profilu technicznym oraz przetestowanie go na 45 uczestnikach 2 kierunków studiów podyplomowych uruchomionych na Wydziale Mechanicznym Politechniki Krakowskiej w latach 2013-15. W ramach otrzymanego wsparcia zostały uruchomione dwa kierunki technicznych studiów podyplomowych [2]:

- Międzynarodowy/europejski inżynier spawalnika,
- Napędy i Sterowanie Płynowe.

W projekcie, podczas układania programów studiów, a następnie ich realizacji zastosowano szereg rozwiązań innowacyjnych, były to przede wszystkim [2, 14]:

- Wykorzystanie narzędzi *e-learningu* i *m-learningu*, z naciskiem na urządzenia mobilne tj. smartfony, tablety, słuchacze mieli możliwość wypożyczenia tabletu z uczelni na czas trwania studiów podyplomowych,
- Budowa stanowisk z możliwością obsługi zdalnej umożliwiających wykonywanie zajęć laboratoryjnych na urządzeniu przez sterowanie zdalne z obsługą interaktywną (uczestnik zajęć „na bieżąco”, za pomocą kamer, może śledzić efekty wykonywanych poleceń),
- Wprowadzenie nowych elementów studiów kształtujących kompetencje tj. specjalistyczny język angielski czy zarządzanie procesowe do programu studiów podyplomowych,
- Współpracę z przemysłem – opracowany model kładzie nacisk na zajęcia praktyczne i współpracę,

w tym również realizację zajęć praktycznych w formie wizyt studyjnych.

Ważnym elementem dla obu kierunków było również zapewnienie ich zgodności ze standardami europejskimi i międzynarodowymi. W przypadku studiów z zakresu spawalnictwa były to uprawnienia Międzynarodowy/Europejski Inżynier Spawalnika (International Welding Engineer - IWE), zaś w przypadku uzyskanie dla kierunku zgodności z certyfikatem kompetencji zawodowych organizacji: Comité Européen des Transmissions Oléohydrauliques et Pneumatiques - CETOP (European Fluid Power Committee). Możliwość uzyskania przez absolwentów tych uprawnień z jednej strony potwierdza nabyte przez nich umiejętności i świadczy o zachowaniu wysokich standardów kształcenia, z drugiej zaś zwiększa ich atrakcyjności na rynku pracy. Przykładowo posiadanie uprawnień IWE daje możliwość pracy na całym świecie, zaś w warunkach polskich znajduje przełożenie na wysokość zarobków.

2. KSZTAŁCENIE NA STUDIACH PODYPLOMOWYCH W ZAKRESIE SPAWALNICTWA

2.1. Ścieżka kształcenia

Studia podyplomowe z zakresu spawalnictwa są jedną z możliwości uzyskania uprawnień i certyfikatu „Międzynarodowy/ Europejski Inżynier Spawalnika IWE”. Kształcenie. Realizowane są najczęściej przez minimum 3 semestry w systemie weekendowym, ze względu na obszerność przekazywanego materiału. Istnieje również możliwość odbywania ich w formie pojedynczych modułów realizowanych przez Instytut Spawalnictwa w Gliwicach, jednak realizowane są one w systemie tygodniowym (8 godzin zajęć przez 5 dni w tygodniu). Studia obejmują zagadnienia z takich dziedzin jak:

- Technologia i Urządzenia Spawalnictwa,
- Konstruowania i obliczania,
- Produkcji i zastosowania wyrobów spawanych,
- Materiały i ich własności spawalnictwa,
- Zajęcia praktyczne w formie laboratoriów.

Głównym celem studiów podyplomowych z zakresu spawalnictwa jest nie tylko uzupełnienie przez słuchaczy informacji z zakresu spawalnictwa oraz zapoznanie ich z aktualnym stanem wiedzy w zakresie spajania materiałów, ale również spełnienia minimum kwalifikacyjnego dającego im możliwość podejścia do egzaminu Międzynarodowego Inżyniera Spawalnika (International Welding Engineer – IWE), który przeprowadzany jest przez Instytut Spawalnictwa w Gliwicach (ośrodek egzaminacyjny) [15].

Studia te adresowane są przede wszystkim do inżynierów, zajmujących się w pracy zawodowej technologiami spawalnictwa i chcących podnieść swoje uprawnienia. Jako warunek wstępny do kwalifikacji na studia i dopuszczenia do egzaminu jest posiadanie minimum wykształcenia inżynierskiego, przy czym istotny jest temat realizowanej pracy podyplomowej, która powinna być związana ze spawalnictwem. W przypadku wątpliwości w zakresie kwalifikowalności kandydata na studia organizator każdorazowo kontaktuje się z Instytutem Spawalnictwa w Gliwicach.

2.2. Międzynarodowe i europejskie wymagania w zakresie certyfikacji

Nabyty tytuł zawodowy uprawnia do nadzorowania wszelkiego rodzaju prac związanych z procesami spawania,

zgrzewania i lutowania, uznanych za procesy specjalne oraz uprawnia do pełnienia kluczowych funkcji w przedsiębiorstwach stosujących procesy spajania [16]. Uzyskany dyplom daje kompetencje w ramach specjalizacji zawodowej i uprawnia do pełnienia kluczowych funkcji w zakładach przemysłowych stosujących procesy spajania. Ze względu na zgodność nabytych wymagań z systemem International Welding Institute (IWI) są one uznawane na całym świecie.

Głównym motywem do podjęcia studiów są uzyskiwane uprawnienia. Posiadanie w przedsiębiorstwie osób z odpowiednimi uprawnieniami bardzo często pozwala przedsiębiorcy na uzyskanie odpowiednich zleceń. Jest to bardzo istotne, gdy firma realizuje zlecenia publiczne, gdzie często wymaganiem dopuszczającym do udziału w postępowaniu o uzyskanie zamówienia jest dysponowanie osobom posiadające stosowane uprawnienia. Dlatego opłaty za studia dla większości z uczestników kształcenia na tym profilu są pokrywane przez ich zakłady pracy.

2.3. Ośrodki kształcące w zakresie spawalnictwa w Polsce

W Polsce kurs umożliwiający podejście do egzaminu Międzynarodowego Inżyniera Spawalnika - IWE w 2014 roku prowadził, poza Politechniką Krakowską, zaledwie 6 ośrodków. Spośród nich 5 prowadziło kształcenie w formie studiów podyplomowych. Ośrodki te zlokalizowane były w następujących województwach [15]:

- zachodnio – pomorskim (Zachodniopomorski Uniwersytet Techniczny w Szczecinie),
- pomorskim (Politechnika Gdańska),
- mazowieckim (Politechnika Warszawska),
- dolnośląskim (Politechnika Wrocławska),
- śląskim (Politechnika Śląska w Gliwicach),
- śląskim (Instytut Spawalnictwa w Gliwicach).

Ośrodki te zlokalizowane są w północnej i zachodniej części Polski. Z tego powodu realizacja studiów podyplomowych „Międzynarodowy/Europejski Inżynier Spawalnika IWE” na Politechnice Krakowskiej cieszyła się dużym zainteresowaniem ze strony potencjalnych uczestników z województw takich jak: małopolskie, podkarpackie, świętokrzyskie, lubelskie.

3. INNOWACYJNE NARZĘDZIA WYKORZYSTANE W KSZTAŁCENIU NA STUDIACH PODYPLOMOWYCH W ZAKRESIE SPAWALNICTWA

3.1. Aspekty innowacyjne w kształceniu na studiach podyplomowych w zakresie spawalnictwa

Przygotowanie programu studiów podyplomowych „Międzynarodowy/europejski inżynier spawalnika” było odpowiedzią na zapotrzebowanie na tą specjalność w makroregionie Polski południowej [15]. Przy opracowaniu programu starano się wprowadzić w program studiów elementy innowacyjne przy jednoczesnym zachowaniu wymagań stawianych przez International Welding Institute określający treści programowe, które muszą być ujęte w programie kształcenia. Przy tworzeniu programu studiów przyjęto założenie, że będzie on spójny zarówno z wymaganiami pracodawców, uczestników kształcenia, możliwościami uczelni, jak i zgodny z najnowszymi trendami na rynku. Jego poszczególne elementy, usiały być również koherentne z wymaganiami programów międzynarodowych, które spełnienie umożliwiłoby podejście do egzaminów IWE. Przy opracowaniu programów zwrócono w szczególności uwagę na elementy praktyczne studiów i

możliwość współpracy z przemysłem oraz na wdrożenie narzędzi innowacyjnych wspierających proces kształcenia [15, 16].

W programie, oprócz podstawowej wiedzy z zakresu spawalnictwa, znalazły się przedmioty kształtujące kompetencje poszukiwane na rynku pracy oraz dodatkowe zajęcia praktyczne mające na celu ugruntowanie umiejętności nabywane przez słuchaczy [15]. Niewątpliwym atutem realizowanych studiów było wprowadzenie do ich programu zajęć w formie *blended learningu* przy wykorzystaniu zarówno tradycyjnych form przekazywania wiedzy, jak i poprzez różne narzędzia *e-learningu* i *m-learningu*. Podczas studiów zastosowano następujące narzędzia mobilne [2, 15]:

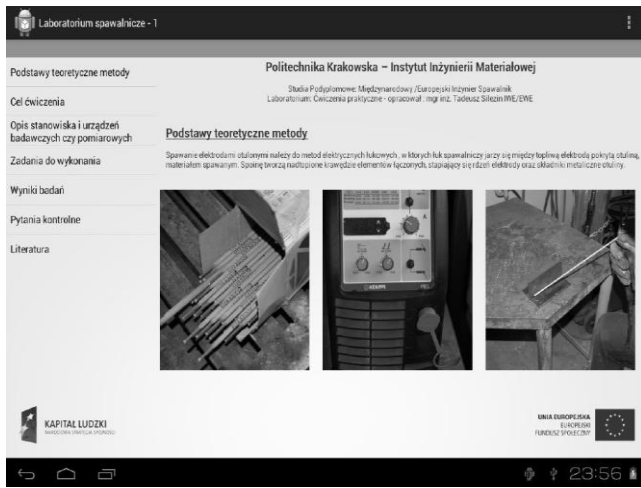
- platformę mobilną, która umożliwiła realizację nie tylko funkcji dydaktycznych, w tym umieszczanie interaktywnych materiałów, ale również ułatwiła komunikację i procesy administracyjne,
- oparcie kształcenia o rozwiązania mobilne tj. smartphony, tablety, w szczególności programu na urządzenia mobilne służącego analizie procesu spawania i wspomagającego projektowanie złączy spawnych,
- budowa stanowiska z możliwością częściowej interaktywnej obsługi zdalnej tj. umożliwienie wykonywania zajęć laboratoryjnych na jednym urządzeniu przez sterowanie zdalne z możliwością śledzenia w czasie rzeczywistym wykonywanych poleceń oraz ich nagrywanie w celu późniejszej analizy procesu (za pomocą kamer zainstalowanych na hełmie spawalniczym).

3.2. Platforma mobilna

Platforma mobilna wykorzystana do wsparcia studiów podyplomowych z zakresu spawalnictwa stanowiła komplet kilku ściśle powiązanych ze sobą aplikacji napisanych w 3 językach programowania. Platformę można używać w tradycyjnej formie strony internetowej www oraz aplikacji mobilnej dedykowanej na tablety z systemem operacyjnym Android (a od II edycji również z systemem Windows). Kluczowym celem było stworzenie wygodnego i uniwersalnego narzędzia dla użytkowników, stanowiącego platformę [17]:

- Informacyjną (dane i kontakt do prowadzących i słuchaczy, wykaz i sylabusy przedmiotów, plan zajęć),
- Dydaktyczną (obecności, materiały dydaktyczne, oceny, informacje o wyjazdach studyjnych, dostęp do zajęć mobilnych – laboratorium i projekt)
- Komunikacyjną (użytkownicy mogą wysłać wiadomość do osoby posiadającej konto w systemie lub sięgnąć do pomocy).

Jej panel administracyjny jest aplikacją internetową napisaną w języku PHP i wykorzystującą bazę danych MySQL. Do jego prawidłowego działania potrzebny jest serwer z zainstalowanymi aplikacjami: Serwer Apache, PHP, MySQL [17]. Platforma została przystosowana zarówno pod względem programistycznym, jak i wizualnym (ergonomia użytkownika) do obsługi na urządzeniach mobilne. Umożliwia ona, za pomocą wygodnej nawigacji, dostęp do wszystkich niezbędnych dla niego informacji na temat studiów (rys. 2).



Rys. 2. Przykładowe okno platformy mobilnej – moduł wspomagający kształcenie (stanowiący pomoc do zajęć laboratoryjnych) [18]

Platforma dostosowana jest do wielu rozmiarów ekranów - tworząc platformę mobilną stosowano zasadę „mobile first”, czyli projektowano interfejs użytkownika z myślą o płynnym przechodzeniu widoku od mniejszych ekranów stosowanych w smartfonach, poprzez większe tablety aż do ekranów komputerów stacjonarnych [17].

Platforma oparta jest na budowie modułowej. Zapewnia ona elastyczność aplikacji – dzięki zastosowaniu technologii HTML5, CSS3 oraz PHP – została ona zbudowana z niezależnych modułów, co daje możliwość jej dowolnego rozszerzenia o kolejne funkcjonalności. Podczas realizacji kształcenia pełniła ona liczne funkcje, które ułatwiały proces dydaktyczny oraz organizację toku studiów [2]. Podstawowe funkcje dostępne na urządzeniach mobilnych, możliwe do realizacji za pomocą platformy to [17]:

- Budowa i sposób poruszania się po panelu administracyjnym,
- Zarządzanie rekrutacją,
- Zarządzanie użytkownikami,
- Zarządzanie grupami i prawami dostępu,
- Prowadzący,
- Przedmioty,
- Plan zajęć,
- Obecność,
- Materiały dydaktyczne,
- Oceny,
- Mobilne (zdalne laboratoria mobilne oraz zdalne projekty mobilne),
- Wiadomości (wewnętrzny komunikator).

Platforma mobilna, stanowiąca wsparcie w procesie kształcenia, pełniła funkcje nie tylko strony informacyjnej, ale również upraszczała i automatyzowała procesy związane z realizacją studiów. Przykład może stanowić moduł rekrutacji. Pozwalał on na m.in. [17]:

- Definiowanie formularze internetowego umożliwiającego rekrutację online,
- Wstępną selekcję kandydatów i dopuszczenie ich do kolejnego etapu,
- Definiowanie sposobu oceniania kandydatów,
- Przyjmowanie i prezentowanie wyników rekrutacji na stronie informacyjnej,
- Eksport osób zakwalifikowanych do platformy mobilnej.

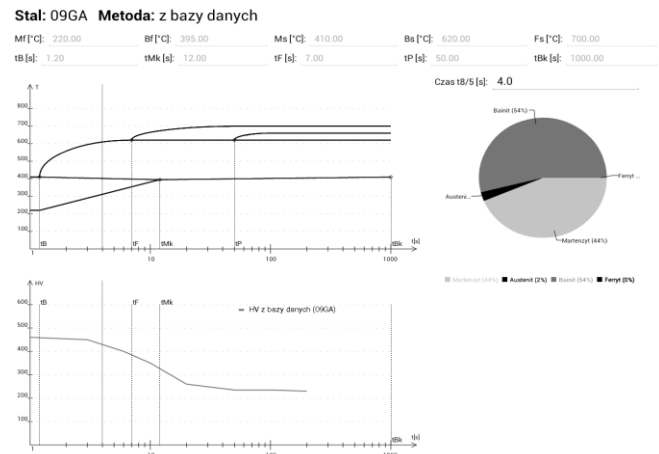
Wykorzystanie tego modułu, nie było możliwe w pełni przy pierwszej rekrutacji (objętej projektem) na studia podyplomowe „Międzynarodowy/europejski inżynier spawalniki”, ze względu na prace trwające nad udoskonaleniem platformy realizowane w tym czasie. Jednak może stanowić ona znaczną pomoc w realizowanych w przyszłości studiach podyplomowych.

3.3. Oprogramowanie wspomagające procesy spawalnicze

Jednym z najważniejszych elementów studiów podyplomowych było wykorzystanie nowoczesnych aplikacji mobilnych. Pozwalały one nie tylko unowocześnić proces dydaktyczny i zainteresować słuchaczy, ale stanowiły jednocześnie praktyczne narzędzie pracy. Elementy obliczeniowe realizowane przez aplikację mobilną stanowią podstawowe obliczenia dla pracy każdego inżyniera spawalnika. W ramach studiów powstały dwie kompatybilne aplikacje Program Analiza Spawalności i Aplikacja WPS [15].

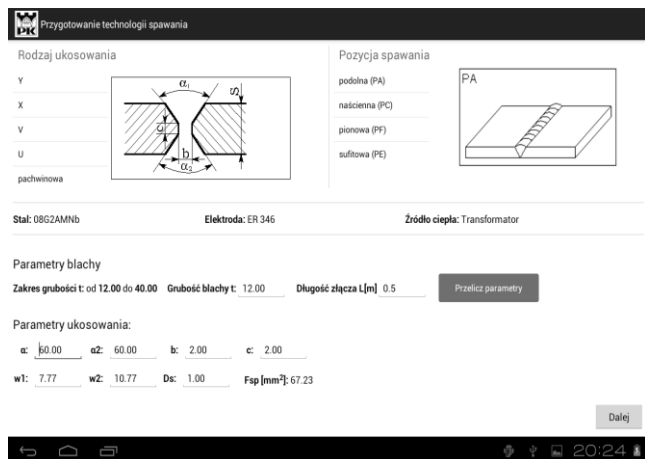
Program Analiza spawalności stali zawiera różnego rodzaju narzędzia pozwalające na dokonanie analizy wybranych stali w kontekście ich użyteczności przy spawaniu. Aplikacja składa się z kilku kluczowych elementów [15]:

- Bank Stali – podgląd podstawowych parametrów stali,
- CTPc-S – umożliwia rysowanie wykresów CTPc-S (Rys. 3),
- Własności SWC – umożliwiają rysowanie charakterystyk różnych właściwości i optymalne wyznaczenie czasu $t_{8/5}$,
- Wskaźniki spawalności - Ocena skłonności stali do powstawania pęknięć,
- Ocena naprężeń krytycznych – funkcja umożliwia rysowanie charakterystyk naprężeń krytycznych.



Rys. 3. Przykładowe okno platformy mobilnej - wykres CTPc-S w funkcji czasu $t_{8/5}$ na podstawie danych z bazy, przykład zrzutu z ekranu tabletu podczas działania aplikacji mobilnej dla studentów [15]

Aplikacja WPS ma ważne znaczenie praktyczne dla studentów. Dzięki odpowiedniemu interfejsowi student ma możliwość przejść krok po kroku procedurę projektowania złącza spawanego (Rys. 4). Program potrafi wygenerować dopuszczalne rozwiązania na podstawie danych zapisanych w bazie dla różnych metod i sposobów ukosowań [15].



Rys. 4. Przykładowe okno platformy mobilnej - przygotowanie technologii spawania dla elektrody otulonej, przykład zrzutu z ekranu tabletu podczas działania aplikacji mobilnej dla studentów [16]

Aplikacja stanowiła pomoc w wielu rodzajach prowadzonych zajęć podczas studiów podyplomowych. Umożliwiała ona zarówno weryfikację założeń praktycznych, jak i porównanie efektów zajęć teoretycznych z przyjętymi założeniami obliczeniowymi.

3.4. Przygotowanie stanowisk laboratoryjnych z wykorzystaniem technologii mobilnych

W celu podniesienia atrakcyjności zajęć oraz lepszego przekazu treści programowych wprowadzone zostały do programu studiów laboratoria wspomagane przez nowoczesne urządzenia i oprogramowanie ułatwiające obserwację procesu spawania [15]. Podczas zajęć praktycznych prowadzonych w sposób tradycyjny jedna osoba spawa, zaś pozostałe obserwują ten proces. Wadą takiego rozwiązania jest brak możliwości obserwacji detali procesu oraz brak możliwości analizy zjawisk zachodzących podczas jego realizacji. W celu zapewnienia możliwości analizy detali została przygotowana nowoczesna przyłbica spawalnicza/hełm spawalniczy wraz z niewielką kamerą umożliwiającą rejestrowanie obrazu elementu spawanego widzianego z poziomu „oczu” spawacza. Urządzenie dodatkowo posiada możliwość przesyłania obrazu w sposób bezprzewodowy, co pozwala na obserwację procesu na ekranie urządzenia mobilnego słuchaczom obecnym na zajęciach, a dodatkowo rejestrację procesu i jego późniejszą analizę. Użyta kamera posiadała możliwość przesyłania obrazu na wiele urządzeń jednocześnie, co pozwalało każdemu uczestnikowi zajęć na obserwację procesu na własnym urządzeniu mobilnym (rys. 5).

Zastosowanie zestawu przyłbica – kamera znalazło zastosowanie w wielu zajęciach laboratoryjnych z zakresu spawalnictwa [15]. Umożliwiło również uzyskanie materiału obserwacyjnego do ćwiczeń realizowanych poza laboratorium m.in. zajęć z zakresu badania wad spawalniczych. Archiwizacji nagrań oraz strumieniowanie w czasie rzeczywistym umożliwiło również udostępnienie całych zajęć dla osób które z różnych powodów nie mogły w nich uczestniczyć.



Rys. 5. Wykorzystanie urządzenia mobilnego podczas laboratorium z zakresu spawalnictwa - przykład użycia [15]

4. WNIOSKI KOŃCOWE

We współczesnej dydaktyce coraz ważniejsze jest poszukiwanie nowoczesnych rozwiązań, które pozwolą na efektywne przekazywanie wiedzy. Oczekiwania współczesnych studentów różnią się znacząco od tych sprzed kilkunastu lat. Dlatego niezwykle istotne jest stosowanie innowacji w procesie kształcenia. Szczególną rolę odgrywa w tym aspekcie kształcenie ustawiczne realizowane w formie studiów podyplomowych. Powinno ono pozwalać nie tylko na zdobycie czy aktualizację wiedzy, ale wychodzić naprzeciw nowym trendom rynkowym. Od osób kończących tę formę kształcenia oczekuje się często, że będą liderami, kreatorami innowacji w ich życiu zawodowym.

Zrealizowane w ramach projektu „PIT Mobilne studia podyplomowe we współpracy z przemysłem” studia podyplomowe z zakresu spawalnictwa cieszyły się dużą popularnością oraz potwierdziły słuszność opracowanego programu jak wybranych metod nauczania. Pokazały również, że wprowadzanie innowacji, również do „tradycyjnych” działalności ma uzasadnienie w potrzebie rynkowej. Należy tutaj zaznaczyć, że po zakończeniu projektu zaproponowany kierunek studiów jest realizowany i cieszy się dużym zainteresowaniem. Jednym z elementów, który stanowi argument dla osób wybierających kształcenie w tym kierunku właśnie na Politechnice Krakowskiej jest wsparcie nowoczesnymi narzędziami zdalnymi.

Potwierdzają to również przeprowadzone badania ewaluacyjne w ramach projektu na absolwentach pierwszej edycji kursu, które pokazały duże zainteresowanie innowacyjnymi metodami nauczania. Nauczanie zdale w przypadku studiów technicznych nie zastąpi prowadzenia laboratoriów, ale może w znaczący sposób wspomóc one proces nauczania i dzięki wykorzystaniu narzędzi e-learningu i m-learningu zachęcić słuchaczy do samodzielnej nauki i eksperymentowania.

Warto przy tym zaznaczyć, że jednym z najistotniejszych przedsięwzięć zrealizowanych w projekcie, a zarazem innowacyjnością w realizacji studiów podyplomowych z zakresu spawalnictwa było przygotowanie wsparcia mobilnego, w postaci platformy i odpowiedniego oprogramowania, które zostało wykorzystane w szeregu zajęć oraz uruchomienie stanowiska umożliwiającego rejestrację procesu spawania. Elementy te mogą stanowić podstawę do wdrażania programów studiów podyplomowych z zakresu

spawalnictwa również w innych ośrodkach i ułatwiać edukację kadr w tym zakresie.

5. BIBLIOGRAFIA

1. Sałata E.: Edukacja osób dorosłych – szansą na lepsze jutro, [w:] Edukacja dla współczesności, Tom 1, pr. zbior., Wydawnictwo NPU im. M. P. Dragomanowa, Kijów 2015, s. 348 – 357.
2. Korniejenko K., 2015, Możliwości wsparcia technicznych studiów podyplomowych narzędziami zdalnymi na przykładzie projektu „PIT Mobilne studia podyplomowe we współpracy z przemysłem”, Zeszyty Naukowe Wydziału Elektrotechniki i Automatyki Politechniki Gdańskiej, 41/2015, Gdańsk 2015, s. 33-38.
3. Biesaga – Słomczewska E.J., Szymocha B.: Zmiana w wybranych obszarach funkcjonowania polskich uczelni wyższych w podwyższaniu ich innowacyjności, Logistyka (2015), Instytut Logistyki i Magazynowania, 2015, s. 1405-1410.
4. GUS: Szkoły wyższe i ich finanse w 2012 roku, Zakład Wydawnictw Statystycznych, Warszawa 2013.
5. GUS: Szkoły wyższe i ich finanse w 2014 roku, Zakład Wydawnictw Statystycznych, Warszawa 2015.
6. R Wójcik J.: Rola kontekstu w procesie nauczania i projektowania materiałów edukacyjnych w środowisku on-line, Studia Ekonomiczne. Zeszyty Naukowe Uniwersytetu Ekonomicznego w Katowicach, Nr 216 Katowice 2015, s. 135 – 149.
7. Giousmpasoglou Ch., Marinakou E.: The future is here: m-learning in higher education, 2013 Fourth International Conference on e-Learning "Best Practices in Management, Design and Development of e-Courses: Standards of Excellence and Creativity", 2013, s. 417-420.
8. Penkowska G.: MOOCs nowym wymiarem e-learningu, [w:] Uniwersytet Jutra, pod. red. Mrozowska S., Penkowska G., Wydawnictwo LIBRON Filip Lohner, Kraków 2015, s. 81-90.
9. Włodarczyk K.: E-learning jako element lifelong learning. Przykład społeczeństwa polskiego, Uniwersytet Szczeciński, Studia i Prace Wydziału Nauk Ekonomicznych i Zarządzania, nr 39, t. 3, Szczecin 2015, s. 397 – 409.
10. Korniejenko K., Pytlak E.: 2015, „Postrzeganie innowacji we współczesnym kształceniu na studiach podyplomowych o profilu technicznym”, [w:] Innowacyjne kształcenie na studiach podyplomowych, pod. red. Sobczyk A., Wydawnictwo Politechniki Krakowskiej, Kraków, s. 79-133.
11. López-Yáñez I., Yáñez-Márquez C., Camacho-Nieto O., Aldape-Pérez M., Argüelles-Cruz A.J.: Collaborative learning in postgraduate level courses, Computers in Human Behavior, 51 (2015), s. 938–944.
12. Abachi H. R., Muhammad G.: The impact of m-learning technology on students and educators, Computers in Human Behavior, 30 (2014), s. 491–496.
13. GUS: Społeczeństwo informacyjne w Polsce w 2015 roku, Zakład Wydawnictw Statystycznych, Warszawa 2015.
14. Korniejenko K., Bachula K., Wiszniewska D.: Możliwości implementacji nowoczesnego modelu kształcenia na studiach podyplomowych, [w:] Innowacyjne kształcenie na studiach podyplomowych, pod. red. Sobczyk A., Wydawnictwo Politechniki Krakowskiej, Kraków, 2015, s. 135-148.
15. Mikuła J., Korniejenko K., Kuciel S., Bachula K.: Kształcenie podyplomowe na kierunku Międzynarodowy/Europejski Inżynier Spawalnik, [w:] Innowacyjne kształcenie na studiach podyplomowych, pod. red. Sobczyk A., Wydawnictwo Politechniki Krakowskiej, Kraków, 2015, s. 165-183.
16. Międzynarodowy/Europejski Inżynier Spawalnik IWE. Spawalnictwo. Mikuła J. (red.). Wydawnictwo Instytutu Inżynierii Materiałowej Wydziału Mechanicznego Politechniki Krakowskiej, Kraków, 2014.
17. Bachula K.: Platforma mobilna. Instrukcja obsługi i instalacji. Nie publikowany maszynopis, Wydział Mechaniczny, Politechnika Krakowska, 2015.
18. Bachula K.: Interaktywne materiały laboratoryjne. Instrukcja obsługi. Nie publikowany maszynopis, Wydział Mechaniczny, Politechnika Krakowska, 2015.

POSSIBILITY OF USE OF M-LEARNING SUPPORT FOR POSTGRADUATE COURSES IN WELDING

The main aim of the article is to present the possibilities of support postgraduate studies in the field of welding of modern tools for e-learning and m-learning. The article presents the new ways of support for various forms of innovative forms of learning and discusses the application on mobile devices in the area of teaching of welding technologies. The article is based on a case study of the project ‘PIT Mobilne studia podyplomowe we współpracy z przemysłem’ (‘PIT Mobile postgraduate studies in collaboration with industry’), financed by the European Social Fund. It was implemented at the Faculty of Mechanical Engineering of the Cracow in the years 2013-15, and the use of the tools to continue postgraduate studies in subsequent years. The research methods used are: critical analysis of literature sources and the case study of support post-graduate studies in the field of welding by of e-learning and m-learning tools.

Keywords: Postgraduate education, m-learning, welding, learning support.

NAUCZANIE ZARZĄDZANIA BEZPIECZEŃSTWEM INFORMACJI: STANDARDY I SPOSOBY NAUCZANIA

Rafał LESZCZYNA

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

Streszczenie: Pracownicy są najważniejszym ogniwem w ochronie informacji wewnątrz organizacji, gdyż to właśnie oni posiadają regularny dostęp do jej zasobów informacyjnych. Fakt ten jest dobrze rozpoznany przez krajowe oraz międzynarodowe instytucje standaryzujące, które w publikowanych normach zalecają kształcenie, szkolenia i podnoszenie świadomości pracowników jako kluczowy element strategii ochrony informacji przedsiębiorstw. W artykule przedstawiono obowiązujące standardy zarządzania bezpieczeństwem informacji i wskazano miejsca, gdzie definiowane są właściwe polityki, role, odpowiedzialności i działania związane z kształceniem i podnoszeniem świadomości. Następnie zaprezentowano przykład realizacji tych zaleceń w postaci włączenia do programu nauczania Wydziału Zarządzania i Ekonomii Politechniki Gdańskiej przedmiotu „Zarządzanie bezpieczeństwem informacji”. Opisano też doświadczenia i obserwacje wynikające z prowadzenia przedmiotu.

Słowa kluczowe: bezpieczeństwo informacji, cyberbezpieczeństwo, zarządzanie bezpieczeństwem informacji, standardy, nauczanie, podnoszenie świadomości.

1. WPROWADZENIE

Eksperci zajmujący się bezpieczeństwem informacji podzielają stanowisko, że najbardziej krytycznym ogniwem w ochronie informacji wewnątrz organizacji, są jej pracownicy. Kadra pracownicza ma regularny dostęp do zasobów informacyjnych i albo brakuje jej wiedzy niezbędnej do zabezpieczenia tych zasobów albo przeciwnie – wie jak ominąć środki bezpieczeństwa, co w obu przypadkach prowadzi do tego samego rezultatu, jakim jest narażenie aktywów informacyjnych na zagrożenia [1].

Jednocześnie, w większości organizacji środki finansowe przeznaczone na zapewnianie bezpieczeństwa kieruje się wyłącznie na rozwiązania techniczne. Wynika to z faktu, że metody techniczne są dobrze zdefiniowane (a co za tym idzie – łatwiejsze do zrozumienia) i dają złudzenie, że ich zastosowanie rozwiąże wszystkie problemy bezpieczeństwa. Popularne jest przekonanie, że nabycie programu antywirusowego, zapory ogniowej, czy ochrony przed złośliwym oprogramowaniem jest całkowicie wystarczające do zapewnienia bezpieczeństwa informacji [2].

Takie podejście okazuje się jednak nieskuteczne. Badania pokazują, że pomimo rosnących inwestycji w techniczne środki bezpieczeństwa, liczba włamań zgłaszanych w ciągu roku rośnie. Dodatkowo większość

naruszeń bezpieczeństwa spowodowana jest przez osoby z wewnątrz organizacji. Okazuje się, że rozwiązania techniczne nie czynią systemu informacyjnego bardziej bezpiecznym niż działania ludzi, którzy z niego korzystają, bo niewłaściwe praktyki użytkowników są w stanie pokonać nawet najbardziej starannie zaplanowany system zabezpieczeń [2].

Odpowiedzią na te problemy są działania związane z edukacją, szkoleniami i podnoszeniem świadomości wśród pracowników. W ich efekcie, w miejsce dotychczasowej niewielkiej liczby zatrudnionych ekspertów bezpieczeństwa, organizacja, starając się ochronić swoje zasoby informacyjne, zyskuje wsparcie wszystkich pracowników, którzy w wyniku kształcenia stają się świadomi istoty tego działania. Daje to skutek podobny do rozszerzanie działu bezpieczeństwa informacji na całą organizację. Powstaje „ludzka zapora ogniowa”¹, która będzie bardziej efektywna niż jakiegokolwiek rozwiązanie techniczne [2].

Znaczenie edukacji, szkoleń i podnoszenia świadomości jest dziś powszechnie uznane w dziedzinie cyberbezpieczeństwa. Odpowiednie wymagania bezpieczeństwa oraz środki kontrole opisane są w większości, jeśli nie we wszystkich standardach bezpieczeństwa. Liczba inicjatyw edukacyjnych rośnie [1, 3].

W artykule zaprezentowano wymagania bezpieczeństwa informacji i środki kontrolne zidentyfikowane w obowiązujących standardach dotyczących bezpieczeństwa informacji, a następnie przedstawiono przykład nauczania zarządzania bezpieczeństwem informacji na Wydziale Zarządzania i Ekonomii Politechniki Gdańskiej.

2. DEFINICJE

Informacja jest zasobem, który jak inne ważne zasoby biznesowe, stanowi wartość dla organizacji i w związku z tym powinien być odpowiednio chroniony. Bezpieczeństwo informatyczne chroni informację przed szeroką gamą zagrożeń w celu zapewnienia ciągłości działalności biznesowej, ograniczenia strat ekonomicznych

¹ Zapora ogniowa – techniczny środek ochrony, którego działanie, w pewnym uproszczeniu, polega na analizowaniu i filtrowaniu danych przychodzących z różnych źródeł sieci i Internetu.

i maksymalizacji zwrotu inwestycji oraz możliwości biznesowych [4].

Najbardziej powszechna definicja określa *bezpieczeństwo informacji* jako zachowanie jej: poufności (ang. *confidentiality*), integralności (ang. *integrity*) i dostępności (ang. *availability*). Przy czym *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 [5]. Innymi słowy, informacja jest nieuszkodzona, niezniekształcona.

Podnoszenie świadomości bezpieczeństwa to zbiór działań mających na celu promowanie bezpieczeństwa, ustalenie odpowiedzialności oraz dostarczanie pracownikom aktualnych informacji o zagrożeniach i słabościach systemów informacyjnych oraz mających im zapobiec środkach bezpieczeństwa [3]. W efekcie podnoszenia świadomości wszystkie osoby mające dostęp do zasobów informacyjnych są świadome związanych z tym konsekwencji oraz zakresu własnej odpowiedzialności za te zasoby.

Szkolenia z zakresu bezpieczeństwa informacji mają na celu rozwinięcie wiedzy i umiejętności związanych z bezpieczeństwem w ramach kadry organizacji, poprzez wspieranie rozwoju kompetencji i pomaganie personelowi w zrozumieniu i realizowaniu ról oraz funkcji bezpieczeństwa. Najważniejsza różnica między szkoleniami a podnoszeniem świadomości polega na tym, że szkolenia mają na celu wykształcenie umiejętności pozwalających wypełniać określoną rolę w organizacji, natomiast podnoszenie świadomości skoncentrowane jest na zwróceniu uwagi konkretnych osób na określone zagadnienie [3].

Szkolenia z uwzględnieniem ról (ang. *role-based training*) bazują na kursach bezpieczeństwa dopasowanych do określonych potrzeb pracowników, których odpowiedzialność za bezpieczeństwo zasobów informacyjnych w organizacji jest znacząca [3].

Edukacja dotycząca bezpieczeństwa informacji to kształcenie specjalistów i profesjonalistów potrafiących projektować nowe rozwiązania bezpieczeństwa oraz podejmować własną inicjatywę. Edukacja integruje umiejętności i kompetencje z różnych obszarów oraz rozszerza je o interdyscyplinarne studium koncepcji, zagadnień i zasad (technologicznych i społecznych). Z założenia edukacja bezpieczeństwa powinna być częścią wyższej edukacji [3].

3. STANDARDY ZARZĄDZANIA BEZPIECZEŃSTWEM INFORMACJI

Najważniejszym standardem dotyczącym zarządzania bezpieczeństwem informacji (ZBI) jest norma ISO 27001 i związana z nią rodzina standardów ISO 27000 będącymi fundamentalnymi publikacjami, uznanymi na całym świecie. ISO 27001 jest podstawowym standardem ZBI wdrażanym przez organizacje dowolnej wielkości, działające w różnych branżach, sektorach i dziedzinach gospodarki, czy życia społecznego [6]. Najnowsza wersja standardu to ISO 27001:2013 opublikowana w roku 2013 [7]. W Polsce dostępna jest jego spolszczona wersja – PN-ISO/IEC 27001:2014-12 wydana przez Polski Komitet Normalizacyjny [8].

Kolejną grupą publikacji cieszącą się dużym zainteresowaniem jest rodzina standardów i publikacji specjalnych opracowanych przez Narodowy Instytut Standardyzacji i Technologii (ang. *National Institute of Standards and Technology – NIST*). Publikacje te są odpowiedzią na ogłoszenie w 2002 r. w Stanach Zjednoczonych Aktu Zarządzania Bezpieczeństwem Informacji Federalnej (ang. *Federal Information Security Management Act – FISMA*), który nakłada na organizacje państwowe obowiązek ochrony informacji [9]. Publikacje i standardy NIST, choć kierowane do amerykańskich organizacji federalnych, są dziś adaptowane i wdrażane przez organizacje i przedsiębiorstwa na całym świecie.

W literaturze wspomina się również o BS7799, BS ISO/IEC17799:2000, GASPP/GAISP oraz SSE-CMM [10]. Przy czym międzynarodowa norma BS ISO/IEC17799:2000 jest bezpośrednią pochodną brytyjskiego BS7799. W roku 2007 została ona zaadaptowana jako ISO/IEC 27002:2005 [4] i od tego czasu należy do rodziny ISO 27000.

Natomiast GASSP/GAISP (ang. *Generally Accepted Systems/Information Security Principles*) i SSE-CMM (ang. *System Security Engineering Capability Maturity Model*) są raczej zbiorami dobrych praktyk dotyczących bezpieczeństwa informacji.

3.1. Rodzina standardów ISO/IEC 27000

Rodzina ISO/IEC 27000, często określana jako “rodzina standardów zarządzania bezpieczeństwem informacji”, składa się z norm bezpieczeństwa informacji opracowanych wspólnie przez Międzynarodową Organizację Normalizacyjną (ang. *International Organization for Standardization – ISO*) i Międzynarodową Komisję Elektrotechniczną (ang. *International Electrotechnical Commission – IEC*) [11].

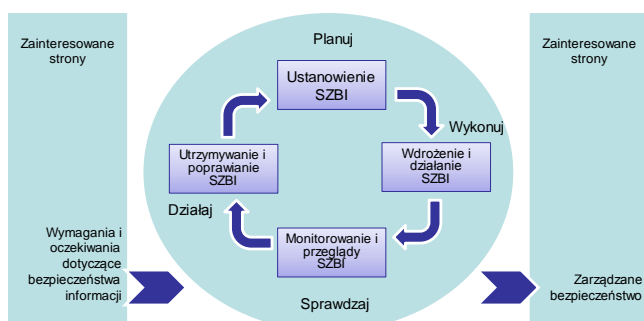
Normy należące do serii ISO/IEC 27000 przedstawiają zalecenia dotyczące dobrych praktyk zarządzania bezpieczeństwem informacji w ramach całościowego Systemu Zarządzania Bezpieczeństwem Informacji - SZBI (ang. *Information Security Management System – ISMS*), analogicznego do systemów zarządzania wykorzystywanych w zapewnianiu jakości (rodzina ISO 9000), czy ochronie środowiska (ISO 14000) [11].

Zakres tematyczny norm jest szeroki i wykracza poza typowe zagadnienia prywatności, poufności, czy technicznych aspektów bezpieczeństwa. Poruszane są obszary bezpieczeństwa fizycznego, osobowego, teleinformatycznego oraz prawnego. Wskazano obszary, które powinny zostać poddane uregulowaniom prawnym.

Zalecenia przedstawione w normach definiowane są w sposób na tyle ogólny, że można je zastosować w organizacjach o dowolnym profilu działalności i dowolnej wielkości. Z tego samego powodu w standardach nie podaje się szczegółowych technicznych wymagań. Organizacje zachęcane są do oceny ryzyka bezpieczeństwa informacji, a następnie do wdrożenia odpowiednich środków kontrolnych wykorzystując normy w zakresie zależnym od potrzeb.

Jak wspomniano wcześniej, sztandarową normą z rodziny ISO/IEC 27000 jest ISO/IEC 27001, gdzie przedstawiono specyfikację Systemu Zarządzania Bezpieczeństwem Informacji (SZBI). System ten oparty jest na podejściu procesowym zgodnie z cyklem Deminga – Planuj–Wykonuj–Sprawdzaj–Działaj (ang. *Plan–Do–Check–Act – PDCA*) przedstawionym na rysunku 1. Podstawą ustanowienia oraz utrzymania SZBI jest określenie metody oraz przeprowadzenie analizy ryzyka. W normie

zdefiniowano cele stosowania zabezpieczeń i zabezpieczenia związane z ustanowieniem, wdrożeniem, eksploatacją, monitorowaniem, przeglądem, utrzymaniem i doskonaleniem SZBI. Kluczowym komponentem standardu jest określenie środków kontrolnych związanych z ustanowieniem i zarządzaniem SZBI, dokumentacją, odpowiedzialnością kierownictwa, wewnętrznymi audytami SZBI, przeglądami SZBI oraz ciągłym doskonaleniem SZBI. Aktualna wersja normy opisuje 114 zabezpieczeń zgrupowanych w 14 obszarach oraz podaje 35 celów stosowania zabezpieczeń i kategorii bezpieczeństwa. Sam sposób wybierania zabezpieczeń zależy od organizacji i powinien być oparty na analizie ryzyka. Wyczerpujący charakter normy pozwala budować SZBI w organizacjach różnej wielkości i z różnych sektorów branżowych. Wdrożone SZBI poddawane są certyfikacji [12].



Rys. 1. Model PDCA zastosowany do procesów SZBI. Źródło: opracowanie własne na podstawie [13]

Certyfikacja polega na przeprowadzeniu zewnętrznego audytu Systemu Zarządzania Bezpieczeństwem Informacji. Realizuje się ją etapami w ramach których dokonywana jest ocena dokumentacji SZBI, przeprowadzane są wywiady dotyczące funkcjonowania systemu w praktyce oraz oceniane jest wdrożenie i skuteczność wybranych zabezpieczeń. W etapie końcowym sporządzane są raporty z audytów, które następnie poddawane są weryfikacji pod względem zakresu i kompletności oceny oraz kwalifikacji audytora. Na tej podstawie podejmowana jest decyzja odnośnie przyznania certyfikatu.

Certyfikat jest ważny przez trzy lata. W okresie tym przeprowadzane są regularne (zazwyczaj coroczne, lub co-sześciomiesięczne) audyty nadzoru. Po upływie trzech lat należy wykonać audyt wznawiający (tzw. *recertyfikację*), mający na celu odnowienie certyfikatu.

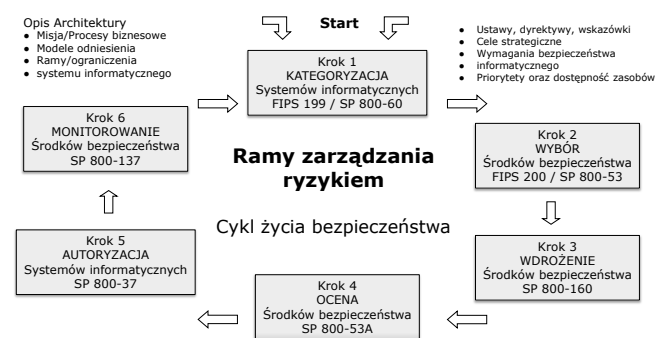
Certyfikację może przeprowadzić dowolna akredytowana organizacja certyfikująca. Organizacja akredytowana to taka której kompetencje w zakresie przeprowadzania certyfikacji zostały potwierdzone. Przykładowe akredytowane jednostki certyfikacyjne działające w Polsce to (w kolejności alfabetycznej): BSI, DNV, ISOQAR, KEMA, TUV Nord, SGS Group.

Certyfikat ISO 27001 jest potwierdzeniem efektywnego wdrożenia i utrzymywania Systemu Zarządzania Bezpieczeństwem Informacji i stanowi gwarancję zachowania bezpieczeństwa danych organizacji oraz jej klientów. Jego uzyskanie skutkuje podniesieniem wiarygodności organizacji i daje zapewnienie, że powierzone dane są w odpowiedni sposób chronione a zarządzanie ich bezpieczeństwem odbywa się w sposób systematyczny i sformalizowany. Certyfikat stanowi również potwierdzenie, że spełnione są wymogi prawne dotyczące bezpiecznego przetwarzania informacji. W efekcie

organizacja zwiększa szanse pozyskania nowych rynków i klientów, otwierając drogę do odbiorców dla których spełnienie określonych norm jest podstawowym warunkiem do rozpoczęcia współpracy.

3.2. Publikacje NIST

W odpowiedzi na wcześniej wspomniany Akt Zarządzania Bezpieczeństwem Informacji Federalnej – FISMA, nakładający na organizacje federalne obowiązek ochrony informacji, NIST opublikowało dwa standardy (FIPS 199 i FIPS 200) oraz szereg tzw. Publikacji Specjalnych (ang. Special Publications), które ze względu na swoje powszechne wykorzystanie nie tylko w Stanach Zjednoczonych, stały się również (de facto) standardami. Publikacje te usytuowane są w tzw. Ramach Zarządzania Ryzykiem (rys. 2). [9]



Rys. 2. Cykl życia bezpieczeństwa informacji w publikacjach NIST. Źródło: opracowanie własne na podstawie [14]

Zasadniczym dokumentem dotyczącym zarządzania bezpieczeństwem informacji jest NIST SP 800-53. Ta Publikacja Specjalna dostarcza wytyczne do wybierania i specyfikowania mechanizmów bezpieczeństwa (ang. *security controls*) dla systemów informatycznych agencji federalnych. Wytyczne dotyczą wszystkich komponentów systemów informatycznych, które przetwarzają, przechowują, bądź transmitują informację federalną [14]. Wytyczne zostały opracowane, aby pomóc we wzmocnieniu bezpieczeństwa systemów informatycznych oraz wspomóc efektywne zarządzanie ryzykiem poprzez:

- zapewnienie zaleceń dotyczących minimalnego zbioru zabezpieczeń, które zapewnią wymagany poziom bezpieczeństwa,
- określenie stabilnego i elastycznego katalogu środków bezpieczeństwa dla systemów informatycznych i organizacji spełniającego współczesne wymagania dotyczące ochrony bezpieczeństwa informacji a także przyszłe wymagania bezpieczeństwa,
- zapewnienie podstawy do prac nad rozwojem metod i procedur oceny efektywności komponentów bezpieczeństwa.

Standard NIST SP 800-53 definiuje komponenty bezpieczeństwa dla trzech poziomów odpowiadających kolejno: systemom i instytucjom o niskiej newralgiczności; systemom i instytucjom o umiarkowanej newralgiczności oraz systemom i instytucjom o wysokiej newralgiczności. Każdy kolejny poziom jest rozszerzeniem poprzedniego.

W publikacji przedstawiono wyczerpującą listę komponentów bezpieczeństwa IT, obejmującą wszelkie obszary zarządzania bezpieczeństwem systemu informatycznego organizacji. NIST SP 800-53 bardzo racjonalnie odnosi się do zagadnień bezpieczeństwa, przedstawiając wymagania możliwe do spełnienia przez

różne organizacje, a jednocześnie wystarczające do zapewnienia dobrego poziomu bezpieczeństwa organizacji. To pewnie z tego powodu, publikacja, pomimo że z założenia dedykowana była amerykańskim agencjom federalnym, znajduje uznanie na całym świecie.

4. EDUKACJA, SZKOLENIA I PODNOSZENIE ŚWIADOMOŚCI W STANDARDACH ZARZĄDZANIA BEZPIECZEŃSTWEM INFORMACJI

Wszystkie wymienione wcześniej standardy i publikacje podkreślają znaczenie działań związanych z edukacją, szkoleniami, czy podnoszeniem świadomości użytkowników. Poniżej przedstawiono wymagania, bądź środki kontrolne dotyczące działalności edukacyjnej, szkoleniowej, czy podnoszenia świadomości w standardach bezpieczeństwa ISO/IEC i NIST.

4.1. ISO/IEC 27001 i 27002

Zabezpieczenie A.7.2.2 ("Uświadamianie, kształcenie i szkolenia z zakresu bezpieczeństwa informacji") zdefiniowane w normie ISO/IEC 27001 nakłada na organizację obowiązek kształcenia oraz przeprowadzania szkoleń i działań uświadamiających wszystkich pracowników, a w szczególnych przypadkach także kontrahentów i (kluczowych) użytkowników zewnętrznych. Powinni oni również regularnie otrzymywać aktualizacje polityk i procedur związanych ze stanowiskiem pracy.

Standard ISO/IEC 27002 zawiera dodatkowe wskazówki dotyczące sposobu wprowadzenia zabezpieczenia A.7.2.2. Zgodnie z nimi, podnoszenie świadomości powinno rozpoczynać się od formalnego wprowadzenia polityk i procedur organizacyjnych oraz od przedstawienia oczekiwań organizacji odnośnie poziomu bezpieczeństwa jej zasobów informacyjnych. Dopiero po tym wprowadzeniu można udzielić pracownikowi dostępu do zasobów informacyjnych organizacji.

Szkolenia powinny dotyczyć wymagań bezpieczeństwa, odpowiedzialności prawnej, czy środków biznesowych, a także poprawnego korzystania z mechanizmów przetwarzania informacji. Podczas szkoleń przedstawia się informacje i dobre praktyki związane z procedurami logowania, korzystaniem z oprogramowania. Szkolenia powinny również podejmować temat postępowania dyscyplinarnego w razie rażącego naruszenia procedur bezpieczeństwa.

Celem podnoszenia świadomości jest wykształcenie wśród pracowników umiejętności samodzielnego rozpoznawania incydentów bezpieczeństwa informacji a następnie reagowania na nie stosownie do roli w organizacji. Przekazywane w ramach podnoszenia świadomości informacje powinny zawierać m.in. charakterystyki znanych zagrożeń, dane osoby kontaktowej w razie wystąpienia incydentu bezpieczeństwa oraz dostępne kanały komunikacyjne.

4.2. NIST SP 800-53

W publikacji NIST SP 800-53 w ramach rodziny AT – "Świadomość i szkolenia" (ang. „*Awareness and Training*”) zdefiniowano cztery środki kontrolne zalecające prowadzenie następujących działań:

1. Tworzenie, dokumentowanie i upowszechnianie polityk i procedur dotyczących szkoleń i podnoszenia świadomości w dziedzinie bezpieczeństwa.

2. Szkolenie użytkowników systemu informacyjnego (w tym członków zarządu, kadry kierowniczej i kontrahentów) w ramach wstępnego szkolenia dla nowych użytkowników, a następnie okresowo.

3. Przeprowadzenie szkolenia opartego na rolach dla personelu z przypisanymi rolami bezpieczeństwa i odpowiedzialnościami – przed zezwoleniem na dostęp do systemu informatycznego lub wykonywania powierzonych obowiązków, a następnie okresowo.

4. Dokumentowanie i monitorowanie szkoleń bezpieczeństwa informacji przebytych przez pracowników organizacji i zarządzanie dziennikiem szkoleń.

Definicja każdego ze środków zawiera dokładny opis, informacje dodatkowe a także możliwe rozszerzenia (jeśli dostępne).

Poza rodziną AT, w NIST SP 800-53 definiuje się także inne środki kontrolne poruszające zagadnienia edukacji, szkoleń i podnoszenia świadomości w dziedzinie bezpieczeństwa.

PM-13 „Pracownicy bezpieczeństwa informacji” (ang. „*Information security workforce*”) wymaga ustanowienia programu rozwoju i kształcenia pracowników w zakresie bezpieczeństwa informacji.

PM-14 „Testowanie, szkolenia i monitorowanie” (ang. „*Testing, training and monitoring*”) kładzie nacisk na przeprowadzanie w ramach organizacji oraz koordynowanie testów, szkoleń i monitorowania z zakresu bezpieczeństwa. Informacją wejściową dla tych działań powinny być wyniki aktualnie przeprowadzonych ocen zagrożeń i podatności systemu informacyjnego organizacji.

CP-3 „Przygotowanie na nieprzewidziane zdarzenia” (ang. „*Contingency training*”) i IR-2 “Szkolenia z reagowania na incydenty” (ang. “*Incident response training*”) nakładają na organizację wymóg przeprowadzania szkoleń dotyczących gotowości na nieprzewidziane incydenty bezpieczeństwa oraz sposobów reagowania na nie.

SA-16 “Szkolenia przeprowadzone przez twórców oprogramowania” (ang. “*Developer-provided training*”) zaleca przeprowadzanie szkoleń dla użytkowników systemu prowadzonych przez jego twórców, z zakresu prawidłowego korzystania z funkcji i mechanizmów bezpieczeństwa, wbudowanych w oprogramowanie.

5. PRZYKŁAD: NAUCZANIE ZARZĄDZANIA BEZPIECZEŃSTWEM INFORMACJI NA WYDZIALE ZARZĄDZANIA I EKONOMII POLITECHNIKI GDAŃSKIEJ

Rozpoznając znaczenie podnoszenia świadomości w dziedzinie bezpieczeństwa informacji w przedsiębiorstwach i organizacjach, do programu nauczania studentów Wydziału Zarządzania i Ekonomii Politechniki Gdańskiej włączono w roku 2010 przedmiot „Zarządzanie bezpieczeństwem informacji”. Celem przedmiotu jest zapoznanie studentów z podstawami i głównymi koncepcjami zarządzania bezpieczeństwem informacji, ze szczególną uwagą poświęconą cyklowi życia zarządzania bezpieczeństwem.

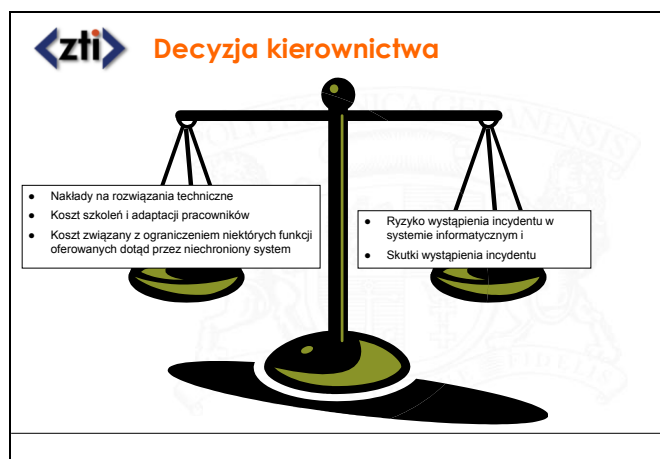
Formuła przedmiotu została opracowana w taki sposób, aby podczas ćwiczeń laboratoryjnych, studenci pracując w grupach, przechodzili przez kolejne etapy cyklu życia zarządzania bezpieczeństwem informacji, począwszy od wyboru przedsiębiorstwa będącego podstawą dalszych analiz, poprzez szacowanie ryzyka i kosztu, kończąc na wyborze właściwych zabezpieczeń i środków kontrolnych

(zarówno technicznych, ale przede wszystkim zarządczych i fizycznych). Zajęcia laboratoryjne poprzedzone są wykładem, którego zadaniem jest dostarczenie wiedzy potrzebnej na laboratorium. Przedmiot składa się z piętnastu godzin wykładu i trzydziestu godzin laboratorium.

5.1. Wykład

Treść wykładu jest następująca:

- Wprowadzenie: kontekst bezpieczeństwa informacji, gospodarka oparta na wiedzy, wzrost liczby i złożoności ataków, problemy i wyzwania bezpieczeństwa, infrastruktury krytyczne, organizacje NIST, ISO i IEC, wymogi prawne, definicje podstawowych pojęć
- Koszt zarządzania bezpieczeństwem informacji w przedsiębiorstwie: uzasadnienie, główne przesłanki w procesie podejmowania decyzji o wprowadzeniu systemu zarządzania bezpieczeństwem informacji przez kierownictwo (rys. 3), zapotrzebowanie na metody oceny kosztów bezpieczeństwa, przegląd istniejących metod
- System Zarządzania Bezpieczeństwem Informacji (SZBI): wyjaśnienie, cykl życia
- Standard ISO/IEC 27001: podstawowe cechy normy, SZBI, model PDCA (cykl Deminga, rys. 1), szczegółowe wytłumaczenie czterech faz cyklu życia SZBI, Załącznik A – cele stosowania zabezpieczeń oraz zabezpieczenia, wyjaśnienie na przykładzie sposobu definiowania zabezpieczeń w normie
- NIST Special Publication 800-53: rodzaje dokumentów NIST (standardy, publikacje specjalne, inne), partnerzy i konsultanci NIST, cele NIST SP 800-53, środki kontrolne, wyjaśnienie na przykładzie sposobu opisu środków kontrolnych w normie, zbiory podstawowe środków, ramy zarządzania bezpieczeństwem (rys. 2), standardy FIPS 199 i 200
- Proces zarządzania bezpieczeństwem informacji zgodny z ISO/IEC 27001 i NIST SP 800-53
- Polityka bezpieczeństwa informacji
- Zagrożenia bezpieczeństwa: opisy i klasyfikacje



Rys. 3. W ramach wykładu wyjaśniane są główne przesłanki w procesie podejmowania decyzji o wprowadzeniu systemu zarządzania bezpieczeństwem informacji przez kierownictwo.

Źródło: opracowanie własne

- Zarządzanie ryzykiem: wprowadzenie, podstawowe pojęcia (ryzyko, zagrożenie, podatność itp.), ramy, metodyki i standardy, metody analizy ryzyka, szczegółowe przedstawienie uproszczonej metody jakościowej szacowania ryzyka
- Zabezpieczenia techniczne: zapory ogniowe, kryptografia, identyfikacja i uwierzytelnianie, kontrola dostępu, systemy wykrywania włamań
- Bezpieczeństwo fizyczne, bezpieczeństwo pracowników, szkolenia i podnoszenie świadomości

5.2. Laboratorium

Praca laboratoryjna stanowi rdzeń przedmiotu zarządzanie bezpieczeństwem informacji. Ćwiczenia prowadzone są równoległe do wykładu, ale z pewnym opóźnieniem, tak, aby studenci zostali wcześniej wprowadzeni do każdego tematu. Jest to możliwe, ponieważ w pierwszym etapie studenci powinni najpierw utworzyć trzysobowe grupy, a następnie każda z grup wybiera istniejące bądź odpowiednio przygotowane – fikcyjne – przedsiębiorstwo, w odniesieniu do którego będą przeprowadzane dalsze analizy.

Następnie przedsiębiorstwo powinno zostać przeanalizowane z punktu widzenia bezpieczeństwa, aby między innymi umożliwić oszacowanie skutków zagrożeń. Z tego powodu w pierwszej kolejności należy przedstawić i przeanalizować model biznesu oraz funkcjonowanie przedsiębiorstwa, gdyż w zależności od tego, niektóre zasoby informacyjne są bardziej, a inne mniej – ważne. Studenci opisują misję, cele, strukturę organizacyjną oraz główne obszary działalności przedsiębiorstwa. Następnie analizują jego system informacyjny, opisują je i tworzą diagramy. Wyniki umieszczane są w raportach. Ta część wprowadzająca trwa trzy tygodnie (dwie godziny tygodniowo). W międzyczasie studenci uczestniczą w wykładzie na temat zagadnień niezbędnych do przeprowadzenia dalszych studiów (w tym przypadku – szacowania kosztu).

Przez kolejne dwa tygodnie studenci szacują koszt zarządzania bezpieczeństwem informacji w przedsiębiorstwie. W tym celu określają wartości wskaźników charakteryzujących przedsiębiorstwo, takich jak liczba użytkowników, liczba pracowników bezpieczeństwa, czy wskaźnik przyjęć (rys. 4). Następnie wprowadzają te dane do arkusza kalkulacyjnego, aby otrzymać wyniki oszacowań. Wyniki te poddawane są analizie, a wnioski oraz powiązane dane przedstawiane w raporcie.

Następną częścią ćwiczeń laboratoryjnych jest szacowanie ryzyka. Studenci identyfikują zasoby informacyjne w organizacji, opisują je i oceniają skutek naruszeń poufności, integralności i dostępności tych zasobów. Każda grupa studentów analizuje dostępne listy i klasyfikacje zagrożeń bezpieczeństwa informacji i na ich podstawie przygotowuje własną listę zagrożeń adekwatną do ich przedsiębiorstwa. Następnie dla sześciu zasobów, wybranych w oparciu o wcześniej ustalone i uzasadnione kryteria, studenci oceniają prawdopodobieństwa zagrożeń i określają wielkość ryzyka (rys. 5). Jak dla każdego etapu pracy laboratoryjnej, wyniki umieszczane są w raporcie.

	A	B	C	D	E	F
1	Liczba użytkowników		13			
2	Liczba pracowników bezpieczeństwa IT		1			
3	Wskaźnik przyjeść		0%			
4	Wskaźnik odejść		0%			
5	Wskaźnik przemieszeń		30%			
6	Wskaźnik wykorzystania urządzeń mobilnych		53%			
7	Szacunkowa liczba osób spoza organizacji mających dostęp do systemu		0			
9	Centra kosztów	Przeciętna stawka godzinna wynagrodzenia brutto [euro]	Przeciętny narzut podatku, składek i potrąceń	Przeciętne na liczbę godzin w roku	Przeciętne na podstawie	
10	Pracownicy bezpieczeństwa IT	18,5	30,00%	2000	analista systemista	
11	Administracja IT	18,5	30,00%	2000	inżynier administrator	
12	Pracownicy działu zarządzania kadrami	17	30,00%	2000	specialista amministrazione del personale	
13	Użytkownicy	16,5	30,00%	2000	contabile	
14	Kierownicy lub członkowie zarządu	40	30,00%	2000	direttore	
15	Pracownicy ochrony	14,25	30,00%	2000	specialista ambiente e sicurezza	
16	Pracownicy ochrony - strażnicy	15,5	30,00%	2000	magazziniere	
17	Pracownicy jednostki budżetowania i kontroli finansów	17	30,00%	2000	responsabile acquisti	
18	System informatyczny	0				

Rys.4. Szacując koszt bezpieczeństwa informacji studenci wprowadzają do arkusza kalkulacyjnego wskaźniki charakteryzujące przedsiębiorstwo. Źródło: opracowanie własne

Kiedy studenci mają świadomość kontekstu bezpieczeństwa ich organizacji, znają możliwe zagrożenia i ich wpływ na działalność biznesową przedsiębiorstwa, oraz potrafią usystematyzować zasoby informacyjne w oparciu o powiązane ryzyka – są gotowi do przygotowania polityki bezpieczeństwa. Wynikowy dokument polityki bezpieczeństwa powinien powstać na bazie wcześniejszych analiz oraz analizy dostępnych publikacji tego typu.

Ćwiczenia laboratoryjne kończą się wyborem zabezpieczeń lub środków kontrolnych zgodnych ISO/IEC 27001 lub NIST SP 800-53. Studenci muszą uzasadnić swój wybór standardu oraz wybrać środki ochrony dla sześciu zasobów informacyjnych wyłonionych w ramach szacowania ryzyka. Następnie opisują te środki, bądź przedstawiają i uzasadniają fakt niewybrania środków z danej kategorii. Każda grupa przygotowuje nowy diagram systemu informacyjnego, uzupełniony o zabezpieczenia techniczne. Na koniec studenci przedstawiają własne wnioski i obserwacje.

Aby zaliczyć przedmiot, studenci powinni uczestniczyć we wszystkich pięciu częściach laboratorium, wykonać związane z nimi prace i przedstawić poprawne raporty. Oprócz tego muszą uzyskać pozytywny wynik ze sprawdzianu wiedzy opartego na pytaniach testowych oraz otwartych.

6. WNIOSKI KOŃCOWE

Rozpoznając kluczową rolę pracowników w ochronie bezpieczeństwa informacji przedsiębiorstw i organizacji, standardy ISO/IEC 27001 i NIST SP 800-53 zalecają stworzenie programów kształcenia, szkoleń i podnoszenia świadomości w dziedzinie bezpieczeństwa, które definiują właściwe polityki, role, odpowiedzialności i działania. Te ostatnie mogą obejmować bezpośrednią lub pośrednią komunikację oraz działania kierownictwa w celu zwrócenia uwagi pracowników na zagrożenia bezpieczeństwa (podnoszenie świadomości), wykształcenie określonych umiejętności związanych z ochroną informacji (szkolenia), czy też długoterminowe i interdyscyplinarne studia najczęściej prowadzone w szkołach wyższych (edukacja).

	A	B	C	D	E	F
11	Zasób: Bazy danych klientów			Utrata dostępności		Utrata
12	Bezpieczeństwo	Skutek	Prawdopodobieństwo	Ryzyko		Utrata
13	Kradzież danych	4	4	3	12	Utrata
14	Phishing	4	4	3	12	Utrata
15	Utrata danych	4	4	4	16	Utrata
17	Zasób: Bankowy System Wymiany Informacji			Utrata poufności		Utrata
18	Bezpieczeństwo	Skutek	Prawdopodobieństwo	Ryzyko		Utrata
19	Atak typu DoS	2	2	2	4	Utrata
20	SPAM	2	2	1	2	Utrata
21	Niedostateczna znajomość systemów / programów	2	2	2	4	Utrata
22	Zasób: Bankowy System Wymiany Informacji			Utrata integralności		Utrata
23	Bezpieczeństwo	Skutek	Prawdopodobieństwo	Ryzyko		Utrata
24	Atak typu DoS	2	2	4	8	Utrata
25	SPAM	2	2	1	2	Utrata
26	Niedostateczna znajomość systemów / programów	2	2	3	6	Utrata
27	Zasób: Bankowy System Wymiany Informacji			Utrata dostępności		Utrata
28	Bezpieczeństwo	Skutek	Prawdopodobieństwo	Ryzyko		Utrata
29	Atak typu DoS	3	3	3	9	Utrata
30	SPAM	3	3	1	3	Utrata
31	Niedostateczna znajomość systemów / programów	3	3	1	3	Utrata
32						
33	Zasób: Dane o operacjach			Utrata poufności		Utrata
34	Bezpieczeństwo	Skutek	Prawdopodobieństwo	Ryzyko		Utrata
35	Kradzież danych	3	3	3	9	Utrata
36	Szpiegostwo	3	3	3	9	Utrata
37	Niedostateczne bezpieczeństwo fizyczne	3	3	2	6	Utrata
38	Zasób: Dane o operacjach			Utrata integralności		Utrata

Rys.5. Określając wartości ryzyka studenci oceniają skutek naruszeń poufności, integralności i dostępności zasobów oraz prawdopodobieństwa zagrożeń. Źródło: opracowanie własne

Doświadczenia związane z prowadzeniem przedmiotu zarządzanie bezpieczeństwem informacji na Wydziale Zarządzania i Ekonomii Politechniki Gdańskiej wskazują na kluczową rolę zajęć praktycznych w nauczaniu zagadnień związanych z ochroną informacji w organizacjach. Wyniki sprawdzianów wiedzy pokazują, że studenci chętniej odnoszą się do wiedzy oraz doświadczeń uzyskanych podczas pracy w laboratorium, niż do wiedzy teoretycznej przedstawianej na wykładzie. Widać to na podstawie przykładów podawanych przez studentów w celu zilustrowania odpowiedzi. Przedmiot prowadzony jako połączenie zajęć laboratoryjnych z wykładem (z naciskiem na te pierwsze) daje więc większe szanse uzyskania pozytywnych rezultatów ocen wiedzy przyswojonej przez studentów, a co za tym idzie – wyższy poziom świadomości znaczenia zagadnień bezpieczeństwa informacji w przedsiębiorstwach.

Przedmiot zarządzanie bezpieczeństwem informacji został wprowadzony do programu nauczania Wydziału Zarządzania i Ekonomii ponieważ znaczna część jego absolwentów obejmie w przyszłości kierownicze lub administracyjne stanowiska i będzie miało bezpośredni wpływ na kształt cyberbezpieczeństwa w organizacjach. W dzisiejszych czasach, przy powszechnym wykorzystaniu Internetu i systemów informacyjnych przez przedsiębiorstwa oraz lawinowo rosnącej liczbie i złożoności ataków, taki podstawowy kurs powinien być wprowadzony do programów wszystkich szkół wyższych o podobnym profilu.

7. BIBLIOGRAFIA

1. Hight S. D.: The importance of a security, education, training and awareness program, 2005.
2. Motorola: The User Role in Information Security, 2010.
3. Bowen P., Hash J., Wilson M.: NIST SP 800-100 Information Security Handbook: A Guide for Managers, 2006.
4. ISO/IEC: ISO/IEC 27002:2005: Information technology — Security techniques — Code of practice for information security management, 2005.
5. ISO/IEC: ISO/IEC 27005:2011: Information technology — Security techniques — Information security risk management, 2011.
6. Humphreys E.: Information security management system standards, Datenschutz und Datensicherheit - DuD 35, 2011, s. 7–11.

7. ISO/IEC: ISO/IEC 27001:2013: Information technology – Security techniques – Information security management systems – Requirements, <http://shop.bsigroup.com/ProductDetail/?pid=000000000030313534>, 2013.
8. Polski Komitet Normalizacyjny: PN-ISO/IEC 27001:2014-12: Technika informatyczna — Techniki bezpieczeństwa — Systemy zarządzania bezpieczeństwem informacji — Wymagania, 2014.
9. Ross R., Katzke S., Toth P.: The New Fisma Standards and Guidelines Changing The dynamic of Information Security for the Federal Government. In: MILCOM 2005 - 2005 IEEE Military Communications Conference. pp. 1–7. IEEE 2005.
10. Siponen M., Willison R.: Information security management standards: Problems and solutions, *Inf. Manag.* 46, 2009, s. 267–270.
11. ENISA: Protecting Industrial Control Systems - Recommendations for Europe and Member States, ENISA 2011.
12. Humphreys E.: Information security management standards: Compliance, governance and risk management, *Inf. Secur. Tech. Rep.* 13, 2008, s. 247–255.
13. Polski Komitet Normalizacyjny: PN-ISO/IEC 27001:2007: Technika informatyczna — Techniki bezpieczeństwa — Systemy zarządzania bezpieczeństwem informacji — Wymagania, 2007.
14. National Institute of Standards and Technology (NIST): NIST SP 800-53 Rev. 4 Recommended Security Controls for Federal Information Systems and Organizations, U.S. Government Printing Office 2013.

TEACHING INFORMATION SECURITY MANAGEMENT: STANDARDS AND PRACTICE

Security experts agree that people are the critical factor in protection of organisations' cyber assets. The end-users access the assets on a regular basis and in most cases either they lack the security knowledge necessary to protect them or they know how to avoid protection mechanisms – in both cases the result is the same, namely the exposure of the cyber assets to threats.

At the same time the majority of organisations concentrate their information security budget on technical solutions. This is because technical methods are well-defined (thus – comprehensible) and give an illusion that when applied all security issues will be solved. Acquire a “box” – an anti-virus, a firewall or an anti-malware – install it, and consider the problem solved.

This approach tends however to be ineffective. Surveys show that despite the gradually increasing investments in technical controls the number of intrusions reported annually also continues to rise. Interestingly, there are reports claiming that the majority of breaches were caused by insiders. Technical solutions cannot make a network more secure than activities of people who use it, because poor user practices overcome the even the most carefully planned security system.

Educating and raising security awareness among personnel is like expanding the information security department into the whole organisation. Instead of few security experts trying to protect the network, security manager has at his/her support each employee of the organisation taking care of the security interests of the company. This establishes some sort of a “human firewall” that will be very likely more efficient than a technical solution, and in contrast to it, able to recognise unknown, previously undetected threats.

The importance of Security Education, Training and Awareness (SETA) is today widely recognised in the cybersecurity domain. The relevant security requirements and controls are described in majority if not all of security standards. The number of SETA initiatives continues to grow.

In this paper security requirements and controls in the information security management standards are presented, followed by the description of an example of their realisation: teaching information security management at the Faculty of Management and Economics of Gdańsk University of Technology.

Keywords: information security, cybersecurity, information security management, standards, education, awareness raising.

III Konferencja

eTechnologie w Kształceniu Inżynierów eTEE'2016

Akademia Górniczo-Hutnicza im. Stanisława Staszica w Krakowie, 11 kwietnia 2016

KSZTAŁCENIE W ZAKRESIE PODSTAW ELEKTRONIKI WSPOMAGANE TECHNIKAMI E-LEARNINGOWYMI

Witold MACHOWSKI, Piotr DZIURDZIA, Jacek KOŁODZIEJ, Jacek STĘPIEŃ

AGH Akademia Górniczo-Hutnicza im. Stanisława Staszica w Krakowie, Wydział Informatyki, Elektroniki i Telekomunikacji, Katedra Elektroniki
tel.: +48 12 617 2758 e-mail: witold.machowski@agh.edu.pl

Streszczenie: W artykule przedyskutowano kilkuletnie doświadczenia uzyskane podczas pilotażowego programu nauczania przedmiotów "Układy elektroniczne I i II" oraz „Symulacja układów elektronicznych” wprowadzonego przy uruchomieniu programu kształcenia w języku angielskim "Electronics and Telecommunications". Przedstawiona zostanie również koncepcja rozszerzenia technik e-usługowych na zdalne pomiary rzeczywistych układów elektronicznych pozwalających na wirtualny udział w zajęciach klasycznego laboratorium studenckiego np. studentom z ograniczeniami ruchowymi. Koncepcja ta była przedmiotem projektu o akronimie "WILISEK" (Wirtualne laboratorium systemów elektronicznych) złożonego na konkurs w ramach Małopolskiego Regionalnego Programu Operacyjnego na lata 2007-2013.

Słowa kluczowe: podstawy elektroniki, techniki symulacyjne, e-learning.

1. WPROWADZENIE

Obecnie coraz częściej wyrażany jest pogląd o nikłej wartości techniki analogowej (teoria obwodów, elementy, układy i systemy elektroniczne) w programach kształcenia inżynierów branży ICT. Myślą tak nie tylko studenci, ale także - choć może w mniej ostentacyjnej formie - część ich mentorów, nawet tych odpowiedzialnych za ich kształcenie. Takie podejście wynika w głównej mierze z ustawicznie rozwijającego się stanu techniki i oczekiwań, że programy studiów, aby objąć najnowsze osiągnięcia branży, muszą siłą rzeczy zostać „odchudzone” o elementy bezpośrednio mniej użyteczne, bo we współczesnej elektronice dominuje technika cyfrowa. Tym niemniej na przykład przy przesyłaniu danych cyfrowych, niezależnie od medium transmisyjnego wraz ze zwiększającymi się prędkościami transmisji zawsze w głębszej analizie pojawią się zjawiska przypominające o analogowej w istocie strukturze otaczającej nas rzeczywistości. W terminologii angielskiej jest to oddane trafnie w postaci stwierdzenia „*digital goes analog*” i dlatego dobrze wykształcony inżynier branży elektrycznej, elektronicznej, telekomunikacyjnej i teleinformatycznej powinien dobrze rozumieć technikę analogową.

Każdy, kto prześledzi katalogi kursów oferowanych przez wydziały inżynierii elektrycznej i komputerowej (w świecie anglosaskim bardzo często *Electrical Engineering* jest łączone z *Computer Science* tworząc akronim EECS) czołowych uniwersytetów czy politechnik z

pewnością dostrzeże jak istotnym elementem oferty akademickiej są przedmioty w naszej rzeczywistości często ignorowane. Co więcej bardzo często autorami takich prowadzonych na dość elementarnym poziomie kursów są profesorowie o uznanym międzynarodowo dorobku naukowym. Będące owocem podjęcia takich wyzwań edukacyjnych podręczniki [1-4] uzupełniają wcześniejszy dorobek publikacyjny autorów, znanych czasami, jako twórcy znacznie bardziej zaawansowanych tematycznie monografii [5-7] czy też artykułów w czasopismach i wystąpienia konferencyjnych. Można tu dostrzec pewną analogię historyczną do misji R. Feynmana, który jako uznany naukowiec (kandydat do nagrody Nobla) na początku lat sześćdziesiątych ubiegłego wieku zdecydował się, ku zaskoczeniu środowiska, na wykładanie podstaw fizyki studentom kursów wstępnych na California Institute of Technology. Rezultatem tych wykładów jest najpopularniejszy chyba trzytomowy podręcznik fizyki [8], który pomimo upływu ponad pięćdziesięciu lat zachwyca swoją świeżością i zgodnie z przeczuciem samego autora, przypominanym we wstępie do nowszych wydań – jest jego swoistym „pomnikiem”. Analogia z Richardem Feynmanem jest też innego rodzaju – Leopold Infeld scharakteryzował go w przedmowie do [8] jako typ wykładowcy, który nie epatuje słuchaczy postawą „patrzcie, jaki jestem mądry”, ale potrafi przybliżyć złożoną tematykę zdając się mówić „patrzcie, jakie to proste”. To uczucie towarzyszyło nam, gdy z uwagi na otwieranie studiów w języku angielskim dla kierunku Elektronika i Telekomunikacja, zaczęliśmy poszukiwać odpowiedniej do zarekomendowania studentom literatury przedmiotu w tymże języku. Bo pomimo faktu, że większość studentów kierunku Electronics and Telecommunications to Polacy, którym w praktyce można polecić dostępne i zalecane pozycje krajowego piśmiennictwa, wśród słuchaczy kursu rokrocznie są osoby nieposługujące się naszym językiem - albo odbywające regularne studia na naszej uczelni, albo przebywający w niej czasowo, w ramach różnych programów międzynarodowej wymiany studentów.

Podręczniki takie jak [1-4] nie mają niestety wśród znanych nam pozycji odpowiedników napisanych w języku polskim. Większość krajowych pozycji jest przeładowana złożonymi wzorami, będącymi wprawdzie wynikiem poprawnej analizy modelu matematycznego, ale o nikłej wartości praktycznej, niebudującej intuicji, ani

wspomagającej zrozumienia problemu. Allen i Holberg słusznie zauważają [9] „*one of the difficulties with straightforward algebraic analysis is that often the answer, while correct, is meaningless*”.

2. IDENTYFIKACJA I ANALIZA PROBLEMÓW

W nauczaniu fizycznych podstaw elektroniki jak mało gdzie indziej sprawdza się paradygmat "*learning by doing*" jako najlepsze podejście edukacyjne, tkwiące swoimi korzeniami w myśli konfucjańskiej Xun Kuanga, a często też przypisywane Benjaminowi Franklinowi - "*Tell me and I forget, teach me and I may remember, involve me and I learn*".

Nawet stosunkowo nieskomplikowane struktury połączeniowe pojedynczych prostych elementów tworzą układy o złożonych właściwościach, które student powinien poznać przede wszystkim w sposób intuicyjny i praktyczny. Niestety w obecnych realiach wszechobecnego trendu redukcji kosztów obsługi technicznej zauważalnym staje się zanik (czasem całkowity) demonstracji podczas wykładów – nawet fizyki, podczas gdy starsze podręczniki podstaw elektroniki (np. [9]) demonstracje takie uważają za oczywistość, skoro na końcu każdego rozdziału zawierają sugestie dla przygotowujących i przeprowadzających pokazy wykładowe.

Osobnym problemem są zajęcia laboratoryjne, bez których wszelkie zagadnienia omawiane na wykładach czy opisywane w studiowanych podręcznikach są absolutną abstrakcją, co powoduje, efekt zamkniętego koła – student nie rozumie podstawowych zjawisk, dlatego brak zrozumienia pogłębia się wraz z wchodzeniem w zagadnienia bardziej zaawansowane. Prowadzić to może i najczęściej prowadzi do mniejszego lub większego zniechęcenia i podchodzenie do przedmiotów związanych z techniką analogową tylko i wyłącznie jako formalnej uciążliwości związanej z koniecznością ich zaliczenia. Przy powszechnym stosowaniu prostych w poprawianiu testów, jako wygodnej formy egzaminacyjnej często zdarza się, że studenci, pomimo formalnego zaliczenia przedmiotu nie wynoszą zakładanych efektów kształcenia, co odbija się później negatywnie na zrozumieniu i korzystaniu z przedmiotów bardziej zaawansowanych.

Z drugiej strony uważny obserwator życia akademickiego z przykrością przyzna, że gorzkie (przynajmniej w obszarze techniki) owoce przyjęcia kilka lat temu systemu bolońskiego mają co najmniej kilka przyczyn. Jedną jest niewątpliwie coraz słabszy poziom wiedzy matematyczno-fizycznej absolwentów szkół średnich, niezbędnej przecież dla studiowania kierunków technicznych. Drugą - niż demograficzny wśród roczników potencjalnych studentów, duża liczba szkół wyższych – publicznych i prywatnych, walczących o kandydatów w sposób będący już przedmiotem skeczy kabaretowych. Ale nauczyciele akademicy z dłuższym stażem muszą także przyznać uczciwie, że reorganizacja studiów i reforma programowa z tym faktem związana, nie jest w praktyce tak gruntowna, jak powinno to wynikać z jej podstawowych założeń. W wielu przypadkach to, co dawniej było realizowane w dwu- a nawet trysemestralnych cyklach, niejednokrotnie - bez istotnych redukcji treści - próbuje się wtłoczyć w przedmiot prowadzony przez jeden semestr w wymiarze 3 godzin tygodniowo. Nie chodzi to o ocenę tego zjawiska, tylko samo stwierdzenie faktu. Zjawisko można bowiem zrozumieć – przedmioty podstawowe są

prowadzone dla zazwyczaj bardzo dużych grup studenckich, nauczanie poszczególnych przedmiotów, a nawet ich układ i nazewnictwo mają tradycję sięgającą czasem dziesięcioleci i wobec licznej i zmieniającej się obsady kadrowej – zwłaszcza dla zajęć laboratoryjnych odbywanych w ramach przygotowanych stanowisk i ściśle opracowanych instrukcji typu „krok-po-kroku” a nawet przygotowanych formularzy sprawozdań z pomiarów nie jest sprawą prostą i każda rewolucyjna zmiana wymaga tu daleko posuniętej ostrożności i rozwagi.

3. EKSPERYMENT NA MAŁEJ GRUPIE

Dobłą okazją do gruntownych systemowych zmian programu i zasad odbywania laboratorium z przedmiotu „Analog Electronic Circuits I” było uruchomienie w 2010 roku naboru na kierunek „Elektronika i Telekomunikacja” prowadzony w całości w języku angielskim. Jest on dotąd jednym z dwu (obok „Mechatroniki”) programów inżynierskich prowadzonych w języku obcym na Akademii Górniczo-Hutniczej, a jednym z motywów jego uruchomienia było stworzenie oferty dydaktycznej dla zagranicznych studentów przyjeżdżających w ramach programów wymiany – przede wszystkim ówczesnego programu Erasmus, gdyż odnotowywano wyraźny brak równowagi pomiędzy liczbą studentów wysyłanych w jego ramach na europejskie uniwersytety a liczbą studentów stamtąd przyjmowanych. Oczywiście trzon stanowić mieli studenci rekrutowani w ramach normalnego naboru, a zatem przyjmowanie pojedynczych studentów zagranicznych na poszczególne przedmioty nie generuje żadnych dodatkowych kosztów. W pierwszym roku rekrutacji przyjęto około 30 osób, z czego pierwszy rok zaliczyło mniej więcej 60% przyjętych. Grupa około dwudziestu osób jest w sam raz populacją, na której można wdrażać programy pilotażowe, zatem autorzy artykułu, którzy zostali odpowiedzialnymi za zajęcia ze wspomnianego przedmiotu, przy słabo wyrażanym sprzeciwie ówczesnego kierownictwa Katedry Elektroniki zaryzykowali dość istotne zmiany tak w zakresie treści jak i formy zajęć.

Podstawowym było urealnienie zakresu materiału. Po wyborze [1] jako rekomendowanego podręcznika i dokładnym przeglądzie treści, ze zdumieniem stwierdziliśmy, że zawiera on materiał na dwusemestralny kurs podstaw mikroelektroniki. Ale dokładniejsze przyjrzenie się dostępnym za pośrednictwem Internetu repozytoriom zasobów dydaktycznych (np. [10]) pozwala stwierdzić, że trzydzieści półtoragodzinnych wykładów pokrywa tylko część materiału podręcznika (choć należy uczciwie przyznać, że obejmuje on też zagadnienia poruszane w ramach odrębnego w AGH przedmiotu „Elementy elektroniczne”), a sama jego zawartość „układowa” jest skromniejsza niż w podręcznikach od lat rekomendowanych studentom analogicznego kursu prowadzonego w języku polskim. Czy zatem nasi studenci są znacząco lepiej przygotowani i zdecydowanie zdolniejsi w przyswajaniu nowej wiedzy niż ich koledzy z Cal - uniwersytetu należącego do pierwszej dwudziestki światowych rankingów?

Drugim zagadnieniem był sposób wykładania i układ treści. Fascynacja (głównie ze strony wykładowców) możliwościami środków wizualnych, kusząca tym bardziej, że dla większości podręczników zagranicznych znajdujących się w sprzedaży, zarejestrowani użytkownicy o statusie nauczyciela akademickiego mogą uzyskać dostęp do

towarzyszących książce „*companion sites*” oferującym między innymi komplety slajdów w formacie Powerpoint trwa jednak krótko. Sam autor [1] przygotował taki komplet materiałów uzupełniających, w zawartej w książce przedmowie kierowanej do wykładowców apeluje jednak o rozważenie wszelkich za- i przeciw- slajdom i tablicy. Deklaruje przy tym własne zdanie, według którego „*good old blackboard is still the best medium for teaching undergraduate microelectronics*”. Własne doświadczenia z przestrzeni pięciu ostatnich lat pozwalają nam podzielić to przekonanie w całej rozciągłości, głównie dlatego, że konieczność wykonywania przez studentów notatek z wykładu jest formą aktywizującą.

W stosunku do układu treści, po pominięciu rozdziałów związanych z przyrządami półprzewodnikowymi, zdecydowano się na istotną zmianę kolejności wykładu. Podręcznik Razaviego [1] wciela na swój sposób naturalny sposób narracji przyjmując kolejność prezentacji od szczegółu do ogółu (ang. *Bottom-Up*). Z grubsza rzecz biorąc polega to na omawianiu układów w kolejności ich złożoności topologicznej – poczynając od najprostszych struktur jedno-tranzystorowych przez elementarne bloki funkcjonalne do złożonych układów i systemów. Alternatywnym i coraz powszechniejszym w wielu programach i podręcznikach jest system od ogółu do szczegółu (ang. *Top-Down*) [2-4] gdzie najpierw rozważa się funkcjonalność bloku a dopiero później – jego implementację układową. W przełożeniu na konkrety omawianego przedmiotu – różnica pomiędzy tymi dwoma podejściami sprowadza się do tego, czy student najpierw zaznajamia się ze wzmacniaczem operacyjnym a w następnej kolejności ze wzmacniaczami z pojedynczym tranzystorem, czy też na odwrót. Wybór pierwszej opcji, był podyktowany przede wszystkim analizą wcale nie hipotetycznej sytuacji studenta, nieobebranego wcześniej z układami elektronicznymi a przekraczającego próg laboratorium.

W laboratorium wyposażonym w prawidłowo zaprojektowane i wszechstronnie przebadane modele podstawowych układów – jak na przykład opisane w [11] student uczestniczy dość biernie. Naszym celem była istotna aktywizacja studenta podczas zajęć laboratoryjnych, przy czym na obecnym etapie koncepcja laboratorium, jako warsztatu, dostępnego – jak biblioteka – przez większość dnia, w którym student, po wcześniejszej rezerwacji zasobów sam na swoją rękę może przeprowadzić przewidziane eksperymenty i pomiary jest jeszcze i zapewne długo jeszcze będzie nierealizowalna. Wyjściem z sytuacji jest więc laboratorium regularne, o normalnie harmonogramowanych zajęciach, ale w którym student jest w większym stopniu zaangażowany w konstrukcję fizyczną analizowanego obwodu. Jest to zatem laboratorium o „wysokim stopniu swobody” według klasyfikacji Tsividisa [12]. Korzyści odnoszone z tego tytułu są wielorakie – student ma okazję popełnić błędy w topologii połączeń i diagnozować takie błędy, ma fizyczny kontakt z elementami, poznając w praktyce używane sposoby etykietowania i kodowania wartości elementów i kolejność końcówek dla elementów wielokońcówkowych, co usprawnia mu późniejsze projektowania płytki drukowanej (PCB). Dla usprawnienia i podniesienia bezpieczeństwa (ryzyko poparzeń narzędziami lutowniczymi) na wstępnym poziomie zazwyczaj rezygnuje się z konwencjonalnych w masowej produkcji i profesjonalnym prototypowaniu połączeń

lutowanych, zastępując je prototypowymi płytkami stykowymi (ang. *solderless protoboard*).

Przy takich założeniach podstawowych, istotnym jest wczucie się w sytuację studenta rozpoczynającego zajęcia w laboratorium układów elektronicznych. Są to zajęcia rozpoczynające się trzecim semestrze, a więc na początku drugiego roku. Student na tym etapie, o ile nie jest absolwentem średniej szkoły technicznej ma bardzo skromną praktykę w posługiwaniu się podstawowym sprzętem pomiarowym. Z drugiej strony przy założeniu laboratorium o charakterze „konstrukcyjnym” należy ważnym aspektem jest zasadnicza różnica pomiędzy wzmacniaczem zbudowanym z wykorzystaniem pojedynczego tranzystora a takim, który używa wzmacniacza operacyjnego. O ile ten drugi wystarczy odpowiednio podłączyć do napięć zasilających, żeby otrzymać funkcjonującą aplikację, dla wzmacniacza na pojedynczym tranzystorze konieczne jest właściwe zaprojektowanie i dobranie co najmniej 3-4 rezystorów dla uzyskania właściwej polaryzacji wstępnej. Ma to ogromne znaczenie dla studenta, bo oczywiście dla obu układów zawsze możliwe jest nieprawidłowe wykonanie połączeń, tym niemniej dla eksperymentu ze wzmacniaczem operacyjnym szansa sukcesu w postaci prawidłowo działającego układu jest bardzo duża, nawet, gdy elementy student dobierze w sposób nie tyle kunsztowny, co (niemal) dowolny. W ten sposób odwołujemy się (z zachowaniem proporcji oczywiście) do efektu w psychologii zwanego „prawem pierwszych połączeń”. Satisfakcja i radość, którą każda działalność powinna przynosić, osiągnięta na samym początku działalności może być (i jak obserwujemy – jest) ogromnym czynnikiem motywującym, podczas gdy porażka, zwłaszcza, gdy przychodzi jako pierwsze doświadczenie jest czynnikiem frustrującym. A pozostawiając na późniejszy okres dokładniejszą analizę z uwzględnieniem zjawisk o drugorzędym znaczeniu, student jest gotowy do eksperymentów ze wzmacniaczami operacyjnymi już po półgodzinnym wprowadzeniu na pierwszym wykładzie, bez konieczności opóźnienia między wykładem i ćwiczeniami rachunkowymi a laboratorium.

4. SYMULACJA JAKO ELEMENT WSPARCIA PROCESU UCZENIA

Przedstawione powyżej rozważania sprowadzają się w istocie do kwestii trudności, jakie student napotyka przy analizie zagadnień nieliniowych. O ile najprostsze układy ze wzmacniaczami operacyjnymi ze swojej natury mogą być analizowane wstępnie technikami, które student poznał wcześniej na zajęciach z „Teorii Obwodów”, to dla układów elementarnych z pojedynczymi tranzystorami nieliniowość charakterystyk musi być brana pod uwagę od samego początku. Niestety studenci nie są przygotowani do tego zadania – ani w ramach teorii obwodów, ani co szczególnie zaskakujące nie mają po zajęciach z analizy matematycznej wyrobionej intuicji lokalnej aproksymacji funkcji jej pochodną.

Wylizanie najprostszych danych – choćby punktu pracy dla układów bipolarnych ze względu na występujące nieliniowe zależności prądowo-napięciowe o charakterze eksponencjalnym nie jest możliwe w formie analitycznej. Da się to zrobić jedynie metodami przybliżonymi, opartymi o nomogramy i inne metody graficzne, albo metodami iteracyjnymi. Jednak od lat 70 ubiegłego wieku dostępne jest narzędzie (notabene uznane w 2011 roku przez IEEE jako kamień milowy rozwoju inżynierii elektrycznej i

komputerowej) symulator SPICE [13], który dzięki powszechnemu dostępowi do komputerów osobistych może być używany przez studentów jako istotne wsparcie edukacyjne. Oczywiście nie umniejsza to w żaden sposób rangi przybliżonych metod rachunkowych z użyciem kartki papieru i długopisu, tym niemniej jak pisze Hans Camenzind [14]: „*Ważne jest dobre zrozumienie podstaw, ale obliczanie szczegółów każdego projektu jest stratą czasu. Niech ten przykry obowiązek spełnia symulator – robi to szybciej i lepiej niż człowiek*”.

SPICE (Simulation Program with Integrated Circuits Emphasis) pomyślany pierwotnie jako wsparcie dla wąskiej grupy specjalistów projektujących układy scalone dawno już wyszedł ze swojej pierwotnej niszy do szerokiego grona odbiorców w tym hobbystów i studentów. W zasadzie standardem przyjętym na całym świecie jest włączenie SPICE do programu studiów – bądź to w ramach kursu układów elektronicznych lub gdzieś w postaci odrębnego kursu. W naszym środowisku, które może poszczycić się pierwszą wydaną w ogólnopolskim wydawnictwie monografią i podręcznikiem użytkownika [15] programu, przyjęty jest ten drugi wariant. Oczywiście przy takim wyodrębnieniu przedmiotem dyskusji jest wzajemne powiązanie, a zwłaszcza relacja czasowa obu rozważanych kursów. I na przestrzeni kilkunastu lat w różnych planach studiów występowały różne sekwencje. Na pewnym etapie modyfikacji harmonogramów kierunku „Electronics and Telecommunications”, bardziej przypadkowo niż wskutek głębokiego namysłu, oba przedmioty umiejscowiono (inaczej niż w planie „polskim”) w tym samym semestrze. W związku ze swoista „unią personalną”, jaka występuje w obsadzie obu kursów prowadzonych w języku angielskim postanowiliśmy wykorzystać tkwiącą w tym synergii i w większym stopniu zsynchronizować, ale i poprzeplatać treści kształcenia dla obu przedmiotów tak, aby przerabiane w ich ramach zagadnienia wzajemnie się uzupełniały i objaśniały.

5. WSPARCIE E-LEARNINGOWE

W kontekście e-technologii najważniejszym elementem jest użycie platformy edukacyjnej moodle i oferowanych przez nią mechanizmów. Przy wspomnianym powiązaniu i synchronizacji kursów platforma e-learningowa przestaje być jedynie wirtualną „gablótką”, na której zamieszcza się slajdy czy notatki z wykładów, zadania domowe i instrukcje do ćwiczeń. Dzięki mechanizmom zadań i quizów może stać się mechanizmem wymuszania na studencie właściwego przygotowania do zajęć laboratoryjnych gwarantującego efektywne i owocne wykorzystanie czasu spędzanego w laboratorium na zajęciach. Zamiast kartkowego sprawdzianu na początku zajęć można wprowadzić egzekwowalny za pomocą platformy e-learningowej moduł zadania czy quizu stanowiący dopuszczenie do ćwiczenia. Niestety tak jak z wspomnianym wyżej „wymuszeniem” przygotowania do zajęć zderzenie z wykazywaną pomysłowością studentów przynosi gorzkie refleksje dotyczące (nie)uczciwości akademickiej. Otóż mechanizmy na platformie moodle tzw. quizy z losowanymi z przygotowanej bazy zadaniami typu obliczeniowego przewidują możliwość wielokrotnego podejścia do zadania, ale ponieważ te zadania dedykowane są zasadniczo do rozwiązywania bez kontaktu z nauczycielem jedną z opcji jest zaznajamianie uczestnika z poprawną wartością (zazwyczaj dopuszczalny jest także margines błędu związany z przybliżeniem inżynierskim)

odpowiedzi liczbowej na zadanie. Z drugiej strony miarą sprawności studenta jest szybkość udzielenia odpowiedzi i takie ograniczenie też może być wprowadzone. Niestety przy ustawionym braku ograniczenia liczby podejść zaobserwowano wymyślną technikę polegającą na tym, że studenci bardzo szybko dokonują wielu prób – tylko i wyłącznie po to, aby zapoznać się z wariantami liczbowymi zadania i „polują” następnie na powtórzenie się zestawu danych, co oczywiście musi nastąpić nawet, gdy baza pytań zawiera ich kilkadziesiąt. W krajowych realiach zawsze zmagaliśmy się z problemem społecznego przyzwolenia na ściąganie lub oszukiwanie na egzaminach w inny sposób i marną pociechą jest to, że choroba ta dotyka kraje, w których zjawiska te dotąd z determinacją zwalczano [16]. Koniecznością stało się więc istotne ograniczenie w liczbie dozwolonych podejść

5.1. Narzędzia symulacyjne

Program SPICE powstał jako efekt programu badawczego finansowanego ze środków budżetowych i dlatego efekt tego projektu, którym był kod źródłowy w języku FORTRAN był do dyspozycji fundatorów, czyli amerykańskich podatników. W zasadzie jest to chyba pierwszy produkt softwarowy typu OpenSource, choć wtedy (’70) jeszcze tego pojęcia. Wraz z rozwojem komputerów osobistych pojawił się wkrótce w wielu wersjach komercyjnych, ale i darmowych. Jednym z bardziej popularnych jest wersja, której obecnym właścicielem jest firma Cadence – pochodząca z połowy lat osiemdziesiątych wersja PSPICE – pierwsza kompilacja na platformy IBM PC. Współcześnie większość wersji – w tym pakiet PSPICE uzupełniony jest całą gamą narzędzi pomocniczych pozwalających na wprowadzenie analizowanego obwodu w postaci graficznej, biblioteki elementów dostępnych na rynku półprzewodników i wiele innych dodatków w stosunku do oryginalnej wersji [13]. Jednak przyjętą filozofią jest zapoznanie studentów z historyczną syntaktyką programu i interfejsem tekstowym – takim, jaki obowiązywał w chwili powstania. Pomimo pewnego oporu ze strony studentów koncepcję uważamy za właściwą. Syntaktyka programu jest zdecydowanie prostsza niż jakichkolwiek języków programowania, więc student może zapoznać się z nią w miarę szybko. Z drugiej strony do przeanalizowania prostego układu zawierającego kilka zaledwie elementów prościej jest napisać taką samą liczbę linijek tekstu niż narysować schemat w złożonym środowisku graficznym. Dodatkowo student poznawszy ten typ interfejsu (zwany zazwyczaj z angielskiego *netlistą*) bez większego problemu przeprowadzi prawidłową symulację w innym wariantcie programu, a przeprowadzenie mniej standardowych analiz czy dołączenie dostępnych w sieci modeli elementów jest zgoła niemożliwe bez znajomości tego poziomu abstrakcji.

Pewnym utrudnieniem w egzekwowaniu zadań, które mają być rozwiązane za pomocą symulatora może być kwestia oprogramowania. W laboratorium studenckim korzysta się z darmowej wersji hobbystycznej (*Lite*) programu PSPICE [17] umożliwiającej wszelkie możliwe do wykonania typy analiz dla układów zawierających nie więcej niż 20 tranzystorów, co wielokrotnie przekracza złożoność układów analizowanych przez studentów na tym etapie. Jednak nie wszyscy studenci chcą lub mogą zainstalować tę wersję na używanych przez siebie komputerach domowych – a przeniesienie części aktywności edukacyjnych do pracy samodzielnej jest istotnym założeniem. Pewnym

rozwiązaniem może być użycie wygenerowanych przez użytkowników za pomocą specjalnych narzędzi wersji przenośnej (ang. *portable*) aplikacji, co nie wymaga poprzedniej instalacji i nie zostawia żadnych trwałych śladów w systemie. Innym rozwiązaniem jest użycie znacznie mniej rozbudowanej wersji programu o nazwie LTSpice [18] oferowanego za darmo przez firmę Linear Technology. Jego podstawowymi zaletami jest brak jakichkolwiek ograniczeń – ani co do rozmiaru analizowanego układu, ani wykorzystania wyników symulacji (większość darmowych narzędzi symulacyjnych dopuszcza tylko użytek edukacyjny i hobbystyczny *non-profit*). Istotnym jest też dostępność kodu wykonywalnego na platformę Mac OS.

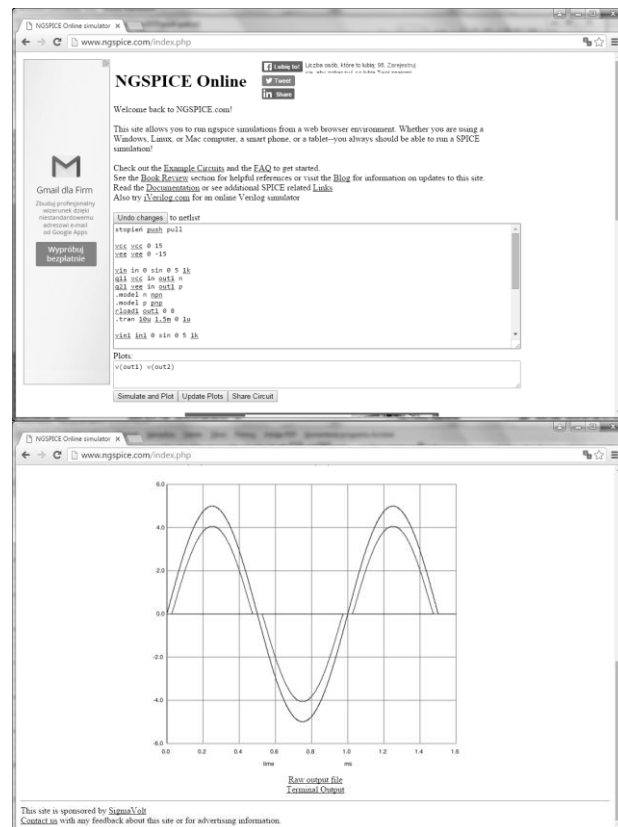
Z punktu widzenia egzekwowalnych obliczeń w ramach zadań domowych, zwłaszcza przy zastosowaniu pytań liczbowych i założeniu automatycznego oceniania/(dopuszczania do powiązanych problemów w programowanej ścieżce aktywności) istotne jest jednak użycie przez wszystkich studentów tego samego narzędzia, gdyż identyczne parametry wejściowe mogą być nieco różnie interpretowane przez różne warianty symulatora, w granicznym przypadku prowadząc nawet do błędów katastrofalny – powodujących odmowę uruchomienia zadania z uwagi na błędy syntaktyki (taka jest cena niezależnego przez kilkadziesiąt lat rozwoju poszczególnych „gałęzi” „drzewa” SPICE). Ten problem przestaje jednak istnieć, gdy wraz z rozwojem usług sieciowych dostępne stały się portale pozwalające na wykonywanie symulacji zadanej przez klienta sieci na maszynie serwera. Jednym z takich portali jest strona NGSPICE online [19], gdzie za cenę oglądnięcia kilku reklam użytkownik może przesyłować przygotowaną przez siebie *netlistę* i otrzymać wykresy interesujących go przebiegów. Na rysunku 1 przedstawiono zrzuty ekranu z tej aplikacji.

5.2. Ocena efektów

Z uwagi na niezbyt długi czas trwania pilotażu w całkowicie niezmiennych warunkach dość trudno jest sformułować bezdyskusyjne miary wzrostu jakości kształcenia, zwłaszcza, że odniesienie do ewentualnej grupy referencyjnej – studentów kursu w języku polskim nie może na razie być porównaniem „*ceteris paribus*”. W historii rekrutacji na kierunek prowadzony w języku polskim i angielskim występowało dość istotne zróżnicowanie wymaganego tzw. wskaźnika rekrutacyjnego, co oznacza, że potencjał obu grup studenckich nie był porównywalny i studenci E&T w powszechnym przekonaniu są nieco słabsi. Jest niezaprzeczalnym, że studenci E&T dobrze odbierają ofertę i chętnie przyjmują taką formę zajęć. Ponieważ jeden z autorów (WM) prowadził w tym roku akademickim seminarium dyplomowe obejmujące między innymi repetytorium z przedmiotów kierunkowych, może z odpowiedzialnością stwierdzić, że trwałość efektów kształcenia w zakresie podstaw elektroniki w obu grupach jest porównywalna, pomimo zauważalnej różnicy w wynikach testów zbiorczych.

6. PERSPEKTYWY

Opisane rozwiązania dotyczą kursu akademickiego realizowanego metodą konwencjonalną, gdzie techniki e-learningowe są tylko uzupełniającą i wspierającą formą zajęć. Jednak w perspektywie rozwoju e-usług autorzy przeprowadzili studium wykonalności [20] projektu efektem,



Rys. 1. Aplikacja NGSPICE Online – pokazano okno wprowadzania zadania symulacyjnego w postaci tekstowej oraz przebiegi wyjściowe. Przykład dotyczy metody eliminacji tzw. zniekształceń skrośnych w przeciwnym wzmacniaczu mocy

którego byłby system nauczania podstaw elektroniki byłby w jeszcze większym stopniu oparty o usługi dostępne.

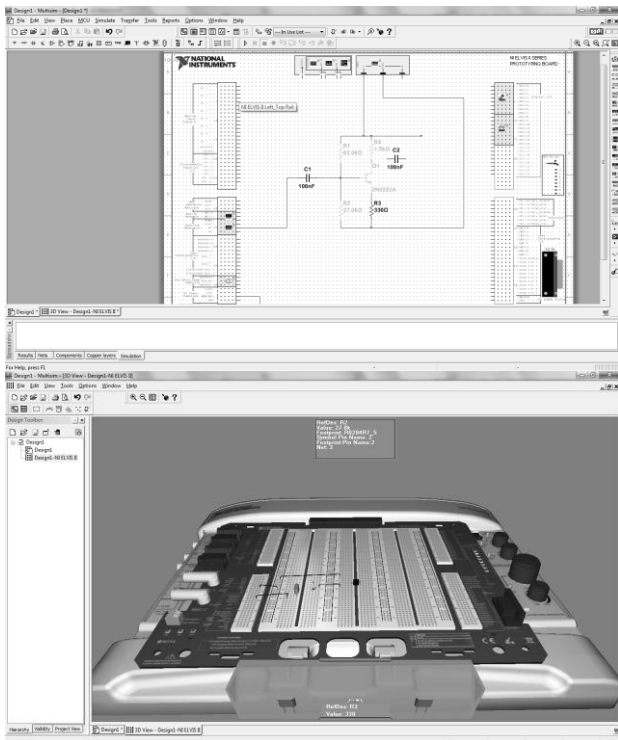
Zasadniczym i istotnym elementem byłoby tu rozszerzenie o możliwość zdalnego dokonywania pomiarów rzeczywistych układów elektronicznych wykonanych już nie osobiście przez studenta (lub uczestnika kursu zawodowego), ale według jego projektu zweryfikowanego wcześniej za pomocą symulatora Multisim firmy National Instruments – jest to zasadniczo też jedna z odmian SPICE, o rozbudowanym interfejsie graficznym [21].

Istotą pomysłu jest użycie urządzeń o nazwie ELVIS II produkowanych przez tę samą firmę, a które pozwalają na wykonywanie pomiarów elektrycznych – prądów i napięć stałych i zmiennych, oscyloskopowanie i wyznaczanie charakterystyk częstotliwościowych układów w oparciu tylko o to urządzenie oraz komputer osobisty PC. Ze względu na to, że urządzenie to – pomijając warstwę samego sprzętu – składa się w gruncie rzeczy ze sterowników napisanych w środowisku LabView - nic nie stoi na przeszkodzie, żeby kontrolę nad tymi urządzeniami mógł przejąć użytkownik zewnętrzny komunikujący się ze sterującym komputerem za pomocą usług sieciowych i odpowiednich dedykowanych aplikacji.

W ramach tzw. wkładu własnego zakupione zostało kilkanaście takich urządzeń, jednak ze względu na brak przyznanego finansowania projektu dalsze prace zostały zawieszono.

7. WNIOSKI KOŃCOWE

Prezentowano doświadczenia uzyskane w trakcie wprowadzania pilotażowego programu nauczania podstaw elektroniki. Włączenie technik symulacyjnych pozwala na



Rys. 2. Symulator Multisim z aplikacją do wizualizacji projektowanego układu na stykowej płycie prototypowej w środowisku urządzenia ELVIS II

przeniesienie części aktywności studenta, których celem jest "obyć się" z podstawowymi układami do domowej pracy własnej - niemożliwej do wykonania poza laboratorium na rzeczywistych układach fizycznych, a z drugiej strony niezwykle pracochłonnej gdyby wykonywać ją w postaci obliczeń analitycznych. Wspomagane platformą e-learningową programowane zadania domowe pozwalają na znacznie efektywniejsze wykorzystanie czasu uczestnictwa w zajęciach laboratoryjnych. Naszkicowano również koncepcję rozszerzenia technik e-usługowych na zdalne pomiary rzeczywistych układów elektronicznych pozwalających na wirtualny udział w zajęciach klasycznego laboratorium studenckiego np. studentom z ograniczeniami ruchowymi. Koncepcja ta była przedmiotem projektu złożonego na konkurs w ramach Małopolskiego Regionalnego Programu Operacyjnego na lata 2007-2013.

8. BIBLIOGRAFIA

1. Razavi B.: Fundamentals of Microelectronics, Wiley, 2006, 2013 (drugie wydanie).

2. Maloberti F.: Understanding Microelectronics: A Top-Down Approach, Wiley-Blackwell, 2011

3. Jaeger R., Blalock T.: Microelectronic Circuit Design, McGraw-Hill Education, 1997, 2015 (piąte wydanie).

4. Sedra A. S., Smith K. C.: Microelectronic Circuits, Oxford University Press, 1982, 2014 (siódme wydanie).

5. Razavi B.: RF Microelectronics, Prentice Hall, 1998.

6. Razavi B.: Design of Integrated Circuits for Optical Communications, McGraw-Hill, 2003.

7. Maloberti F.: Data Converters, Springer, 2007 (tłumaczenie polskie: Przetworniki danych, Wydawnictwa Komunikacji i Łączności, 2010).

8. Feynman R.: Feynmana wykłady z fizyki, Państwowe Wydawnictwo Naukowe, 1968.

9. Gray P. E., Searle C. L.: Electronic principles: Physics, models, and circuits. Wiley, 1969 (tłumaczenie polskie Podstawy elektroniki, Państwowe Wydawnictwo Naukowe, 1974).

10. <http://www-inst.eecs.berkeley.edu/~ee105/archives.html> (dostęp 02-02-2016).

11. Nowakowski W., Oblój A.: Laboratorium układów elektronicznych, Wydawnictwa Politechniki Warszawskiej, 1984.

12. Tsvividis Y.: A First Lab in Circuits and Electronics, Wiley, 2001.

13. Nagel, L. W., Pederson, D. O.: SPICE (Simulation Program with Integrated Circuit Emphasis), Memorandum No. ERL-M382, University of California, Berkeley, 1973.

14. Camenzind H. R. : Designing Analog Chips, BookSurge Publishing, 2005 (tłumaczenie polskie: Projektowanie analogowych układów scalonych, Wydawnictwo BTC, 2010).

15. Porębski J. Korohoda P.: SPICE : program analizy nieliniowej układów elektronicznych, Wydawnictwa Naukowo-Techniczne, 1992.

16. https://en.wikipedia.org/wiki/2012_Harvard_cheating_scandal (dostęp 02-02-2016).

17. <http://www.orcad.com/products/orcad-pspice-designer/overview> (dostęp 02-02-2016).

18. <http://www.linear.com/designtools/software/#LTspice> (dostęp 02-02-2016).

19. <http://www.ngspice.com/> (dostęp 02-02-2016)

20. Kołodziej J., Machowski W., Stępień J., Dziurdzia P.: Wirtualnie Laboratorium Systemów Elektronicznych. Studium wykonalności projektu POIG, AGH Kraków, 2013.

21. Machowski W.: Electronics Workbench wirtualny warsztat elektronika, Elektronika Praktyczna 3/99, s. 31-34.

E-LEARNING SUPPORTED TEACHING OF ELECTRONICS FUNDAMENTALS

In the paper some experiences gained during a pilot programme of new concept of "Analog Electronic Circuits I & II" and "Simulation Techniques" courses. Both have been introduced some years ago – concurrently with introducing new study curriculum for Electronics and Telecommunications major taught entirely in English. Smaller auditory is a right group to perform educational experiments, and therefore the organization of aforementioned courses differs from that of regular study programme taught in Polish. A concept of expanding e-services for remote measurements of real electronics circuits allowing virtual access to hardware laboratory (dedicated e.g. for students with disabilities) is also presented. This concept was a subject of "WILISEK" (Wirtualne laboratorium systemów elektronicznych – Virtual Laboratory of Electronic Systems) grant proposal sent to Małopolska Regional Operational Programme.

Keywords: electronics fundamental, simulation techniques, e-learning.

III Konferencja

eTechnologie w Kształceniu Inżynierów eTEE'2016

Akademia Górniczo-Hutnicza im. Stanisława Staszica w Krakowie, 11 kwietnia 2016

SYMULACYJNA GRA DECYZYJNA JAKO NARZĘDZIE POZNAWANIA KONSEKWENCJI BŁĘDNYCH DECYZJI W LOGISTYCZNYM ŁAŃCUCHE DOSTAW

Jerzy MIESZANIEC¹, Ewa OLEJARZ-MIESZANIEC²

1. AGH Akademia Górniczo-Hutnicza w Krakowie, Wydział Górnictwa i Geoinżynierii, Katedra Ekonomiki i Zarządzania w Przemysle, tel.: 12 8882309, e-mail: mieszan@agh.edu.pl
2. AGH Akademia Górniczo-Hutnicza w Krakowie, Wydział Informatyki, Elektroniki i Telekomunikacji, Katedra Informatyki, tel.: 12 3283303, e-mail: ewao@agh.edu.pl

Streszczenie: Artykuł prezentuje zastosowanie wdrożonego przez autorów systemu informatycznego do prowadzenia logistycznej gry decyzyjnej, zwracając szczególną uwagę na zależności występujące pomiędzy podejmowanymi przez uczestników kolejnymi decyzjami oraz konsekwencjami popełnionych błędów dla prowadzonego przez nich przedsiębiorstwa, jak i dla funkcjonowania pozostałych przedsiębiorstw działających na tym samym rynku. W oparciu o przeprowadzone badania ankietowe autorzy wskazują na działania związane z przygotowaniem decyzji, które są przyczyną największych trudności oraz błędy popełniane przez największą liczbę uczestników. Popelnianie tych błędów sprawia, że poznanie zależności występujących w systemie logistycznym przedsiębiorstwa w warunkach rzeczywistych byłoby dla niego niebezpieczne, stąd wykorzystanie w tym celu gry symulacyjnej zdaniem autorów jest jak najbardziej wskazane. Potwierdzeniem tej oceny autorów są zaprezentowane w artykule wyniki badań ankietowych.

Słowa kluczowe: e-learning, logistyka, gra symulacyjna.

1. ZNACZENIE KSZTAŁCENIA W ZAKRESIE ZARZĄDZANIA ŁAŃCUCHEM DOSTAW

Wywołana postępowaniem technicznym rosnąca złożoność produktów determinuje potrzebę tworzenia przez przedsiębiorstwa produkcyjne sieci dostawców, dostarczających niezbędne do produkcji surowce, części i podzespoły. Efektywna skala produkcji kształtująca się na wysokim poziomie zmusza do szukania odbiorców produktów gotowych na całym świecie, a tym samym budowy rozległej sieci odbiorców. Konieczność budowy przez przedsiębiorstwa produkcyjne skomplikowanej sieci powiązań z oddalonymi geograficznie kooperantami i synchronizacji czasu oraz wielkości dostaw, odpowiadającej zapotrzebowaniu podnosi znaczenie zarządzania logistycznym łańcuchem dostaw.

Powtarzając za K. Witkowskim [1]: „Istotą współczesnego zarządzania łańcuchami dostaw jest proces decyzyjny związany z synchronizowaniem fizycznych, informacyjnych i finansowych strumieni popytu i podaży przepływających między jego uczestnikami w celu osiągnięcia przez nich przewagi konkurencyjnej i tworzenia wartości dodanej z korzyścią dla wszystkich jego ogniw, klientów oraz pozostałych interesariuszy.”

Trafność decyzji podejmowanych w tym obszarze zarządzania przedsiębiorstwem przez specjalistów ds.

zaopatrzenia, inżynierów produkcji i specjalistów ds. sprzedaży staje się w warunkach współczesnej konkurencji kluczowa dla efektywnego funkcjonowania przedsiębiorstwa. Tym samym rodzi się konieczność uświadomienia znaczenia tych decyzji i konsekwencji błędów popełnionych w trakcie ich podejmowania już w procesie kształcenia, gdyż uświadamianie sobie tego przez menedżera dopiero podczas pracy w funkcjonującym przedsiębiorstwie może być dla tego przedsiębiorstwa niebezpieczne.

Popelniony błąd może skutkować brakiem surowców niezbędnych do produkcji, a tym samym przestojem całego przedsiębiorstwa lub wysokimi kosztami sprowadzenia brakujących surowców w trybie ekspresowym. Może również spowodować braki produktów gotowych w sieci dystrybucji, a tym samym poniesienie przez przedsiębiorstwo kosztu potencjalnie utraconych korzyści. Błędne decyzje mogą również doprowadzić do przepełnienia magazynów i ponoszenia kar za przetrzymywanie środków transportu, których nie można rozładować. Utrzymywanie nadmiernych zapasów generuje równocześnie koszty związane z kredytowaniem ich zakupu. Skutkiem takiego uczenia się na funkcjonującym przedsiębiorstwie może być nawet jego upadłość.

Aby uniknąć takich niebezpieczeństw, stosuje się w dydaktyce modele oraz gry symulacyjne. Zastosowanie takiej właśnie gry symulacyjnej proponują autorzy.

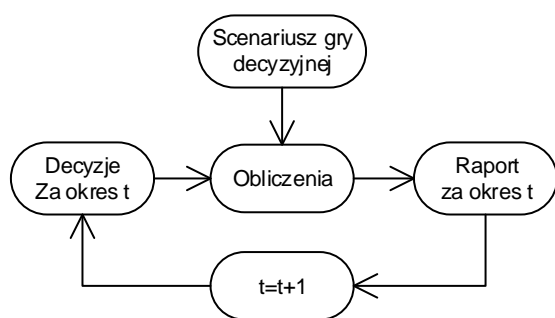
2. MODEL SYMULACJI PROCESÓW LOGISTYCZNYCH W GRZE DECYZYJNEJ

W pracy [2] zostały przedstawione zasady i model uproszczonego odwzorowania rzeczywistości w grze symulującej zarządzanie procesami logistycznymi przedsiębiorstwa produkcyjno-handlowego. Zaprezentowana w niej gra została opracowana przez profesora Jamesa L. Hesketta, a następnie rozwinięta przez Ohio State University w taki sposób, by nie wymagała pomocy maszyn liczących. Od tego czasu była ona zmieniana, bądź przystosowywana do zajęć ćwiczeniowych z wykorzystaniem maszyn liczących, przez pracowników naukowych uniwersytetów: University of Minnesota, Southern Illinois University i University of North Florida. Prezentowana w cytowanej pracy [2] wersja, przystosowana do współpracy

z komputerem osobistym, została opracowana w University of Minnesota i odbiega znacznie od pierwotnej wersji przygotowanej z myślą o wykorzystaniu dużych maszyn liczących.

Gracz ma za zadanie zarządzać logistycznym łańcuchem dostaw przedsiębiorstwa w taki sposób, aby osiągnąć jak największy zysk. Przedsiębiorstwo w modelu posiada jeden zakład produkcyjny ze zlokalizowanym przy nim magazynem surowców i sprzedaje produkt w pięciu miastach, w których posiada składy produktów gotowych. Do produkcji potrzebuje w różnych proporcjach trzy rodzaje surowców dostarczanych przez odrębnych dostawców.

Gra przebiega zgodnie z ustalonym scenariuszem. Po ustaleniu sytuacji początkowej i przygotowaniu raportów startowych, uczestnicy gry na ich podstawie podejmują pierwsze decyzje. Po podjęciu decyzji w danej turze są wykonywane obliczenia oraz generowane raporty, które stanowią podstawę podejmowania decyzji w kolejnej turze rozgrywki. Rysunek 1 przedstawia schemat przebiegu rozgrywki w grze symulacyjnej.



Rys. 1. Schemat przebiegu gry symulacyjnej

Na podstawie tego modelu oraz doświadczeń autora nabytych podczas korzystania z systemu do prowadzenia logistycznej gry decyzyjnej powstałego na Wydziale Informatyki i Zarządzania Politechniki Poznańskiej, a opisanych w pracach [3] i [4], opracowano założenia nowej implementacji. W oparciu o nie, w ramach pracy magisterskiej Macieja Kopcia zrealizowanej w Katedrze Informatyki Wydziału Elektrotechniki, Automatyki, Informatyki i Elektroniki AGH, powstała internetowa platforma symulacyjnej gry decyzyjnej wspomagającej nauczanie logistyki nazwana LoGame.

System został zrealizowany w oparciu o architekturę klient-serwer. Wszystkie operacje oraz obliczenia wykonywane są na serwerze, natomiast klient komunikuje się z nim jedynie przez interfejs graficzny za pośrednictwem dowolnej przeglądarki internetowej. Przy tworzeniu wykorzystano wzorzec projektowy MVC oraz język programowania Python w połączeniu z frameworkiem Django. Serwer baz danych wykorzystuje system zarządzania MySQL, który jest kompatybilny z frameworkiem Django oraz umożliwia wykonanie w każdym momencie kopii bazy danych, a także przywrócenie bazy z pliku w formacie .sql, zachowanego na dysku komputera zewnętrznego.

3. RODZAJE DECYZJI W GRZE SYMULUJĄCEJ LOGISTYCZNY ŁAŃCUCH DOSTAW

Jak zauważono w pracy [5], „siłą napędową działań w łańcuchu dostaw nie są dostawy, lecz popyt kreowany

przez klientów”. Z identyczną sytuacją mamy do czynienia w wykorzystanym modelu symulacyjnym.

Wielkość sprzedaży częściowo jest zdeterminowana założonym z góry w grze kształtowaniem się popytu, a częściowo jest uzależniona od decyzji podejmowanych przez gracza oraz konkurujących z nim w tych samych miastach innych graczy, gdyż popyt w każdym z pięciu miast jest rozdzielany pomiędzy czterech graczy w zależności od ich możliwości sprzedaży, a zatem nie konkurują oni ceną, lecz dostępnością towaru.

Aby towar był dostępny w sprzedaży, musi zostać dowieziony z zakładu produkcyjnego gracza do poszczególnych miast, w których znajdują się jego składy produktów gotowych. Trzeba jednak pamiętać, że składy mają ograniczoną pojemność i że za składowanie produktów, które nie zostaną w danej turze gry sprzedane naliczone zostaną koszty magazynowania. Konieczne jest zatem obliczenie ilości produktów, które zostaną w poszczególnych miastach sprzedane. Nie stanowiłoby to problemu, gdyby nie nieprzewidywalność zachowań pozostałych graczy. Jeśli nie będą oni w stanie zaspokoić przydzielonego im popytu, to popyt ten zostanie przydzielony tym graczom, którzy będą w danym mieście dysponowali towarem na składzie. Zaspokojenie popytu, który miał zaspokoić konkurent, może w sposób nieprzewidywany spowodować wzrost sprzedaży powyżej poziomu wynikającego z obliczeń. Ponadto, związane jest z wzrostem „w nagrodę” sprzedaży powyżej poziomu założonego z góry w kolejnej turze i koniecznością zapewnienia większej od przewidywanej wielkości kolejnych dostaw produktów gotowych.

Gracz w odniesieniu do dostaw produktów gotowych podejmuje decyzje o ilości produktów gotowych transportowanych do poszczególnych miast oraz musi określić:

- skąd mają być transportowane produkty (z zakładu produkcyjnego czy ze składu w innym mieście),
- jakim rodzajem transportu mają być transportowane (zwykłym lub ekspresowym),
- jaki rodzaj przesyłki ma zostać wybrany (całopojazdowa lub drobnicowa).

Od wybranych wariantów zależy koszt transportu oraz czas dostawy. Wybór przesyłki całopojazdowej nakłada również ograniczenia co do ilości transportowanych produktów, która musi stanowić wielokrotność ładowności środka transportu.

Podejmując decyzje o ilości transportowanych produktów gotowych, gracz musi zdawać sobie sprawę z tego, że aby dostarczyć określoną ilość produktów gotowych do składów trzeba najpierw te produkty wyprodukować i tu pojawia się kolejna decyzja do podjęcia o wielkości produkcji oraz jej trybie (zwykły lub ekspresowy). Od tego będzie zależał koszt jednostkowy produkcji produktu oraz dostępność produktów w czasie.

Zakład produkcyjny ma ograniczoną zdolność produkcyjną i stopień jej wykorzystania wpływa na koszt produkcji podobnie jak tryb produkcji. Nie można również uruchomić produkcji poniżej określonej wielkości. Produkcja w trybie zwykłym trwa dwie tury decyzyjne, a zatem trzeba taką decyzję podejmować z dużym wyprzedzeniem. Produkcja ekspresowa dostępna jest od razu w tej samej turze decyzyjnej, ale koszt wyprodukowania wyrobu w trybie ekspresowym jest sześciokrotnie wyższy. Gracz musi sobie zdawać sprawę z tych konsekwencji podejmowanych decyzji, ale przede wszystkim musi sobie

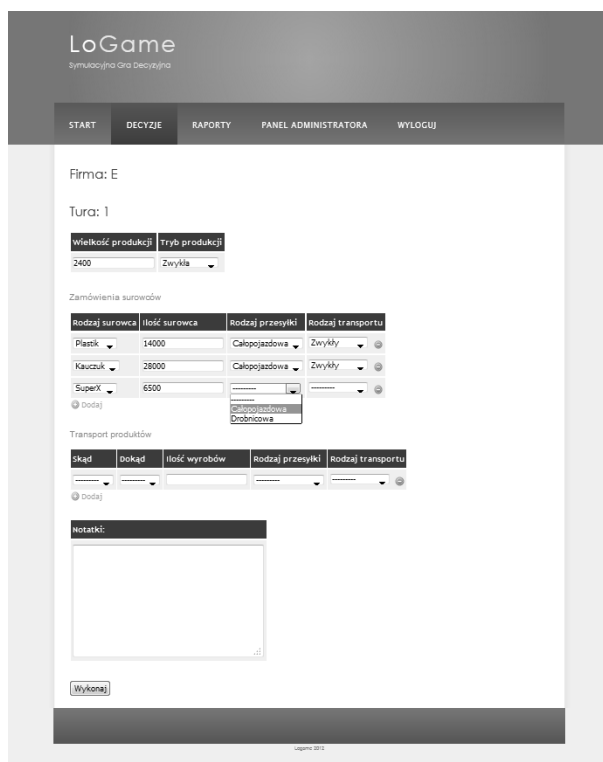
uświadomić, że nie może uruchomić produkcji, jeżeli wcześniej nie zapewnił potrzebnych do jej uruchomienia surowców i tu mamy kolejne decyzje w logistycznym łańcuchu dostaw napędzanym przez popyt.

Do wyprodukowania jednostki produktu potrzebne są trzy różne surowce, wykorzystywane w różnej ilości i sprowadzane z różnych miejsc. Tym samym gracz musi zdecydować o:

- wielkości zamówień poszczególnych surowców,
- rodzaju transportu, którym mają być transportowane (zwykły lub ekspresowy),
- rodzaju przesyłki, która ma zostać wybrana (całopojazdowa lub drobnicowa).

Podobnie jak w przypadku transportu produktów gotowych, od wybranych wariantów zależy koszt transportu oraz czas dostawy, a wybór przesyłki całopojazdowej nakłada ograniczenia co do ilości transportowanych surowców, która musi stanowić wielokrotność ładowności środka transportu.

W przypadku zamówień dostaw surowców szczególnie istotne jest zwrócenie uwagi na czas transportu i zsynchronizowanie go z potrzebami produkcyjnymi, gdyż magazyn surowców, podobnie jak składy produktów gotowych, ma ograniczoną pojemność, a za składowanie surowców, które nie zostaną po dostawie zużyte do produkcji, naliczane są koszty magazynowania. Przygotowanie tych decyzji komplikuje fakt, że czas dostawy każdego z trzech surowców jest inny i że najdłuższy czas dostawy jednego z surowców wynosi 6 tur decyzyjnych. Te różnice, przy dążeniu do podejmowania optymalnych ekonomicznie decyzji, skłaniają do planowania wielkości produkcji na kilka tur do przodu i zamawiania jednego rodzaju surowca w jednej decyzji różnymi rodzajami transportu i różnymi rodzajami przesyłki, tak aby kolejne partie surowca dochodziły w różnym czasie, gdyż jak wiadomo im dłuższy czas dostawy, tym niższe jej koszty.



Rys. 2. Ekran podejmowania decyzji platformy LoGame

Rysunek 2 przedstawia ekran podejmowania decyzji w logicznej grze decyzyjnej LoGame.

Jak wspomniano na początku, zadaniem gracza jest osiągnięcie jak największego zysku, obliczanego jako różnica pomiędzy przychodami ze sprzedaży a poziomem kosztów całkowitych, zgodnie ze wzorem:

$$Z = P_s - K_c \quad (1)$$

gdzie: Z – osiągnięty zysk, P_s – przychody ze sprzedaży obliczane jako ilość sprzedanych produktów pomnożona przez stałą cenę 200\$ za sztukę, K_c – koszty całkowite.

Koszty całkowite stanowią z kolei sumę kosztów produkcji, kosztów zakupu surowców oraz kosztów logistycznych:

$$K_c = K_p + K_{zs} + K_l \quad (2)$$

gdzie: K_c – koszty całkowite, K_p – koszty produkcji zależne od jej wielkości i trybu, K_{zs} – koszty zakupu surowców obliczane jako ilość zakupionych surowców pomnożona przez stałą cenę 4\$ za jednostkę każdego rodzaju surowca, K_l – łączne koszty logistyczne.

Na koszty logistyczne składają się całkowite koszty transportu i magazynowania surowców oraz produktów gotowych. W kosztach magazynowania uwzględnione zostają koszty stałe utrzymania składów produktów gotowych i składu surowców oraz koszty zmienne związane z kredytowaniem posiadanych zapasów oraz kosztami ich przechowywania:

$$K_l = K_{tp} + K_{ts} + K_{mp} + K_{ms} \quad (3)$$

gdzie: K_l – łączne koszty logistyczne, K_{tp} – koszty transportu produktów gotowych, zależne od ilości, odległości, rodzaju transportu i przesyłki, K_{ts} – koszty transportu surowców, zależne od ilości, rodzaju surowca, rodzaju transportu i przesyłki, K_{mp} – koszty magazynowania produktów gotowych, zależne od ilości wyrobów w magazynie i stopnia jego zapełnienia, K_{ms} – koszty magazynowania surowców, zależne od ilości surowców w magazynie i stopnia jego zapełnienia.

Osiągnięcie celu gry, czyli wypracowanie największego zysku, wymaga zatem od gracza podjęcia ciągu zależnych od siebie decyzji.

Błędne decyzje mogą spowodować mniejsze przychody ze sprzedaży, kiedy zabraknie towaru w magazynie, na który byłiby chętni klienci, większe koszty produkcji, którą trzeba będzie uruchomić w trybie ekspresowym, by naprawić jakieś wcześniejsze błędy, które doprowadziły do braku produktów gotowych lub większe koszty transportu produktów gotowych lub surowców, które trzeba będzie nagle sprowadzić w nieoptymalnych pod względem ekonomiki transportu ilościach. Również decyzje, które doprowadzą do przepełnienia magazynów będą przyczyną wysokich kosztów magazynowych, a tym samym mniejszego zysku.

Na szczęście jest to tylko gra symulująca rzeczywistość i błędy popełniane przy podejmowaniu tych decyzji nie będą przyczyną realnych strat finansowych prawdziwego

przedsiębiorstwa. Porażka w tej grze może jednak być dobrą lekcją uświadamiającą konsekwencje popełnianych błędów w logistycznym łańcuchu dostaw.

4. OCENA TRUDNOŚCI DZIAŁAŃ ZWIĄZANYCH Z PRZYGOTOWANIEM DECYZJI

Wśród 34 uczestników logistycznej gry decyzyjnej, którymi byli studenci I roku studiów inżynierskich o kierunku Zarządzanie i inżynieria produkcji Wydziału Górnictwa i Geoinżynierii AGH, autorzy przeprowadzili badanie ankietowe mające na celu określenie, które działania związane z przygotowaniem decyzji do podjęcia były najtrudniejsze. Ankietowanym wskazano 8 działań, których trudność mieli ocenić w skali od 0 – „bardzo łatwe” do 5 – „bardzo trudne”:

- D1 - Obliczanie popytu do zaspokojenia w następnej turze;
- D2 - Obliczanie ilości potrzebnych do uruchomienia produkcji surowców;
- D3 - Synchronizacja terminu dostaw różnych surowców;
- D4 - Określenie potrzebnej wielkości produkcji;
- D5 - Określenie ile i gdzie wysłać produktów gotowych;
- D6 - Określenie odpowiedniej ilości transportowanych produktów gotowych ze względu na różnice dopuszczalnej ilości w transporcie zwykłym, ekspresowym, całopojazdowym i drobnicowym;
- D7 - Określenie odpowiedniej ilości transportowanych surowców ze względu na różnice dopuszczalnej ilości w transporcie zwykłym, ekspresowym, całopojazdowym i drobnicowym;
- D8 - Dobór odpowiedniego rodzaju transportu ze względu na czas dostawy.

Zestawienie ilości poszczególnych ocen nadanych wymienionym działaniom przedstawia tablica 1.

Tablica 1. Wyniki badania ankietowego stopnia trudności podejmowanych działań związanych z przygotowaniem decyzji

Symbol działania	Liczba ocen						Średnia ocena	Suma ocen
	0 - bardzo łatwe	1 - łatwe	2 - średnio łatwe	3 - średnio trudne	4 - trudne	5 - bardzo trudne		
D1	11	12	4	4	2	1	1,32	45
D2	8	14	10	1	0	1	1,24	42
D3	5	11	7	6	2	3	1,94	66
D4	6	9	9	6	2	2	1,85	63
D5	3	10	14	4	2	1	1,85	63
D6	5	13	6	10	0	0	1,62	55
D7	5	13	8	7	1	0	1,59	54
D8	8	17	5	3	1	0	1,18	40

Wszystkie wskazane do oceny działania otrzymały średnią ocenę w przedziale od 1 do 2, czyli uznane zostały za „łatwe” lub „średnio łatwe”, choć w ocenach pojedynczych uczestników gry pojawiały się również oceny 5, czyli „bardzo trudne”.

Za najtrudniejsze działanie ankietowani uczestnicy gry uznali „D3 - Synchronizacja terminu dostaw różnych surowców”. Kolejnymi działaniami sprawiającymi najwięcej trudności były „D4 - Określenie potrzebnej wielkości produkcji” i „D5 - Określenie ile i gdzie wysłać produktów gotowych”.

Za działania najłatwiejsze ankietowani uczestnicy uznali „D8 - Dobór odpowiedniego rodzaju transportu ze

względu na czas dostawy” oraz „D2 - Obliczanie ilości potrzebnych do uruchomienia produkcji surowców”.

Zatem, pomimo złożoności przyjętego w modelu symulacyjnym produktu składającego się z trzech surowców, obliczenie ilości poszczególnych surowców potrzebnych do wyprodukowania określonej liczby produktów gotowych nie stanowiło dla uczestników symulacyjnej gry decyzyjnej problemu. Było to jednak zadanie bardziej związane z technologią produkcji niż z logistyką. Aspekt logistyczny zapewnienia odpowiedniej liczby surowców do produkcji stanowił bowiem największy problem (działanie D3), pomimo deklarowanego braku trudności w doborze odpowiedniego rodzaju transportu ze względu na czas dostawy (działanie D8).

Jak się okazuje, łatwo określić ile potrzeba surowców, ale trudno określić terminy zamówień i dostaw tak, aby wszystkie surowce niezbędne do produkcji dotarły we właściwym momencie, by bez magazynowania mogły zostać zużyte do produkcji.

Kolejne problemy związane są z mimo wszystko nieprzewidywalnością popytu, a tym samym trudnością z określeniem ile wyprodukować (działanie D4) i gdzie to wysłać, by się sprzedało (działanie D5), ale takich dylematów nie sposób uniknąć również w rzeczywistości gospodarczej.

5. BŁĘDY W PODEJMOWANYCH DECYZJACH I ICH KONSEKWENCJE

Trudności, z którymi przyszło się zmierzyć uczestnikom logistycznej gry decyzyjnej z pewnością uświadomiły im związki występujące pomiędzy sprzedażą, produkcją i zaopatrzeniem. Większości z nich nie udało się też ukończyć gry bez popełnienia błędów.

Autorzy zapytali ich w ankiecie o popełnione błędy i problemy, które wywołały, prosząc o odpowiedź: „tak”, „nie” lub „nie pamiętam”:

B1 - Czy zdarzyło się, że nie mogliście uruchomić produkcji ze względu na brak zamówionych wcześniej surowców?

B2 - Czy zdarzyło się, że nie zaspokoiliście popytu ze względu na rozwiezenie produktów gotowych do innych miast niż były potrzebne?

B3 - Czy zdarzyło się, że nie zaspokoiliście popytu ze względu na nie rozwiezenie produktów gotowych, które posiadaliście?

B4 - Czy zdarzyło się, że nie zaspokoiliście popytu ze względu na brak wyprodukowanych w odpowiedniej ilości produktów gotowych?

B5 - Czy zdarzyło się Wam przepelnąć magazyn produktów gotowych przy zakładzie produkcyjnym?

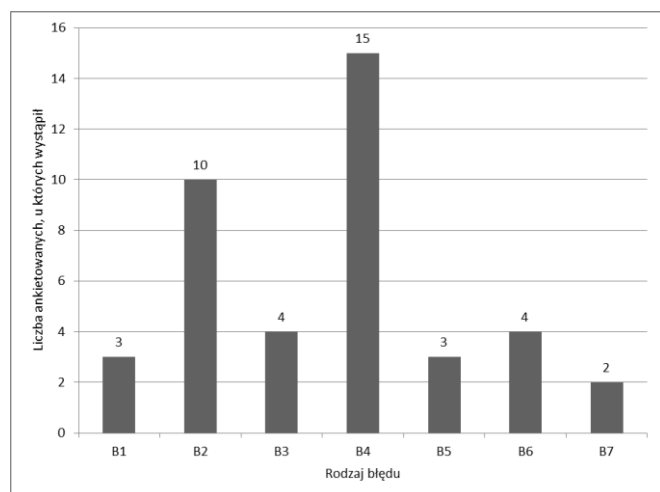
B6 - Czy zdarzyło się Wam przepelnąć któryś z pozostałych magazynów produktów gotowych (poza przyzakładowym)?

B7 - Czy zdarzyło się Wam przepelnąć magazyn surowców?

Zestawienie ilości odpowiedzi „Tak” na pytania o poszczególne błędy prezentuje wykres. (rys. 3)

Jak widać na wykresie, największej liczbie uczestników logistycznej gry decyzyjnej zdarzyło się nie zaspokoić popytu ze względu na brak wyprodukowanych w odpowiedniej ilości produktów gotowych (15 wskazań wystąpienia błędu B4 na 34 ankietowanych) oraz ze względu na rozwiezenie produktów gotowych do innych miast niż były potrzebne (10 wskazań wystąpienia błędu B2 na 34 ankietowanych). Wystąpienie tych błędów potwierdza

trudność w określeniu ilości produktów gotowych, które należy wyprodukować i lokalizacji składów produktów gotowych, które będą miały największe zapotrzebowanie na wyroby gotowe do sprzedaży.



Rys. 3. Wykres liczby ankietowanych popełniających poszczególne rodzaje błędów

Jak widać na wykresie, wskazywana w poprzednim rozdziale trudność w synchronizacji dostaw surowców nie prowadzi do niemożliwości uruchomienia produkcji z powodu ich braku (tylko 3 wskazania wystąpienia błędu B1 na 34 ankietowanych), a jedynie będzie się odbijała na wyższych kosztach transportu surowców, sprowadzanych w ostatniej chwili droższym, ale błyskawicznym transportem ekspresowym lub wyższych kosztach magazynowania surowców, sprowadzonych za wcześnie, choć trzeba tu zauważyć, że prawie nie dochodzi do przepełnienia dużego magazynu surowców (2 wskazania wystąpienia błędu B7 na 34 ankietowanych).

Czy jednak do poznania konsekwencji tych błędnych decyzji wystarczy odzwierciedlenie ich skutków w wyniku finansowym prowadzonego w grze symulacyjnej przedsiębiorstwa? Wszakże te błędy odbijają się również na wynikach finansowych pozostałych graczy, którzy zostają zmuszeni do zaspokojenia wyższego od wstępnych założeń popytu lub mają ten popyt ograniczony z uwagi na brak w swoich składach produktów gotowych, umożliwiających zaspokojenie klientów gracza, który podjął błędne decyzje.

Dla zwiększenia tych konsekwencji autorzy wprowadzili w ocenie gry system punktowy preferujący uczestników angażujących się w grę i podejmujących prawidłowe decyzje, a uzyskany wynik finansowy traktowany jest jako dodatkowa premia punktowa.

Za każdą podjętą decyzję przyznawane są 2 punkty. Jeśli uczestnik gry podejmie decyzję o uruchomieniu produkcji, na którą nie ma surowców lub decyzję, którą chce wysłać produkty gotowe, których nie wyprodukował, to za taki błąd odejmowany mu jest 1 punkt. Jeśli źle dobierze ilość produktów gotowych lub surowców do ładowności zamówionego środka transportu, to za takie błędy, odejmowane mu jest 0,5 punktu. Uzyskanie najlepszego wyniku pod względem zysku spośród czterech konkurujących graczy posiadających składy produktów gotowych w tych samych miastach daje premię w ilości 37,5% punktów możliwych do uzyskania za podejmowanie decyzji, drugi wynik to premia 25%, a za wynik trzeci 12,5% punktów możliwych do uzyskania za podejmowanie decyzji.

6. EFEKTY DYDAKTYCZNE ZASTOSOWANIA LOGISTYCZNEJ GRY DECYZYJNEJ

Główne cele zastosowania symulacyjnej logistycznej gry decyzyjnej to zapoznanie z powiązaniem występującymi w systemie logistycznym przedsiębiorstwa i uświadomienie znaczenia podejmowanych decyzji z uwagi na konsekwencji błędów popełnionych w trakcie ich podejmowania. Czy to się udaje autorzy zapytali uczestników gry, prosząc o ocenę zakładanych efektów w skali od 0 – „zdecydowanie nie” do 5 – „zdecydowanie tak”.

Ocenie poddano następujące zakładane efekty logistycznej gry symulacyjnej:

- E1 - Uświadomiła, że zaspokojenie popytu wymaga uruchomienia odpowiedniej wielkości produkcji;
- E2 - Uświadomiła, że zaspokojenie popytu wymaga podjęcia z wyprzedzeniem decyzji dotyczących transportu produktów gotowych do punktów sprzedaży;
- E3 - Uświadomiła, że produkcja wymaga posiadania surowców odpowiednio wcześniej zamówionych;
- E4 - Uświadomiła, że składowanie produktów gotowych wiąże się z ponoszeniem kosztów;
- E5 - Uświadomiła, że składowanie surowców wiąże się z ponoszeniem kosztów.

Zestawienie ilości poszczególnych ocen nadanych wymienionym efektom przedstawia tablica 2.

Tablica 2. Wyniki badania ankietowego stopnia osiągnięcia zakładanych efektów dydaktycznych zastosowania logistycznej gry decyzyjnej

Symbol efektu	Liczba ocen						Średnia ocena	Suma ocen
	0 – zdecydowanie nie	1 – nie	2 – raczej nie	3 – raczej tak	4 – tak	5 – zdecydowanie tak		
E1	0	0	1	3	17	13	4,24	144
E2	0	0	0	4	13	17	4,38	149
E3	0	0	0	2	17	15	4,38	149
E4	1	0	3	4	14	12	3,94	134
E5	1	0	4	6	14	9	3,74	127

Średnia ocen osiągnięcia wszystkich efektów mieści się w przedziale od 3 tj. „raczej tak” do 5 tj. „zdecydowanie tak”, ale analizując indywidualne odpowiedzi można powiedzieć, że badanej grupie udało się osiągnąć pierwsze trzy efekty, związane z dostrzeżeniem następstw występujących pomiędzy decyzjami w logistycznym łańcuchu dostaw.

Najsłabiej wypadła ocena osiągnięcia efektów związanych z uświadomieniem kosztów nietrafionych decyzji, powodujących nadmierne zapasy produktów gotowych lub surowców. Wskazuje to na konieczność zwrócenia większej uwagi na analizowanie przez uczestników gry dostarczanych przez platformę LoGame raportów finansowych (rys. 4), a nie ograniczanie się do raportów operacyjnych, wskazujących tylko na ilości produktów i surowców oraz ilościową wielkość sprzedaży i popytu.

Najwyraźniej uczestnicy gry zaabsorbowani wylizacjami ilości potrzebnych produktów gotowych do

sprzedaży, koniecznej do uruchomienia produkcji, która pozwoli uzupełnić stany zapasów w poszczególnych składach i ilości surowców, które trzeba wcześniej zamówić, aby można z nich było uruchomić produkcję przestają zwracać uwagę na koszty.

Raport finansowy firmy A po turze 3	
Przychód:	689000.00
Koszty produkcji:	11915.00
Koszty zamówienia surowców:	150.00
Koszty transportu surowców:	67776.80
Koszty składowania surowców:	13008.00
Koszty utrzymania zapasu surowców:	1109.27
Koszty zamówienia produktów:	300.00
Koszty transportu produktów:	40040.00
Koszty składowania produktów:	8310.00
Koszty utrzymania zapasu produktów:	46.15
Koszty logistyczne:	130740.23
Koszty zakupu surowców:	220000.00
Zysk:	326344.77
Zysk na jednostkę:	94.73

Rys. 4. Ekran prezentujący raport finansowy na platformie LoGame

7. WNIOSKI KOŃCOWE

Zastosowanie logistycznej gry decyzyjnej symulującej zależności występujące w logistycznym łańcuchu dostaw przedsiębiorstwa produkcyjno-handlowego ułatwia uczestnikom gry zrozumienie występujących powiązań i uwarunkowań sprawiających, że jedne decyzje można podjąć, a inne nie, gdyż wcześniej nie podjęto decyzji warunkujących ich wykonalność np. nie zamówiono surowców, których posiadanie w magazynie umożliwia podjęcie decyzji o uruchomieniu produkcji albo nie wyprodukowano produktów, których posiadanie

pozwołiłoby na podjęcie decyzji o transporcie na rynki zbytu.

Uczestnicy gry symulacyjnej spotykają się z podobnymi problemami, z jakimi można się zetknąć w realiach gospodarczych, takimi jak niepewność popytu czy nieprzewidywalność zachowań konkurencji, ale podejmowane błędne decyzje i ich następstwa w grze uczą uświadamiając konsekwencje bez generowania strat dla rzeczywistego przedsiębiorstwa.

Doświadczenia autorów oraz wyniki przeprowadzonych badań ankietowych wskazują na duży walor dydaktyczny prowadzenia w ramach zajęć logistycznej gry decyzyjnej. Trzeba jednak doskonalić system oceny tak, aby motywował uczestników gry do zapoznawania się z wszystkimi symulowanymi aspektami zarządzania logistycznym łańcuchem dostaw, a więc aby zarówno dostrzegali następstwa występujące pomiędzy decyzjami w logistycznym łańcuchu dostaw, jak i mieli świadomość finansowych skutków podejmowanych decyzji dla przedsiębiorstwa.

8. BIBLIOGRAFIA

1. Witkowski J.: Zarządzanie łańcuchem dostaw. Koncepcje – Procedury - Doświadczenia. Polskie Wydawnictwo Ekonomiczne, Warszawa, 2010, s. 36.
2. Beier F. J., Rutkowski K.: Logistyka, Szkoła Główna Handlowa w Warszawie – Oficyna Wydawnicza, Warszawa, 2004, s. 189-220.
3. Mieszaniec J., Olejarz-Mieszaniec E.: Zastosowanie symulacji procesów logistycznych w kształceniu kadr, „Edukacja: Studia – Badania – Innowacje” 2010, nr 2(110), dodatek [CD-ROM], s. 129-134.
4. Mieszaniec J.: Kształcenie na odległość metodą symulacyjnej gry decyzyjnej w aspekcie pracy grupowej. e-mentor nr 5/2010, s. 40-43.
5. Rutkowski K.: Zarządzanie łańcuchem dostaw – próba sprecyzowania terminu i określenia związków z logistyką, „Gospodarka Materialowa & Logistyka”, 2004, nr 12, s. 2.

SIMULATION GAME AS A TOOL FOR LEARNING DECISION-MAKING AND CONSEQUENCES OF WRONG DECISION IN LOGISTICS SUPPLY CHAIN

The global economy requires the development of a complicated network of connections between geographically distant companies. This increases the importance of logistics and management in the logistics supply chain. The modern manager has to be aware of the importance of decisions taken in this area. A useful tool that allows him to realize the importance of this and get to know occurring dependences is decision-making simulation game.

The paper presents designed and implemented in the Department of Computer Science of the Faculty of Electrical Engineering, Automatics, Computer Science and Electronics and used in the Department of Economics and Management in Industry of Faculty of Mining and Geoengineering AGH IT platform for logistics simulation game LoGame, with particular attention to the interdependence between the decisions made by the participants and the consequences of mistakes for the managed firms and for the functioning of other companies operating in the same market.

Based on surveys, the authors point to the activities related to the preparation of decisions that cause the greatest difficulties. Mistakes made by the largest number of participants are also identified. Committing these mistakes makes the learning of connections in the logistics system of enterprises in real conditions dangerous and very costly for the company, and therefore such use to the simulation game is highly recommended. This is confirmed by the results of surveys conducted among participants in the decision-making simulation game, confirming the achievement of results associated with realizing the consequences of the decisions taken in the logistics supply chain.

Keywords: e-learning, logistics, simulation game, supply chain.

III Konferencja

eTechnologie w Kształceniu Inżynierów eTEE'2016

Akademia Górniczo-Hutnicza im. Stanisława Staszica w Krakowie, 11 kwietnia 2016

ZWIĘKSZANIE KONCENTRACJI STUDENTÓW NA ZAJĘCIACH TRADYCYJNYCH PRZY POMOCY NARZĘDZI INTERNETOWYCH

Iwona MOKWA-TARNOWSKA

Politechnika Gdańska, Centrum Języków Obcych
tel.: 58 347 2308, e-mail: imtarn@pg.gda.pl

Streszczenie: Jak pokazują badania, współcześni studenci szybko tracą koncentrację i nie są w stanie skupić się przez dłuższy czas na zajęciach o charakterze instruktorystycznym. Skutkiem tego, tradycyjny sposób przekazywania wiedzy w czasie długich wykładów może stać się nieefektywny, nawet wtedy, gdy towarzyszy mu stymulacja wizualna. Żeby zwiększyć koncentrację uczących się, edukatorzy eksperymentują, łącząc tradycyjne i e-learningowe środowisko nauczania i uczenia się. Wykorzystanie łatwych w użyciu, prostych narzędzi Web 2.0 do wspomaganie zajęć może przyczynić się do znacznego zwiększenia koncentracji uczących się, a więc do efektywniejszego przyswojenia przez nich wiedzy przekazywanej im w sali wykładowej. Skuteczność wprowadzenia do zajęć tradycyjnych narzędzi zwiększających ich interaktywność zostanie wsparta opiniami studentów Politechniki Gdańskiej.

Słowa kluczowe: koncentracja, zajęcia wspomagane zadaniami online, quizy, nauczanie instruktorystyczne.

1. WPROWADZENIE

Zajęcia instruktorystyczne zawierające ciekawe merytorycznie i atrakcyjne wizualnie materiały edukacyjne, takie jak na przykład slajdy objaśniające procesy technologiczne lub schematy pokazujące budowę urządzeń, mogą w obecnych czasach okazać się środowiskiem w niewystarczający sposób stymulującym studentów do wyęźżonej nauki. Wydaje się, że cyfrowi tubyłcy [1], za jakich z pewnością można uważać młode pokolenie Polaków studiujących obecnie na naszych uczelniach technicznych, potrzebują dodatkowych bodźców zwiększających ich zaangażowanie, koncentrację oraz chęć do pracy w czasie tradycyjnych wykładów oraz seminariów. W świecie massmediów oraz wszechobecnego Internetu ułatwiającego przepływ informacji i pozwalającego na różnego typu interakcje, młodzi ludzie już od wczesnych lat szkolnych przyzwyczajają się do korzystania z narzędzi informatycznych, umożliwiających zdobywanie wiedzy i dzielenie się nią. Także nauczyciele obcujący na co dzień z mediami społecznościowymi oraz interaktywnymi stronami www zapewne woleliby wiedzieć, jak podawane przez nich treści są odbierane i przetwarzane przez studentów. Uniwersyteckie zajęcia prowadzone w sposób wykładowy mogą zatem zostać uznane zarówno przez prowadzących, jak i uczących się, za mało efektywne, gdyż zazwyczaj brak w nich zróżnicowanych interakcji, pozwalających z jednej strony młodym ludziom na wypowiedzanie swoich opinii, a z

drugiej na sprawdzenie, czy materiał edukacyjny zawiera treści wystarczająco zrozumiałe.

Aby unowocześnić środowisko edukacyjne i dostosować je do zmieniających się potrzeb nauczycieli i studentów, którzy nie tylko w czasie nauki, ale także od razu po jej zakończeniu będą musieli stawić czoła wielu nowym wyzwaniom, można skonstruować je w oparciu o idee konstruktywistyczne [2]. Pomocne w tym przedsięwzięciu staną się z pewnością narzędzia Web 2.0, które umożliwiają współtworzenie materiałów edukacyjnych, łatwe i szybkie dzielenie się nimi przy pomocy smartfonów, tabletów i laptopów – urządzeń będących w powszechnym użyciu, niewymagających dodatkowych nakładów finansowych ze strony uczelni.

2. OD INSTRUKTYWIZMU DO KONSTRUKTYWIZMU SPOŁECZNEGO

Dla konstruktywistów społecznych, środowisko, w którym tworzone są znaczenia, odgrywa ważną rolę w procesie akomodacji informacji [3, 4]. Dlatego też, tak istotny jest wpływ dyskusji na asymilowanie nowej wiedzy. Bez możliwości omawiania i wspólnego analizowania problemów poruszanych na zajęciach, każdy student, tak jak to jest w klasie o charakterze instruktorystycznym, musi samodzielnie przetworzyć wiedzę podaną na wykładzie [5]. Taki sposób nauki może być mało efektywny w przypadku studentów słabszych i posiadających niewystarczające kompetencje wejściowe, szczególnie wtedy, gdy nie potrafią oni kierować swoim własnym procesem edukacyjnym. Zajęcia instruktorystyczne są bowiem bardziej skoncentrowane na mentorskim procesie nauczania, charakteryzującym się małym stopniem interaktywności.

W nauczaniu konstruktywistycznym nauczyciel to nie ekspert lub mentor transmitujący wiedzę, a moderator, przewodnik i partner, który pomaga uczniom zbadać właściwości, związki oraz asocjacje. To osoba inicjująca interakcje i przydzielająca zadania oraz wyznaczająca uczniom obowiązki, dzięki którym są bardziej zmotywowani i bardziej angażują się w proces edukacyjny. Czują się bowiem za niego współodpowiedzialni, gdy nadzorują swoje uczenie się i nauczanie innych [6, 7].

Narzędzia Web 2.0 mogą pomóc w przekształceniu wykładów o cechach instruktorystycznych w zajęcia częściowo konstruktywistyczne, w których większą rolę będzie odgrywać interakcja między nauczycielem i

uczącymi się oraz pomiędzy samymi uczącymi się. Mogą one także posłużyć do stworzenia nauczania, w którym częściową kontrolę nad procesem edukacyjnym przejmą sami studenci, którzy będą autorami niektórych materiałów dydaktycznych. Wydaje się, że łatwość budowania współtworzonych zasobów, połączonych z zadaniami do wykonania w klasie wykładowej, dzięki prostocie dostępnych darmowo narzędzi, będzie czynnikiem zachęcającym studentów do aktywnego udziału w procesie dydaktycznym. Taka aktywność uatrakcyjni zajęcia i przyczyni się do zwiększenia koncentracji szczególnie u uczących się, którzy nie są w stanie skupić się na wykładach prowadzonych w sposób instruktystyczny.

3. KONCENTRACJA I DEKONCENTRACJA

Nie każdy student potrafi samodzielnie skutecznie budować swoją wiedzę, czytając materiały przypominające tekst książkowy lub słuchając wykładów. Na zajęciach instruktystycznych nauczyciel może zwrócić uwagę uczących się na wybrane aspekty wiedzy podręcznikowej, wytłumaczyć trudniejsze kwestie i zadania, wskazać, co w omawianym materiale jest najważniejsze i może to uczynić na różne sposoby. Jednakże nie mając informacji zwrotnej od studentów, nie będzie wiedzieć, czy przekazywana przez niego wiedza została w odpowiedni sposób przez nich przetworzona i przyswojona.

Na każdym kursie zbyt bogate zasoby drukowane, zawierające różne skomplikowane treści, mogą stać się czynnikiem demotywowującym. Praca z nimi bowiem może okazać się uciążliwa i nudna i może zniechęcić studentów do nauki. Zatem żeby zwiększyć zaangażowanie uczących się, prowadzący zwykle starają się uatrakcyjnić swoje zajęcia poprzez wprowadzanie prezentacji, animacji albo filmów. Żeby były one ciekawym dodatkiem do zajęć instruktystycznych, można do ich przygotowania zastosować tę samą koncepcję, jaką wykorzystuje się przy budowie zasobów e-learningowych. Dzięki tak przygotowanym materiałom dydaktycznym, wspomagającym tradycyjne nauczanie, studenci mogą być nie tylko bardziej zainteresowani zajęciami typu blended, ale też powinni być lepiej przygotowani do korzystania z coraz szerzej dostępnych materiałów e-learningowych.

Czas koncentracji cyfrowych tubylców jest niewielki, a więc trzeba znaleźć sposób na skupienie ich uwagi. Czynniki, które uznane byłyby kiedyś za wysoce dekoncentrujące, np. dźwięk telefonu przerywający tłumaczenie zadania, które sprawiło studentom kłopot, lub nieformalny styl prowadzenia wykładu, teraz mają działanie odwrotne. Widać to w opiniach uczestników MOOCów lub innych zajęć online, którzy na przykład uważają, że profesor siedzący w swoim ogrodzie lub kuchni i wyjaśniający studentom internetowym tajniki ściśle teoretycznych zagadnień bardziej stymuluje ich do nauki niż „gadająca głowa”, pojawiająca się w okienku na ekranie monitora i objaśniająca zagadnienia widoczne obok niego na slajdach [8]. Krótkie, maksymalnie 7 minutowe filmy, w których wykładowca sam tłumaczy zawartość jakiegoś schematu, rysując na nim i zakreślając to, o czym mówi, są zatem lepszymi materiałami dydaktycznymi, niż cały nagrany wykład, który ilustrują slajdy z profesjonalnie przygotowanymi animacjami [9], [10]. Z kolei syntezy mowy może zostać uznany za czynnik dekoncentrujący [10]. Takie właśnie materiały e-learningowe mogą być wykorzystane do wspomagania tradycyjnych wykładów.

Warto też dodać, że zajęcia tradycyjne można uzupełniać o nagrania video z wykładami lub komentarzami nauczyciela do przedstawionych mu do oceny prac. Mogą one być udostępniane studentom na platformie Moodle lub przy pomocy prostych, darmowych narzędzi Web 2.0. W ciągu ostatnich lat takie informacje zwrotne przekazywane w plikach video przez nauczycieli amerykańskich zmieniły swój charakter – stały się znacznie mniej formalne. Żeby wykonać dobry materiał filmowy, motywujący studentów do pracy, nie trzeba już wynajmować firmy tworzącej profesjonalne, wysokiej jakości nagrania. Wprost przeciwnie, lepsze efekty edukacyjne przynoszą krótkie filmy robione przez samego wykładowcę z pomocą osoby potrafiącej obsługiwać kamerę i program do obróbki nagrania, jeśli on sam tego nie potrafi. Materiały takie mogą być wykonane w zwykłej klasie, w laboratorium, w domu lub ogrodzie przy pomocy darmowych lub tanich narzędzi. Zbliżone do naturalnych warunki, w których nauczyciel został sfilmowany, stwarzają bardziej przyjazne środowisko pracy, a więc mogą poprawiać koncentrację odbiorcy i pozytywnie stymulować go do nauki.

4. NARZĘDZIA WEB 2.0

Istnieje wiele prostych narzędzi Web 2.0, które można wykorzystać do pracy ze studentami uczęszczającymi na zajęcia tradycyjne [11]. Zwykle dzieli się je na trzy grupy: narzędzia do komunikacji, kolaboracji oraz do tworzenia materiałów dydaktycznych. Do najpopularniejszych w poszczególnych grupach należą:

- Eyejot, Jing, Disqus, Kahoot, ClassPager, DotSub, Paltalk, Hangouts, Remind;
- Doodle, Trello, Zoho Docs, Wikispaces, Mega, Papaly, MindMeister, Taskworld, PrimaryPad, Creately, MeetingWords;
- Tagul, Weebly, Evernote, Thinglink, Wevideo, Playir, piZap, Projeqt.

Niektóre z tych narzędzi służą tylko do pracy w środowisku e-learningowym, ale część z nich może być wykorzystana do wspomagania zajęć tradycyjnych. Niektóre z pewnością nadają się do stworzenia zadań zwiększających koncentrację, a zatem też i zaangażowanie do nauki.

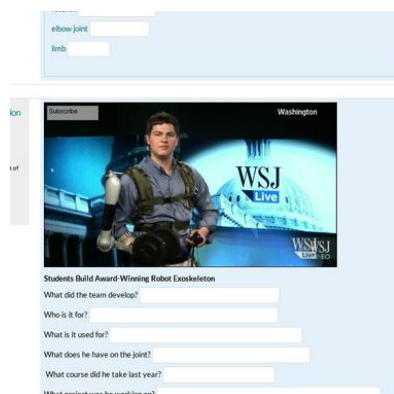
Istnieje też wiele bardziej zaawansowanych narzędzi, zwykle licencjonowanych, które nauczyciele akademicy stosują do zaprojektowania swoich zajęć online [12]. Zadania wykonane przy ich pomocy także nadają się do wykorzystania w czasie zajęć tradycyjnych.

5. WYKORZYSTANIE NARZĘDZI QUIZ PLATFORMY MOODLE I KAHOOT NA ZAJĘCIACH JĘZYKOWYCH

Bardzo popularnym narzędziem mogącym służyć do podnoszenia koncentracji i wzmagania zainteresowania jest Quiz dostępny na platformie Moodle. Służy ono do wykonania bardzo zróżnicowanych zadań, które można wyświetlać uczestnikom zajęć tradycyjnych na monitorze umieszczonym w sali wykładowej. Nauczanie wspomagane materiałami online jest ciekawą innowacją, na co wskazują badania prowadzone przeze mnie od kilku lat na zajęciach ze specjalistycznego języka angielskiego i których wstępne wyniki zostały już opublikowane [13].

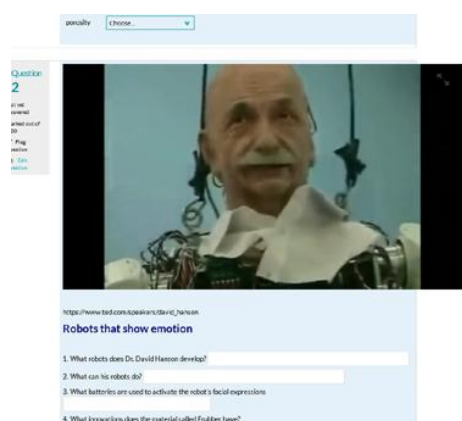
W czasie zajęć przeprowadzonych w semestrze letnim roku akademickiego 2013/2014 i 2014/2015, studenci kierunków Automatyka i Robotyka oraz Inżynieria

Medyczna Wydziału Elektroniki, Telekomunikacji i Informatyki Politechniki Gdańskiej mieli na przykład możliwość zapoznania się z pracami kolegów z uczelni amerykańskich, takich jak University of Pennsylvania (rys. 1) oraz Barton College. Filmy na kanale YouTube, do których zostały zrobione linki w zadaniach na platformie Moodle, zainicjowały ciekawe dyskusje na temat urządzeń w nich omówionych i możliwości stworzenia podobnych przez studentów Politechniki Gdańskiej. Quizy zaprojektowane na bazie tych materiałów skupiły uwagę uczących się na najistotniejszych kwestiach i pomogły im wychwycić wiele informacji, trudnych do zrozumienia z powodu złożoności użytego języka.



Rys. 1. Zadanie na platformie Moodle z linkiem do materiału źródłowego znajdującego się pod adresem <http://www.youtube.com/watch?v=2UHCG4dLXOU>

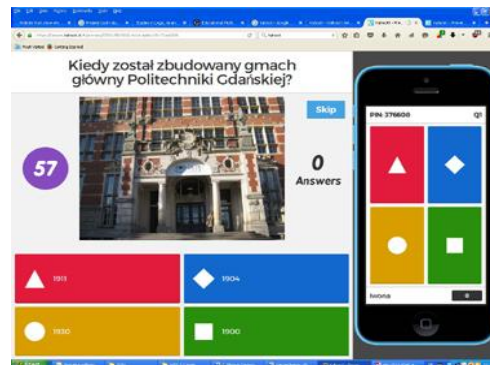
Studenci studiów magisterskich na kierunku Automatyka i Robotyka Wydziału Elektrotechniki i Automatyki uczestniczyli w semestrze zimowym roku akademickiego 2015/2016 w zajęciach skoncentrowanych na rozwijaniu języka specjalistycznego. Wiele dyskusji stymulowanych było przez materiały online wykonane na platformie Moodle (rys.2). Także i w tym przypadku celem przygotowanych quizów było wzmocnienie koncentracji uczestników zajęć.



Rys. 2. Zadanie na platformie Moodle z linkiem do materiału źródłowego znajdującego się pod adresem https://www.ted.com/speakers/david_hanson

Jednym z narzędzi Web 2.0, które bardzo dobrze nadaje się do wykorzystania na zajęciach typu wykładowego, na których wiedza przynajmniej w części podawana jest w formie instruktywistycznych prezentacji, jest Kahoot (rys. 3). Jest to łatwe w użyciu oprogramowanie, które pozwala na zadanie prostych pytań jednokrotnego lub

wielokrotnego wyboru. W przypadku tych ostatnich trzeba jednak pamiętać, że zaznaczenie chociaż jednej poprawnej odpowiedzi skutkuje otrzymaniem maksymalnej punktacji za zadanie, a więc nie jest to narzędzie dopracowane informatycznie. Do przeprowadzenia quizu Kahoot wystarczy połączenie z Internetem, jeden komputer używany przez wykładowcę, ekran lub duży telewizor oraz smartfony, z których będą korzystać studenci podczas udzielania odpowiedzi. Jest to typowa aplikacja na urządzenia mobilne.



Rys. 3. Pytanie z quizu Kahoot, uczącego studentów jak działa aplikacja

Quizy tego typu można wykorzystać między innymi do:

- sprawdzenia uwagi i koncentracji studentów uczestniczących w wykładzie;
- stwierdzenia, czy wykładane treści zostały przez studentów przyswojone;
- uzyskania informacji, czy przedstawione informacje, wykresy, zadania itp. są zrozumiałe dla uczestników zajęć;
- sprawdzenie jaki procent uczących się jest w stanie od razu po wykładzie poprawnie odpowiedzieć na pytania dotyczące najbardziej istotnych kwestii, co w przypadku ciągu tematów o narastającym stopniu trudności, bazujących na zrozumieniu wcześniejszych treści, może mieć istotne znaczenie dla osiągnięcia efektów kształcenia;
- urozmaicenia technik edukacyjnych;
- wprowadzenie elementu współzawodnictwa do zajęć instruktywistycznych;
- zachęcenia studentów do dyskusji i współpracy w przypadku, gdy quiz jest rozwiązywany przez studentów pracujących w grupach;
- przybliżenia studentom sposobów nauki w środowisku e-learningowym.

W semestrze zimowym 2015/2016 siedemdziesięciu dwóch studentów trzech wydziałów Politechniki Gdańskiej, tj.: 25 studentów II roku studiów I stopnia na kierunku Architektura i Urbanistyka prowadzonych przez Wydział Architektury, 24 studentów I roku studiów II stopnia na kierunku Automatyka i Robotyka prowadzonych przez Wydział Elektrotechniki i Automatyki oraz 23 studentów III roku studiów I stopnia na kierunku Informatyka prowadzonych przez Wydział Elektroniki, Telekomunikacji i Informatyki uczestniczyło w prowadzonych przeze mnie zajęciach z języka angielskiego poświęconych kształceniu języka specjalistycznego oraz różnych umiejętności przydatnych w pracy. Trzonem tych zajęć były prezentacje przygotowane przez studentów, omawiające zagadnienia ściśle związane ze studiowanym przez nich kierunkiem, a także treści dydaktyczne opracowane przeze mnie na bazie autentycznych materiałów dostępnych w Internecie, zawierających nagrane wykłady oraz filmy ilustrujące

nowoczesne rozwiązania techniczne. Część wykładowa stanowiła podstawę do dyskusji, w czasie której studenci mogli rozwijać umiejętność myślenia analitycznego, krytycznego, refleksyjnego, a także umiejętność współpracy. Językiem wykładowym był język angielski, a więc uczący się mieli okazję do ćwiczenia zaawansowanych konceptualizacji pojawiających się w profesjonalnych kontekstach, które pobudzały ich ciekawość. Zajęcia stanowiły więc namiastkę interakcji, jakie mogą mieć miejsce w firmach zatrudniających obcokrajowców, dla których język angielski jest jedynym medium komunikacyjnym.

6. ANALIZA ANKIET

Podstawą poniższej analizy są ankiety wypełnione przez 24 studentów Architektury i Urbanistyki, 23 studentów Automatyki i Robotyki oraz 22 studentów Informatyki. Przy każdym pytaniu respondenci wybierali jedną z pięciu podanych odpowiedzi, mogli też dołączyć opinie ogólne na temat włączania do zajęć wykładowych quizów wykonanych przy użyciu narzędzia Kahoot.

Zarówno studenci Architektury i Urbanistyki, jak i Automatyki i Robotyki uważają, że quizy Kahoot są wartościowym dodatkiem do zajęć tradycyjnych. Zdecydowana większość z nich wybrała odpowiedzi twierdzące (odpowiednio 91,67% i 91,3%) (zob. tab. 1). Studentom informatyki (77,26%) także podobało się włączenie quizów tego typu do nauczania w klasie, chociaż odsetek osób pozytywnie do nich nastawionych nie jest niż taki wysoki. Być może jest to spowodowane tym, że studenci informatyki, bardziej niż inni, oceniając biorą też pod uwagę jakość zastosowanych rozwiązań informatycznych, co można było zauważyć w komentarzach ustnych.

Tablica 1. Czy quizy zrobione przy pomocy narzędzia Kahoot są dla Pani/Pana wartościowym dodatkiem do zajęć w klasie?

Studenci	Tak (%)	Raczej tak (%)	Raczej nie (%)	Nie (%)	Nie mam zdania (%)
Architektury i Urbanistyki	75	16,67	–	–	8,33
Automatyki i Robotyki	60,87	30,43	4,35	–	4,35
Informatyki	36,36	40,9	13,64	–	9,09

Krótkie quizy Kahoot przygotowane zarówno przeze mnie, jak i przez studentów – autorów prezentacji, miały na celu między innymi zwrócić uwagę uczących się na najistotniejsze kwestie, które zostały poruszone w materiałach wykładowych. Były więc niejako podsumowaniem najważniejszych zagadnień omawianych przez prezentujących. Wydaje się, że dobrze spełniły swoją rolę, gdyż 87,5% studentów Architektury i Urbanistyki, 95,65% studentów Automatyki i Robotyki oraz 81,82% studentów Informatyki stwierdziło, że pytania w nich zawarte przyczyniły się do lepszego zapamiętania przez nich nauczanych treści (tab.2).

Tablica 2. Czy quizy Kahoot pomagają w zapamiętaniu materiału, którego dotyczą?

Studenci	Tak (%)	Raczej tak (%)	Raczej nie (%)	Nie (%)	Nie mam zdania (%)
Architektury i Urbanistyki	50	37,5	–	4,17	8,33
Automatyki i Robotyki	34,78	60,87	–	–	4,35
Informatyki	18,18	63,64	9,09	4,55	4,55

Quizy Kahoot pojawiły się na zajęciach kilka razy, od 3 do 6 razy w ciągu semestru, w zależności od grupy. Zawsze na początku prezentacji uczący się byli informowani, że po wykładzie ilustrowanym slajdami w PowerPointcie lub po filmie o charakterze wykładu, będą odpowiadać na pytania przygotowane przy pomocy narzędzia Kahoot. Z analizy odpowiedzi studentów przedstawionych w tab.3 widać, że co najmniej połowa z nich bardziej koncentrowała się na zajęciach (75% studentów Architektury i Urbanistyki, 91,3% studentów Automatyki i Robotyki, 54,54% studentów Informatyki). Wyjaśnienie dużej różnicy między wyborami dokonanymi przez studentów Informatyki a pozostałymi, wymaga przeprowadzenia bardziej szczegółowych badań i potwierdzenia uzyskanych wyników na znacznie większej próbie. Być może różnica spowodowana jest typem wykładów, na jakie uczący się zwykle uczęszczają.

Tablica 3. Czy wiedząc że na zajęciach będzie quiz Kahoot bardziej się Pani/Pan koncentruje na nauczanych treściach?

Studenci	Tak (%)	Raczej tak (%)	Raczej nie (%)	Nie (%)	Nie mam zdania (%)
Architektury i Urbanistyki	37,5	37,5	12,5	4,17	8,33
Automatyki i Robotyki	34,78	56,52	4,35	–	4,35
Informatyki	27,27	27,27	27,27	4,55	13,64

Tablica 4 pokazuje wypowiedzi respondentów na temat ich stosunku do częstego wykonywania quizów Kahoot w tradycyjnej klasie. Aż 95,83% studentów Architektury i Urbanistyki i 86,95% studentów Automatyki i Robotyki wybrało odpowiedzi świadczące o tym, że podoba im się praca z tego typu zadaniami. W przypadku uczących się na kierunku Informatyka, tylko 54,54% wyraziło chęć wykonywania quizów Kahoot, jednakże zdecydowanie przeciwna była tylko jedna osoba.

Tablica 4. Czy często chciałaby Pani/ chciałby Pan rozwiązywać quizy Kahoot na zajęciach?

Studenci	Tak (%)	Raczej tak (%)	Raczej nie (%)	Nie (%)	Nie mam zdania (%)
Architektury i Urbanistyki	50	45,83	–	4,17	–
Automatyki i Robotyki	56,52	30,43	8,7	–	4,35
Informatyki	27,27	27,27	18,18	4,55	22,73

Studenci inaczej mogą traktować zajęcia językowe oferowane przez CJO niż specjalistyczne, prowadzone przez własny wydział, gdyż są przyzwyczajeni do bardziej tradycyjnego nauczania, jakie ma miejsce w szkołach podstawowych, gimnazjalnych i ponadgimnazjalnych, gdzie brak jest dyskusji merytorycznych stymulowanych materiałami autentycznymi i opiniami naukowców oraz specjalistów. Dlatego też, wypełniający ankiety zostali poproszeni o wyrażenie opinii na temat potencjalnego używania quizów Kahoot na wykładach wydziałowych. Tablica 5 pokazuje ich wypowiedzi. Wyniki są dość zbliżone – 62,5% studentów Architektury i Urbanistyki, 56,52% studentów Automatyki i Robotyki oraz 59,09% studentów Informatyki chciałoby, aby zadania tego typu pojawiały się także w trakcie zajęć wydziałowych. Podobnie, jak w poprzednim przypadku, jedynie pojedyncze osoby były temu przeciwne.

Tablica 5. Czy chciałaby Pani/ chciałby Pan, żeby nauczyciele przedmiotów kierunkowych na Pani/Pana wydziale też używali quizów Kahoot w czasie wykładów?

Studenci	Tak (%)	Raczej tak (%)	Raczej nie (%)	Nie (%)	Nie mam zdania (%)
Architektury i Urbanistyki	50	12,5	–	12,5	25
Automatyki i Robotyki	39,13	17,39	26,09	4,35	13,04
Informatyki	27,27	31,82	27,27	4,55	9,09

Wielu studentów skomentowało wybór odpowiedzi we wspomnianym pytaniu. W ankietach znalazły się następujące opinie:

- Architektura i Urbanistyka:
 - „nie zasypiałabym na wykładach”,
 - „to przyjemny sposób na zapamiętywanie materiału”,
 - „utrwała to wiadomości z zajęć i jest dobrą zabawą”,
 - „łączy przyjemne z pożytecznym”,
 - „jest to pewne urozmaicenie zajęć i bardziej zachęca do uważania”,
 - „wykłady stałyby się ciekawsze”,
 - „quizy pozwalają na aktywny udział w zajęciach”,
- Automatyka i Robotyka:
 - „na języku angielskim to może być pomocne, ale ciężko mi sobie wyobrazić taki przedmiot”,
 - „świetna zabawa, a przy tym edukacyjna”,
 - „Kahoot pozwala na uzyskanie większej uwagi słuchaczy. Studenci, którzy będą odpowiadać na pytania w czasie wykładów i zdobywać z tego tytułu punkty, więcej zapamiętają.”,
 - „jest to dodatek motywujący do kontrolowania się na wykładach”,
 - „urozmaicenie, lepiej się zapamiętuje informacje”,
 - „zwiększyliby udział studentów podczas zajęć”,
 - „większa koncentracja nad prezentowanymi tematami”,
 - „dobry sposób na zainteresowanie studenta prezentowanym materiałem”,
 - „jest to nowy, ciekawy sposób na zaciekawienie studentów zajęciami”,
 - „miłe urozmaicenie dla mniej wymagających przedmiotów”,
 - wybrana odpowiedź *tak*, „bo na większości [zajęć] się śpi, w związku z barkiem interakcji wykładowca – student”,

- „uczenie przez rywalizację i rozrywkę zawsze się sprawdza”,
- „do większości przedmiotów ciężko wprowadzić taki quiz”,
- Informatyka:
 - „quiz jest świetnym sposobem na krótką przerwę i podsumowanie dotychczas usłyszanych informacji”,
 - „programy nauczania są napięte i nie ma na to czasu, zresztą jeśli wykład jest prowadzony dobrze i ciekawie, to nie potrzebne są narzędzia zmuszające do skupienia uwagi.”,
 - „można dzięki temu stwierdzić, ile pamięta się z zajęć, a co trzeba powtórzyć”,
 - „dobre podsumowanie najważniejszych faktów”,
 - „rywalizacja, interakcja, łatwa obsługa – czyli świetny sposób na to, aby zachęcić do słuchania. Skutkuje to większym skupieniem na zajęciach oraz lepszym zapamiętywaniem treści.”,
 - „zmusza do ciągłej koncentracji nad materiałem”,
 - „zajęcia są ciekawe”,
 - „jeżeli zajęcia są prowadzone w ciekawy sposób, to uwaga będzie wystarczająco skupiona, jednak quiz pozwoli zapamiętać najważniejsze zagadnienia”,
 - „nie lubię takich form nauczania”.

Powyższe komentarze znalazły się głównie w ankietach studentów aprobujących używanie quizów Kahoot. Jak widać z przytoczonych opinii, tylko nieliczne osoby wyjaśniły, dlaczego nie chciałyby, żeby nauczyciele przedmiotów kierunkowych dodali tego typu zadania.

7. PODSUMOWANIE

Analizy ankiet pokazują, że krótkie quizy wykonane przy pomocy aplikacji na komputery i urządzenia mobilne mają rzeczywiście pozytywny wpływ na zwiększenie koncentracji u badanych studentów nauk technicznych Politechniki Gdańskiej, którzy brali udział w zajęciach językowych zdominowanych przez wykłady wygłaszane w sposób instruktywistyczny. Wykonanie zadań składających się z kilku, 3–5 pytań jednokrotnego wyboru, nie zajmuje dużo czasu, a więc nie zaburza struktury zajęć. Wprost przeciwnie, quizy mogą być wykorzystywane do syntezy najważniejszych informacji i do wskazywania najistotniejszych treści, których opanowanie jest konieczne do zaliczenia przedmiotu. Zadania takie, w opiniach studentów wyrażonych nie tylko w ankietach, ale także wypowiedzianych w klasie, stanowią ciekawy dodatek do zajęć tradycyjnych.

Dodatkowym argumentem przemawiającym za wprowadzeniem do zajęć instruktywistycznych zadań przygotowanych przy pomocy wspomnianych narzędzi Web 2.0 jest to, że są one darmowe i łatwe w użyciu. Prowadzący i studenci mogą przy ich pomocy przygotować nowe, ciekawe zadania, które pozytywnie wpłyną na odbiór wykładanych treści.

Badania wykazują, że jeszcze w latach dziewięćdziesiątych ubiegłego wieku studenci byli w stanie skupić się na czytaniu tekstu lub nauce średnio przez dwadzieścia minut [14]. Po upływie tego czasu następował nagły spadek koncentracji, która powracała po krótkiej przerwie, w czasie której uwagę uczącego się przyciągały kwestie niezwiązane lub nie w pełni związane z treściami, które właśnie poznawał. Obecnie uważa się, że prawdopodobnie z powodu całej gamy różnorodnych bodźców wizualnych, natłoku szybko napływających

fragmentarycznych informacji i sposobu ich przekazywania przy pomocy wielu mediów, student jest w stanie skupić się na intensywnej pracy intelektualnej jedynie przez kilka minut [15]. Jeśli przeprowadzone badania są reprezentatywne także w przypadku studentów nauk ścisłych i technicznych studiujących obecnie na uczelniach polskich, to może właśnie krótkie quizy wykonane przy pomocy prostych narzędzi Web 2.0 staną się czynnikiem stymulującym koncentrację i zaangażowanie.

8. BIBLIOGRAFIA

1. Prensky, M.: Digital Natives, Digital Immigrants. <http://www.marcprensky.com/writing/Prensky%20-%20Digital%20Natives,%20Digital%20Immigrants%20-%20Part1.pdf> (dostęp 10.02.2016), 2001.
2. Johnson, G. M.: Instructionism and constructivism. <http://files.eric.ed.gov/fulltext/ED490726.pdf> (dostęp 20.01.2016), 2014.
3. Johnson, G., M.: Instructionism and Constructivism: Reconciling Two Very Good Ideas, *Int J Edu Sci*, 7(2), 391-399, 2014.
4. Jordan, A., Carlile, O., Stack, A.: Approaches to learning: a guide for teachers, Open University Press, Meidenhead, 2008.
5. Pitsoe, V., J.: From an Instructionist to a Constructivist Classroom Management: A Dialogue, *Int J Edu Sci*, 7(2): 391-399, 2014.
6. Reinfried, M.: Can radical constructivism achieve a viable basis for foreign language teaching? – A refutation of the 'Wolff-Wendt' theorem. http://webdoc.gwdg.de/edoc/ia/eese/artic20/marcus/8_2000.html (dostęp 15.10.2015, EESE 8/2000, s. 99-109, 2000).
7. Mokwa-Tarnowska, I.: E-learning i blended learning w nauczaniu akademickim: Zagadnienia metodyczne. Wydawnictwo Politechniki Gdańskiej, Gdańsk, 2015.
8. Bayne, S.: Prezentacja na konferencji Media and Learning conference, Bruksela, grudzień 2013.
9. Smith, J., M.: Dyskusja panelowa na konferencji Media and Learning Conference, Bruksela, grudzień 2013.
10. Roszak, M., Kołodziejczak, B., Bręborowicz, A., Półjanowicz, W.: Medical distance education - good practices, IT tools , w: Good Practice of Effective Use in Education, Monograph, red. E. Smyrnova-Trybulska, Studio-Noa, Katowice, s. 235-246, 2015.
11. Bower, M.: A Typology of Web 2.0 Learning, Technologies. <http://webcache.googleusercontent.com/search?q=cache:6V01xyZ5ZWoJ:net.educause.edu/ir/library/pdf/csd6280.pdf+&cd=2&hl=en&ct=clnk&gl=us> (dostęp 24.02.2016), 2015
12. Kołodziejczak, B., Roszak, M., Kowalewski, W., Ren-Kurc, A.: Multimedia educational materials in academic medical training, *Studies in Logic, Grammar and Rhetoric*”, volume 39 No. 1 (52), s. 105-121, 2014.
13. Mokwa-Tarnowska, I.: How to engage students in online learning – web-enhanced and blended ESP classes, w: Good Practice of Effective Use in Education, Monograph, red. E. Smyrnova-Trybulska, Studio-Noa, Katowice, s. 81-88, 2015.
14. Heriot-Watt University: Lola: Learning About Open Learning, Training Manual, Heriot-Watt University, Glasgow, 1999.
15. Briggs, S.: The Science of Attention: How To Capture And Hold The Attention of Easily Distracted Students, <http://www.opencolleges.edu.au/informed/features/30-tricks-for-capturing-students-attention/#ixzz3BPhzBPxv> (dostęp 10.02.2016), 2014.

INCREASING STUDENT CONCENTRATION IN A TRADITIONAL CLASS ENHANCED WITH INTERNET TOOLS

Recent research has shown that nowadays students quickly lose concentration and are unable to focus on information provided in an instructivist way. Long lectures even when supplemented with slide shows can demotivate a vast number of students. Greater concentration leading to deeper engagement in educational activities could be achieved by enhancing a traditional environment with web-based materials created with collaborative, communication and creativity tools. Using various techniques arousing participants' interest, e.g., quizzes, should act as engaging stimuli in a face-to-face classroom. Courses can be more effective if they include various engaging activities designed with respect to constructivist, learner-centred principles, with the major focus on interactive learning. The paper aims to present some aspects of teaching and learning technical English, as well as to analyse the impact of simple quizzes on students' concentration during lecture-style presentations. The ideas discussed in the paper are supported by some exemplary tasks and opinions of the students of Gdansk University of Technology who participated in my web-enhanced classes.

Keywords: concentration, web-enhanced education, online quizzes, instructivist teaching.

III Konferencja

eTechnologie w Kształceniu Inżynierów eTEE'2016

Akademia Górniczo-Hutnicza im. Stanisława Staszica w Krakowie, 11 kwietnia 2016

SYSTEM DO ZARZĄDZANIA INFRASTRUKTURĄ KOMPUTEROWĄ UCZELNI WYŻSZEJ WYKORZYSTUJĄCY TECHNOLOGIĘ INTEL AMT

Adam MUC¹, Tomasz IDZIKOWSKI², Adam SZELEZIŃSKI³, Marcin MAJ⁴

1. Wydział Elektryczny, Akademia Morska w Gdyni
tel.: 504 449 932 e-mail: a.muc@we.am.gdynia.pl
2. Wydział Zamiejscowy Informatyki, Polsko-Japońska Akademia Technik Komputerowych w Gdańsku
tel.: 58 683 59 75 e-mail: t0meck@pjwstk.edu.pl
3. Wydział Mechaniczny, Akademia Morska w Gdyni
tel.: 516 513 666 e-mail: a.szelezinski@wm.am.gdynia.pl
4. Wydział Zamiejscowy Informatyki, Polsko-Japońska Akademia Technik Komputerowych w Gdańsku
tel.: 58 683 59 75 e-mail: majran@live.com

Streszczenie: W pracy przedstawiono system, który administratorom infrastruktury sieciowej na uczelni wyższej umożliwi zdalne i efektywne zarządzanie stanem platform komputerowych. System oparty został na technologii sprzętowej *Intel Active Management Technology* - w skrócie Intel AMT, która również została scharakteryzowana w pracy. Funkcjonalność systemu opracowano na podstawie doświadczenia i wymagań zespołu administratorów sieci komputerowej. Do najważniejszych funkcjonalności systemu należy pobieranie informacji o stanie zasilania platform i zmienianie go, pobieranie informacji o podzespołach komputera, skanowanie adresów IP maszyn i archiwizowanie ich. Wyżej wymienione funkcjonalności można wykonywać na pojedynczej maszynie lub ich grupie. Powstałe oprogramowanie wyposażone zostało w dwa typy interfejsów. Jeden to interfejs typu TUI (ang. *Text User Interface*) a drugi to CLI (ang. *Command Line Interface*). W stosunku do znanych rozwiązań komercyjnych stworzone interfejsy wpłynęły na poprawienie wydajności systemu oraz zwiększyły jego ergonomię w zarządzaniu platformami. Zaproponowana modułowa architektura systemu zapewnia, że będzie go można łatwo dalej rozwijać.

Słowa kluczowe: technologia Intel AMT, sieć komputerowa, oprogramowanie, TUI, CLI, administrowanie.

1. INFORMACJE OGÓLNE

Jednym z ważniejszych elementów infrastruktury uczelni wyższych są ich zasoby informatyczne i związane z nimi instalacje teleinformatyczne oraz elektryczne. W szczególności, mają one strategiczne znaczenie, gdy profil uczelni jest informatyczny lub techniczny. W tym przypadku, komputery i specjalistyczne oprogramowanie są podstawą większości zajęć dydaktycznych, które wykorzystywane są na ćwiczeniach i w laboratoriach. Za pośrednictwem pracowni komputerowych jest realizowany plan dydaktyczny uczelni ale również przyczyniają się one do przygotowania studentów do pracy, w której będą korzystać z podobnych aplikacji i sprzętu komputerowego.

Sprawowanie pieczy nad prawidłowym, bezpiecznym i niezawodnym działaniem komputerów na uczelni jest wyzwaniem dla zespołu informatycznego.

Do najważniejszych, zidentyfikowanych problemów w tym obszarze należą:

- administratorzy infrastruktury informatycznej muszą zarządzać dużą grupą komputerów, co wymusza wprowadzenie automatyzacji zadań w celu przyspieszenia ich realizacji i zapobiegania błędom ludzkim przy wykonywaniu żmudnych i powtarzalnych czynności.
- komputery na uczelni są intensywnie wykorzystywane przez studentów, dlatego wiąże się to z dodatkowymi problemami związanymi z częstymi czynnościami serwisowymi. Z komputerów korzystają również wykładowcy, którzy oczekują, że na komputerach będzie dostępne oprogramowanie, które jest przez nich wykorzystywane na zajęciach.
- rodzaj wykonywanych zadań przez studentów silnie wpływa, na jakość pracy systemów operacyjnych, co wymaga ich częstego odświeżania lub zmian konfiguracji. Jednocześnie, operacje te wymagają dużych uprawnień nadawanych zespołowi administratorów.
- z komputerów korzysta ogólnie duża grupa osób, która często zapomina wyłączać maszyny, co przekłada się na straty związane ze zużytą energią.

Artykuł powstał na podstawie analizy doświadczeń i potrzeb zespołu administratorów pracujących na uczelni wyższej o profilu informatycznym, w której około 50% stacji roboczych posiada wbudowany chipset obsługujący technologię AMT. Dodatkowym problemem, który należało uwzględnić przy tworzeniu systemu było to, że komputery wykorzystywane przez uczelnię wyposażone są w dwa rodzaje AMT, tj. starszą i nowszą. Dlatego tworzony system musiał współpracować z nowszym protokołem WS-Management i starszym, nie wspieranym już – SOAP (ang. *Simple Object Access Protocol*).

Technologia AMT pozwala rozwiązać wyżej przedstawione problemy, jednak implementacja oprogramowania otrzymanego od producenta komputerów nie spełniała wszystkich wymagań funkcjonalnych zdefiniowanych przez administratorów. Zespołowi

administratorów zależało na korzystaniu z Intel AMT z poziomu wiersza poleceń Linuxa – powłoki bash. Ważnym wymaganiem było wykorzystanie możliwości Intel AMT w skryptach automatyzujących działania na infrastrukturze w uczelni. Domyślny interfejs webowy posiada podstawową wadę, tj. pozwala na operowanie tylko pojedynczymi maszynami z poziomu przeglądarki internetowej [1,2,3].

2. WPROWADZENIE DO INTEL AMT

Technologia Intel® Active Management Technology (Intel® AMT) pozwala na zarządzanie infrastrukturą komputerową za pośrednictwem sieci TCP/IP przy wyłączonej maszynie podłączonej do zasilania i sieci. Jest to oprogramowanie układowe (ang. *firmware*) wyprodukowane przez firmę Intel i instalowane na płytach głównych wyposażonych w chipsety (PCH) i procesory *Core vPro* oraz *Xeon for workstation*. Do najważniejszych funkcjonalności tej technologii zalicza się:

- SoL – (ang. *Serial over LAN*) – udostępnienie portu szeregowego przez sieć TCP/IP w sieci LAN,
- IDER – (ang. *IDE Redirection*) – przekierowanie i emulowanie na maszynie docelowej magazynu pamięci masowej,
- KVM-over-LAN – (ang. *Keyboard Video Mouse over LAN*) – zdalne udostępnienie klawiatury, myszki i obrazu,
- dostęp do podstawowych operacji związanych z zarządzaniem zasilaniem poprzez aplikację webową,
- możliwość zdalnej inspekcji sprzętu oraz zdarzeń zapisanych przez oprogramowanie układowe [3,4].

W ostatnich latach obserwuje się odejście od klasycznych rozwiązań, które polegają na utrzymywaniu w organizacjach infrastruktury informatycznej. Rewolucyjne okazały się technologie pozwalające udostępnić infrastrukturę oraz oprogramowanie, jako usługi (np.: PaaS, SaaS, DbaaS). Dodatkowo, duże znaczenie ma również możliwość skalowania, rozumiana jako szybkie zmniejszanie lub zwiększanie dostępnej przestrzeni dyskowej czy mocy obliczeniowej. AMT jest jedną z wielu technologii, która pozwala na automatyzację pracy z infrastrukturą komputerową.

Rozwiązanie oferowane przez Intel działa na niskim poziomie – zapewnia usługi zarządzania zasilaniem, sprzętem, pozwala na konfigurację ustawień BIOS i UEFI – czyli takich operacji, które są niedostępne lub trudno dostępne z poziomu systemu operacyjnego.

Inną istotną funkcjonalnością tej technologii jest kontrolowanie zdarzeń, a za pośrednictwem takich układów jak BMC (ang. *Baseboard Management Controller*) zbieranie informacji z sensorów fizycznych znajdujących się na platformie. Należą do nich: temperatura, obroty wiatraków, otwarcie obudowy, błędy w konfiguracji modułów pamięci i wiele innych, które zbierane i przekazywane użytkownikowi pozwalają uniknąć wielu problemów. Funkcjonalność ta pozwala również na szybką i zdalną inwentaryzację sprzętu komputerowego.

Ważnym i chyba największym obszarem, w którym stosuje się AMT jest wsparcie użytkownika końcowego. Dostęp do KVM (ang. *Keyboard Video Mouse*) pozwala na zdalne wykonywanie procedur i świadczenie usług typu *helpdesk* o znacznie szerszym zakresie niż w przypadku protokołów RDP (ang. *Remote Desktop Protocol*) czy VNC (ang. *Virtual Network Computing*) [5].

Do prawidłowego działania Intel AMT wymagana jest właściwa architektura sprzętowa i programowa. Głównym wyposażeniem sprzętowym komputera w tej technologii jest:

- procesor vPro ze zintegrowanym układem graficznym – obraz z tego układu przekazywany jest do urządzenia wyświetlającego, gdy użytkownik chce korzystać z wyświetlania bezprzewodowego lub gdy chce skorzystać z *KVM-over-LAN*,
- chipset PCH (ang. *Platform Controller Hub*), – jako procesor kontrolujący działanie platformy m.in. operacje wejścia i wyjścia, zawierającego również takie elementy jak kontroler dysków twardej, kontroler audio, kontroler USB,
- kontroler sieci (NIC) – zapewniający komunikację z technologią AMT. Jest to o tyle istotny element, że to właśnie NIC wystawia usługi sieciowe przekazywania obrazu, dostępu http czy terminala. Usługi przypisane są do konkretnego interfejsu wybranego przez producenta. I tak, w laptopach jest to zintegrowana karta sieciowa przewodowa i bezprzewodowa. W przypadku serwerów zazwyczaj jest to pierwszy interfejs lub dedykowany osobny interfejs sieciowy. Jeżeli jest więcej interfejsów sieciowych w danym urządzeniu to najczęściej pozostają one nieosiągalne.

Warto wspomnieć, że usługi AMT dostępne są również, gdy platforma jest w stanach zasilania S0 – S5. Stany zasilania wg standardu ACPI (ang. *Advanced Configuration and Power Interface*) określane są następująco: G0 (S0) - platforma włączona, G1 – platforma uśpiona, S1-S3 – stany uśpienia, S4 – hibernacja, G2 (S5) – platforma wyłączona, G3 – platforma odłączona fizycznie od zasilania, poprzez wyciągnięcie kabla, przełącznik na PSU (ang. *Power Supply Unit*) lub inny zewnętrzny przełącznik np. Web Power Switch. We wszystkich z powyższych stanów, AMT jest dostępne z wyłączeniem G3. Zakres funkcjonalności jest różny, ale takie usługi jak AMT Web Console jest dostępna we wszystkich stanach Sx. Wynika to z faktu, że mimo wyłączenia komputera (S5), zasilanie do PSU jest dostarczane, a z kolei PSU dostarcza zasilanie do układów Intel ME, które odpowiadają za funkcjonalność AMT. Zasilanie to zanika w stanie G3, w którym to zasilanie baterijne podtrzymuje zazwyczaj tylko zasilanie zegara czasu rzeczywistego. W efekcie, przekłada się to na możliwość zdalnego sterowania wyłączonymi komputerami. Można więc je włączać, przysyłać obraz, konfigurować, zmieniać systemy operacyjne, itd. [6].

Technologia ta, to nie tylko sprzęt, lecz również oprogramowanie różnego typu. W skład technologii wchodzi systemy wbudowane, sterowniki dla systemu operacyjnego, aplikacje web, rozszerzenia BIOS oraz UEFI czy pakiety narzędzi dla programistów. Podstawowym narzędziem pozwalającym na konfigurację Intel ME, którego częścią jest AMT, jest *Intel® Management Engine BIOS Extension (MEBx)*. Jest to system dostępny podczas uruchamiania komputera pozwalający na konfigurowanie *Management Engine (ME)*. Z tego poziomu można udostępnić poszczególne funkcjonalności AMT, konfigurować dostęp sieciowy, zasady bezpieczeństwa czy aktualizacji.

W ramach technologii ME dostarczane są również sterowniki i oprogramowanie działające w systemie operacyjnym. Należy do nich IMSS (ang. *Intel Management and Security Status*). Jest to aplikacja z interfejsem graficznym domyślnie dostępna z menu start lub zasobnika systemowego. Wyświetla ona informacje o aktualnym stanie

Intel ME, zdarzenia oraz informacje o pozostałych komponentach w systemie.

Dostępne są również usługi systemowe LMS (ang. *Local Management Service*). LMS odpowiada za komunikację z usługami ME/AMT na lokalnej platformie. Usługa ta nasłuchuje żądań, a następnie za pomocą sterownika MEI (ang. *Management Engine Interface*) komunikuje się z niższymi warstwami Intel ME.

Kolejnym oprogramowaniem udostępnionym przez Intel jest konsola w postaci aplikacji webowej. Pozwala ona na pobranie informacji o platformie: system, procesor, pamięć RAM, urządzenia magazynujące czy bateria. Pozwala na zarządzanie zasilaniem, które rozumiane jest jako możliwość przejścia platformy pomiędzy stanami Sx. W konsoli Web można wykonać również część konfiguracji sieciowej i kont użytkowników AMT [7].

Przy tworzeniu własnego systemu niezbędne jest korzystanie z narzędzi Intela przeznaczonych dla programistów. Podstawowym jest Intel® AMT Software Development Kit (SDK), który dostarcza przykładowego kodu i API dla implementacji aplikacji korzystających z AMT. SDK wspiera języki C# oraz C++ i systemy Windows oraz Linux. Niestety, w SDK zabrakło wsparcia dla Javy, w której został stworzony system. Natomiast, dostępna jest implementacja klienta WS-Management dla Javy - *Intel® WS-Management Java Client Library*. Jest to biblioteka, która powstała głównie z myślą o komunikacji z AMT, ale może być wykorzystana do zarządzania dowolnymi zasobami CIM (ang. *Common Information Model*) [7].

Ważnym elementem wymaganym przy korzystaniu z AMT jest obsługa interfejsów komunikacyjnych. Aby zarządzać starszymi platformami wyposażonymi w AMT w wersji starszej niż 3, wymagana jest dodatkowa implementacja wspierająca komunikację SOAP. Poczynając od wersji 6, wsparcie dla komunikacji SOAP zostało uznane za przestarzałe, a w wersji 9 usunięte ze wszystkich SDK udostępnianym programistom i z samego systemu wbudowanego – Intel ME. Obecnie obowiązującym interfejsem komunikacyjnym jest WS-Management. Jest on efektem współpracy dużych firm technologicznych takich jak AMD, Intel czy Dell. Ich współpraca odbywała się w ramach organizacji standaryzacyjnej DMTF (ang. *Distributed Management Task Force*). Interfejs ten bazuje na protokole SOAP oraz dostarcza rozbudowane API (ang. *Application Programming Interface*), dzięki któremu można komunikować się wewnątrz infrastruktury IT, m.in. między stacjami roboczymi, serwerami, komputerami. Według DMTF standard ten umożliwia m.in. pobieranie, tworzenie i usuwanie wartości i ustawień, numerowanie zawartości kontenerów i kolekcji, subskrybowanie zdarzeń i wykonywanie metod z silnie typowanymi parametrami i wynikami [8,9].

3. PRZEGLĄD FUNKCJONALNOŚCI KOMERCYJNEGO OPROGRAMOWANIA

Na rynku dostępnych jest kilka programów, które pozwalają na wykorzystanie technologii Intel AMT. Przykładowe programy to: *Intel® vPro™ Platform Solution Manager*, *Intel Open Manageability Developer Tool Kit*, *Microsoft System Center*, IPMI i *SuperMicro IPMI View*. Poniżej opisane zostały najważniejsze cechy wymienionych aplikacji. Na podstawie ich możliwości oraz własnych doświadczeń zostały zdefiniowane wymagania funkcjonalne

proponowanych interfejsów. Pierwszy to TUI (ang. *Text User Interface*) a drugi to CLI (ang. *Command Line Interface*).

Jako pierwszy opisany został program, który występuje pod nazwą *Intel® vPro™ Platform Solution Manager*. Jest to mała aplikacja dostarczana przez Intel, która pozwala na realizację podstawowych zadań związanych z Intel AMT. Działa ona w środowisku graficznym w systemie Windows i nie występuje w wersji dla systemu Linux. Pozwala w łatwy sposób zarządzać zasilaniem, przekierowaniami, odczytywać zdarzenia z platformy czy konfigurację. Pozwala również wczytywać całą listę platform z pliku XML [4].

Drugi z wymienionych programów dostarcza tej samej funkcjonalności co pierwszy oraz znacznie ją rozszerza. To, co dodatkowo można znaleźć w *Intel Open Manageability Developer Tool Kit* to dziesiątki opcji i informacji o podłączonych komputerach oraz Intel AMT Discovery, czyli skanowanie zadanego zakresu adresów IP w poszukiwaniu komputerów z aktywną usługą AMT. Inną ciekawą jej funkcjonalnością jest możliwość wykonywania operacji z wielu komputerów jednocześnie. Aplikacja posiada większą możliwość konfiguracji niż pierwsza, ale działa wyłącznie w systemie Windows [4].

Microsoft System Center nie jest oprogramowaniem Intela i służy głównie do zarządzania konfiguracją i licencjami w dużych sieciach opartych na rozwiązaniach firmy Microsoft. Jedną z funkcjonalności aplikacji jest podstawowa obsługa usług Intel AMT ograniczona tylko do wybranych wersji Intel AMT. Dodatkowo Intel dostarcza wtyczkę, która rozszerza możliwości tego oprogramowania oraz wspierane wersje Intel AMT. Minusem jej jest fakt, że rozwiązanie jest płatne, a obsługa AMT jest częścią dużego systemu [4].

IPMI jest innym rozwiązaniem niż AMT i przeznaczone jest dla maszyn serwerowych, ale posiada też wspólną funkcjonalność m.in. odczyty parametrów fizycznych z sensorów zamontowanych na platformie. Pozwala na zarządzanie zasilaniem. Przekierowuje konsolę zarządzania, co pozwala na zdalne uruchomienie BIOS i jego konfigurację. Dodatkowo, ma możliwość zarządzania użytkownikami. Zasada udostępnienia usługi na platformie jest podobna, jak w przypadku AMT – wymagana jest wstępna konfiguracja z poziomu BIOS – ustawienia sieciowe, użytkownik, hasło. IPMI nie dostarcza usługi podobnych do IDER czy KVM-over-LAN [4].

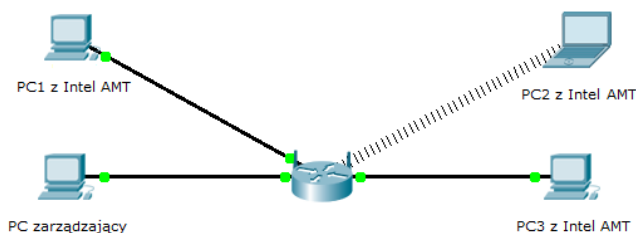
Oprogramowanie, które służy do zdalnego zarządzania to np. *SuperMicro IPMI View*. Aplikacja działa pod systemami Windows i Linux (napisana w Java). Dostarcza bogate informacje z sensorów fizycznych – prędkości obrotowe wiatraków, temperatury w różnych regionach serwera, poziomy napięcie, aktualne zużycie energii elektrycznej przez poszczególne jednostki zasilania. Informacje te przydatne są w warunkach pracy z maszynami serwerowymi. Pozwalają m.in. oszacować obciążenie instalacji elektrycznej czy ilość wydzielanego ciepła i potrzeby związane z chłodzeniem np. zwiększenie mocy klimatyzatorów czy inne rozłożenie serwerów w celu równomiernego rozkładu ciepła [4].

Najważniejszym wnioskiem płynącym z analizy powyższych programów jest to, że są to bardzo często nazbyt rozbudowane systemy, wymagające skomplikowanej konfiguracji i zazwyczaj tworzone są pod system Windows. Dodatkowo, migracja tego oprogramowania na inne platformy jest niemożliwa. Jednym z powodów stworzenia

aplikacji w wersji z interfejsem TUI i w wersji CLI była możliwość wykorzystania tej technologii z poziomu systemu Linux lub OS X i zwiększenie jej wydajności.

4. TESTOWE ŚRODOWISKO LABORATORYJNE

Dokumentacja dotycząca AMT, którą udostępnia Intel, jest stosunkowo uboga i zorientowana na systemy operacyjne z rodziny Windows. Dlatego do stworzenia planowanego systemu niezbędne okazało się zbudowanie laboratoryjnej sieci komputerowej, w której została rozpoznana technologia oraz przeprowadzono testy konfiguracyjne i testy oprogramowania. Na rysunku 1 przedstawiono topologię sieci laboratoryjnej wraz z opisem ról poszczególnych jednostek. Po skonfigurowaniu środowiska i uruchomieniu Intel ME wraz z AMT, na komputerach przeprowadzono kilka symulacji, aby zapoznać się z zasadami korzystania z Intel AMT. W symulacjach badane były różne metody zdalnego zarządzania komputerami. W sieci laboratoryjnej uwzględniono testowanie topologii wykorzystującej połączenia przewodowe (komputery oznaczone: PC, PC1, PC3) i WiFi (komputer oznaczony PC2), a także wykorzystano w niej komputery wyposażone w dwa interfejsy, tj. SOAP i WS-Management. Taka konfiguracja i dobór komputerów pozwoliła uwzględnić większość krytycznych sytuacji, z którymi system powinien sobie radzić [10].



Rys. 1. Architektura laboratoryjnej sieci komputerowej do testowania technologii Intel AMT, gdzie: PC zarządzający – komputer z poziomu którego zdalnie zarządzano pozostałymi komputerami wyposażonymi w Intel AMT oznaczonymi odpowiednio: PC1, PC2 i PC3.

5. ARCHITEKTURA SYSTEMU I INTERFEJSY

Założeniem systemu było to, aby stworzona aplikacja była osadzona na systemie operacyjnym, a dostęp do niej był możliwy z poziomu powłoki bash systemu Linux lub konsoli Windows. Uwzględniając realizację powyższych wymagań, użytkownikom zaproponowano dwa interfejsy:

- CLI – mający postać poleceń wywoływanych z konsoli,
- TUI – mający postać tekstowego interfejsu użytkownika.

Elementy składowe systemu zostały przedstawione na rysunku 2. Aplikację wykonano w technologii Java 8 z zastosowaniem obiektowych technik projektowania. Najważniejszych bibliotek dostarczyła firma Intel. Były to dwie biblioteki, które ułatwiły komunikację z protokołem WS-Management i SOAP: *Intel WS-Management Library i Intel RDK – SOAP*. Podstawową wadą korzystania z biblioteki *Intel RDK-SOAP* było to, że nie jest ona już rozwijana a dokumentacja jest skromna. Dlatego, przed jej zastosowaniem należało ją poznać przez ręczne przetestowanie funkcji.

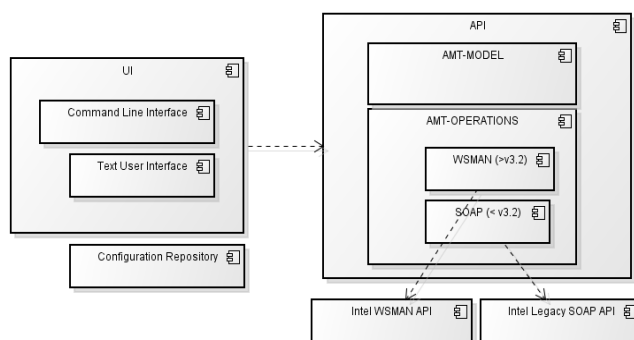
Pozostałymi bibliotekami wspomagającymi proces tworzenia aplikacji były biblioteki znajdujące się w repozytorium Mavena: Google Guice, Log4j, TestNG,

XStream. Pierwsza z nich, tj. Google Guice, jest lekkim kontenerem zależności, który obsługuje wstrzykiwanie zależności (ang. *dependency injection*). Dzięki niej, można w sprawny sposób wymieniać implementacje zastosowanych rozwiązań w projekcie. Kolejne biblioteki, tj. Log4j oraz TestNG wykorzystano do zapewnienia wysokiej jakości systemu – zwłaszcza przez dobre, jego przetestowanie. Ostatnia na liście biblioteka XStream, wykorzystana została do implementacji repozytorium dla tworzonej konfiguracji. Konfiguracja była utrwalana na dysku twardym w formacie XML.

Przy budowie interfejsu CLI podstawową biblioteką okazała się *Apache Commons CLI*. Biblioteka ta dostarczana jest przez producenta Apache i służy do parsowania poleceń, które przekazywane są do programu oraz do generowania dziennika pomocy (ang. *usage*). Natomiast interfejs TUI oparty został na bibliotece CHARVA, która wywodzi się z języka Java. Służy ona do prezentowania graficznego interfejsu użytkownika w tradycyjnych terminalach systemowych (ang. *Character Cell Terminals*). Jej działanie polega na emulacji komponentów biblioteki AWT oraz SWING do postaci okienek terminalowych. Jej API jest zgodne z biblioteką SWING oraz AWT dla JDK w wersji 1.2.

Zapewnienie działania aplikacji z poziomu wiersza poleceń pozwala realizować podstawowe funkcjonalności związane z zarządzaniem komputerami wyposażonymi w Intel AMT. Wpisywanie poleceń z konsoli pozwala na operowanie pojedynczymi komputerami lub ich grupami. Aby usprawnić pracę z konsolą można również opracowane polecenia wywoływać ze skryptu. Cała konfiguracja zapisana jest w postaci pliku JSON, którego poszczególne węzły oraz parametry definiują właściwości danego komputera. Użytkownik z poziomu tego interfejsu może:

- zarządzać zasilaniem, tj. pobierać stan zasilania w jakim aktualnie jest komputer ale też zmieniać go.
- monitorować konfigurację komputera, tj. odczytywać informacje o konfiguracji sprzętowej danej jednostki.



Rys. 2. Podział systemu na elementy składowe [8], gdzie: UI – zawiera dwa interfejsy użytkownika, Configuration Repository – odpowiada za konfigurację modułów w systemie, AMT-Model – abstrakcyjny model danych wykorzystywany do prowadzenia operacji, AMT-Operations – pakiet zawierający zestaw funkcji zapewniający połączenie z platformami, IntelWSMANAPI – pakiet zawiera zestaw funkcji do komunikacji z AMT do wydania 2.9.X, IntelSOAP – pakiet zawiera zestaw funkcji do komunikacji z AMT powyżej 2.9.X

Druga postać interfejsu (TUI) realizuje taką samą funkcjonalności, co opisana poprzednio wersja CLI, oraz dodatkowo pozwala skanować wybrane zakresy adresów

sieciowych w poszukiwaniu komputerów z aktywnym modulem AMT.

Oba interfejsy, tj. CLI i TUI, są wyczytywane za pomocą mechanizmu refleksji. Zapewnia on, że aplikacja jest łatwo rozszerzalna, ponieważ nie wymaga poważnych zmian w logice modułu podczas dalszego rozwoju aplikacji.

Aplikacja została podzielona na moduły. Do ich budowy i zarządzania wykorzystany został Apache Maven. Moduły zaprojektowano w taki sposób, aby były zgodne z założeniami tzn. luźnego wiązania (ang. *loose coupling*). Luźne wiązanie oznacza, że moduły są w znacznym stopniu niezależne od siebie. Komunikują się ze sobą za pomocą interfejsów lub klas abstrakcyjnych. Taka budowa systemu zagwarantowana została przez wykorzystanie wzorca projektowego o nazwie wstrzykiwanie zależności (ang. *dependency injection*) [10].

6. PRZYKŁADOWA OBSŁUGA INTERFEJSU CLI

Korzystanie z konsoli systemu operacyjnego polega na wpisywaniu z parametrami zaprogramowanych wcześniej poleceń. Najważniejsze z nich przedstawiono na rysunku 3.

```
bash
hobgoblin$ java -jar pjatk-amt-cli-1.0-SNAPSHOT.jar -list
-----
Soap operations
-----
GetSupportedPowerStatesOperation
GetPlatformInfosOperation
GetMemoryInfosOperation
GetCPUInfosOperation
GetPowerStateOperation
GetStorageInfosOperation
SetPowerStateOperation
-----
Wsman operations
-----
GetStorageInfosOperation
SetPowerStateOperation
GetPowerStateOperation
GetCPUInfosOperation
GetPlatformInfosOperation
GetSupportedPowerStatesOperation
```

Rys. 3. Wywołanie polecenia `pjatk-amt-cli-1.0-snapshot.jar -list` do wyświetlenia możliwych operacji [10]

```
bash
hobgoblin$ java -jar pjatk-amt-cli-1.0-SNAPSHOT.jar -scan -ipFrom
192.168.0.1 -ipTo 192.168.0.30 -toFile
Active: 192.168.0.11
Active: 192.168.0.15
Results stored in list.txt.
hobgoblin:dist marcinma$
```

Rys. 4. Wywołanie polecenia do przeszukiwania aktywnych porów z określonego zakresu adresów IP [10]

```
[
  {
    "name": "IP:192.168.0.11",
    "ipAddress": "192.168.0.11",
    "user": "admin",
    "password": "P@ssw0rd",
    "operationProtocol": "ANY"
  },
  {
    "name": "IP:192.168.0.15",
    "ipAddress": "192.168.0.15",
    "user": "admin",
    "password": "P@ssw0rd",
    "operationProtocol": "ANY"
  }
]
```

Rys. 5. Wynik działania skanera sieciowego po zapisie do pliku w zdefiniowanym formacie [10]

Na rysunku 4 przedstawiono wynik pracy skanera sieciowego dla zakresu adresów IP od 192.168.0.1 do 192.168.0.30 w poszukiwaniu aktywnych portów. Następnie wynik został zapisany do pliku tekstowego jak na rysunku 5.

Na rysunku 6 przedstawiono format polecenia i efekt jego działania dla operacji pobrania stanu zasilania komputera. W tym celu użyte zostało polecenie `GetPowerStateOperation`. Operacja wykonana została dla protokołu WS-Management na komputerze o nazwie `Test2`. Natomiast na rysunku 7 przedstawiono przykładową operację zmiany stanu zasilania komputera.

```
bash
hobgoblin$ java -jar pjatk-amt-cli-1.0-SNAPSHOT.jar -operation Get
PowerStateOperation -wsman -platform_name Test2
GetPowerStateOperation
{
  "result": "ON"
}
```

Rys. 6. Wynik pobrania aktualnego stanu zasilania z wybranego komputera [10]

```
bash
hobgoblin$ java -jar pjatk-amt-cli-1.0-SNAPSHOT.jar -operation Set
PowerStateOperation -parameter {"newPowerState":"OFF ACPI"} -platform_name T
est2
SetPowerStateOperation
{
  "result": true
}
```

Rys. 7. Zmiana stanu zasilania wybranego komputera w sieci [10]

Interfejs CLI został także wyposażony w pomoc, dzięki której użytkownik w każdej chwili może skorygować własne działania. Na rysunku 8 przedstawiono polecenia pomocy.

```
bash
hobgoblin$ java -jar pjatk-amt-cli-1.0-SNAPSHOT.jar -help
usage: amt-pjatk
-debug          Help
-help          starting IP address for scanning
-ipFrom <arg>  last IP address for scanning
-ipTo <arg>    Provide json platform configuration
-json <arg>    List of available operations
-list          Operation name
-operation <arg> Provide parameters in json format
-parameter <arg> AMT password
-password <arg> Platform IP address
-platform <arg> Platform name specified in repository
-platform_name <arg> Run scan over LAN network
-scan          Connect using SOAP
-soap          Store scanning results in file
-toFile       AMT username
-user <arg>   Connect using WS-Management
-wsman
```

Rys. 8. Efekt zadziałania polecenia `-help`, które wyświetla pomoc wbudowaną w interfejs [10]

7. PRZYKŁADOWA OBSŁUGA INTERFEJSU TUI

Text User Interfejs ze względu na swoją specyfikę, która polega na tym, że użytkownik nie musi znać poleceń, a interfejs wyposażony jest w podpowiedzi, przeznaczony jest dla użytkowników z mniejszym doświadczeniem w obsłudze Intel AMT. Okno interfejsu TUI składa się z panelu, który udostępnia funkcjonalności systemu. W dolnej części okna aplikacji znajduje się konsola, w której pojawiają się wyniki wykonywanych operacji. TUI udostępnia również wskazówki ułatwiające poruszanie się po interfejsie.

Dostępne są też skróty klawiszowe, które poprawiają ergonomię i szybkość korzystania z funkcji systemu. Na rysunku 9 przedstawiono podstawowy ekran interfejsu TUI. Funkcjonalność w nim zawarta pozwala na zdalną inwentaryzację sprzętu oraz zarządzanie zasilaniem platform.



Rys. 9. Początkowe okno interfejsu TUI, gdzie: 1 - wybór operacji, 2 - wyświetlanie wszystkich komputerów z repozytorium, 3 - ręczne skonfigurowanie parametrów komputerów, 4 - wyszukiwarka komputerów w sieci, 5 - lista z wybranymi komputerami. Do korekty listy 5 służą przyciski: „REMOVE”, który usuwa zaznaczoną pozycję i „CLEAR”, który czyści listę. Przycisk „EXECUTE” wykonuje wskazane operacje na wybranych komputerach, na bieżąco informując użytkownika o postępie prac w konsoli okna.

8. WNIOSKI KOŃCOWE

Stworzony dla uczelni wyższej system informatyczny pozwala na proste i efektywne zarządzanie jej infrastrukturą komputerową. Najważniejszą wartością dodaną wynikającą z korzystania z opracowanego oprogramowania jest zautomatyzowanie pracy administratorów IT z poziomu dowolnego systemu, w którym można uruchomić tryb konsolowy. Dzięki wysokiemu poziomowi automatyzacji produkt powinien pozwolić na efektywniejsze zarządzanie wykorzystaniem energii elektrycznej oraz szybsze reagowanie w przypadku awarii. System może też znaleźć zastosowanie przy sporządzaniu okresowych inwentaryzacji sprzętu komputerowego lub innych raportów o stanie infrastruktury informatycznej uczelni. Proponowane rozwiązania dostosowane zostało do środowiska, w którym ma funkcjonować oraz spełnia wymagania użytkownika końcowego. W odróżnieniu od dostępnych rozwiązań komercyjnych nie jest skomplikowane i drogie.

W dobie powszechnego rozwoju GUI (ang. *Graphical User Interface*) decyzja polegająca na wykorzystaniu interfejsów typu TUI lub CLI może wydawać się kontrowersyjna, ale w efekcie końcowym, dzięki swojej prostocie, pozwoliła uzyskać zamierzony efekt lekkości i ergonomii systemu.

THE SYSTEM OF COMPUTER INFRASTRUCTURE OF UNIVERSITY MANAGEMENT WITH INTEL AMT TECHNOLOGY

A system which allows the administrators for remote and effective management of university network infrastructure is the main issue of this thesis. The system is based on the *Intel Active Management Technology* (IntelAMT) hardware technology that is also characterized in the paper. Functionality of the system was developed on the basis of experience and requirements of a group of university computer network administrators working at the university as IT specialists. Requesting the information about the power supply state of platforms and its modifications as well as the information about computer components and scanning and saving machine's IP addresses are the most significant functionalities of the system. The above-mentioned functions might be performed on a single machine or a group of them. The software has been equipped with two types of interfaces: TUI and CLI. Taking into consideration all well-known commercial solutions, the newly created interfaces not only influenced the improvement of the system's capability, but also increased its efficiency in the platforms management. The modular architecture of the system ensures the possibility of its further development.

Keywords: Intel AMT technology, computer net, software, TUI, CLI, administration.

Przy planowaniu infrastruktury informatycznej organizacji, zwłaszcza tak dużej jak uczelnia wyższa, warto jest zainwestować w technologie zbliżone do Intel AMT, ponieważ dzięki nim zarządzanie i utrzymanie właściwego stanu technicznego komputerów jest znacznie prostsze i efektywniejsze.

9. BIBLIOGRAFIA

1. Intel: Start Here Guide INTEL® ACTIVE MANAGEMENT TECHNOLOGY (INT EL® AMT), <https://software.intel.com/>.
2. Intel: Setup and Configuration of Intel AMT, <https://software.intel.com/>.
3. Intel: Intel vPro Three Generations Of Remote Management - An Introduction To Intel vPro And Active Management Technology, <https://software.intel.com/>.
4. Min Tan, Xianchao Xu, Xu Zhang: Home PC Maintenance with Intel AMT, *Intel Technology Journal*, Vol. 11, p57-66, 2/2007.
5. Kumar A.: *Active Platform Management Demystified: Unleashing the Power of Intel VPro™ Technology*, Intel Press, 2009.
6. Anderson G., Corriveau P., DeVetter D., Engelman F.: Power Efficiency and Sustainable Information Technology, *Intel Technology Journal*, Vol. 12, p303-311, 11/2008.
7. Intel: Intel(R) AMT SDK Implementation and Reference Guide, <https://software.intel.com/>.
8. Saint-Hilaire, Ylian: *Extreme Programming with Intel vPro Technology: Pushing the Limits with Innovative Software*, *Intel Technology Journal*, Vol. 12, p335-342, 11/2008.
9. Levy O., Kumar A., Goel P.: Advanced Security Features of Intel vPro Technology, *Intel Technology Journal*, Vol. 12, p229-238, 11/2008.
10. Maj M., Sirocki M., Hanc T.: Zdalne zarządzanie stanem platform komputerowych z wykorzystaniem technologii Intel Active Management Technology, PJATK, Gdańsk, 09/2015.

ROLA MULTIMEDIÓW I E-LEARNINGU W NAUCZANIU ELEKTROTECHNIKI

Anna POREBSKA, Agnieszka WANTUCH

AGH, Akademia Górniczo-Hutnicza im. St. Staszica w Krakowie, Wydział Elektrotechniki, Automatyki, Informatyki i Inżynierii Biomedycznej
tel.: 12-617-28-19 e-mail: porebska@agh.edu.pl, awantuch@agh.edu.pl

Streszczenie: – Wykorzystanie narzędzi multimedialnych i e-learningu w procesie dydaktycznym zostało przedstawione na przykładzie nauczania przedmiotu Podstawy Elektrotechniki na AGH w Krakowie. Rozwój nauczania na odległość umożliwia łączenie tradycyjnych zajęć z nauczycielem z nauczaniem przez Internet. Wśród tych pierwszych, szczególną rolę odgrywają zajęcia laboratoryjne, które dzięki eksperymentom prowadzonym przez samych studentów pomagają im zrozumieć studiowane zagadnienia. Autorki zwracają uwagę na dwie kwestie. Pierwsza to wykorzystanie narzędzi multimedialnych podczas ćwiczeń laboratoryjnych – w szczególności wykorzystanie programów symulacyjnych. Druga, to ocena różnych form zajęć przez studentów, z punktu widzenia ich przydatności w procesie uczenia się. Wyniki ankiet wypełnionych przez studentów wskazują na laboratoria, zwłaszcza na tradycyjne laboratorium pomiarowe, jako na najbardziej dla studentów przydatne zajęcia.

Słowa kluczowe: multimedia w edukacji, e-learning, ranking form nauczania, ćwiczenia laboratoryjne z elektrotechniki.

1. WPROWADZENIE

We współczesnym świecie pracodawcy potrzebują pracowników o szerokich horyzontach myślowych; posiadających nie tylko bardzo dobre wykształcenie w danej dziedzinie, ale też potrafiących poradzić sobie z zastosowaniem tej wiedzy w obszarach pokrewnych [1]. Na przykład inżynier wykształcony w zakresie elektrotechniki powinien również posiadać pewną wiedzę z zakresu mechaniki, informatyki czy przede wszystkim matematyki. Ze względu na coraz szybszy rozwój technologii, edukacja inżyniera nie może kończyć się w dniu uzyskania dyplomu. Konieczne jest ciągle aktualizowanie i poszerzanie zdobytej wiedzy. Współczesne narzędzia i technologie, a w szczególności te dostępne przez Internet, z powodzeniem tę potrzebę ciągłej edukacji mogą zaspokoić.

W wysoko rozwiniętych krajach świata można dostrzec znaczną zależność pomiędzy rozwojem technologii informacyjnych a ogólnym rozwojem społeczeństwa [2]. Co więcej, nierówny dostęp do nowych technologii może prowadzić do tzw. wykluczenia cyfrowego [3].

Obecnie w powszechnym użyciu są takie narzędzia umożliwiające korzystanie z multimedialnych zasobów jak tablet czy smartfon z dostępem do Internetu. Według GUS [4] w 1995 roku na świecie Internet wykorzystywało tylko 8 na 1000 osób, natomiast w roku 2014 już 407. W Polsce odpowiednio było to 6,5 i 666 osób. Stałe szerokopasmowe łącze internetowe użytkuje w świecie już przeszło 750 mln

abonentów (w roku 2001 – nieco ponad 37 mln), w Polsce ponad 9 mln (w roku 2000 takie szerokopasmowe łącze nie było w ogóle dostępne, a w 2001 roku miało je tylko 12 tys. abonentów). Według danych GUS liczba użytkowników telefonów komórkowych w Polsce wzrosła do 59,796 mln na koniec 2014 roku, czyli zwiększyła się sześciokrotnie w stosunku do roku 2001. W roku 2013 było w Polsce ponad 1,5 telefonu komórkowego na osobę, co średnio dawało 4 telefony na jedno gospodarstwo domowe [5].

Technologie informacyjne i komunikacyjne (ICT) odgrywają kluczową rolę w tworzeniu społeczeństwa informacyjnego [6]. Rozwój ICT nie jest bez znaczenia dla kształtowania się systemu edukacji. Wpływa na modyfikację zarówno treści jak i form nauczania młodzieży i dorosłych, opracowanie nowych programów studiów oraz na programy służące podniesieniu kwalifikacji pracowników [7]. Obecnie wiele narzędzi edukacyjnych bazuje na nauczaniu interaktywnym przez Internet. Użytkownikami takich platform edukacyjnych mogą być zarówno studenci studiów dziennych, czy zaocznych poszczególnych kierunków studiów, jak i osoby chcące poszerzyć swoją wiedzę z danych zagadnień lub zdobyć wiedzę z nowych dyscyplin.

W poniższym tekście autorki odnoszą się do wykorzystania multimedii w procesie kształceniu inżynierów na przykładzie nauczania przedmiotu Podstawy Elektrotechniki w AGH w Krakowie. Szczególnie zajęcia laboratoryjne angażują różne narzędzia, które pozwalają prowadzić zarówno rzeczywiste pomiary jak i symulacje zjawisk elektrycznych. Wydaje się, że dzięki temu student lepiej może zapoznać się z badanym zagadnieniem i zrozumieć różnice między modelem a rzeczywistym obiektem.

W oparciu o przeprowadzone wśród studentów – uczestników zajęć laboratoryjnych – ankiety, przeanalizowana jest percepcja różnych typów zajęć pod kątem ich przydatności w uczeniu się przedmiotu. W szczególności porównane są laboratoria tradycyjne – pomiarowe z laboratoriami gdzie pracuje się z programami komputerowymi i wykonuje się tylko symulacje.

2. NOWE NARZĘDZIA W EDUKACJI

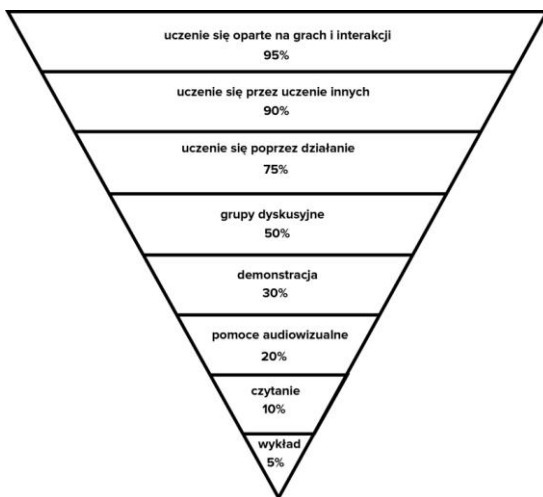
Z każdym rokiem ilość informacji rośnie w ogromnym tempie, dlatego bardzo ważne jest kształtowanie umiejętności wyszukiwania i selekcjonowania informacji pod kątem przydatności dla założonych celów. Jednocześnie

ograniczanie informacji przekazywanych w procesie nauczania poprzez redukcję ich wyłącznie do suchej treści jest odbierane przez nauczanych jako nudne i utrudniające zapamiętanie.

2.1. Narzędzia wspierające nauczanie

Wykłady z wykorzystaniem multimediów są postrzegane jako bardziej interesujące i ułatwiające zrozumienie. Studenci bardzo często mają dostęp do własnych, bardziej zaawansowanych urządzeń, niż te dostępne w szkole i chcą je wykorzystywać do nauki podczas zajęć. Ponadto, wolą aktywnie uczestniczyć w ćwiczeniach niż być jedynie pasywnymi słuchaczami.

Wszystko to dobrze wpasowuje się w zależność między skutecznością zapamiętywania a stosowaną techniką nauczania. Na rysunku 1 pokazano tzw. piramidę nauczania; widać wyraźnie, iż proces zapamiętywania jest silnie zależny od bezpośredniego zaangażowania uczącego się w zajęcia. Jeśli natomiast jest on tylko obserwatorem, to posłużenie się środkami audiowizualnymi znacznie wzmacnia proces przyswajania informacji.



Rys. 1. Piramida nauczania [8]

Wysoką 75% skuteczność zapamiętywania osiąga się przez „uczenie się poprzez działanie”. Na uczelni technicznej taka technika nauczania realizowana jest poprzez laboratorium. W niniejszym tekście skupiamy się na zajęciach z Podstaw Elektrotechniki, które są prowadzone w laboratorium elektrotechniki na Akademii Górniczo-Hutniczej w Krakowie. Nauka elektrotechniki jest bardzo ważnym elementem współczesnej edukacji inżyniera. W naszej uczelni zajęcia z tego przedmiotu prowadzone są na niemal wszystkich wydziałach AGH, dla studentów różnych kierunków studiów. Nauczanie tego przedmiotu wymaga od studentów posiadania pewnej wiedzy z takich dziedzin jak matematyka, czy fizyka. Zajęcia praktyczne w laboratorium mogą znacznie pomóc w zrozumieniu twierdzeń i zasad rządzących zjawiskiem elektryczności. Dlatego też ćwiczenia laboratoryjne towarzyszą wykładom w programie nauczania Podstaw Elektrotechniki.

Laboratorium elektrotechniki wyposażone jest zarówno w stoły pomiarowe, na których montowane są obwody elektryczne, jak i w komputery, na których dostępne jest oprogramowanie umożliwiające symulację tychże obwodów. Praca w laboratorium może odbywać się tradycyjnie – poprzez pomiary w rzeczywistym obwodzie lub też może sprowadzać się tylko do symulacji obwodu. Można mieszać

obie techniki pracy tak, by różne części zespołu studentów wykonały różne zadania w realnym i symulowanym obwodzie lub też wykonały te same pomiary i porównały wyniki. W efekcie studenci mogą porównać teorię z rzeczywistymi procesami zachodzącymi w realnie utworzonych obwodach.

2.2. E-learning

Kursy e-learningowe są przykładem rozwoju metod edukacyjnych i stały się bardzo popularne, ponieważ oferują możliwość ciągłej aktualizacji informacji. Stąd na uczelniach obserwuje się duże zainteresowanie tą formą nauki. E-learning jest także wygodny, ponieważ coraz więcej osób, dzięki technologii mobilnej, może korzystać z Internetu w dowolnym czasie i miejscu. Jednym z podstawowych aspektów kursów e-learningowych, najczęściej wykorzystywanym na wyższych uczelniach jest tworzenie repozytoriów na serwerach akademickich.

Można spotkać wiele definicji e-learningu. D. Tavangarian w [9] zaproponował następującą: e-learning są to wszystkie formy elektronicznego obsługiwanie uczenia się i nauczania, które mają charakter proceduralny i dążą do poszerzenia wiedzy oraz indywidualnego doświadczenia. Na przykładzie prestiżowych uczelni zagranicznych można stwierdzić, że upowszechnienie się e-edukacji jest zjawiskiem naturalnym i będzie postępować.

Funkcjonowanie e-learningu opiera się głównie na dwóch podstawowych technikach [10]:

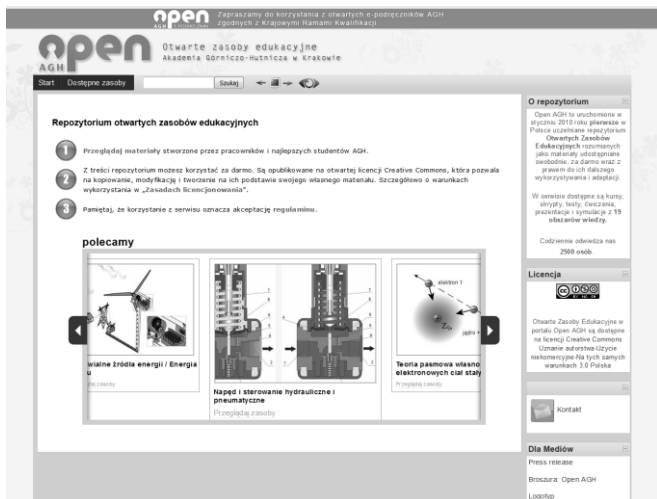
- tradycyjny wykład zostaje nagrany przez wykładowcę jako dokument audiowizualny i jest rozpowszechniany za pomocą technik multimedialnych grupom uczących się,
- materiały nauczające, często o złożonej strukturze, udostępniane są poprzez serwery www; tworzone są dokumenty na dany temat, z podziałem na lekcje, wzbogacone ćwiczeniami lub zadaniami; postęp nauki kontrolowany jest sprawdzianami lub egzaminami.

Zastosowanie e-learningu w Akademii Górniczo-Hutniczej obejmuje działania, których najważniejszym celem jest pomoc w kształceniu i prowadzeniu zajęć metodami tradycyjnymi. Zarówno nauczyciele jak i studenci mogą wykorzystywać nowoczesne środki przekazu i komunikacji, głównie korzystając z Uczelnianej Platformy e-Learningowej Moodle.

Ze względu na specyfikę kształcenia inżynierów stosowane są również narzędzia i techniki takie jak np. wideokonferencje, symulacje czy wirtualne laboratoria. Prowadzone są także projekty dydaktyczne, opierające się na narzędziach społecznościowych.

Ważną rolę w dostępie do informacji umożliwiających nabywanie i poszerzanie wiedzy odgrywają tzw. Otwarte Zasoby Edukacyjne, czyli nieodpłatnie, powszechnie udostępnione zasoby z prawem do ich wykorzystywania, adaptacji, zmieniania wg własnych potrzeb. Mogą one mieć formę podręczników, kursów, testów itp.

AGH jest twórcą pierwszego w kraju repozytorium Otwartych Zasobów Edukacyjnych (OZE) na poziomie akademickim. W roku 2010 powstała platforma Open AGH (rys. 2), a w 2013 rozpoczęto prace nad projektem Open AGH e-podręczniki. Od 2011 roku AGH jest członkiem Open Education Consortium.



Rys. 2. Strona serwisu OZE Open AGH

Zgodnie z rozporządzeniem Ministra Nauki i Szkolnictwa Wyższego [11] oraz Zarządzeniem Rektora [12] pracownik Akademii Górniczo-Hutniczej może prowadzić zajęcia wykorzystujące metody i techniki kształcenia na odległość w wymiarze stanowiącym nie więcej niż 60% programu studiów.

Narzędziem do wspomagania tworzenia i prowadzenia zajęć metodą e-learningu jest Uczelniana Platforma e-Learningowa (UPEL). Na platformie Centrum e-Learningu AGH znajdują się trzy podstawowe działy: dla pracowników, dla studentów i dla szkół. Platforma jest podzielona także na obszary udostępnione dla wydziałów oraz jednostek pozawydziałowych, posiadających swojego administratora. Do jego zadań należy m.in. nadawanie uprawnień i dodawanie kont użytkownikom, zarządzanie strukturą kursów.

Na stronie CeL dostępne są m.in. tzw. otwarte e-podręczniki akademickie dla inżynierów (Open AGH e-podręczniki), w których opracowanie włączyli zostali nauczyciele akademicy i doktoranci AGH. Każdy pracownik i doktorant może korzystać z wydziałowych e-podręczników, które zostały ułożone z gotowych modułów według Syllabusu AGH bazującego na Krajowych Ramach Kwalifikacji, pobierać e-podręczniki w wygodnym formacie, modyfikować istniejące e-podręczniki, układać własne e-podręczniki z gotowych modułów oraz dzielić się przygotowanymi przez siebie e-podręcznikami ze studentami i innymi pracownikami [13]. Dodatkowo od 2013 roku każdy kto posiada konto w Wirtualnej Uczelni posiada równocześnie konto na Platformie.

3. NAUCZANIE ELEKTROTECHNIKI

Katedra Elektrotechniki i Elektroenergetyki jest jedną z pięciu katedr Wydziału Elektrotechniki, Automatyki, Informatyki i Inżynierii Biomedycznej w Akademii Górniczo-Hutniczej w Krakowie. Prowadzi przedmioty związane z elektrotechniką dla wszystkich specjalności w ramach Wydziału, jak również dla innych wydziałów AGH.

Zadaniem wydziału EAIiB jest przygotowanie studentów do pracy w dziedzinie inżynierii elektrycznej; rozwijanie umiejętności samodzielnego myślenia w sposób abstrakcyjny i rozwiązywania problemów inżynierskich; przygotowanie do pracy indywidualnej i zespołowej; przekazanie podstawowej wiedzy z zakresu projektowania,

budowy i eksploatacji urządzeń i systemów z wykorzystaniem narzędzi elektrycznych.

Szczególnie ważnym elementem tego procesu nauczania są zajęcia laboratoryjne. Dlatego też, w dalszej części artykułu, na przykładzie wybranego ćwiczenia, zostanie pokazany sposób realizacji zajęć i zastosowane multimedia.

3.1. Wykorzystanie multimediów w laboratorium elektrotechniki

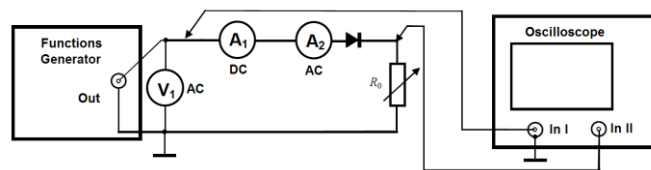
Studenci biorący udział w zajęciach laboratoryjnych wykonują serię wybranych ćwiczeń praktycznych. Do każdego ćwiczenia przygotowane są odpowiednie instrukcje, z którymi studenci powinni zapoznać się przed zajęciami. Instrukcje są przesyłane drogą mailową oraz są dostępne w Internecie na stronie prowadzącego. Można je również wypożyczyć w formie skryptu uczelnianego w bibliotece. Podczas zajęć laboratoryjnych studenci łączą rzeczywisty obwód pomiarowy oraz dokonują jego symulacji w dostępnym programie komputerowym. Po wykonaniu pomiarów należy przygotować sprawozdanie, które zawiera pomiary, obliczenia, przedstawienie wyników w postaci tabelarycznej i wykresów. Do przygotowania sprawozdania studenci zazwyczaj wykorzystują edytory tekstu, programy graficzne i arkusze kalkulacyjne. Następnie dokonują porównania wyników otrzymanych w symulacji komputerowej z pomiarami rzeczywistymi. Na zakończenie serii ćwiczeń laboratoryjnych studenci muszą zaliczyć kolokwium związane z przeprowadzonymi ćwiczeniami. Potrzebnych informacji mogą szukać w repozytorium uczelni.

3.2. Ćwiczenia laboratoryjne

Przykładowym tematem, który jest analizowany w czasie zajęć laboratoryjnych, jest badanie obwodu z elementem nieliniowym w postaci diody półprzewodnikowej. Towarzyszy temu pomiar wartości średnich i skutecznych przebiegów okresowych [14].

W laboratorium studenci wykorzystują elektroniczne mierniki AC i DC oraz oscyloskop do obserwacji sygnału. Układ jest zasilany z generatora funkcyjnego. Studenci mogą samodzielnie ustawić parametry obwodu oraz sygnału okresowego (sygnał może mieć przebieg sinusoidalny, trójkątny lub prostokątny). Studenci, modyfikując kształt funkcji wejścia, mogą natychmiast obserwować zmiany w odpowiedzi układu. Kiedyś odwzorowywali taki przebieg za pomocą kartki i ołówka. Obecnie, dzięki telefonom komórkowym, wykonują zdjęcie przebiegu, przesyłają je sobie przez e-maila lub Facebooka i wkleją do sprawozdania.

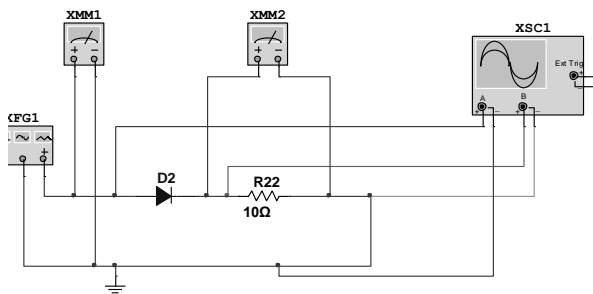
Schemat pomiarowy przykładowego ćwiczenia przedstawiono na rysunku 3.



Rys. 3. Schemat do pomiaru i wyznaczania przebiegów w obwodzie z elementem nieliniowym.

W tym przypadku student obserwuje na oscyloskopie i wykonuje pomiar różnych sygnałów okresowych w obwodzie z elementem nieliniowym. Równocześnie

badane schematy pomiarowe są symulowane w programie Multisim. Schemat powyższego rzeczywistego obwodu przygotowany w programie symulacyjnym pokazano na rysunku 4.



Rys. 4. Schemat symulacyjny badanego obwodu elektrycznego wykonany w programie Multisim

Obserwując wykres w czasie rzeczywistym na ekranie oscyloskopu oraz w programie komputerowym, studenci mogą porównać wyniki. Mogą zwrócić uwagę, że w rzeczywistym obwodzie, w zależności od wartości rezystancji R, obserwowane przebiegi mogą być inne niż z symulacji. Dzięki temu mogą łatwiej zrozumieć np. znaczenie rezystancji wewnętrznej generatora.

Studenci dowiadują się także jak kształt i symetria funkcji wejściowej wpływa na wartości średnie i skutecznych przebiegów okresowych. Podczas tego ćwiczenia studenci zdobywają również wiedzę na temat pracy diody półprzewodnikowej. Multisim umożliwia też wstawienie w obwód realnie produkowanych wersji tego nieliniowego elementu.

Zespół laboratoryjny można podzielić na dwie grupy: jedna przeprowadza symulację, a druga pomiar w obwodzie rzeczywistym. Obie grupy współpracują, wymieniają informacje na temat uzyskanych wyników, konsultują strukturę obwodu i jego parametrów. Dzięki temu, studenci dzielą się obowiązkami, analizują różne informacje i uczą się wspólnie przygotowywać wnioski. Takie umiejętności pracy zespołowej są obecnie wskazywane jako bardzo pożądane przez pracodawców.

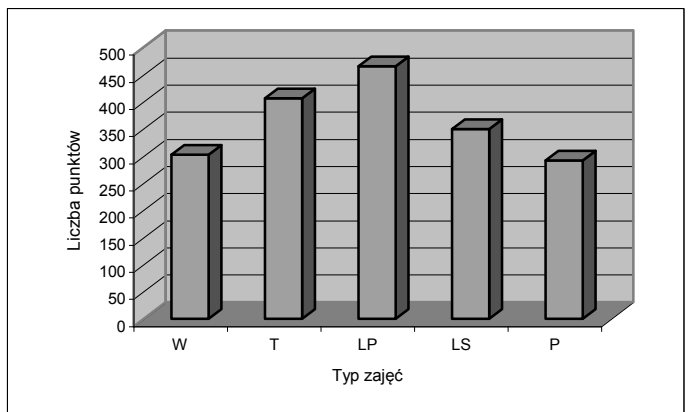
Często studenci mogą wykonywać te same symulacje w domu przy użyciu darmowego oprogramowania, np. [15]. Tak więc, są oni zdolni do kontynuowania pracy poza laboratorium w dowolnym czasie.

4. BADANIA ANKIETOWE

Badania ankietowe przeprowadzone wśród studentów różnych kierunków studiów, ale realizujących ten sam przedmiot Podstawy Elektrotechniki, umożliwiły uzyskanie informacji o tym, jak oceniają przydatność zajęć różnego typu. Studenci zostali poproszeni o odpowiedź na pytania dotyczące rodzajów technik nauczania, które najlepiej mogą pomóc w zrozumieniu przedmiotu; które z nich wymagają więcej zaangażowania oraz co należy zmienić, aby nauczany przedmiot (elektrotechnika) był bardziej zrozumiały i bardziej interesujący. Badanie przeprowadzono wśród studentów kierunków Inżynieria materiałowa, Informatyka oraz Technologia chemiczna. Badani byli studenci 1. i 2. roku studiów pierwszego stopnia. Ankietę wypełniło 148 osób.

Poniżej przedstawiono wyniki ankiet opracowane w formie wykresów.

Rysunek 5 przedstawia ranking różnych typów zajęć prowadzonych na uczelni. Przydzielone punkty (na osi pionowej) są iloczynem liczby ankietowanych oraz przydzielonej przez nich oceny (od 1 do 5). Na tej podstawie można ocenić, jakie są oczekiwania studentów wobec rozdzielenia godzin pomiędzy realizowane typy zajęć. Która forma zajęć jest preferowana przez studentów a która cieszy się najmniejszym zainteresowaniem. Widać, że największa liczba punktów przypadła ćwiczeniom laboratoryjnym, na drugim miejscu były ćwiczenia audytoryjne, a najniżej oceniano projekt. Wynika z tego, że studenci są bardziej zainteresowani zajęciami praktycznymi, niż tylko teorią. Ponieważ ankietowani studiowali na pierwszych latach studiów inżynierskich, nie mieli jeszcze doświadczenia z pracą projektową. Stąd prawdopodobnie ta forma zajęć, jeszcze mało znana, nie została doceniona i znalazł się na ostatnim miejscu.



Rys. 5 Ranking atrakcyjności zajęć [16]

Oznaczenia:

W – wykład,

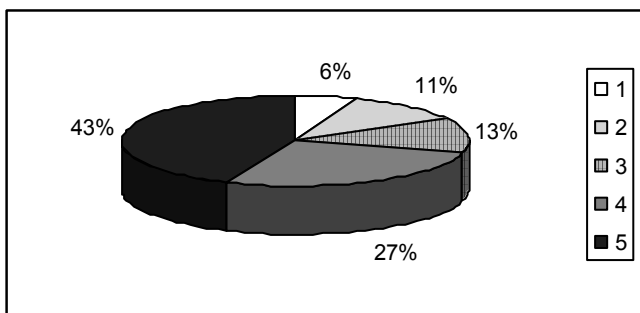
T – ćwiczenia tablicowe,

LP – laboratorium pomiarowe,

LS – laboratorium – symulacja komputerowa,

P – projekt.

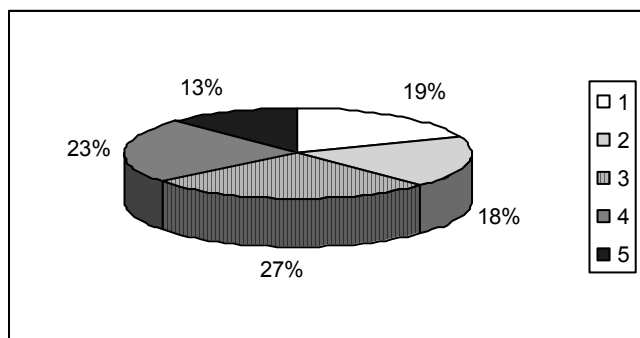
Na rysunku 6 prezentowana jest odpowiedź na pytanie jak oceniane są ćwiczenia laboratoryjne pomiarowe w systemie nauczania przedmiotu w skali od 1 – najgorzej do 5 – najlepiej.



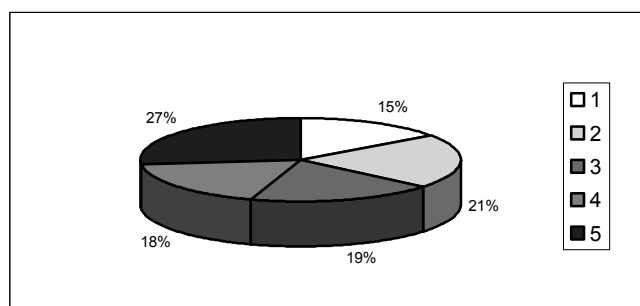
Rys. 6. Ocena ćwiczeń laboratoryjnych pomiarowych przez ankietowanych

Laboratoryjne ćwiczenia pomiarowe tylko 6% ankietowanych oceniło najniżej, natomiast aż 43% przypisało tym zajęciom najwyższą ocenę. Dla porównania poniżej, na rysunku 7, przedstawiono wykres oceny zajęć laboratoryjnych, na których przeprowadzane są jedynie

symulacje komputerowe. Widać, że wyniki są bardziej równomiernie rozłożone i już tylko 13% ankietowanych ocenia je najwyżej, natomiast aż 19% przypisało im ocenę najniższą. Oznacza to, że dla studentów znacznie ciekawszymi są zajęcia przy stole pomiarowym.



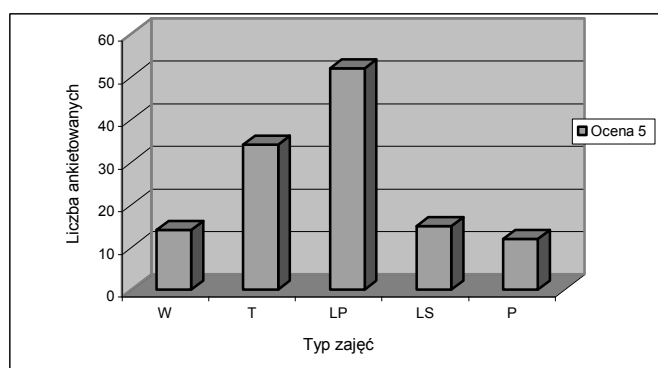
Rys. 7. Ocena ćwiczeń laboratoryjnych symulacyjnych przez ankietowanych



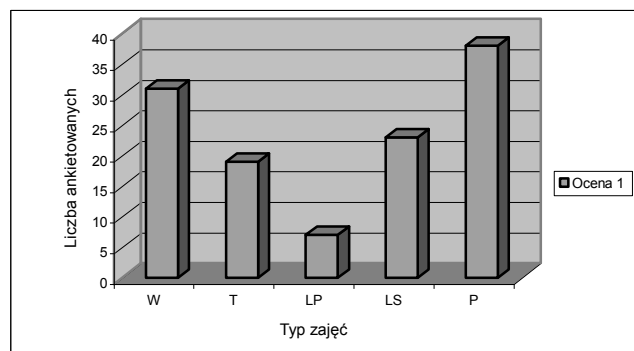
Rys. 8. Ocena ćwiczeń audytorijnych przez ankietowanych

Najbardziej równomiernie rozłożyły się oceny przy pytaniu dotyczącym ćwiczeń audytorijnych (tablicowych). Najwyżej oceniło je 27% respondentów, natomiast pozostałe oceny mieszczą się pomiędzy 15 a 21%.

Na rysunkach poniżej przedstawiono zestawienia dla wszystkich typów prowadzonych zajęć ocenionych przez studentów najwyżej (rys. 9) i najniżej (rys. 10). Również i dzięki tym wykresom widać, że najwięcej osób najlepiej oceniło zajęcia praktyczne, czyli laboratoria pomiarowe.



Rys. 9 Liczba ankietowanych oceniających najwyżej różne typy zajęć



Rys. 10 Liczba ankietowanych oceniających najniżej różne typy zajęć

Na obu wykresach widać, że małym zainteresowaniem cieszą się niestety wykłady. Ponieważ obecność na wykładach nie jest obowiązkowa, studenci często nie przychodzą na nie niezależnie od tego, czy prowadzone są interesująco czy nie.

5. WNIOSKI KOŃCOWE

Współcześnie, jednym z podstawowych źródeł informacji stał się Internet. Przy pomocy tego medium możliwa jest zdalna edukacja (e-learning) i szereg funkcji ułatwiających komunikację i wymianę informacji.

Celowym działaniem jest tworzenie strategii wspomagania edukacji w zakresie różnorodnych przedmiotów należących do programu edukacji inżynierów, które realizowane są poprzez wykorzystanie stron internetowych. Programy tego typu mogą być przeznaczone dla studentów, absolwentów uczelni oraz inżynierów, którzy chcą się przekwalifikować lub uzupełnić swoją wiedzę, aby sprostać nowym potrzebom i zadaniom swojej firmy. Programy te powinny być ogólnie dostępne, bez dodatkowych opłat za ich użytkowanie.

E-learning na uczelniach technicznych powinien zwiększyć ofertę edukacyjną i pomóc dostosować ją do potrzeb obecnego rynku kształcenia i pracy.

Powyżej zaprezentowano tylko jedną z możliwości wykorzystania multimedialnych na przykładzie nauczania elektrotechniki. Niezależnie od pomiarów w rzeczywistym układzie elektrycznym montowanym w trakcie zajęć stosowane jest także symulowanie obwodu w programie komputerowym. Podczas pracy laboratoryjnej studenci porównują wyniki eksperymentu z teoretycznymi obliczeniami i symulacją komputerową. Dzięki temu mają możliwość lepszego zrozumienia badanego problemu. Co więcej, studenci mogą korzystać z narzędzi informatycznych, które są przydatne w pracy inżyniera. Także podczas przygotowania sprawozdania wykorzystywane są narzędzia multimedialne, które wspierają wykonywanie obliczeń i rysowanie wykresów. W Internecie studenci mogą szukać informacji, które mogą być przydatne do pogłębienia wiedzy niezbędnej by zaliczyć kolokwium.

W opinii studentów zajęcia praktyczne w najwyższym stopniu pomagają im w zrozumieniu i opanowaniu wymaganego materiału. Przy czym badanie zjawiska podczas symulacji komputerowej jest według nich mniej wartościowe niż budowa i obserwacja rzeczywistego układu pomiarowego. Wyniki ankiet jednoznacznie wskazują, że z punktu widzenia wartości edukacyjnej dla studenta, nic nie zastąpi możliwości osobistego przeprowadzenia

eksperymentu. Ważne jest również to, że wdrażanie do pracy zespołowej, tak cenionej przez pracodawców, odbywa się podczas wspólnej pracy w rzeczywistym a nie wirtualnym laboratorium.

Najlepsze efekty przynosi nauczanie mieszane, czyli e-learning oraz osobisty kontakt z nauczycielem [17]. Potrzebne jest więc wyważenie tradycyjnych i e-learningowych metod nauczania oferowanych studentowi w trakcie studiów tak, aby nie oszczędzając na bezpośrednich kontaktach z doświadczonym wykładowcą, zachęcić nauczanego do samodzielnego sięgania do usystematyzowanych i sprofilowanych zasobów elektronicznych.

6. BIBLIOGRAFIA

1. Horyński M., Majcher J.: Zastosowanie e-learningu we wspomaganiu projektowania inteligentnych systemów automatyki budynkowej, *Logistyka* 6/2014, s. 4535-4544.
2. Castells M., Himanen P.: *Spółczesność informacyjna i państwo dobrobytu*, Wydawnictwo Krytyki Politycznej, Warszawa, 2009.
3. Porębski L.: Wykluczenie cyfrowe i co dalej? Nowe technologie jako katalizator podziałów społecznych i bodziec dla cywilizacyjnego rozwoju, *Acta Universitatis Lodzianensis, Folia Sociologica* 50, 2014, s. 89 – 106.
4. Nauka. Społeczeństwo informacyjne. Innowacyjność. GUS Portal Informacyjny. <http://stat.gov.pl/statystyka-miedzynarodowa/porownania-miedzynarodowe/tablice-o-krajach-wedlug-tematow/nauka-spoleczenstwo-informacyjne-innowacyjnosc> (26.01.2016).
5. Pienczykowska J.: Polska – kraj 55 mln komórek, na każdego Polaka przypada dziś 1,5 telefonu, <http://www.polskatimes.pl/artykul/876736,polska-kraj-55-mln-komerek-na-kazdego-polaka-przypada-dzis-15-telefonu,id,t.html>, (11.01.2016).
6. Białobłocki T., Moroz J., Nowina Konopka M., Zacher L.W.: *Spółczesność informacyjna*, Wydawnictwa Akademickie i Profesjonalne, Warszawa, 2006.
7. Markusik S., Bułkowski A.: Wykorzystanie możliwości e-learningu w kształceniu i doksztalcaniu inżynierów, *E-mentor* nr 3 (10), 2005.
8. <http://projektowanie-edukacji-przyszlosci.blogspot.com/2013/06/piramida-uczenia-sie.html>, (18.01.2016).
9. Tavangarian D., Leybold M.E., Nölting K., Röser M., Voigt D.: Is e-Learning the Solution for Individual Learning? *Electronic Journal of e-Learning*, Volume 2, Issue 2, 2004, s. 273-280.
10. Bułkowski A.: Zastosowanie technologii peer-to-peer do kooperatywnego e-learningu, *E-mentor*, Nr 5 (17), 2006.
11. Rozporządzenie Ministra Nauki i Szkolnictwa Wyższego z dnia 2 listopada 2011 r. zmieniające rozporządzenie w sprawie warunków, jakie muszą być spełnione, aby zajęcia dydaktyczne na studiach mogły być prowadzone z wykorzystaniem metod i technik kształcenia na odległość (Dz.U. 2011 nr 246 poz. 1470).
12. Zarządzenie nr 12/2015 Rektora Akademii Górniczo-Hutniczej im. Stanisława Staszica w Krakowie z dnia 5 maja 2015 r. w sprawie szczegółowych zasad prowadzenia zajęć metodą e-learningu w Akademii Górniczo-Hutniczej im. Stanisława Staszica w Krakowie.
13. <http://www.cel.agh.edu.pl/>.
14. Dąbrowski W.R., Dąbrowski A., Krupa S., Miga A.: *Elektrotechnika – ćwiczenia laboratoryjne*, Skrypt AGH Kraków, 2002.
15. CircuitLab, <https://www.circuitlab.com> (26.01.2016).
16. Porębska A., Wantuch A.: The role of computer-supported tools in the education of future engineers: the case of electrical engineering laboratory, *Proceeding of 8th International Conference on Human System Interaction*, Warsaw, 25–27 June 2015.
17. Awadh A.Y. Al-Qahtani, Higgins S.E.: Effects of traditional, blended and e-learning on students' achievement in higher education, *Journal of Computer Assisted Learning*, Volume 29, Issue 3, June 2013, s. 220-234.

THE ROLE OF MULTIMEDIA AND E-LEARNING IN THE ELECTRICAL ENGINEERING TEACHING

The problem of multimedia and e-learning application in the didactic process illustrated by the teaching of electrical engineering was described in the text. The development in online learning makes it possible to participate only in some face to face learning activities, while using Internet for others, taking the advantage of the best of both environments. Laboratory activities not only support better analysis of studied phenomena, but they also teach to work with different virtual tools offered by modern technology. Laboratory classes can have two different forms – a simulation or measurements in a real electric circuit. Both forms can be blended what “forces” students’ groups to cooperate, while exchanging information about received results or consulting the circuit parameters and its structure. Thanks to that, students learn how to perform a group project, divide responsibilities, carry out the synthesis of various pieces of information and jointly prepare conclusions. Such soft skills are nowadays very important from the perspective of the potential employer. The second important problem analyzed in the text is the students’ perception and assessment of different forms of classes. The analysis is based on the questionnaire filled in by students of different faculties of the AGH University of Science and Technology. Students had to rank different forms of teaching, according to their value as the support in understanding the topics taught. They pointed a traditional measuring laboratory as the best one from this point of view while traditional classes at the blackboard were ranked in the second place. Computer simulations were rated the third most useful teaching form. Results of the questionnaire analysis show that the real experiment is the essential element of engineer’s education. However such multimedia tools like smartphones, tablets, programs for data analyses, graphic programs are perceived by students as essential equipment necessary for studying.

Keywords: multimedia in education, e-learning, ranking of teaching forms, laboratory of electrical engineering.

III Konferencja

eTechnologie w Kształceniu Inżynierów eTEE'2016

Akademia Górniczo-Hutnicza im. Stanisława Staszica w Krakowie, 11 kwietnia 2016

ANALIZA KRZYWYCH ROZCIĄGANIA W KSZTAŁCENIU TECHNICZNYM

Maciej SUŁOWSKI¹, Marta CIESIELKA², Paula JURCZAK - KACZOR

1. AGH Akademia Górniczo – Hutnicza; Wydział Inżynierii Metali i Informatyki Przemysłowej
tel.: 12 617 26 27 e-mail: sulek@agh.edu.pl
2. AGH Akademia Górniczo – Hutnicza; Wydział Inżynierii Metali i Informatyki Przemysłowej
tel.: 12 617 25 86 e-mail: Marta.Ciesielka@agh.edu.pl

Streszczenie: W artykule przedstawiono możliwości kształcenia technicznego w zakresie analizy krzywych uzyskanych w statycznej próbie rozciągania. Próba ta dostarcza, bowiem podstawowych informacji dotyczących własności mechanicznych i plastycznych badanego materiału. Właściwa interpretacja wyników uzyskanych w próbie rozciągania jest istotna z punktu widzenia wiedzy na temat projektowania i zastosowania materiału. Zagadnienie to dotyczy zarówno kształcenia inżynierów różnych specjalności jak również uczniów szkół o charakterze technicznym.

W pracy zaprezentowano aplikację wspomagającą proces nauczania analizy krzywych rozciągania. Artykuł uzupełniają uwagi metodyczne w zakresie zastosowania niniejszej aplikacji w kształceniu technicznym uczniów i studentów.

Słowa kluczowe: kształcenie techniczne, krzywa rozciągania, własności mechaniczne.

1. WSTĘP

Metody numeryczne stanowią ciekawą propozycję w nauczaniu przedmiotów technicznych, uzupełniając klasyczne metody nauczania. Rozwiązanie problemu inżynierskiego w oparciu o metody numeryczne polega albo na zastosowaniu aparatu/modelu matematycznego do opisu danego zjawiska, albo na wykorzystaniu gotowych bloków programowych. Przykładem tego drugiego może być zastosowanie języka VBA do interpretacji i analizy wyników badań, uzyskanych np. w statycznej próbie rozciągania. Język VBA (ang. Visual Basic for Applications) został stworzony w oparciu o język Basic (ang. Beginner's All – purpose Symbolic Instruction Code), który można interpretować, jako uniwersalny kod instrukcji symbolicznych dla początkujących. Język ten został stworzony przez Johna G. Kemeny'ego i Thomasa E. Kurtza w 1963 roku w Dartmouth College. Szybko zdobył popularność jako język nauczania programowania w uniwersytetach i szkołach. W latach 70 tych został przystosowany do użycia na komputerach osobistych przez założyciela i prezesa firmy Microsoft - Billa Gates'a. Przez kolejne lata, język był ulepszany i modyfikowany. Miało to na celu zwiększenie jego funkcjonalności oraz umożliwienie kompilowania kodu. W 1991 roku firma Microsoft wprowadziła do sprzedaży produkt o nazwie Visual Basic for Windows, a pierwszą aplikacją, która go oferowała był Excel 5. Najprościej język VBA można definiować, jako skryptowy język Microsoftu, pozwalający tworzyć różne aplikacje [1, 2].

Własności mechaniczne są cechą charakterystyczną każdego materiału. Można je podzielić na własności statyczne i dynamiczne [3]. Najczęściej określanymi własnościami są własności mechaniczne, takie jak: wytrzymałość na rozciąganie i zginanie, granica plastyczności oraz twardość. Do własności plastycznych zaliczyć można wydłużenie i przewężenie. O plastyczności materiału może też świadczyć jego udarność, czyli skłonność materiału do pochłaniania energii potrzebnej do jego złamania. Właściwa interpretacja wyników badań, uzyskanych np. w próbie rozciągania, jest istotna z punktu widzenia wiedzy na temat projektowania i zastosowania materiału.

Statyczna próba rozciągania wraz z interpretacją wyników uzyskanych w tej próbie, ma miejsce w programach kształcenia zarówno inżynierów różnych specjalności, jak również uczniów szkół o charakterze technicznym. Dlatego też istotnym wydaje się wprowadzenie innowacji w zakresie tej tematyki.

2. STATYCZNA PRÓBA ROZCIĄGANIA

Badania własności mechanicznych metali mają na celu określenie ich odporności na działanie obciążeń, a także wpływu środowiska na badany materiał. Przeprowadza się je w warunkach laboratoryjnych zbliżonych do rzeczywistych warunków pracy elementów maszyn różnego typu, a sposób ich przeprowadzania jest ujęty w normach. Badania te głównie znalazły zastosowanie w kontrolach jakości w hutach i zakładach budowy maszyn.

Własności mechaniczne określone są w następujących warunkach działania obciążeń:

- statycznych (przy obciążeniu narastającym wolno),
- dynamicznych (przy gwałtownie działającym obciążeniu aż do zniszczenia materiału),
- długotrwałych (najczęściej przy równoczesnym działaniu podwyższonej temperatury w różnych środowiskach),
- zmęczeniowych (przy wielokrotnie zmieniającym się obciążeniu prowadzącym do zniszczenia badanego elementu) [3].

Statyczna próba rozciągania metalowej próbki jest jedną z podstawowych, znormalizowanych prób, polegającą na rozciąganiu, na ogół aż do jej rozerwania, w celu wyznaczenia wskaźników wytrzymałościowych i plastycznych badanego materiału. Zgodnie z zaleceniami normy PN-EN ISO 6892-1 [4], próbę należy prowadzić w temperaturze

otoczenia od 10°C do 35°C. Najważniejsze zalety próby rozciągania to:

- możliwość uzyskania prawie jednorodnego stanu naprężenia w rozciąganej próbce, aż do momentu pewnego określonego etapu rozciągania,
- możliwość wyznaczenia szeregu wartości charakterystycznych dla własności mechanicznych materiału,
- możliwość prowadzenia rejestracji próby rozciągania od momentu obciążenia próbki, aż do jej zniszczenia,
- możliwość jakościowej i ilościowej oceny przebiegu procesu,
- prostota przeprowadzania próby [3].

Próbie przeprowadza się na maszynie wytrzymałościowej, wyposażonej w układ pomiarowy, rejestrujący zachowanie się materiału pod wpływem działającego naprężenia. W wyniku próby rozciągania otrzymywana jest krzywa rozciągania (zależność wydłużenia ΔL od obciążenia F), której kształt zależy od badanego materiału, w głównej mierze od jego ciągliwości.

2.1. Wskaźniki wytrzymałości

Do wskaźników wytrzymałościowych określanych w statycznej próbie rozciągania zaliczamy (rys. 1) [5]:

Naprężenie σ zdefiniowane jako iloraz siły w dowolnej chwili badania i początkowej powierzchni przekroju poprzecznego S_0 próbki:

$$\sigma = \frac{F}{S_0} \text{ [N/mm}^2\text{]} \quad (1)$$

gdzie: S_0 - pole pierwotnego przekroju próbki, F - obciążenie (np.: F_m - maksymalna siła, F_{eH} - górna granica plastyczności, F_{eL} - dolna granica plastyczności)

1. Wytrzymałość na rozciąganie, R_m - naprężenie odpowiadające największej sile F_m :

$$R_m = \frac{F_m}{S_0} \text{ [N/mm}^2\text{]} \quad (2)$$

gdzie: S_0 - pole pierwotnego przekroju próbki, F_m - maksymalna siła

2. Wyrażna granica plastyczności R_e - naprężenie powodujące przyrost odkształcenia plastycznego bez wzrostu siły.

- a) Górna granica plastyczności R_{eH} - największe naprężenie w zakresie występowania wyraźnej granicy plastyczności:

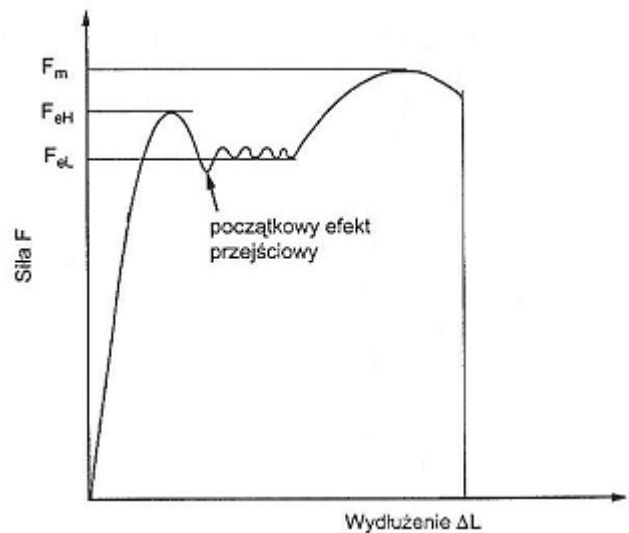
$$R_{eH} = \frac{F_{eH}}{S_0} \text{ [N/mm}^2\text{]} \quad (3)$$

gdzie: S_0 - pole pierwotnego przekroju próbki, F_{eH} - górna granica plastyczności

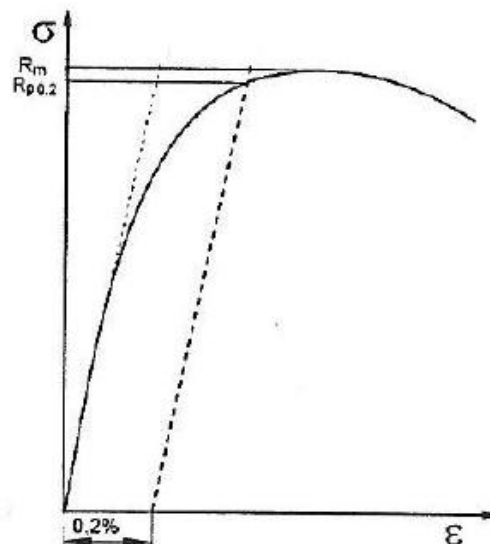
- b) Dolna granica plastyczności R_{eL} - najmniejsze naprężenie w zakresie występowania wyraźnej granicy plastyczności, z pominięciem (ewentualnego) początkowego efektu przejściowego:

$$R_{eL} = \frac{F_{eL}}{S_0} \text{ [N/mm}^2\text{]} \quad (4)$$

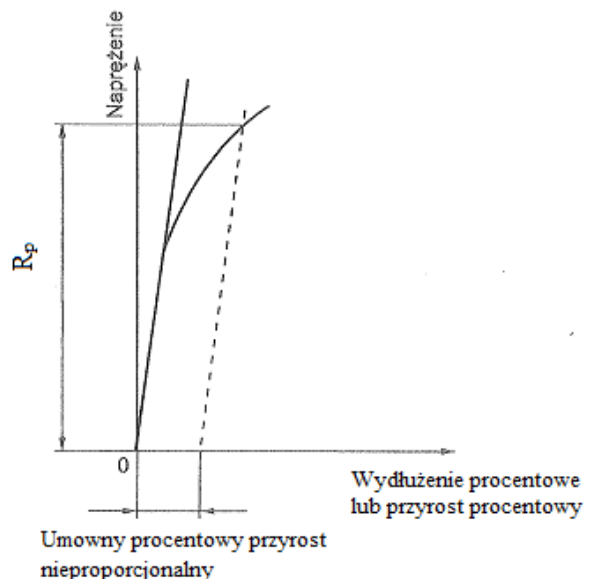
gdzie: S_0 - pole pierwotnego przekroju próbki, F_{eL} - dolna granica plastyczności



Rys. 1. Zależność siły od wydłużenia dla materiału wykazującego wyraźną granicę plastyczności [5]



Rys. 2. Zależność naprężenia od odkształcenia dla materiału niewykazującego wyraźnej granicy plastyczności [3]



Rys. 3. Naprężenie graniczne przy przyroście nieproporcjonalnym [5]

3. Umowna granica plastyczności R_p - naprężenie graniczne przy przyroście nieproporcjonalnym; naprężenie określone podczas trwania próby, powodujące nieproporcjonalny przyrost wydłużenia równy umownemu procentowi początkowej długości pomiarowej próbki L_0 lub ekstensometru L_e . Symbol tej wielkości uzupełnia się wskaźnikiem określającym umowny procent przyrostu początkowej długości pomiarowej próbki lub ekstensometru, np. $R_{p0,2}$ (rys. 2 i 3).

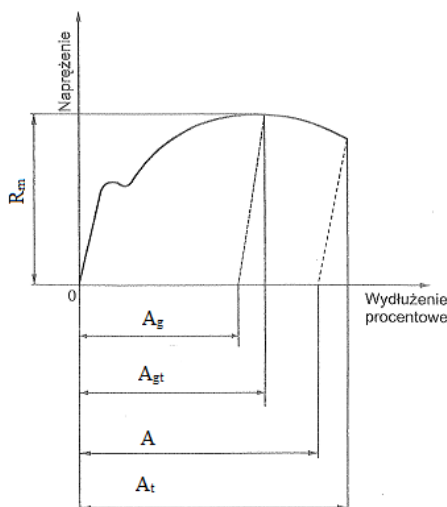
4. Naprężenie graniczne R_r przy wydłużeniu trwałym - naprężenie, przy którym po zdjęciu siły wydłużenie trwale początkowej długości pomiarowej próbki L_0 lub przyrost trwały długości pomiarowej ekstensometru L_e jest równe umownej wartości. Symbol wielkości uzupełnia się wskaźnikiem określającym umowny procent przyrostu początkowej długości pomiarowej próbki lub ekstensometru, np. $R_{r0,2}$.

Naprężenie graniczne R_t przy przyroście całkowitym - naprężenie określone przy przyroście całkowitym (sprężystym i trwałym), równym umownemu procentowi początkowej długości pomiarowej próbki L_0 lub ekstensometru L_e . Symbol wielkości uzupełnia się wskaźnikiem określającym umowny procent przyrostu początkowej długości pomiarowej próbki lub ekstensometru, np. $R_{t0,2}$.

2.2. Wskaźniki plastyczności

Wskaźniki plastyczności w statycznej próbie rozciągania obliczane są na podstawie zmiany wymiarów próbki podczas próby, po jej odciążeniu lub rozerwaniu. Jako wskaźniki plastyczności możemy wyróżnić [5]:

1. Wydłużenie nieproporcjonalne procentowe A_g przy największej sile - wydłużenie trwale (plastyczne) długości pomiarowej podczas trwania próby przy największej sile, wyrażone w procentach długości pomiarowej L_0 .
2. Wydłużenie całkowite procentowe A_{gt} przy największej sile - przyrost długości pomiarowej próbki przy największej sile, wyrażone w procentach początkowej długości pomiarowej L_0 .
3. Wydłużenie procentowe po zerwaniu A - trwałe wydłużenie długości pomiarowej po rozerwaniu ($L_u - L_0$), wyrażone w procentach początkowej długości pomiarowej L_0 (Rys. 4):



Rys. 4. Określenie wydłużeń [5]

$$A = \frac{L_u - L_0}{L_0} \cdot 100 [\%] \quad (5)$$

gdzie: L_0 - początkowa długość pomiarowa, L_u - długość pomiarowa po rozerwaniu

4. Wydłużenie całkowite procentowe A_t przy rozerwaniu - wydłużenie całkowite (wydłużenie sprężyste i wydłużenie plastyczne) długości pomiarowej w momencie rozerwania, wyrażone w procentach początkowej długości pomiarowej L_0 .
5. Przewężenie procentowe Z - największa zmiana powierzchni przekroju poprzecznego ($S_0 - S_u$), która następuje podczas próby, wyrażona w procentach początkowej powierzchni przekroju poprzecznego S_0 .

$$Z = \frac{S_0 - S_u}{S_0} \cdot 100 [\%] \quad (6)$$

gdzie: S_0 - początkowa powierzchnia przekroju poprzecznego w części roboczej próbki, S_u - najmniejsza powierzchnia przekroju poprzecznego próbki po rozerwaniu

Stale miękkie charakteryzują się wyraźną granicą plastyczności, natomiast stale twarde jej nie wykazują [6]. Właściwa interpretacja i analiza krzywej w układzie $F=f(\Delta l)$ lub $\sigma=f(\epsilon)$ jest niezwykle ważna z punktu widzenia projektanta wyrobu i pozwala na właściwy dobór materiału.

3. APLIKACJA DO ANALIZY KRZYWYCH ROZCIĄGANIA

3.1. Opis aplikacji

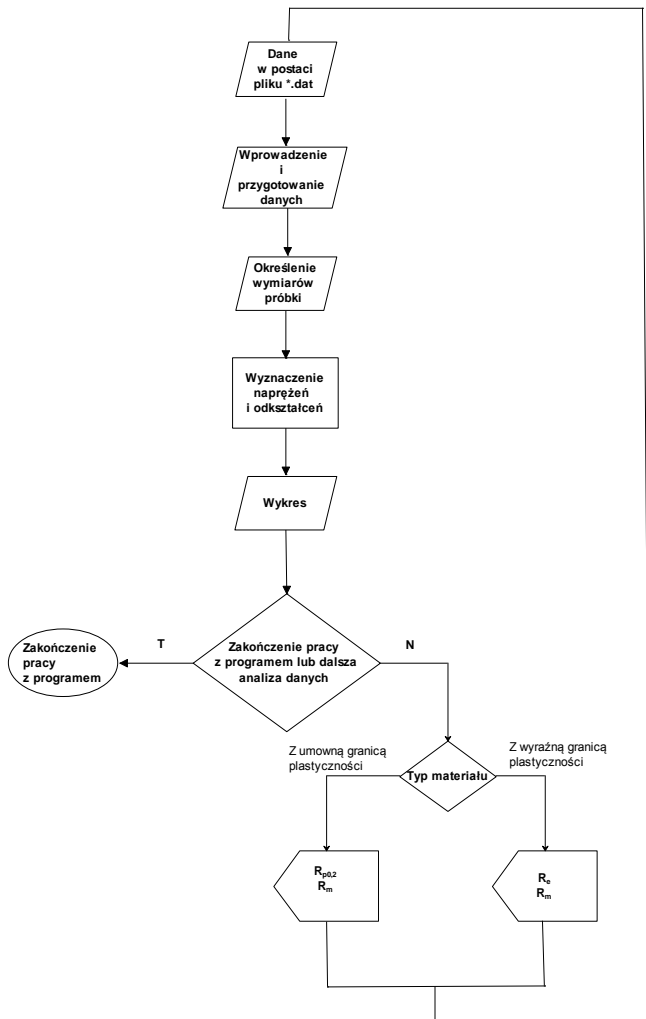
Założeniem aplikacji do analizy krzywych rozciągania było wyznaczenie, na podstawie danych otrzymanych ze statycznej próby rozciągania, charakterystycznej dla danego materiału krzywej rozciągania. Program napisano stosując język VBA dla MS Excel [7].

Aplikacja składa się z kilku modułów, a algorytm działania programu przedstawiono na rysunku 5.

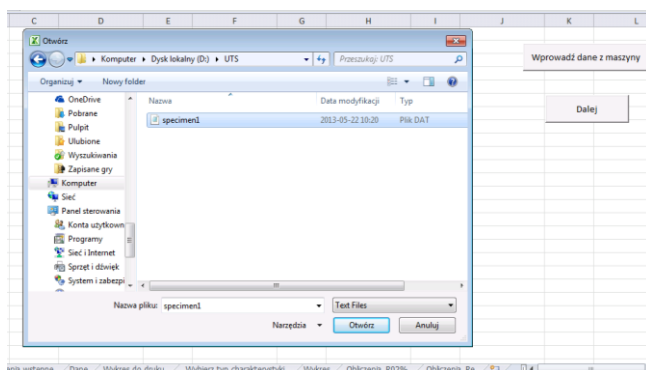
W pierwszym etapie wprowadzane są do programu dane otrzymane ze statycznej próby rozciągania (wartości siły F i wydłużenia Δl). Dane te zostają zapisane w postaci pliku tekstowego *.dat. Następnie dane są przygotowywane w taki sposób, aby na ich podstawie wyznaczyć krzywą $\sigma=f(\epsilon)$. Wszystkie procedury zamieszczono w modułach edytora VBA w celem zastosowania ich w różnych arkuszach programu Excel. Pierwszą procedurą uruchamianą przez przycisk polecenia „Wprowadź dane z maszyny” jest **Sub wprowadzanie_danych()**, która wykorzystuje metodę **GetOpenFileName** i wyświetla standardowe okno **Otwórz** (Rys. 6). Metoda **On Error GoTo** sprawdza czy w kolumnie A i B zamieszczone są dane. W przypadku, gdy dane się tam nie znajdują, po wcisnięciu przycisku polecenia procedura się zatrzyma, arkusz zostanie wyczyszczony i ponownie zostanie uruchomione okno komunikatu **Otwórz**. Użyta metoda chroni przed możliwym błędem, który edytor VBA wygenerowałby w chwili, gdy w arkuszu nie znajdowałyby się dane.

Po wybraniu przez użytkownika odpowiedniego pliku, do kolumny A i B zostaną zaimportowane siła F i wydłużenie Δl , zapisane w pliku *.dat, uzyskanym z maszyny wytrzymałościowej po przeprowadzeniu statycznej próby rozciągania, służące do wyznaczenia naprężenia i odkształcenia. Przyjęło się, że w Polsce jako separatora dziesiętnego używa się przecinka, zaś w większości krajów separatorem tym jest

kropka. Z tego też powodu dalsza część procedury zamienia w danych kropki na przecinki. Jeśli separator nie zostałby zamieniony, Excel uznałby dane wprowadzone przez użytkownika jako tekst i nie wykonałby obliczeń. Dodatkowo, ta sama procedura usuwa wszystkie dane w postaci tekstu, aby uniknąć nieprawidłowości w późniejszych procedurach.



Rys. 5. Algorytm działania programu [7]



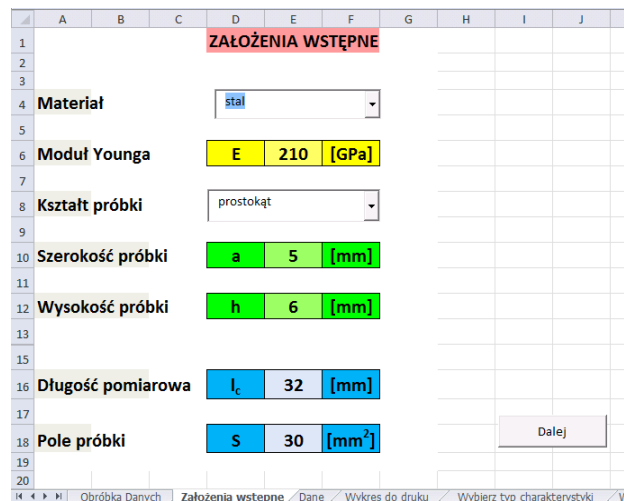
Rys. 6. Widok arkusza głównego „Obróbka danych”

Gdy interpreter języka VBA wykona powyższą część procedury, zostaną usunięte puste wiersze powstałe w wyniku usuwania znaków tekstowych, które mogłyby zakłócić przeprowadzenie obliczeń. W tym celu zastosowano funkcję *Rows.Count*, która zlicza ilość wszystkich wierszy w kolumnie A oraz instrukcję *For* połączoną z instrukcją *If*, która

sprawdza, czy w wierszach znajdują się puste komórki, i jeżeli tak, to wiersz jest usuwany. Kolejną uruchamianą procedurą jest procedura *Sub usuwanie_ujemnych()*. Próbką zamocowana w szczękach maszyny rozciągającej na początku próby często się w tych szczękach „układa”, co może skutkować pojawieniem się wartości ujemnych zarejestrowanych na początku próby. Wartości te nie mają wpływu na otrzymaną krzywą rozciągania, ale zakłócają początkowy fragment krzywej i z tego względu zostają usunięte. Może się również zdarzyć, że wartości ujemne pojawiają się po rozerwaniu próbki, gdy operator maszyny nie zatrzyma procesu rejestrowania danych zaraz po rozerwaniu próbki; te wartości również są usuwane.

Ponieważ Excel wykonuje operacje na tablicach, do dalszych operacji związanych z przetwarzaniem danych zadeklarowano dwie tablice (*tablica_x* i *tablica_y*). W tablicy x umieszczono dane z kolumny A (wartość siły F), zaś w tablicy y dane z kolumny B (wydłużenie Δl). Za pomocą funkcji *CountA* zliczana jest ilość danych w kolumnie A (kolumny A i B zawsze zawierają jednakową liczbę danych). Jest to konieczne, aby ustalić wymiar tablicy, bowiem przy wprowadzaniu różnych danych, ilość rekordów może ulegać zmianie. Instrukcja *For*, zastosowana w tej części kodu, wypełnia tablice danymi, po czym zapisuje je odpowiednio w kolumnie D i E. Po wykonaniu procedury użytkownik zobligowany jest do uruchomienia przycisku polecenia „Dalej”, który inicjuje przejście do kolejnego arkusza o nazwie „Założenia wstępne”. Przykładowy fragment kodu znajduje się w pracy [8].

W arkuszu o nazwie „Założenia wstępne” zamieszczono dwa pola listy (formanty formularza). Po rozwinięciu pierwszego pola przyporządkowanego do materiału, pojawi się lista przykładowych materiałów zamieszczonych w bazie programu. Po wybraniu danego materiału z listy, w komórce E6 wyświetli się wartość modułu Younga dla tego materiału. Jest to wartość orientacyjna, która podawana jest w literaturze. Ingerując w utworzony kod można rozszerzyć listę materiałów dostosowując ją do własnych potrzeb. Rozwijając pole listy dotyczące kształtu przekroju próbki, zostaną wyświetlone trzy możliwości wyboru. Jeżeli przykładowo kształt przekroju próbki był kołowy, to wybór koła z pola listy spowoduje, że wiersze 10 i 12, widoczne na rysunku 7, zostaną ukryte. Zasugeruje to użytkownikowi uzupełnienie



Rys. 7. Widok arkusza „Założenia wstępne”

komórki odpowiadającej promieniowi próbki. Wprowadzoną wartość, odpowiadającą promieniowi próbki, program

wstawi do wzoru na pole koła, a wynik wstawi do komórki **E18**. Analogiczne postępowanie ma miejsce w przypadku wyboru innego kształtu przekroju próbki. Za każdym razem uwzględniany jest odpowiedni wzór na pole powierzchni przekroju, adekwatny do wybranego kształtu. Aby przejść dalej, użytkownik musi uzupełnić pole **E16** dotyczące długości pomiarowej próbki, której wielkość określa norma.

Przemieszczanie się między kolejnymi arkuszami umożliwiają przyciski polecenia „**Dalej**” (rys. 7). Kolejny etap to wyznaczenie wartości naprężeń i odkształceń. Wynik procedury, która uruchamia się po naciśnięciu przycisku „**Dalej**”, wyświetlany jest w arkuszu o nazwie „**Dane**” (Rys. 8). W kolumnie A i B tego arkusza, znajdują się wartości siły i wydłużenia, stanowiące wynik końcowej procedury *Sub usuwanie_ujemnych()*. Dodatkowo, do komórek **A1:A2** wprowadzono kolejno symbol siły (F) oraz jej jednostkę (N), natomiast odpowiednio w komórkach **B1:B2** zamieszczono symbol wydłużenia (l) oraz jego jednostkę (mm). Skutkuje to dla użytkownika czytelnością i jednoznacznością arkusza (Rys. 8). Na podstawie wartości zamieszczonych w kolumnie A oraz wartości komórki **E18**, umieszczonej w arkuszu „**Założenia wstępne**”, wyznaczone zostają wartości naprężenia (kolumna D). Odkształcenia wyznaczone na podstawie wartości zamieszczonych w kolumnie B oraz wartości komórki **E16**, umieszczonej w arkuszu „**Założenia wstępne**”. W komórkach **D1:D2** oraz **E1:E2** przeprowadzono analogiczne postępowanie jak w przypadku komórek **A1:A2** i **B1:B2**, przy czym wstawiono $\sigma = F/S$ [MPa] oraz $\epsilon = (l/l_0) \cdot 100$ i [mm], odpowiednio dla komórek **D1:D2** oraz **E1:E2**.

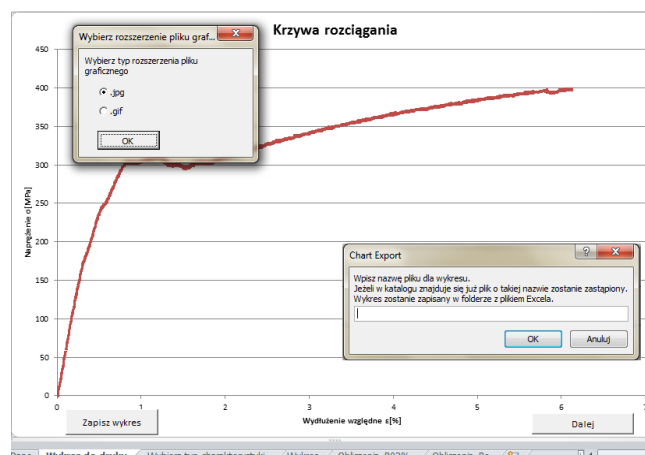
	A	B	C	D	E	F	G
1				$\sigma = F/S$	$\epsilon = (l/l_0) \cdot 100$		
2	[N]	[mm]		[MPa]	[%]		Rysuj wykres
3	30,644518	0,049741849					
4	30,174038	0,049560159					
5	27,587597	0,05063709		1,4375939	0,000726559		
6	24,858347	0,04961885		3,09722067	0,00075469		
7	26,202021	0,04836574		4,5225194	0,007013919		
8	34,944668	0,049730153		4,781136067	0,007786784		
9	44,829937	0,049402371		4,22998067	0,005954413		
10	73,766335	0,049974348		3,5212254	0,004747966		
11	141,56133	0,04988358		3,121771733	0,003732812		
12	178,6201	0,051986303		3,208826733	0,002318738		
13	174,0798	0,052239607		3,627036067	0,00495571		
14	157,54446	0,051667431		4,23590984	0,004733319		
15	136,28128	0,051261198		5,1069294	0,004523597		
16	124,29767	0,050936349		6,2460564	0,007914786		
17	126,90932	0,050483845		6,950756733	0,006865338		
18	139,45356	0,051327683		6,9325954	0,00795859		
19	159,45347	0,051262591		6,9175954	0,00718541		
20	183,8524	0,0511894		6,9799844	0,00775297		
21	218,02621	0,052274574		7,355302067	0,007584633		
22	239,18722	0,051938757		8,424564067	0,012511844		
23	238,62238	0,052300524		9,153077733	0,012899344		
24	238,17238	0,052026182		8,913000067	0,013109006		
25	240,04405	0,052101944		8,790404733	0,011767319		
26	251,23524	0,052157674		8,679991067	0,013123709		
27	281,38144	0,053745639		8,889359067	0,0122419		

Rys. 8. Widok arkusza „Dane”

Procedury obliczeniowe rozpoczynające się od zadeklarowania zmiennej opisano w pracy [7, 8]. Po wyznaczeniu wartości σ i ϵ (kol. D i E, rys. 8), można przystąpić do narysowania krzywej rozciągania. Procedura ta uruchamiana jest poprzez wciśnięcie przycisku formantu „**Rysuj wykres**”, który dodatkowo uruchamia arkusz o nazwie „**Wykres do druku**”. Na tym etapie użytkownik może zapisać wykres i opuścić program lub przejść do dalszej analizy krzywej rozciągania.

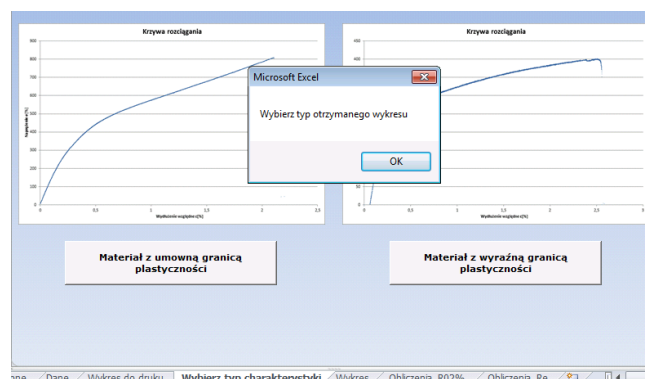
Procedurę zapisu wykresu inicjuje przycisk „**Zapisz wykres**”. Wykres może zostać zapisany w pliku o rozszerzeniu *.gif lub *.jpg – decyzję podejmuje użytkownik. Następnie użytkownik zostanie poproszony o podanie nazwy pliku dla wykresu. W tym celu pojawi się okno z odpowiednim komunikatem. Użytkownik może zaakceptować procedurę, klikając na przycisk **OK** lub ją anulować wciskając odpowiednio przycisk **Anuluj**. Po podaniu nazwy, plik zostanie eksportowany do folderu z plikiem, w którym znajduje się

Excel, a na ekranie pojawi się komunikat „**Wykres został zapisany pod nazwą...**”. Jeżeli w katalogu znajduje się już plik o takiej nazwie, zostanie on zastąpiony. W sytuacji, gdy użytkownik nie poda nazwy pliku, wyświetli się komunikat o treści: „**Niepoprawna nazwa**”.



Rys. 9. Widok arkusza „Wykres do druku”

Użytkownik może także przejść do dalszej analizy krzywej rozciągania, używając przycisku „**Dalej**” (Rys. 9). Wówczas otworzy się arkusz „**Wybierz typ charakterystyki**” (rys. 10). Na podstawie wykresu wygenerowanego w poprzednim arkuszu, użytkownik musi określić typ otrzymanej charakterystyki. Ma to związek z charakterystycznymi parametrami obliczanymi dla odpowiedniej krzywej w dalszej części programu.



Rys. 10. Widok arkusza „Wybierz typ charakterystyki”

Postępując zgodnie ze wskazówkami umieszczonymi na przyciskach formularza użytkownik może dobrać odpowiedni typ aproksymacji, najlepiej przybliżający otrzymaną krzywą oraz wyznaczyć wartość wyraźnej lub umownej granicy plastyczności. Generowany wykres jest tzw. **wykresem interaktywnym**. Oznacza to, że klikając na dowolny punkt wykresu użytkownik dostanie informację zwrotną w postaci komunikatu przekazującego współrzędne dla tego punktu. Ze względu na to, że krzywe rozciągania najlepiej przybliżane są linią trendu typu wielomianowego - poprzez uruchomienie odpowiedniego przycisku - istnieje tylko możliwość dodatnia linii trendu typu wielomianowego 3-go oraz 6-stopnia.

Wartości naprężeń i odkształceń wyznaczone w arkuszu „**Dane**”, są zliczane i zapisywane do tablicy – jest to niezbędne postępowanie, aby wykreślić krzywą, bowiem wyznaczona w ten sposób liczba danych stanowi zakres wykresu. We fragmencie kodu, służącym narysowaniu

krzywej rozciągania, zostały zdefiniowane m.in. takie informacje jak nazwa wykresu, opis osi, typ wykresu czy wielkość znacznika.

W celu uchronienia przed wygenerowaniem przez interpreter VBA błędu, w pierwszej kolejności procedura sprawdza czy na wykresie znajduje się już linia trendu - jeśli tak to jest usuwana, po czym narysowana jest nowa linia.

3.2. Wyznaczanie wyraźnej granicy plastyczności

W celu wyznaczenia wartości wyraźnej granicy plastyczności, wykorzystano połączenie instrukcji **For** oraz **If...Else**. Powiększając fragment krzywej można zaobserwować, że naprężenie wzrasta i maleje niemalże na przemian, co skutkuje powstawaniem pików - bez znacznego powiększenia krzywej ciężko dostrzec to zjawisko, które znacznie utrudnia obliczenia. Z tego też powodu w procedurze zastosowano wygładzenie, które w kodzie nazwano **rozdzielczością**, definiowaną przez użytkownika, w momencie uruchomienia procedury obliczania wyraźnej granicy plastyczności. Przy ilości danych przekraczającej 10000 rekordów zaleca się, by rozdzielczość była liczbą z przedziału 25-30. Wygładzenie umożliwia poprawne wyznaczenie monotoniczności, a w związku z tym wyraźnej granicy plastyczności materiału. Może się zdarzyć, że przyjęta przez użytkownika wartość rozdzielczości jest zbyt mała, a otrzymana wartość R_e jest zdecydowanie za niska, wówczas należy zwiększyć rozdzielczość poprzez ponowne uruchomienie procedury. Wartość R_e można ponadto oszacować na podstawie wykresu poprzez kliknięcie na odpowiedni punkt i odczytaniu jej z komunikatu dotyczącego współrzędnych zaznaczonego punktu. Należy jednak pamiętać, że jest to sposób obarczony dość dużym błędem, ze względu na duże zagęszczenie punktów. Wartość błędu będzie tym mniejsza, im większy będzie monitor, na którym wyświetlona zostanie krzywa. Błąd ten będzie maleć także ze zwiększającą się jego rozdzielczością wyświetlanego obrazu na monitorze komputera.

3.3. Wyznaczanie umownej granicy plastyczności

Wartość umownej granicy plastyczności wyznaczana jest w oparciu o nachylenie prostoliniowej części otrzymanej krzywej rozciągania. Jak już wspomniano wcześniej, otrzymane krzywe najlepiej przybliżyć aproksymacją wielomianem rzędu 6. Z tego względu napisano procedurę wyznaczającą wszystkie współczynniki wielomianu. Fragment wielomianu, zawierający współczynnik przy x w pierwszej potęgzie, najlepiej przybliżyć opis liniowego odcinka krzywej. Współrzędna y punktu przecięcia prostej równoległej do prostoliniowej części wykresu i przesuniętej do punktu, w którym odkształcenie wynosi 0,2% z otrzymaną krzywą rozciągania, wyznacza wartość $R_{p0,2}$. Punkt przecięcia wyznaczany jest poprzez badanie różnicy między wartościami punktów krzywej i prostej równoległej. Wynikiem procedury jest najmniejsza uzyskana wartość różnicy pomiędzy badanymi punktami. Wartość $R_{p0,2}$ wyświetlana jest w oknie komunikatu, wygenerowanego po zakończeniu wykonywania procedury. Zarówno dla materiałów z wyraźną, jak również umowną granicą plastyczności, użytkownik może wyznaczyć wytrzymałość na rozciąganie poprzez uruchomienie przycisku znajdującego się na wykresie, oznaczonego symbolem R_m .

4. ASPEKT DYDAKTYCZNY STOSOWANIA APLIKACJI

4.1. Uwagi i wskazówki metodyczne

Opisany powyżej program do analizy krzywych rozciągania ma szerokie zastosowanie. Nieskomplikowany interfejs programu oraz co najważniejsze, informacja zwrotna wygenerowana przez program, umożliwią wykazanie różnic w zachowaniu się poszczególnych materiałów poddanych próbie rozciągania. Zakres wykorzystania tego oprogramowania jest szeroki – począwszy od uświadomienia uczniom lub studentom związku pomiędzy rodzajem materiału a jego wytrzymałością, a skończywszy na szczegółowej analizie zachowania się materiału podczas próby rozciągania i wyznaczenia charakterystycznych parametrów tej próby. Program ten może służyć do analizy zachowania się danego rodzaju materiału (np. stali o różnym składzie chemicznym, kompozytów oraz innych materiałów inżynierskich) w czasie próby rozciągania. Może służyć również porównaniu dokładności wyznaczania umownej granicy plastyczności w metodzie analitycznej (metoda stycznej) i w metodzie numerycznej.

Ponadto aplikacja może wspomagać analizę wyników badań, na przykład w ramach realizacji pracy dyplomowej. Może też stanowić przykład w nauczaniu zagadnień związanych z modelowaniem procesów fizycznych.

Bardzo istotnym jest, aby uczniowie lub studenci mieli odpowiednio przygotowanie teoretyczne do pracy z niniejszą aplikacją. Bez tego przygotowania nauczanie to zostanie sprowadzone do bezmyślnego „klikania”. Zastosowanie aplikacji w połączeniu z wiedzą teoretyczną i realnym eksperymentem da podstawy do refleksji oraz zainteresowania nauką, jak wykazały to liczne eksperymenty [9,10]. Przy zastosowaniu aplikacji komputerowych, wspomagających nauczanie przedmiotów eksperymentalnych, stwierdzono większą aktywizację, samodzielność uczniów jak również poprawę zdolności pracy w grupie [9].

Opisywana aplikacja może być wykorzystana w e-learningu (kształceniu na odległość) po uprzednim przygotowaniu przez prowadzącego dedykowanych zajęć. Niniejsze zajęcia powinny zawierać: podstawy teoretyczne statycznej próby rozciągania, prezentację procedury jej przeprowadzania (np. w formie filmu), instrukcję do aplikacji oraz pliki otrzymane w próbie rozciągania (dla kilku przykładowych materiałów). Przygotowany pakiet nauczyciel / wykładowca powinien uzupełnić o zestaw zadań przeznaczonych do realizacji przez ucznia lub studenta. Proponowane zadania mogą kształcić umiejętność wyznaczenia parametrów wytrzymałościowych i plastycznych metodą obliczeniową na podstawie dostarczonych przez nauczyciela krzywych rozciągania (w formie graficznej) oraz na podstawie danych zarejestrowanych podczas próby rozciągania (plik *.dat). Nauczyciel może przygotować także zadanie na podstawie, którego student może nauczyć się interpretacji krzywych, a także będzie potrafił wskazać możliwości zastosowania materiałów uwzględniając różne własności.

Przygotowane w ten sposób zajęcia dają możliwość studentom (przynajmniej potencjalną) do zapoznania się ze statyczną próbą rozciągania, a w szczególności z analizą jej parametrów. Jednakże, zdaniem autorów rozwiązanie to jest możliwe, ale nie polecane w standardowym postępowaniu, z uwagi na praktyczny charakter studiów technicznych. Dlatego też lepszym wydaje się zastosowanie niniejszej aplikacji w b - learningu (blended learning). Procedura

postępowania opisana powyżej może stanowić solidne przygotowanie do zajęć, w ramach których studenci zobaczą lub sami wykonają statyczną próbę rozciągania. Na zajęciach studenci powinni sprawnie wyznaczyć parametry próby stosując znaną im aplikację. Znaczna część zajęć powinna być przeprowadzona metodą dyskusji, w której studenci będą mogli skorygować swoją wiedzę i umiejętności. W ramach dyskusji nauczyciel powinien wprowadzić studentów w liczne zagadnienia o charakterze praktycznym lub problemowym, opierając się na analizie danych z próby rozciągania. Zaproponowane oprogramowanie wraz z zadaniami może być też zastosowane w samodzielnym utrwaleniu i powtórzeniu wiedzy przez studenta.

Liczne badania [9-13] wskazują na skuteczność nauczania wspomaganego aplikacjami komputerowymi. Odpowiedź na pytanie na ile zastosowanie niniejszego rozwiązanie poprawia rozumienie, zapamiętywanie, czy kreatywne stosowanie prezentowanej wiedzy w sytuacjach typowych i

nietypowych przez studentów, będzie celem planowanych badań porównawczych.

By sprawdzić skuteczność proponowanego rozwiązania dydaktycznego planuje się przeprowadzić zajęcia metodą konwencjonalną (grupa kontrolna) oraz z zastosowaniem aplikacji. Jako miarę efektywności nauczania zostanie przyjęty wynik, jaki student uzyska w teście zaliczeniowym. Ponadto wśród studentów uczestniczących w zajęciach zostanie przeprowadzone ewaluacyjne badanie ankietowe, którego celem będzie ocena niniejszego rozwiązania dydaktycznego oraz wypracowanie wytycznych do modyfikacji zarówno procesu dydaktycznego jak i zastosowanej aplikacji.

4.2. Analiza krzywych rozciągania w praktyce szkolnej i akademickiej

Zagadnienia dotyczące statycznej próby rozciągania, a w szczególności analizy krzywych rozciągania, mają zastosowanie zarówno w średnich szkołach technicznych jak

Tablica 1. Wybrane efekty kształcenia stanowiące podbudowę kształcenia w wybranych zawodach (IV etap kształcenia) [na podst. 14, 15]

Efekty kształcenia	Zawody
<ul style="list-style-type: none"> rozróżnia materiały konstrukcyjne i eksploatacyjne stosuje programy komputerowe wspomagające wykonywanie zadań. 	wspólne dla wszystkich zawodów efekty kształcenia w ramach obszaru mechanicznego i górnictwo-hutniczego stanowiące podbudowę do kształcenia w zawodzie lub grupie zawodów
<ul style="list-style-type: none"> rozróżnia metody badania właściwości mechanicznych i technologicznych metali i stopów oraz ich struktury wewnętrznej; stosuje programy komputerowe wspomagające wykonywanie zadań rozróżnia metody badań własności wytrzymałościowych i technologicznych stopów Fe-C, metali nieżelaznych i ich stopów oraz proszków metali badania właściwości mechaniczne i technologiczne stopów Fe-C, metali nieżelaznych i ich stopów; 	technik hutnik technik odlewnik
<ul style="list-style-type: none"> dobiera materiały do wykonania elementów maszyn, urządzeń i narzędzi; wykonuje obliczenia wytrzymałościowe części maszyn i urządzeń dobiera materiały konstrukcyjne do wytwarzania części maszyn i urządzeń 	technik mechanik

Tablica 2. Przedmioty w ramach wyższych studiów technicznych, w których opisywana aplikacja może być wykorzystana (na przykładzie AGH) [na podst. 16]

Przedmiot	Kierunek studiów	Wydział
<ul style="list-style-type: none"> Podstawy nauki o materiałach 	<ul style="list-style-type: none"> Inżynieria Środowiska 	Geologii, Geofizyki i Ochrony Środowiska
<ul style="list-style-type: none"> Wytrzymałość materiałów 	<ul style="list-style-type: none"> Górnictwo i geologia Budownictwo 	Górnictwa i Geoinżynierii
<ul style="list-style-type: none"> Nauka o materiałach 	<ul style="list-style-type: none"> Inżynieria materiałowa 	Inżynierii Materiałowej i Ceramiki
<ul style="list-style-type: none"> Zmęczenie materiałów pod kontrolą Integralność konstrukcji w eksploatacji Wytrzymałość materiałów 	<ul style="list-style-type: none"> Mechanika i budowa maszyn Mechatronika 	Inżynierii Mechanicznej i Robotyki
<ul style="list-style-type: none"> Kształtowanie własności materiałów inżynierskich Modelowanie w technologii materiałów Metrologia Własności mechaniczne materiałów 	<ul style="list-style-type: none"> Metalurgia Inżynieria materiałowa 	Inżynierii Metali i Informatyki Przemysłowej
<ul style="list-style-type: none"> Modelowanie w inżynierii Modelowanie procesów fizycznych 	<ul style="list-style-type: none"> Inżynieria obliczeniowa Informatyka stosowana 	
<ul style="list-style-type: none"> Metody badań materiałów 	<ul style="list-style-type: none"> Edukacja techniczno - informatyczna 	
<ul style="list-style-type: none"> Fizyczne metody badań materiałów Metaloznawstwo 	<ul style="list-style-type: none"> Metalurgia 	
<ul style="list-style-type: none"> Struktura materiałów metalicznych Metody badań materiałów 	<ul style="list-style-type: none"> Inżynieria materiałowa Metalurgia 	Metali Nieżelaznych
<ul style="list-style-type: none"> Wirtualizacja Procesów Odlewniczych 	<ul style="list-style-type: none"> Wirtotechnologia 	Odlewnictwo

i w ramach studiów technicznych na różnych kierunkach.

Analizując zapisy podstawy programowej [15,16] można zidentyfikować obszary kształcenia technicznego, w których niniejsza aplikacja może mieć szerokie zastosowanie dla wielu zawodów (Tablica 1). Przede wszystkim zagadnienie to stanowi podstawę kształcenia we wszystkich zawodach z obszaru mechanicznego i górnictwo-hutniczego (blisko 40 zawodów, np. mechanik-operator pojazdów i maszyn rolniczych, mechanik precyzyjny, mechanik automatyki przemysłowej i urządzeń precyzyjnych, mechanik-monter maszyn i urządzeń, mechanik pojazdów samochodowych, itp.). Stosując niniejsze oprogramowanie można realizować ponadto szczegółowe treści z zakresu zarówno materiałoznawstwa, doboru materiałów, jak również komputerowego wspomaganie wykonywania zadań w kształceniu w zawodach takich jak: technik hutnik, technik odlewnik, czy technik mechanik (Tablica 1).

Niniejsza aplikacja umożliwia analizę i porównanie krzywych rozciągania, a tym samym i własności, różnych materiałów w sytuacji niemożności wykonania w rzeczywistości statycznej próby rozciągania. Należy brać pod uwagę to, że tylko nieliczne techniki są wyposażone w maszyny wytrzymałościowe. W tej sytuacji prezentacja statycznej próby rozciągania za pomocą filmu w połączeniu z analizą krzywych rozciągania stworzy uczniom możliwość aktywnego i wielostronnego poznania zagadnienia.

Innym obszarem zastosowania niniejszego oprogramowania jest kształcenie akademickie w ramach licznych kierunków technicznych, takich jak: inżynieria materiałowa, metalurgia, mechanika i budowa maszyn, itp. – Tablica 2.

5. PODSUMOWANIE

Język VBA pozwala na znaczne rozszerzenie możliwości arkusza kalkulacyjnego Excel oraz automatyzację wielu obliczeń. Korzystając z możliwości języka VBA i arkusza kalkulacyjnego, opracowany został algorytm pozwalający w szybki i łatwy sposób wyznaczyć krzywą rozciągania wraz z charakterystycznymi własnościami mechanicznymi, co daje możliwość analizy otrzymanych wyników.

Prezentowane rozwiązanie przyczynia się do uatrakcyjnienia zajęć i lepszej prezentacji zagadnienia. Stosując niniejszą aplikację uczniowie lub studenci stają się aktywnymi uczestnikami zajęć, co przyczynia się do zwiększenia ich możliwości analitycznego i kreatywnego myślenia.

Praca finansowana była w ramach działalności naukowo-badawczej – działalność statutowa AGH nr 11.11.110.299.

6. BIBLIOGRAFIA

1. Walkenbach J.: Excel 2003. Programowanie w VBA. Vademecum profesjonalisty, Helion, Gliwice 2004.
2. Visual Basic dla Excela. Centrum Edukacyjne Edusoft, 2013.
3. Katarzyński S., Kocańda S., Zakrzewski M.: Badanie własności mechanicznych metali, Wydaw. Naukowo-Techniczne, Warszawa 1969.
4. Mamczarz I: Wpływ parametrów wytwarzania na strukturę i własności mechaniczne spiekanych stali stopowych wykonanych na bazie proszku Distaloy AB, AGH, Kraków 2015 (Praca inżynierska).
5. PN-EN ISO 6892-1 – Metale – Próba rozciągania. Część 1: Metoda badania w temperaturze pokojowej.
6. Przybyłowicz K.: Metaloznawstwo, Wydawnictwo Naukowo – Techniczne, Warszawa 1999.
7. Jurczak-Kaczor, P.: Zastosowanie języka VBA do wyznaczania krzywej rozciągania, AGH, Kraków, 2014 (praca inżynierska).
8. Jurczak-Kaczor, P., Sułowski M.: Zastosowanie języka VBA do analizy krzywych rozciągania materiałów spiekanych, Rudy i Metale Nieżelazne Recykling, 2014, R. 59, nr 11 s. 545-553.
9. Komis V., Jimoyiannis A.: Computer simulations in physics teaching and learning: a case study on students' understanding of trajectory motion Computers & Education, Volume 36, Issue 2, February 2001, s. 183-204.
10. Lib W.: Narzędzia i techniki informatyczne w procesie dydaktycznym, Mitel, Rzeszów 2010.
11. Finkelstein N. D., Adams W. K., Keller C. J., Kohl P. B., Perkins K. K., Podolefsky N. S., Reid S.: When learning about the real world is better done virtually: A study of substituting computer simulations for laboratory equipment. Physical Review Special Topics - Physics Education Research 1, 010103, 2005, s. 1-8.
12. Lib W.: Didactic algorithm in designing multimedia educational programmes, Journal of Technology and Information Education, 2010, Vol. 2, Issue 3, s. 5-11.
13. Spodniaková Pfefferová M.: The Development of scientific thinking of Students using simulations, Journal of Technology and Information Education 1/2015, Volume 7, Issue 1 s. 81-89.
14. Rozporządzenie Ministra Edukacji Narodowej z dnia 23 grudnia 2011 r. w sprawie klasyfikacji zawodów szkolnictwa zawodowego (Dz.U. 2012 poz. 7).
15. Rozporządzenie Ministra Edukacji Narodowej z dnia 7 lutego 2012 r. w sprawie podstawy programowej kształcenia w zawodach (Dz.U. 2012 poz. 184).
16. AGH Syllabus Program zajęć dydaktycznych - <http://www.syllabuskrk.agh.edu.pl> (dostęp: 7.02.2016).

THE TENSILE CURVE ANALYSIS IN TECHNICAL EDUCATION

The article presents the possibilities of technical education in the field of analysis of the curves obtained in the static tensile test. This test provides information about mechanical and plastic properties of tested materials. Appropriate interpretation of results obtained in the tensile test is important from the point of view on knowledge about design and use of the material. This concerns both the training of engineers various specializations as well as students of a technical character.

The article is complemented by the methodological tips about usage the application in students' education of technical schools and technical universities.

Keywords: technical education, tensile curve, mechanical properties.

WYKORZYSTANIE OPROGRAMOWANIA GEOGEBRA DO WIZUALIZACJI W NAUCZANIU MATEMATYKI

Marcin WATA¹, Dorota ŻAREK²

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

Streszczenie: W artykule zaprezentowano przykładowe aplety, które zostały przygotowane przez autorów w programie GeoGebra. Część z nich wykorzystano do stworzenia kursu e-learningowego *Liczby zespolone*, używanego na Politechnice Gdańskiej. Inne użyto jako materiały pomocnicze w czasie tradycyjnych zajęć kursowych z matematyki dla pierwszego roku studiów, oraz podczas kursów: przygotowawczego z matematyki do matury i do studiów. Szczególną uwagę chcielibyśmy zwrócić uwagę na aplety, w których wykorzystano widok grafiki 3D, występujący w GeoGebrze od niedawna. Przedstawiliśmy również szereg apletów, w których widok grafiki pełni rolę interfejsu.

Słowa kluczowe: GeoGebra, wizualizacja, aplet, widok 3D.

1. GEOGEBRA – INFORMACJE OGÓLNE

Niniejszy artykuł stanowi kontynuację artykułu [1], w którym autorzy przedstawili podstawowe informacje na temat GeoGebry. Zaprezentowali również przykładowe aplety stworzone w GeoGebrze ilustrujące szereg pojęć związanych z funkcjami elementarnymi.

1.1. Kilka słów o GeoGebrze

Rozpocznijmy od przypomnienia czym jest GeoGebra. Jest to oprogramowanie edukacyjne łączące elementy algebry, analizy, geometrii i statystyki. Twórcą oprogramowania jest Markus Hohenwarter, który rozpoczął nad nim pracę w 2001 roku, jako student Uniwersytetu w Salzburgu. W 2002 roku GeoGebra otrzymała główną nagrodę European Academic Software Awards, dzięki czemu zyskała na całym świecie rzesze zwolenników i użytkowników. Popularność tego oprogramowania zapewne będzie wzrastała. Warto tutaj wspomnieć, że GeoGebra została wykorzystana w projekcie stworzenia darmowych e-podręczników <https://www.epodreczniki.pl>.

1.2. Tworzenie apletów

Interfejs GeoGebry jest intuicyjny. Po uruchomieniu programu otrzymujemy możliwość wyboru zestawu okien interfejsu – widoków, bądź też program uruchamia się z zapamiętanymi ustawieniami użytkownika.

Najważniejsze widoki, które mamy do dyspozycji to:

- widok algebry – dający możliwość tworzenia między innymi zmiennych, wzorów funkcji, prostych, krzywych stożkowych, itp.
- dwa widoki grafiki – umożliwiające tworzenie obiektów geometrycznych, rysowanie wykresów funkcji, krzywych, tworzenie interfejsu graficznego apletu;
- widok grafiki trójwymiarowej – rysowanie brył, powierzchni, krzywych;
- widok arkusza kalkulacyjnego – przydatny w statystyce jak i algebrze liniowej;
- widok algebry komputerowej CAS (ang. Computer Algebra System) – proste obliczenia symboliczne i numeryczne.

Górny pasek narzędziowy umożliwia wybór obiektów (np.: punkt, prosta, krzywa stożkowa, płaszczyzna, itp.) lub funkcji (np.: przesunięcie, symetria, obrót, tworzenie macierzy, itp.), które można umieszczać lub stosować w odpowiednim widoku.

Tworzenie prostych apletów (głównie w widoku grafiki i grafiki 3D) możliwe jest zatem bez znajomości poleceń GeoGebry i ich składni. Znajomość poleceń GeoGebry oraz LaTeXa umożliwia przygotowanie bardziej zaawansowanych apletów. Umiejętności programistyczne przydają się w tworzeniu skryptów GeoGebry lub skryptów JavaScript sterujących zachowaniem apletów.

1.3. Dostępność materiałów

Jak wspomniano w artykule [1] oprogramowanie rozwijane jest przez grupę entuzjastów, stąd wielość bezpłatnych materiałów dostępnych w Internecie. Opisy poleceń, instrukcje, a także fora dyskusyjne z cennymi informacjami i doświadczeniami użytkowników można znaleźć na oficjalnej stronie GeoGebry <https://www.geogebra.org/wiki/>. Spośród dostępnych publikacji warto przypomnieć [2–5]. Kolejnym cennym źródłem inspiracji może być strona <https://tube.geogebra.org/>, gdzie można obejrzeć i wypróbować w wersji on-line aplety przygotowane przez użytkowników. W serwisie tym możemy umieszczać własne materiały, które chcemy udostępnić publicznie lub wybranej grupie odbiorców.

2. GEOGEBRA – UATRAKCYJNIANIE MATERIAŁÓW DYDAKTYCZNYCH

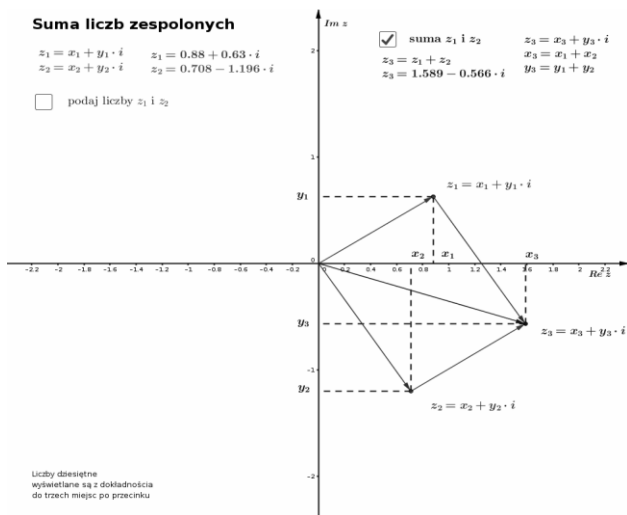
Dzięki rozwojowi Internetu i pojawieniu się nowych środków komunikacji, obserwujemy w ostatnich latach gwałtowny wzrost popularności zdalnego nauczania. Możemy tutaj wymienić takie projekty jak Coursera, edX, Khan Academy, oferujące kursy z wielu dziedzin nauki, między innymi matematyki. W Internecie funkcjonuje też duża liczba portali i forów (darmowych i komercyjnych), na których użytkownicy dzielą się swoją wiedzą matematyczną jak i szukają pomocy przy rozwiązywaniu zadań.

Popularną platformą e-learningową wykorzystywaną na uczelniach i w szkołach jest Moodle. Umożliwia on tworzenie pomocniczych materiałów edukacyjnych jako zasobów otwartych, jak i skierowanych do wybranych grup. Na Politechnice Gdańskiej wdrożono projekt eNauczanie, którego częścią jest platforma Moodle.

W tej części artykułu autorzy przedstawiają przykłady apletów GeoGebry, przygotowane przez jednego ze współautorów artykułu, wykorzystane przy tworzeniu kursu e-learningowego dla studentów PG *Liczby Zespólone*. Autorami kursu są pracownicy CNMiKnO PG, Anna Niewulis i Marcin Wata. Kurs udostępniany jest wykładowcom CNMiKnO jako szablon, który może być dostosowany do treści programowych z matematyki, konkretnego kierunku studiów. Aplety osadzone są w kursie za pomocą mechanizmów HTML5 z wykorzystaniem serwisu <https://tube.geogebra.org/>.

2.1. Dodawanie liczb zespolonych

Pierwszym z prezentowanych apletów jest interpretacja geometryczna dodawania liczb zespolonych (rys. 1)



Rys. 1. Dodawanie liczb zespolonych - interpretacja geometryczna

Student ma możliwość wprowadzenia pary liczb z_1 i z_2 w postaci algebraicznej, może też przesuwac punkty z_1 i z_2 na płaszczyźnie zespolonej. Dzięki apletowi student może lepiej dostrzec związek liczb zespolonych i wektorów na płaszczyźnie.

2.2. Mnożenie i dzielenie liczb zespolonych

W pierwszej wersji kursu umieszczono, podobnie jak w tradycyjnych podręcznikach, rozwiązane przykłady

oraz zadania do samodzielnego rozwiązania. Zadania sprawdzające przygotowane były między innymi w formie pytań wielokrotnego wyboru. W takim przypadku student jako informację zwrotną po rozwiązaniu zadania i zaznaczeniu odpowiedzi otrzymywał wiadomość, czy wybrana przez niego odpowiedź jest poprawna lub w przypadku niepoprawnej odpowiedzi, prawidłową. Część studentów w ankiecie ewaluacyjnej prosiła o więcej rozwiązanych przykładów lub szkice rozwiązań zadań sprawdzających.

Dobrym rozwiązaniem problemu umieszczenia wielu przykładów tego samego typu, zdaniem autorów, mogą być prezentowane poniżej aplety (rys. 2) i (rys. 3).

Możenie liczb zespolonych

wprowadź liczby oblicz

$z_1 = x_1 + y_1 \cdot i$ $z_2 = x_2 + y_2 \cdot i$

$z_1 = 1 - 1 \cdot i$ $z_2 = 2 + 1 \cdot i$

$z_3 = z_1 \cdot z_2 = (1 - 1 \cdot i) \cdot (2 + 1 \cdot i) =$
 $= 1 \cdot 2 + 1 \cdot 1 \cdot i - 1 \cdot 2 \cdot i - 1 \cdot 1 \cdot i^2 =$
 $= (1 \cdot 2 + 1 \cdot 1) + (1 \cdot 1 - 2 \cdot 1) \cdot i =$
 $= 3 - 1 \cdot i$

Rys. 2. Mnożenie liczb zespolonych

Iloraz liczb zespolonych

wprowadź liczby oblicz

$z_1 = x_1 + y_1 \cdot i$ $z_2 = x_2 + y_2 \cdot i$

$x_1 = 1$ $x_2 = 1$

$y_1 = -1$ $y_2 = 1$

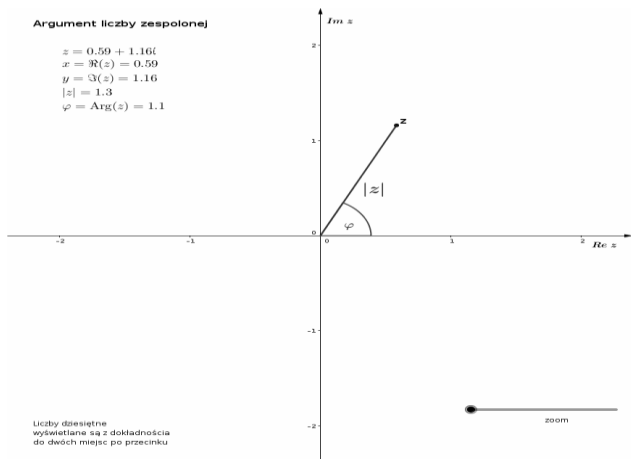
$z_3 = \frac{z_1}{z_2} = \frac{(x_1 + y_1 \cdot i)}{(x_2 + y_2 \cdot i)} = \frac{(x_1 + y_1 \cdot i)}{(x_2 + y_2 \cdot i)} \cdot \frac{(x_2 - y_2 \cdot i)}{(x_2 - y_2 \cdot i)} =$
 $= \frac{x_1 \cdot x_2 - x_1 \cdot y_2 \cdot i + y_1 \cdot x_2 \cdot i - y_1 \cdot y_2 \cdot i^2}{x_2^2 - y_2^2 \cdot i^2} =$
 $= \frac{(x_1 \cdot x_2 + y_1 \cdot y_2) + (-x_1 \cdot y_2 + x_2 \cdot y_1) \cdot i}{x_2^2 + y_2^2} =$
 $= \frac{x_1 \cdot x_2 + y_1 \cdot y_2}{x_2^2 + y_2^2} + \frac{-x_1 \cdot y_2 + x_2 \cdot y_1}{x_2^2 + y_2^2} \cdot i$

Rys. 3. Dzielenie liczb zespolonych

Aplety te mają pomóc studentom w opanowaniu mnożenia i dzielenia liczb zespolonych w postaci algebraicznej. Użytkownicy mają możliwość wpisania własnych przykładów i sprawdzenia w jaki sposób dojść do rozwiązania.

2.3. Moduł i argument liczby zespolonej

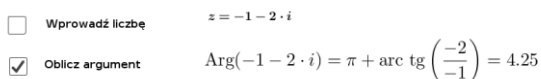
Kolejne dwa przykłady ilustrują pojęcia modułu i argumentu liczby zespolonej.



Rys. 4. Moduł i argument liczby zespolonej

Poniższy aplet (rys. 5) podsumowuje przykłady dotyczące wyznaczania argumentu liczby zespolonej prezentowane w kursie i umożliwia generowanie przez studentów własnych przykładów sprawdzających umiejętność wyznaczania argumentu głównej liczby zespolonej przy pomocy funkcji *arc tg*.

Argument głównej liczby zespolonej

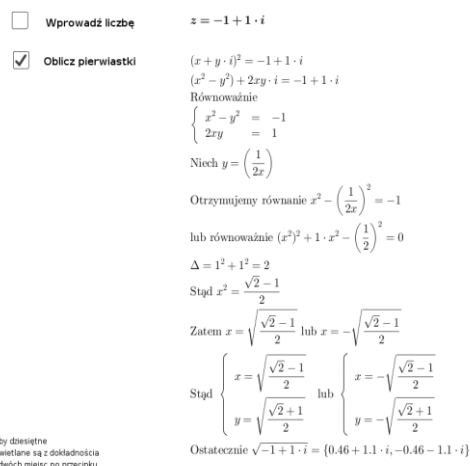


Rys. 5. Argument głównej liczby zespolonej

2.4. Pierwiastki kwadratowe liczby zespolonej

Współautor kursu e-learningowego prowadzi zajęcia z matematyki na kierunku Zarządzanie WZiE. Studenci tego kierunku mieli trudność z opanowaniem umiejętności wyznaczania pierwiastków kwadratowych z liczb zespolonych w postaci algebraicznej. Korzystając z apletu przedstawionego na rysunku 6, studenci mają możliwość prześledzenia rozwiązane przykłady, oraz generowania i sprawdzania rozwiązań własnych przykładów.

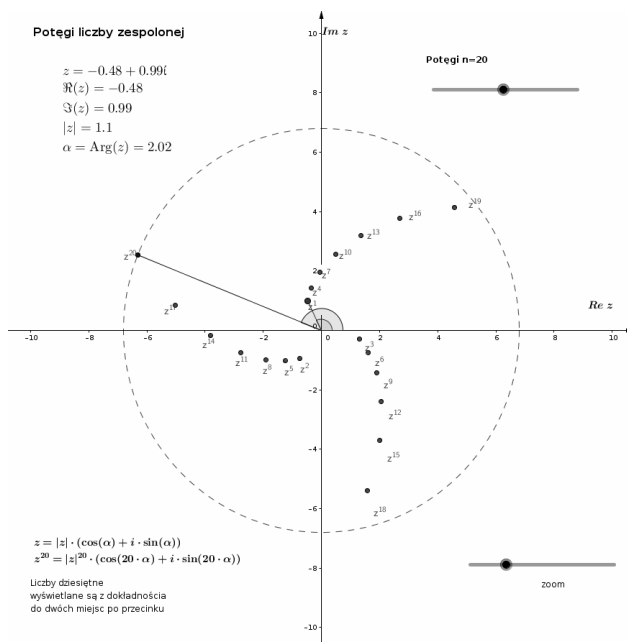
Pierwiastki stopnia 2 z liczby zespolonej w postaci algebraicznej



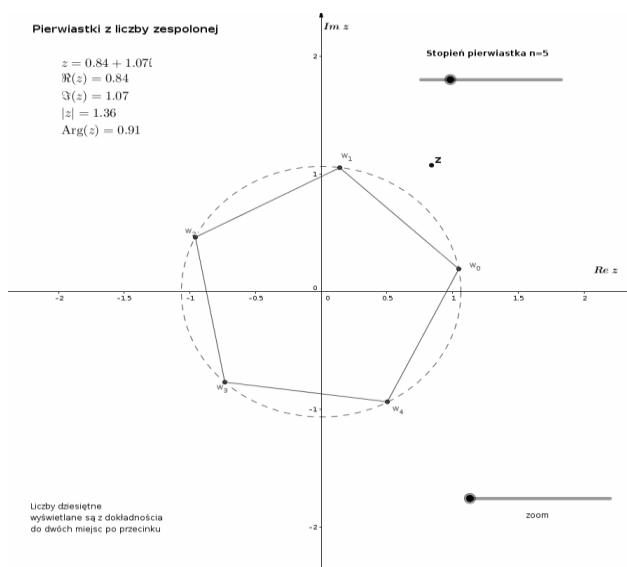
Rys. 6. Pierwiastki kwadratowe z liczby zespolonej

2.5. Potęgowanie i pierwiastki liczby zespolonej

Przy opracowywaniu postaci trygonometrycznej liczb zespolonych za pomocą apletów GeoGebry zobrazowano potęgowanie liczby zespolonej (rys. 7) i wyznaczanie zbioru pierwiastków stopnia *n* (rys. 8).



Rys. 7. Potęgowanie liczby zespolonej



Rys. 8. Pierwiastki liczby zespolonej

GeoGebra była również bardzo pomocna przy tworzeniu rysunków i animowanych gifów użytych w kursie.

3. GEOGEBRA JAKO INTERFEJS

Przedstawimy teraz pięć apletów pomagających wyjaśnić pojęcia z algebry liniowej dotyczące macierzy i wyznaczników.

3.1. Mnożenie macierzy

Pierwszy aplet (rys. 9) wspomaga uczenie mnożenia dwóch macierzy.

Mnożenie macierzy

Generuj macierze

Definicja. Iloczynem macierzy $A = [a_{ij}]_{i,j=1}^m \times B = [b_{ij}]_{i,j=1}^n$ nazywany taką macierzą $C = [c_{ij}]_{i,j=1}^m \times n$ jest dla dowolnych $i = 1, 2, \dots, m; j = 1, 2, \dots, n$ mamy

$$c_{ij} = \sum_{k=1}^n a_{ik} b_{kj}$$

$$C_{3 \times 2} = A_{3 \times 3} B_{3 \times 2}$$

$$i=3 \downarrow \begin{bmatrix} -8 & -3 & 8 \\ -1 & -3 & 8 \\ 9 & 7 & -9 \end{bmatrix} \begin{bmatrix} -4 & 0 \\ 8 & 3 \\ -2 & -7 \end{bmatrix} \begin{bmatrix} -8 & -65 \\ -36 & -65 \\ 38 & 84 \end{bmatrix}$$

$$c_{31} = a_{31}b_{11} + a_{32}b_{21} + a_{33}b_{31} \quad 38 = 9 \cdot (-4) + 7 \cdot 8 + (-9) \cdot (-2)$$

Rys. 9. Mnożenie macierzy

Macierz odwrotna

Wprowadzanie danych Obliczenia

$$A = [a_{ij}]_{i,j=1}^3 \quad i=1 \downarrow \begin{bmatrix} 2 & 2 & 4 \\ 1 & -1 & 1 \\ -1 & -1 & 2 \end{bmatrix} \quad j=2 \rightarrow$$

$$\det(A) = -16 \quad a_{ij} = a_{12} = 2 \quad A_{ij} = A_{12} = (-1)^{1+2} \begin{vmatrix} 1 & 1 \\ -1 & 2 \end{vmatrix} = -3$$

$$\text{adj}(A) = ([A_{ij}]_{i,j=1}^3)^T \quad \text{adj}(A) = \begin{bmatrix} -1 & -8 & 6 \\ -3 & 8 & 2 \\ -2 & 0 & -4 \end{bmatrix}$$

$$A^{-1} = \frac{1}{\det(A)} \text{adj}(A) \quad A^{-1} = \begin{bmatrix} \frac{1}{16} & \frac{1}{2} & \frac{-3}{8} \\ \frac{3}{16} & \frac{-1}{2} & \frac{-1}{8} \\ \frac{1}{8} & 0 & \frac{1}{4} \end{bmatrix}$$

Rys. 12. Wyznaczanie macierzy odwrotnej stopnia trzeciego

3.2. Obliczanie wyznaczników metodą Sarrusa

Kolejny aplet ułatwia naukę, krok po kroku, wyliczania wyznacznika stopnia 3 za pomocą metody Sarrusa. Na rysunku 10 pokazano przedostatni krok.

Wyznacznik stopnia 3 - schemat Sarrusa

$$A = [a_{ij}]_{i,j=1}^3 \quad A = \begin{bmatrix} -1 & -2 & -3 \\ -4 & -5 & -6 \\ -7 & -8 & -9 \end{bmatrix}$$

Oblicz

$$\begin{vmatrix} -1 & -2 & -3 \\ -4 & -5 & -6 \\ -7 & -8 & -9 \end{vmatrix} = \begin{vmatrix} -1 & -2 \\ -4 & -5 \\ -7 & -8 \end{vmatrix} =$$

$$= (-1) \cdot (-5) \cdot (-9) + (-2) \cdot (-6) \cdot (-7) + (-3) \cdot (-4) \cdot (-8) - (-3) \cdot (-5) \cdot (-7) - (-1) \cdot (-6) \cdot (-8) - (-2) \cdot (-4) \cdot (-9)$$

Rys. 10. Obliczanie wyznacznika metodą Sarrusa

3.3. Wyznaczanie macierzy odwrotnych

Kolejne dwa aplety pokazane na rysunkach 11 i 12 ułatwiają studentom nauczenie się wyznaczania macierzy odwrotnej stopnia 2 i 3.

Macierz odwrotna

$$A = \begin{bmatrix} a & b \\ c & d \end{bmatrix} \quad A = \begin{bmatrix} 2 & -3 \\ 1 & 4 \end{bmatrix}$$

$$\det(A) = ad - bc \quad \det(A) = -5 \neq 0$$

Jeżeli $\det(A) \neq 0$ wówczas

$$A^{-1} = \frac{1}{ad - bc} \begin{bmatrix} d & -b \\ -c & a \end{bmatrix}$$

$$A^{-1} = \frac{-1}{5} \begin{bmatrix} -4 & 3 \\ -1 & 2 \end{bmatrix} = \begin{bmatrix} \frac{4}{5} & \frac{-3}{5} \\ \frac{1}{5} & \frac{-2}{5} \end{bmatrix}$$

Rys. 11. Wyznaczanie macierzy odwrotnej stopnia drugiego

3.4. Algorytm eliminacji Gaussa

Wiele trudności w nauce algebry liniowej sprawia studentom algorytm eliminacji Gaussa. W algorytmie tym łatwo o pomyłkę przy wykonywaniu operacji elementarnych. Prezentowany na rysunkach 13 i 14 aplet umożliwia reprezentację układu równań liniowych w postaci macierzy uzupełnionej, a następnie wykonanie jednej z trzech operacji elementarnych na wierszach macierzy.

Operacje elementarne na wierszach macierzy

Wprowadz dane Obliczaj

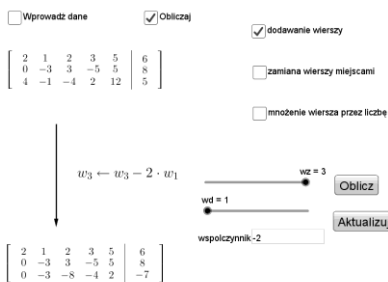
2	1	2	3	5	6
-2	-4	1	-8	0	2
4	-1	-4	2	12	5

Liczba równań: 3 Liczba zmiennych: 5

Rys. 13. Wprowadzenie układu równań liniowych w postaci macierzy uzupełnionej

Przygotowanie odpowiednich przykładów i sekwencji operacji elementarnych daje studentowi możliwość wielokrotnego wykonywania algorytmu samodzielnie, krok po kroku, co ułatwia zrozumienie algorytmu. Apłt umożliwia sprawdzenie wykonanych obliczeń (znając ciąg wykonanych operacji).

Operacje elementarne na wierszach macierzy



Rys. 14. Operacje elementarne na wierszach macierzy reprezentującej układ równań liniowych

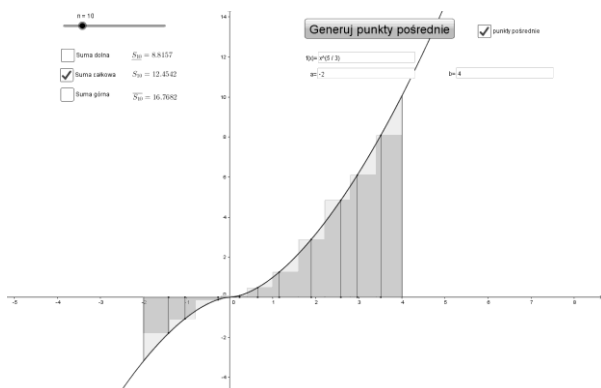
4. GEOGEBRA - WIDOK 3D

Autorzy za pomocą kolejnych przykładów chcą zaprezentować możliwości jakie daje widok 3D.

4.1. Suma całkowita

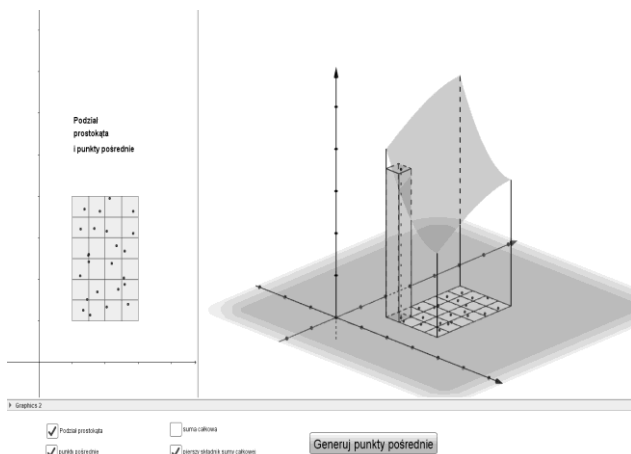
Zacznijmy jednak od wykorzystania widoku grafiki dla ilustracji pojęcia sumy całkowitej Riemanna.

GeoGebra ma wbudowane polecenia sumy górnej i sumy dolnej. Możemy pokusić się o wizualizację sumy całkowitej Riemanna dla podziału przedziału na równe części, przy losowym wyborze punktów pośrednich, wykorzystując aplet z rysunku 15.



Rys. 15. Suma całkowita dla wygenerowanego losowo ciągu punktów pośrednich

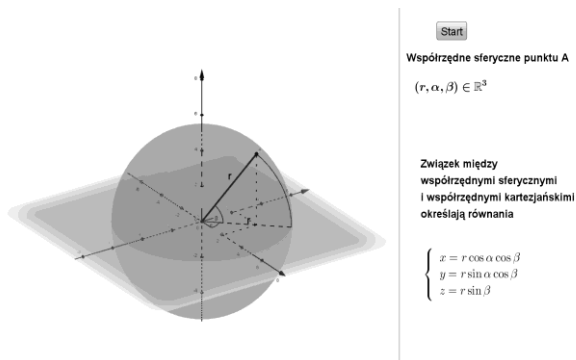
Dla całki podwójnej, ilustracja analogicznej sumy wymaga użycia widoku 3D.



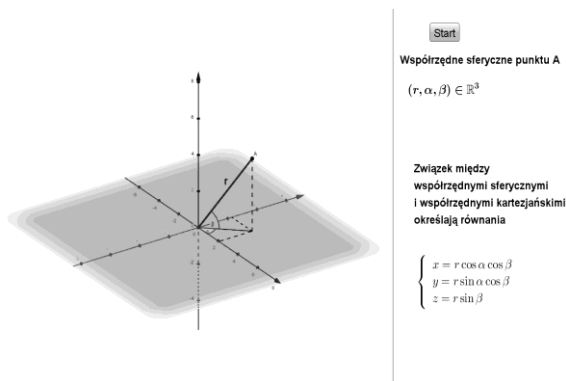
Rys. 16. Suma całkowita dla całki podwójnej

4.2. Współrzędne sferyczne

W trakcie nauki całek podwójnych pojawiają się pojęcia współrzędnych sferycznych i walcowych. Do przybliżenia pierwszego z nich możemy posłużyć się animacją przygotowaną w GeoGebra. Na kolejnych rysunkach 17 i 18 pokazane są dwa ujęcia z animacji.



Rys. 17. Animacja – współrzędne sferyczne



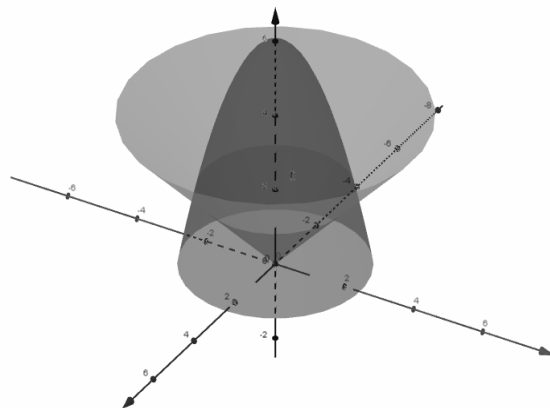
Rys. 18. Animacja – współrzędne sferyczne

4.3. Bryły – obliczanie objętości

Widok 3D może być również pomocny w wizualizacji konkretnych zadań dotyczących całek podwójnych. Poniższe zadanie pochodzi ze zbioru [6].

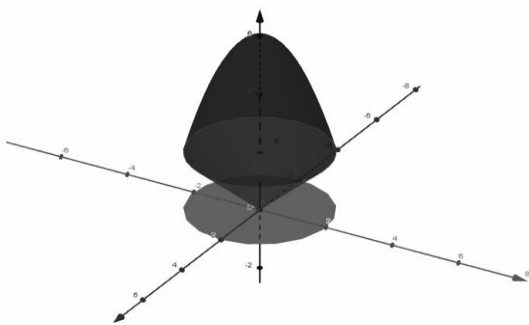
Zadanie: Oblicz objętość bryły ograniczonej powierzchniami o równaniach $z=6-x^2-y^2$, $z=(x^2+y^2)^{1/2}$.

Autorzy przygotowali przykładowy aplet, ułatwiający rozwiązanie zadania, który pokazuje powierzchnie ograniczające bryłę (rys. 19)



Rys. 19. Wizualizacja powierzchni

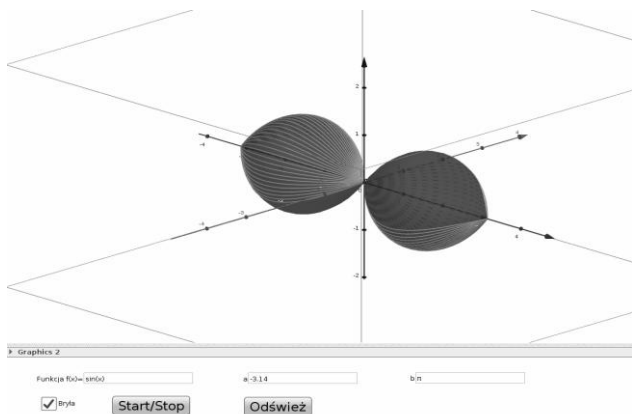
oraz samą bryłę i obszar całkowania (rys. 20).



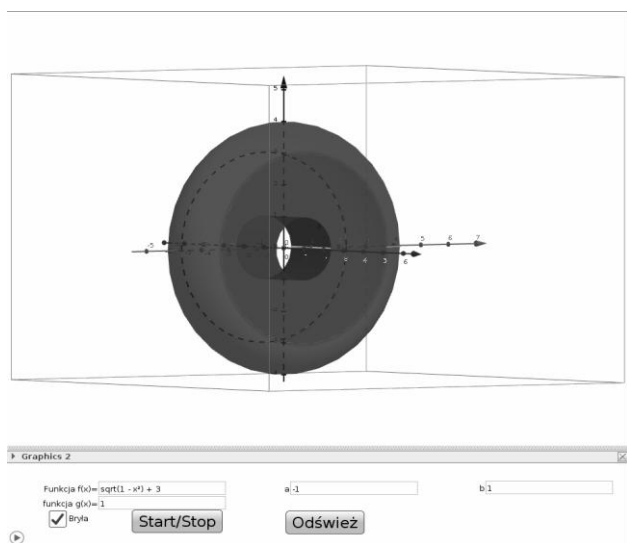
Rys. 20. Wizualizacja bryły i obszaru całkowania

4.4. Rysowanie brył obrotowych

Kolejnym obszarem, w którym możemy wykorzystać widok 3D jest wizualizacja brył obrotowych, które pojawiają się w nauce zastosowań geometrycznych całki oznaczonej. Poniżej, na rysunkach 21 i 22, pokazano dwie przykładowe bryły.



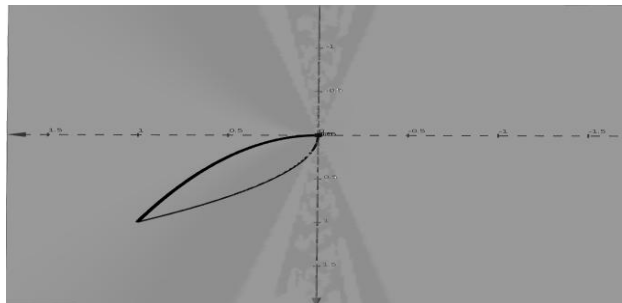
Rys. 21. Bryła obrotowa powstała przez obrót funkcji sinus dookoła osi Ox na przedziale $[-\pi, \pi]$



Rys. 22. Bryła obrotowa zawarta między dwiema powierzchniami

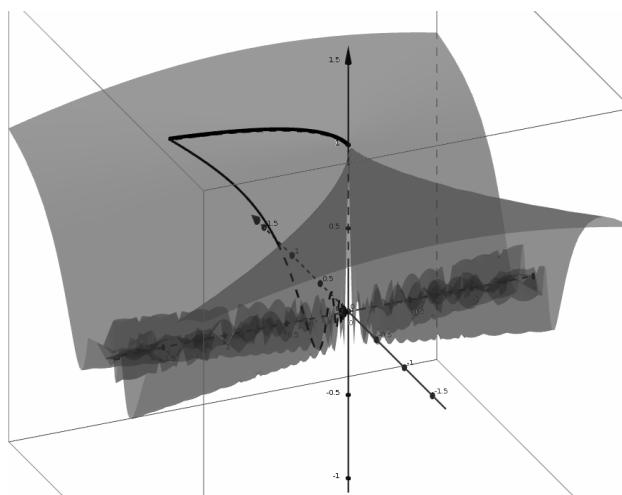
4.5. Granica podwójna funkcji dwóch zmiennych

Pojęciem sprawiającym studentom trudności podczas nauki analizy jest granica podwójna. Rozważmy przykład funkcji $f(x, y) = (x/y)\sin(y/x)$ dla której chcemy wykazać nieistnienie granicy podwójnej w punkcie $(0,0)$. Na rysunkach 23 i 24 pokazano w jaki sposób tego dokonać. Rysunek 23 przedstawia widok powierzchni z góry, na którym widać dwa ciągi argumentów zbiegające do punktu $(0,0)$.



Rys. 23. Ciągi argumentów zbiegające do punktu $(0,0)$

Na rysunku 24 widzimy, że ciągi punktów na powierzchni dążą do dwóch różnych punktów, zatem granica podwójna funkcji w punkcie $(0,0)$ nie istnieje.

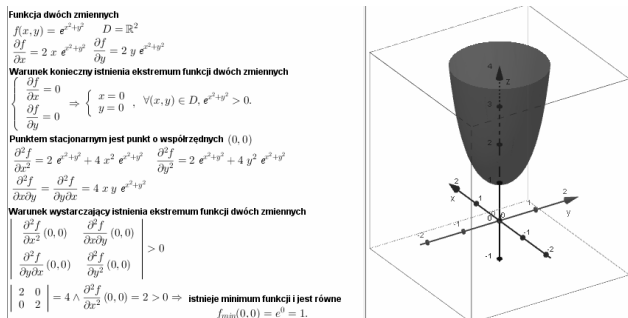


Rys. 24. Ciągi wartości funkcji na powierzchni

4.6. Ekstremum funkcji dwóch zmiennych

Innym przykładem zastosowania GeoGebry jest aplet ilustrujący w widoku grafiki kolejne etapy wyznaczania ekstremum funkcji dwóch zmiennych:

- wyznaczenie dziedziny funkcji;
- obliczenie pochodnych cząstkowych pierwszego rzędu;
- przyrównanie pochodnych cząstkowych pierwszego rzędu do zera i obliczenie współrzędnych punktów stacjonarnych;
- wyznaczenie pochodnych cząstkowych drugiego rzędu;
- obliczenie wartości wyznacznika utworzonego z pochodnych cząstkowych drugiego rzędu w punkcie stacjonarnym i jego interpretacja;
- wskazanie, czy istnieje w punkcie stacjonarnym maksimum czy minimum;
- wyznaczenie wartości ekstremalnej.



Rys. 25. Aplet – ekstremum funkcji dwóch zmiennych

W prawym oknie, rysunek 25, przedstawiony został widok grafiki 3D, w którym możemy się przyjrzeć powierzchni, dla której wyznaczamy ekstremum.

5. GEOGEBRA – INNE PRZYKŁADY

Na koniec autorzy chcieliby przedstawić kilka innych przykładów zastosowań GeoGebry.

5.1. Schemat Hornera

Rysunek 26 przedstawia schemat Hornera. W aplecie widok grafiki GeoGebry pełni rolę interfejsu. Nie musimy martwić się o sposób wprowadzenia wielomianu i argumentu, który dostarcza GeoGebra. Ten pozornie prosto wyglądający aplet wymagał użycia JavaScriptu.

$$W(x) = x^6 - 5x^5 + 5x^4 + 9x^3 - 14x^2 - 4x + 8$$

$$x_0 = 2$$

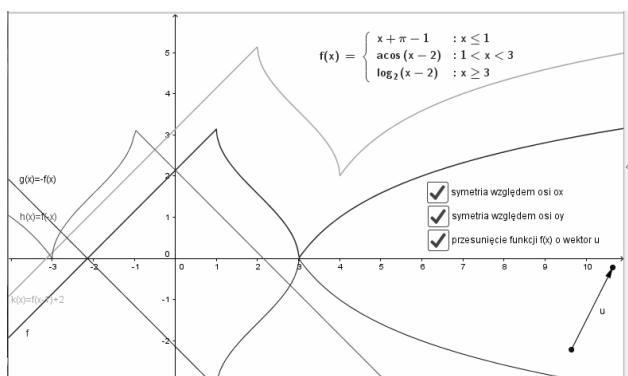
Oblicz

	1	-5	5	9	-14	-4	8
2		2	-6	-2	14	0	-8
	1	-3	-1	7	0	-4	0

Rys. 26. Schemat Hornera

5.2. Pewne własności wykresów funkcji

Poniżej przedstawiamy aplet ilustrujący pewne własności wykresów funkcji.



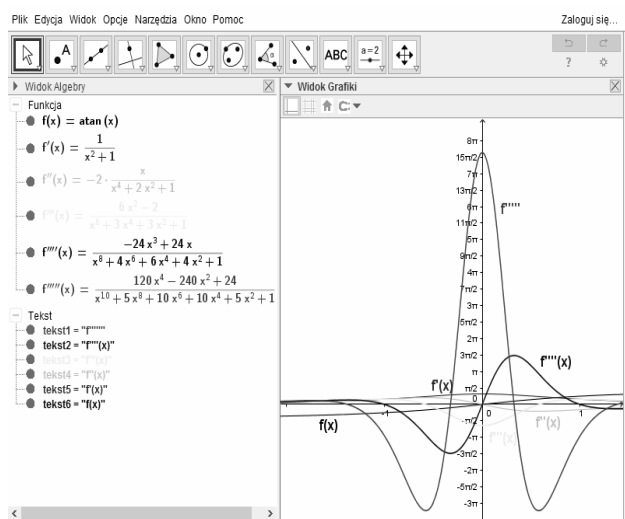
Rys. 27. Aplet – przekształcanie wykresu funkcji

Aplet przedstawiony na rysunku 27 ilustruje związek między wykresem funkcji podstawowej a wykresami funkcji po następujących przekształceniach:

- symetrii względem osi OX ;
- symetrii względem osi OY ;
- przesunięciu funkcji $f(x)$ o wektor u .

5.3. Funkcja i jej pochodne

W programie GeoGebra można wyznaczyć pochodne dowolnego rzędu. Dla wielu absolwentów szkół ponadgimnazjalnych jest to całkowicie nowe zadanie. Dzięki takim apletom jak na rysunku 28, studenci mają możliwość sprawdzenia samodzielnie policzonych pochodnych.



Rys. 28. Aplet – funkcja cyklometryczna i jej pochodne

5.4. Ilustracja zadania maturalnego

W celu wizualizacji rozwiązania zadania egzaminacyjnego z matury na poziomie rozszerzonym również możemy wykorzystać oprogramowanie GeoGebra. Używając paska nawigacji etapów możemy uzyskać kolejne wskazówki do rozwiązania zadania. W tym celu należy wykorzystać protokół konstrukcji. W nim wpisujemy kolejne kroki konstrukcyjne, a następnie wybieramy punkty przerwania. W rezultacie powstaje prezentacja.

(matura 2012 - poziom rozszerzony)

Dany jest prostokąt $ABCD$, w którym $|AB|=a$, $|BC|=b$ i $a > b$. Odcinek AE jest wysokością trójkąta DAB opuszczoną na jego bok BD . Wyraź pole trójkąta AED za pomocą a i b .

Przesuwając Pasek nawigacji etapów można uzyskać kolejne wskazówki do rozwiązania zadania.

- Narysuj dowolny prostokąt i zaznacz jego długości boków.
- Zaznacz wysokość trójkąta DAB opuszczoną na bok BD .
- Z twierdzenia Pitagorasa wyznacz długość odcinka BD . $a^2 + b^2 = |BD|^2 \Rightarrow |BD| = \sqrt{a^2 + b^2}$
- Wyznacz wysokość h w zależności od a i b . $P_{\Delta ABD} = \frac{1}{2} a \cdot b = \frac{1}{2} |BD| \cdot h = \frac{1}{2} \sqrt{a^2 + b^2} \cdot h \Rightarrow h = \frac{a \cdot b}{\sqrt{a^2 + b^2}}$
- Wyznacz długość odcinka $|DE|$. $|DE|^2 + h^2 = b^2 \Rightarrow |DE|^2 = b^2 - h^2 \Rightarrow |DE|^2 = \frac{b^4}{a^2 + b^2} \Rightarrow |DE| = \frac{b^2}{\sqrt{a^2 + b^2}}$
- Wyznacz pole trójkąta AED w zależności od a i b . $P_{\Delta AED} = \frac{1}{2} \cdot |DE| \cdot h$
 $P_{\Delta AED} = \frac{1}{2} \cdot \frac{b^2}{\sqrt{a^2 + b^2}} \cdot \frac{a \cdot b}{\sqrt{a^2 + b^2}} = \frac{1}{2} \frac{a \cdot b^3}{a^2 + b^2}$

Rys. 29. Aplet – zadanie egzaminacyjne (matura)

6. WNIOSKI KOŃCOWE

Celem autorów było zaprezentowanie kilku możliwości, jakie daje użycie GeoGebry w nauczaniu matematyki. W części 2 i 3 przedstawiliśmy sposoby wykorzystania GeoGebry w wizualizacji pojęć, jak również przygotowania generatorów przykładów w kursach e-learningowych.

Najnowsza wersja programu GeoGebra umożliwia łatwe tworzenie apletów z zastosowaniem widoku 3D. Zaprezentowaliśmy kilka przykładów wykorzystania tego widoku w zagadnieniach, które pojawiają się w toku nauki matematyki studentów studiów technicznych.

W ostatniej części artykułu przedstawiliśmy aplety, które nie zmieściły się w trzech poprzednich rozdziałach, uznaliśmy je jednak za warte zaprezentowania.

Na stronie internetowej jednego z autorów, <http://www.pg.gda.pl/~marwata/geogebra2>, można zapoznać się z wersjami on-line większości zaprezentowanych apletów. Apletów udostępniono za pomocą serwisu <https://tube.geogebra.org/>.

7. BIBLIOGRAFIA

1. 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.
2. Winkowska-Nowak K., Skiba R., (red.): GeoGebra: Wprowadzanie innowacji edukacyjnej, Wydawnictwo Uniwersytetu Mikołaja Kopernika.
3. Winkowska-Nowak K., Pobiega E., Skiba R. (red. nauk.): GeoGebra. Innowacja edukacyjna – kontynuacja, Wydawnictwo Akademickie Sedno.
4. Winkowska-Nowak K., Pobiega E., Skiba R. (red. nauk.): Matematyka z GeoGebra, Wydawnictwo Akademickie Sedno.
5. Kaenders R., Schmidt R.: Mit Geogebra Mehr Mathematik Verstehen, Springer Spectrum.
6. Stankiewicz W.: Zadania z matematyki dla wyższych uczelni technicznych, Wydawnictwo Naukowe PWN, Warszawa 2001.

GEOGEBRA AS AN EXAMPLE OF AN OPEN SOURCE SOFTWARE IN THE TEACHING OF MATHEMATICS

Presented article describes examples of applets, which were prepared by the authors in the GeoGebra software. The applets were used to create e-learning course *Complex Numbers* used at Gdansk University of Technology, as well as supporting educational materials of traditional class activities during first year courses in mathematics. The authors would like to draw particular attention to the applets which were created using 3D graphic view. The 3D view was added to GeoGebra recently. The authors also present a number of applets, where graphic view is served as an interface.

Keywords: GeoGebra, visualisation, 3D view.

III Konferencja

eTechnologie w Kształceniu Inżynierów eTEE'2016

Akademia Górniczo-Hutnicza im. Stanisława Staszica w Krakowie, 11 kwietnia 2016

POŚWIADCZANIE OSIĄGNIĘĆ EDUKACYJNYCH I ZAWODOWYCH ZA POMOCĄ OTWARTYCH IDENTYFIKATORÓW KOMPETENCJI (OPEN BADGES)

Ireneusz WOŹNIAK¹, Michał NOWAKOWSKI²

1. Instytut Technologii Eksploatacji – PIB w Radomiu
tel.: 483649349 e-mail: ireneusz.wozniak@itee.radom.pl
2. Instytut Technologii Eksploatacji – PIB w Radomiu
tel.: 483649349 e-mail: michal.nowakowski@itee.radom.pl

Streszczenie: Artykuł przedstawia możliwości wykorzystania Otwartych Identyfikatorów Kompetencji (*Open Badges*) w poświadczaniu osiągnięć edukacyjnych i zawodowych osób dorosłych, z odniesieniem się w szczególności do uczelni technicznych i grupy zawodowej inżynierów. Identyfikator jest cyfrowym znakiem graficznym, który symbolizuje i daje dostęp do opisu osiągnięć edukacyjnych oraz zawodowych jego posiadacza. Wydawca Identyfikatora jest instytucją poświadczającą fakt uzyskania opisywanych kompetencji. Posiadacze Identyfikatorów mają pełną możliwość upublicznienia ich w Sieci, gdzie interesariusze mogą się z nimi zapoznawać. Od strony technologicznej umożliwia to internetowa infrastruktura opracowana przez Mozillę i udostępniona na zasadzie *open source*. Uczelnie techniczne mogą wykorzystać tę technologię i narzędzia do celów walidacji kompetencji uzyskanych poza uczelnią, a studenci i inżynierowie wzbogacić swoje e-portfolio i zaprezentować je w sieci potencjalnym pracodawcom.

Słowa kluczowe: *Open Badges*, Otwarte Identyfikatory Kompetencji, walidacja kompetencji, e-portfolio.

1. WPROWADZENIE

Otwarte Identyfikatory Kompetencji (*Open Badges*) powstały w ramach czwartego konkursu „*The Digital Media and Learning Competition*” zorganizowanego w latach 2011-2013 przez HASTAC (*Humanities, Arts, Science, and Technology Alliance and Collaboratory*). HASTAC jest wirtualną organizacją zrzeszającą ponad 12 tys. instytucji i osób prywatnych, której celem jest działanie na rzecz badań i rozwoju innowacyjnych sposobów uczenia się, na wszystkich etapach edukacji (podstawowej, średniej, wyższej i ustawicznej). Konkurs nosił nazwę „*The Badges for Lifelong Learning Competition*” i był wspierany przez Fundację McArthurów (*The MacArthur Foundation*) oraz Fundację Gatesów (*Bill & Melinda Gates Foundation*), we współpracy z Fundacją Mozilla. Sfinansowano 30 innowacyjnych projektów wdrożeniowych oraz 10 badawczych, na łączną kwotę 5 milionów dolarów.

Efektom prac było opracowanie koncepcji i technologicznego standardu cyfrowych Otwartych Identyfikatorów Kompetencji (*digital Open Badges*), które wspierają identyfikowanie, dokumentowanie i potwierdzanie osiągnięć edukacyjnych i zawodowych w środowisku wirtualnym.

Idea otwartego przyznawania i prezentowania Internetem potwierdzonych osiągnięć edukacyjnych i zawodowych

szybko zyskuje uznanie i zwolenników. Po zaledwie kilku latach od zakończenia konkursu HASTAC, można się doliczyć na świecie ponad 14 tys. organizacji wydających, niezależnie od siebie, Otwarte Identyfikatory Kompetencji. Są wśród nich znane przedsiębiorstwa, organizacje kultury, szkoły, jednostki terytorialne i wiele innych rodzajów organizacji (np. NASA, Samsung, Microsoft Educator Network, IBM Authorized Training, YMCA of Greater New York, Michigan State University, Peer to Peer University). Istnieje ponad 20 dużych innowacyjnych platform internetowych wspierających od strony technicznej wydawanie i upowszechnianie Otwartych Identyfikatorów Kompetencji (np. Youtopia, Makewaves, OpenBadgeFactory, BadgeKit, BadgeCulture, P2PU Badges, WP Badger i inne). Powstaje w ten sposób społeczność i środowisko technologiczne do urzeczywistnienia nowej jakości i koncepcji otwartej, pozaformalnej walidacji osiągnięć edukacyjnych i zawodowych.

Instytut Technologii Eksploatacji - Państwowy Instytut Badawczy w Radomiu jest członkiem konsorcjum realizującego, ważny dla upowszechnienia w Europie inicjatywy i technologii Otwartych Identyfikatorów Kompetencji, projekt „*Open Badge Network*” (poprzednia nazwa „*Badge Europe*”), program ERASMUS+, Nr 2014-1-DE01-KA200-000675. Liderem jest Beuth-Hochschule für Technik (Niemcy), pozostali partnerzy to: Cambridge Professional Development Ltd (Wielka Brytania), EDEN (Wielka Brytania), Dienst Uitvoering Onderwijs (Holandia), Digitalme (Wielka Brytania), ARTES (Włochy). Projekt jest realizowany od września 2014 r. do sierpnia 2017 r.

2. ZAŁOŻENIA

Podstawy teoretyczne koncepcji *Open Badges* przedstawia Biała Księga „Otwarte Identyfikatory Kompetencji dla uczenia się przez całe życie” („*Open Badges for Lifelong Learning*”) autorstwa Eriny Knight, zastępcy dyrektora Mozilli ds. uczenia się i współautorki platformy OBI (*Open Badges Infrastructure*). Podana tam definicja mówi, że **cyfrowy identyfikator kompetencji jest rekordem udostępnionym w sieci, który pozwala zapoznać się z osiągnięciami członka społeczności wirtualnej przyznającej identyfikator oraz z zakresem pracy wykonanym do jego zdobycia** [1]. Identyfikator ma postać cyfrowego znaku graficznego, za którym kryją się osiągnięcia, umiejętności,

zainteresowania i jakość gwarantowana przez wydawcę Identyfikatora. Wydawca (*Issuer*) jest wiarygodną organizacją, która zapewnia właściwą weryfikację umiejętności i osiągnięć posiadacza identyfikatora (*Earners*). Umiejętności te i osiągnięcia opisane są w pliku załączonym do graficznego symbolu Identyfikatora. System cyfrowych identyfikatorów kompetencji oparty jest na tzw. otwartym standardzie (*open standard*), dlatego posiadacze identyfikatorów mogą gromadzić i łączyć Identyfikatory różnych wydawców, w zależności od osobistych potrzeb i celów. Posiadacze mają pełną swobodę prezentacji wybranych Identyfikatorów w sieci, zarówno *on-line* jak i *off-line*.

W świecie edukacji permanentnej, pozaformalnej, otwartej i wirtualnej, Otwarte Identyfikatory Kompetencji mogą opisywać udział osoby w wydarzeniach edukacyjnych i zawodowych bardzo różnego zasięgu i poziomu. Mogą odzwierciedlać zindywidualizowane historie uczenia się i zdobywania doświadczeń zawodowych, tworząc wirtualne CV i e-portfolia dostępne dla potencjalnych pracodawców i innych interesariuszy. Biała Księga podkreśla potencjalne użyteczności Identyfikatorów [2]:

- ukazywanie osiągnięć edukacyjnych w różnych kontekstach:
 - **opisywanie nieformalnych i pozaformalnych ścieżek uczenia się**, które w systemach formalnych nie są rejestrowane. Identyfikatory mogą uchwycić szerszy zakres efektów uczenia się i opisać je bardziej precyzyjnym zestawem umiejętności niż wydawane certyfikaty, świadectwa i dyplomy;
 - **sygnalizowanie osiągnięć** poprzez wizualizację i prezentację znaku graficznego, co może pomóc osobom przeszukującym bazy danych w sprawnym doborze kandydatów o odpowiednim profilu kompetencyjnym;
- motywowanie do uczenia się i innowacyjności:
 - **motywacja** poprzez przyznawanie Identyfikatorów za przekroczenie określonych „kamieni milowych” na ścieżce edukacji i rozwoju, co ma również wymiar informacji zwrotnej i służy dalszemu angażowaniu się w naukę i pracę;
 - **wspieranie innowacyjności i elastyczności** – ponieważ formalne systemy edukacji i rejestry kwalifikacji nie nadążają za rozwojem nowych kompetencji i umiejętności (np. związanych z szybko zmieniającą się technologią informacyjną), Otwarte Identyfikatory Kompetencji pozwalają znacznie szybciej i w elastyczniejszy sposób identyfikować i opisywać najnowsze umiejętności, w miarę ich pojawiania się i zyskiwania na znaczeniu;
- formalizowanie i wzmocnienie społecznych aspektów uczenia się pozaformalnego i nieformalnego:
 - **budowanie indywidualnej tożsamości i reputacji** zarówno pośród członków własnej społeczności lub organizacji, jak też przenoszenie i zamieszczanie Identyfikatorów w innych społecznościach i środowiskach wirtualnych. Ponadto technologia *Open Badges* pozwala na agregowanie Identyfikatorów uzyskiwanych w różnych środowiskach nauki i pracy oraz prezentowanie odpowiednio dobranych zestawów Identyfikatorów w zależności od celu takiej prezentacji;
 - **budowanie relacji i wzmocnianie więzi społecznych** – Identyfikatory sygnalizują członkom społeczności lub organizacji obszar kompetencji Posiadacza, co pozwala odnaleźć i podjąć współpracę z osobami

o podobnych zainteresowaniach. Dla kierowników, opiekunów, mentorów i szkoleniowców zestaw Identyfikatorów danej osoby może być pomocny w określeniu brakujących lub słabiej rozwiniętych umiejętności i doświadczeń. Identyfikatory stają się w ten sposób odwzorowaniem kapitału ludzkiego danej społeczności lub organizacji, pomagając w budowaniu zespołów, grup doświadczonych praktyków oraz relacji koleżeńskich.

Realizacja powyższych założeń i funkcjonalności Otwartych Identyfikatorów Kompetencji wymaga opracowania informatycznego środowiska obsługującego cztery rodzaje kluczowych użytkowników:

- **Wydawców (*Issuers*)** – organizacje i instytucje opracowujące Identyfikatory i nadające je osobom i organizacjom zgodnie z przyjętymi kryteriami (odpowiadają za jakość Identyfikatorów);
- **Posiadaczy (*Earners*)** – osoby i organizacje, którym Wydawcy przyznali Identyfikatory. Posiadacze mogą gromadzić swoje Identyfikatory w osobistym repozytorium, tzw. Plecak Identyfikatorów (*Badge Backpack*);
- **Wystawców (*Displayers*)** – platformy, sieci, media społecznościowe, blogi i inne strony internetowe prezentujące Odbiorcom Identyfikatory osób i instytucji, które wyraziły zgodę na ich upublicznienie. Wystawcy odpowiadają za sprawdzenie u Wydawców autentyczności Identyfikatorów. Wystawcy pobierają tylko te Identyfikatory, które zostały udostępnione przez Posiadaczy w ich indywidualnych Plecakach;
- **Odbiorców (*Consumers*)** – osoby i organizacje zainteresowane nawiązaniem kontaktów z Posiadaczami Identyfikatorów (np. pracodawcy, rekruterzy, dostawcy szkoleń i innych form edukacji).

3. INFRASTRUKTURA I TECHNOLOGIA

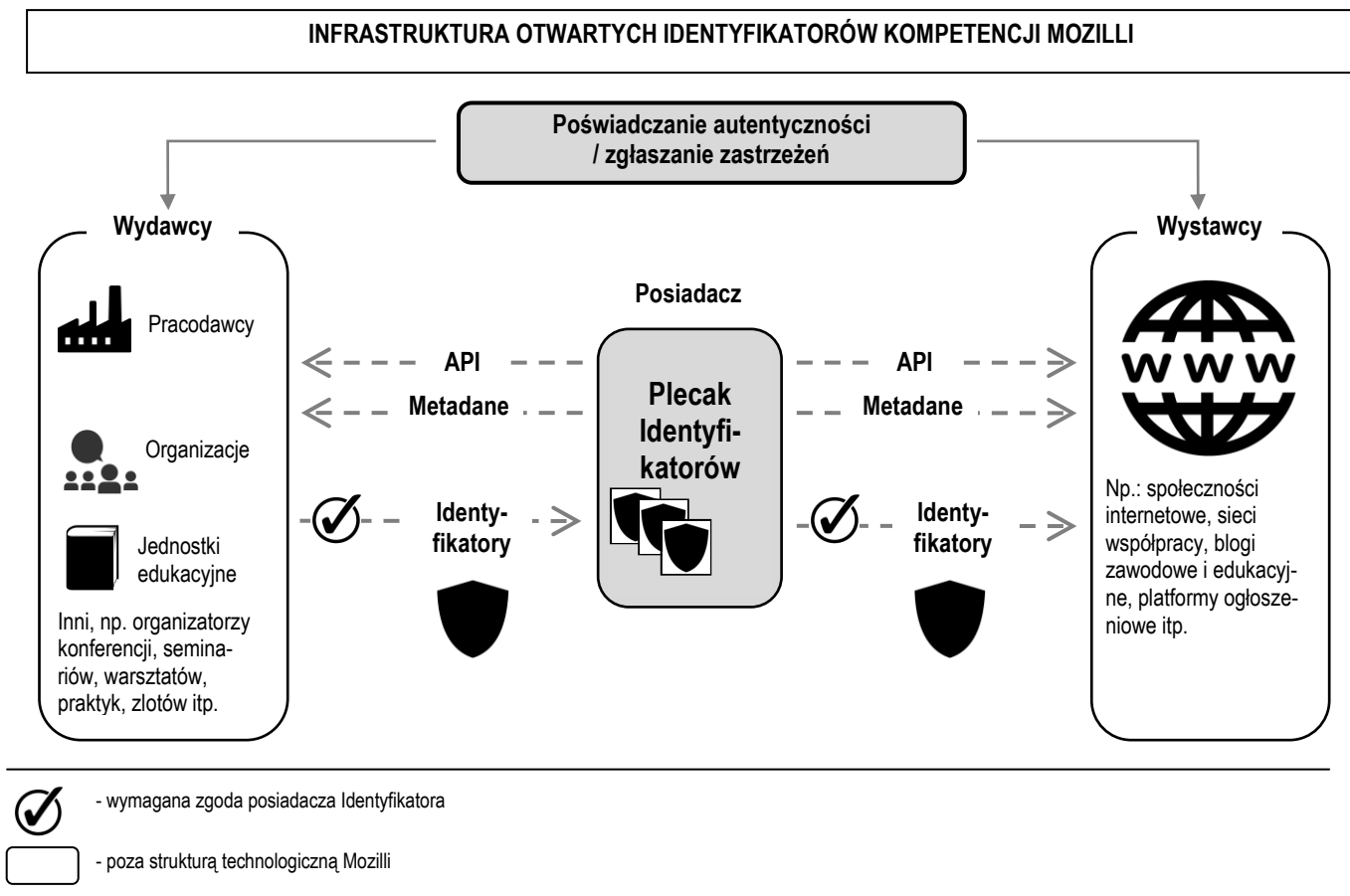
Infrastrukturę Otwartych Identyfikatorów Kompetencji (*Open Badge Infrastructures – OBI*), opracowaną przez Mozillę, pokazano na rysunku 1. Należy zauważyć, że Mozilla nie jest organizacją wydającą ani nadzorującą Identyfikatory, lecz twórcą otwartego standardu oprogramowania, które umożliwia przenoszenie i publikację Identyfikatorów w sieci.

Oprócz otwartego standardu oprogramowania, na którym opiera się infrastruktura Mozilli (OBI), drugim kluczowym elementem technologii Otwartych Identyfikatorów Kompetencji są tzw. metadane, czyli „dane o danych”. Każdy pojedynczy Identyfikator zawiera metadane zawierające: informację o posiadaczu, opis Identyfikatora, dane instytucji wydającej, datę przyznania Identyfikatora posiadaczowi, kryteria przyznania, linki do stron internetowych zawierających tzw. „dowody” spełnienia kryteriów przez Posiadacza i wiele innych informacji oraz standardów technicznych zapewniających kompatybilność przy przenoszeniu i wyświetlaniu Identyfikatorów w infrastrukturze OBI oraz poza nią. Metadane wędrują w sieci wraz z reprezentującym je znakiem graficznym, który jest wyświetlany na stronach Wystawców (*Displayers*).

Centralnym miejscem Infrastruktury OBI jest tzw. Plecak Identyfikatorów (*Badge Backpack*). Mozilla zapewnia hosting tego repozytorium na swoich serwerach. Każdy posiadacz Identyfikatorów ma swój osobisty Plecak, w którym przechowuje swoje Identyfikatory oraz nimi zarządza. Istniejące w Plecak Identyfikatory Posiadacz może grupować i udostępniać do publicznej emisji. Oprogramo-

wanie Plecaka zawiera narzędzia umożliwiające Wydawcom (*Issuers*) umieszczenie przyznanego Identyfikatora w Plecaku, a Wystawcom (*Displayers*) pobieranie z Plecaka udostępnionych do upublicznienia Identyfikatorów. Komunikację z Plecakami zapewnia opracowany przez Mozillę i dedykowany dla OBI Interfejs Programistyczny Aplikacji (*Application Programming Interface – API*). Napisany w języku Javascript, API służy do zapewnienia interaktywności poprzez reagowanie na zdarzenia i sprawdzanie poprawności formularzy. Do magazynowania i przekazywania danych, aplikacja API wykorzystuje format JSON (*JavaScript Object*

Notation), który ułatwia operowanie danymi tekstowymi i ponadto jest niezależny od konkretnego języka programowania. Dostęp do danych w formacie JSON jest też bardziej naturalny z poziomu języka JavaScript, niż dostęp do tych samych danych w bardzo popularnym formacie XML, ponieważ JSON stanowi składniowy podzbiór języka JavaScript. Ponadto XML w praktyce zajmuje znacząco więcej miejsca niż analogiczny obiekt przesyłany za pomocą formatu JSON. Jest to ważne, gdyż ilość przesyłanych danych jest szczególnie istotna w związku z rozwojem urządzeń mobilnych (w szczególności smartfonów) [4].



Rys. 1. Struktura OBI (*Open Badge Infrastructure*) umożliwiająca wydawanie, gromadzenie i wystawianie (wyświetlanie, upowszechnianie) Otwartych Identyfikatorów Kompetencji [3]

Otwarty Identyfikator kompetencji składa się z trzech warstw informacji:

- **interaktywnego znaku graficznego**, którego kliknięcie powoduje wyświetlenie danych o Identyfikatorze, Wydawcy i Posiadaczu;
- **metadanych** przypisanych do Identyfikatora (rozpoznawalnych dla komputerów i ich oprogramowania);
- **strony internetowej lub ramki** wyświetlającej opis Identyfikatora, kryteria przyznania, wykaz dowodów z podaniem źródła i/lub miejsca przechowywania (mogą to być linki do stron i innych zasobów cyfrowych).

Poniżej przedstawiono techniczne aspekty tworzenia Identyfikatorów [5]:

1. **Utworzenie znaku graficznego Identyfikatora** i zapisanie go w formacie pliku graficznego PNG (w przyszłości planuje się przejść na nowocześniejszy format SVG). Format PNG (*Portable Network Graphics*) jest rastrowym formatem plików graficznych zapewniającym bezstratną kompresję danych graficznych, a co

ważne dla środowiska *Open Source*: nie jest obciążony patentami. Format ten umożliwia zastosowanie ogólnie dostępnych, prostych i „wolnych” narzędzi graficznych, np. IrfanView i XnView, które umożliwiają dowolną, ręczną redukcję kolorów. Narzędzia bardziej zaawansowane (np. GIMP) oferują pracę na warstwach oraz automatyczną redukcję kolorów.

2. **Zakodowanie metadanych** i innych informacji w niewidocznej części pliku, w miejscu służącym do przypisania Identyfikatora do danej osoby. Istnieją trzy grupy metadanych, zapisanych w formacie JSON, definiujących razem Identyfikator:
 - metadane poświadczające (*the assertion metadata*) – opisujące osobę, której przyznano Identyfikator;
 - metadane o Wydawcy (*the issuer metadata*) – zawierające informacje o organizacji, która wyemitowała Identyfikator;
 - metadane zawierające techniczne i organizacyjne specyfikacje, w tym adres e-mailowy Posiadacza, potrzebny Wydawcy do identyfikacji osoby, opis Identyfikatora

tyfikatora, dane Wydawcy, datę wydania, kryteria przyznawania, kryteria oceniania i dowody osiągnięcia efektów uczenia się lub innych dokonań. Metadane obowiązkowe to:

- dane identyfikacyjne odbiorcy (Posiadacza),
- data wydania,
- nazwa Identyfikatora,
- adres URL Identyfikatora,
- opis,
- kryteria,
- dane identyfikacyjne Wydawcy.

Metadane dodatkowe:

- data ważności (wygaśnięcia Identyfikatora),
- adresy URL dowodów.

3. **Zapisanie metadanych wyrażonych w formacie JSON w pliku PNG znaku graficznego** – ten proces określa się żartobliwie jako „pieczenie Identyfikatora” („*Badge baking*”). Mozilla i inne organizacje opracowały kilka narzędzi *open source* dedykowanych do „pieczenia”, które czynią ten proces łatwym dla osób nie będących informatykami. W szczególności narzędzia te mogą być włączane do istniejących platform internetowych. Obecnie programy do „pieczenia Identyfikatorów” stosują przykładowo platformy: Wordpress, Blackboard, Moodle, Drupal, a Google przymierza się do uruchomienia tej usługi. Zanim jednak dojdzie do „wypieku”, należy Identyfikator zaprojektować, czyli opracować zarówno znak graficzny jak i kryjącą się pod nim treść. Następnie trzeba wybrać osobę Posiadacza i utworzyć metadane poświadczające (*the assertion metadata*). Mówi się, że „wypiek jest gotowy”, jeśli Identyfikator został przekazany do Plecaka Posiadacza.

4. **Umieszczenie Identyfikatora na serwerze Wydawcy** wraz z metadanymi, zapisanymi w pliku „poświadczenia” (*assertion*) i nadanie mu unikalnego adresu URL. Hosting poświadczenia na serwerze Wydawcy pozwala Odbiorcom (*Consumers*) weryfikować stan Identyfikatora, co zabezpiecza przed próbami potencjalnego oszustwa przez zmodyfikowanie pliku z metadanymi na stronach Wystawców (*Displayers*). W tym celu każdy Identyfikator zawiera link do serwera Wydawcy i hostowanego poświadczenia.

5. **Zastosowanie kryptografii do zapewnienia autentyczności Identyfikatora** i jego metadanych, to drugi poziom zabezpieczenia. Do tego celu stosuje się „podpis cyfrowy”, czyli matematyczny sposób sprawdzenia autentyczności dokumentów i wiadomości elektronicznych. Poprawny podpis oznacza, że wiadomość pochodzi od właściwego nadawcy, który nie może zaprzeczyć faktowi jej nadania oraz, że wiadomość nie została zmieniona podczas transmisji. Podpis cyfrowy jest najczęściej realizowany przy pomocy technik kryptografii asymetrycznej, w której „klucz prywatny” jest używany do składania podpisu (np. przez Wydawcę), zaś „klucz publiczny” służy do weryfikacji autentyczności podpisu (Wystawcy, Odbiorcy). Należy zadbać, aby klucz publiczny był dostępny dla wszystkich, którzy będą chcieli zweryfikować podpis Wydawcy. W ten sposób można potwierdzić autentyczność Identyfikatora i jego „poświadczenia” nawet wtedy, gdy nie można się komunikować z serwerem Wydawcy – wcześniej jednak musimy znaleźć się na liście kryptograficznej Wydawcy i otrzymać od niego klucz publiczny.

6. **Pozyskanie Identyfikatora** może się odbyć na kilka sposobów: za pośrednictwem poczty elektronicznej, bez-

pośrednio ze strony internetowej Wydawcy lub przez „włożenie” przez Wydawcę Identyfikatora bezpośrednio do Plecaka Posiadacza. Każdy pojedynczy Identyfikator ma swój unikatowy adres URL, który jest wysyłany do Posiadacza wraz z Identyfikatorem. Adres Identyfikatora oraz adres Posiadacza są ze sobą powiązane. Posiadacz pozyskuje Identyfikator poprzez kliknięcie w link zawierający URL Identyfikatora, przesłany do niego przez Wydawcę na adres e-mail. Pozyskiwanie Identyfikatora za pomocą poczty elektronicznej jest podobne do „przyszycia” emblematu na mundurze - jeśli dana osoba czuje, że nie spełnia kryteriów, nie powinna go nosić, wystawić, ani upowszechniać.

7. **Upublicznienie Identyfikatora** – jeśli Posiadacz chce upowszechnić Identyfikator w Internecie, musi włożyć go do swojego Plecaka, który jest jego osobistym repozytorium. Posiadacz upublicznia Identyfikatory przez podanie linków do pojedynczych lub pogrupowanych zbiorów Identyfikatorów. Od tego momentu każdy może kliknąć w Identyfikator i wyświetlić stronę z jego opisem oraz informacjami o Posiadaczu, Wydawcy, kryteriach, dowodach i innych danych.

4. UŻYTECZNOŚĆ I WARTOŚĆ W EDUKACJI PRZEZ CAŁE ŻYCIE

Technologia użycia i środowisko wymiany Identyfikatorów Kompetencji, często nazywane „ekosystemem” (*Open Badge Ecosystem*), jest otwarte na wszystkie szczebla i rodzaje edukacji (formalnej, pozaformalnej i nieformalnej). Jednak twórcy tej idei podkreślają, że Identyfikatory opracowane zostały głównie dla edukacji pozaformalnej i nieformalnej, ukierunkowanej na perspektywę uczenia się przez całe życie: „Nauka to nie tylko „czas siedzenia” w szkołach, ale rozciąga się na wiele kontekstów, doświadczeń i interakcji. Już nie można jej traktować dłużej jako działanie izolowane i indywidualne, ale jako globalne, społeczne, nieformalne, uczestniczące, kreatywne i przez całe życie [6].”

4.1. Mikropoświadczenia

Wobec powyższego wartość Otwartych Identyfikatorów Kompetencji jawi się między innymi w ich zdolności do wypełniania luk w poświadczaniu tych edukacyjnych osiągnięć, na które brakuje miejsca w oficjalnych programach studiów oraz rubryk w oficjalnie wydawanych dyplomach. Zdolność Identyfikatorów do szczegółowego rozróżniania osiągnięć edukacyjnych określana jest często mianem „ziarnistości” (*granular*). Stąd bierze się koncepcja gromadzenia w toku nauki tzw. mikropoświadczeń (*microcredentials*). Źródłem mikropoświadczeń może być sama uczelnia, jeżeli zdecyduje się na wprowadzenie Otwartych Identyfikatorów Kompetencji, ale także wszelkie inne instytucje pozauczelniane, w których student wykazuje się aktywnością i spełnia kryteria pozyskania Identyfikatorów. W ten sposób osobisty Plecak (także CV oraz e-portfolio) studenta może zostać napełniony poświadczonymi osiągnięciami teoretycznymi i praktycznymi uzyskiwanymi w wielu źródłach. Dyplom uczelni może być w ten sposób „obudowany” wieloma mikropoświadczeniami. Poświadczenia te mogą się uzupełniać minimalizując „luki” w wiedzy i umiejętnościach, poszerzać wiedzę i umiejętności, a także budować równoległe, niezależne ścieżki osiągnięć. Wydaje się, że „ziarnistość” poświadczeń kompetencji jest dla inżynierów (studentów, absolwentów i pracowników) bardzo pomocna w kontekście konieczności ustawicznej potrzeby poznawania i opanowy-

wania nowych technik i technologii. Kolekcja Identyfikatorów dopasowana do wymagań pracodawcy istotnie może zwiększyć szanse inżyniera na zatrudnienie [7].

4.2. Modułowość

Efektywność wykorzystania Otwartych Identyfikatorów Kompetencji jako mikropoświadczeń w edukacji inżynierów powinna zdecydowanie wzrosnąć, jeżeli programy kształcenia na uczelniach, studiach podyplomowych oraz pozauczelnianych formach kursowych miałyby budowę modułową. Efektywność modułowych programów nauczania jest przedmiotem dyskusji i sporów, zwłaszcza w odniesieniu do kształcenia ogólnego, które prawdopodobnie powinno unikać tej formy realizacji zajęć. Jednak w kształceniu szczegółowym, technicznym i zawodowym, zwłaszcza w edukacji technicznej i inżynierskiej, modułowość może być pożądana. Modularyzacja działań i programów edukacyjnych, w połączeniu z mikropoświadczeniami w postaci Identyfikatorów, ułatwi budowanie własnych ścieżek kształcenia i doskonalenia zawodowego. Wydaje się bowiem, że wchodzimy w erę wielozawodowości i wielozadaniowości. Przy współczesnych możliwościach uczenia się wspieranych technologiami cyfrowymi, wykonywanie pracy przypisanej do różnych zawodów i nie pokrywających się obszarów wiedzy, nie wydaje się za bardzo trudne. Aby otrzymać zatrudnienie lub zlecenie, często wystarczy posiadać fragment wiedzy z danego obszaru zawodowego.

4.3. Cyfrowe środowiska uczenia się

Naturalnym środowiskiem Otwartych Identyfikatorów Kompetencji jest środowisko wirtualne. To w nim można natychmiast ogłosić i upowszechnić swój profil kompetencji i poddać go weryfikacji. Czasy sprzyjają, gdyż rozwój cyfrowych środowisk uczenia się powoli zastępuje tradycyjne, szkolne formy edukacji i certyfikacji. Cyfrowe środowiska uczenia się stoją na progu kolejnej rewolucji: technologicznej, funkcjonalnej i mentalnej, która lepiej zaspokoi potrzeby wyższej edukacji inżynierskiej. W zasadzie obecność Systemu Zarządzania Nauczaniem (*LMS - Learning Management System*) na uczelni jest dziś oczywista, chociaż nie wszystkie jego cechy spełniają oczekiwania. LMS sprawdza się przede wszystkim w zarządzaniu kursami i przebiegiem nauki, prezentacji treści kształcenia, w dystrybucji materiałów dydaktycznych, co jednak tylko pośrednio pomaga w uczeniu się. Ponadto instruktażowy i ujednolicony charakter tradycyjnego środowiska LMS nie przystaje do dzisiejszego paradygmatu uczenia się indywidualnego i konstruktywistycznego [8].

O następnej generacji cyfrowych środowisk uczenia się wiadomo, że raczej wszystko należy zbudować od początku, tak bardzo obecne modele LMS nie przystają do potrzeb studentów i wykładowców. Przede wszystkim nowoczesne środowisko cyfrowego uczenia się powinno być ekosystemem dynamicznym, łączącym studentów i wykładowców, o charakterze społecznościowym. Druga cecha to zmienność: treści kształcenia, materiałów dydaktycznych, kręgów społecznościowych, narzędzi uczenia się, technologii informatycznych i urządzeń komunikacyjnych. Trzecia cecha to wybitnie indywidualny charakter ścieżki rozwoju osoby uczącej się, ale przebiegający ze wsparciem określonych społeczności afiliowanych w tym środowisku. Tylko te trzy cechy powodują, że nowa generacja cyfrowego środowiska uczenia się nie może być, tak jak obecnie, jedną aplikacją, bo nie jest możliwe spełnienie tak różnych oczekiwań w jednym oprogramowaniu. Cyfrowe środowisko uczenia

się przyszłości to raczej modułowy ekosystem specjalizowanych aplikacji. Modułowość w tym przypadku oznacza sprzętową i programistyczną kompatybilność oraz dowolną rozszerzalność funkcjonalną środowiska [9].

Inżynierom potrzebny jest nowoczesny, elastyczny i wielostronny model uczenia się oraz walidacji osiągnięć edukacyjnych i zawodowych. Ten model obejmuje studiowanie na odległość (*on-line study*), w połączeniu z praktykami w przedsiębiorstwach, spotkaniami z tutorem, wykonywaniem projektów wymagających kompetencji na rzeczywistych stanowiskach pracy, czy też podejmowaniem pracy zarobkowej na bazie uzyskanych już częściowych kompetencji. Te wszystkie działania mają sens dla osobistego rozwoju zawodowego, gdyż walidację i certyfikację osiągnięć edukacyjnych i zawodowych, w ujęciu Otwartych Identyfikatorów Kompetencji, może przeprowadzić i poświadczyć każda jednostka edukacyjna, przedsiębiorstwo i inna organizacja, po spełnieniu przez osobę określonych kryteriów.

5. PODSUMOWANIE

Początkowo idea i technologia Otwartych Identyfikatorów Kompetencji miała wspierać przede wszystkim edukację nieformalną i pozaformalną. Jednak, z punktu widzenia szkoły wyższej oraz potrzeb edukacyjnych inżynierów, dotyczących rozwijania kompetencji zarówno formalnych jak i pozaformalnych, Otwarte Identyfikatory Kompetencji mogą wyjść naprzeciw potrzebie potwierdzenia mniejszych objętościowo kompetencji (mikrokompetencji), niż te uzyskiwane na koniec długich na ogół cykli kształcenia. Ponadto, student lub inżynier może równolegle korzystać z kursów pozauczelnianych, czyli z tzw. edukacji ustawicznej, do uzupełnienia lub poszerzenia osobistego e-portfolio kompetencji. Technologia Otwartych Identyfikatorów Kompetencji daje możliwość spójnego i celowego prezentowania osiągnięć edukacyjnych uzyskanych w systemie formalnym i pozaformalnym, oferując pewność i wiarygodność. Dzięki cyfrowej technologii osiągnięcia edukacyjne i umiejętności zawodowe stają się widoczne dla potencjalnych pracodawców, szkół i ośrodków kształcenia i szkolenia zawodowego, zwiększając szanse na zatrudnienie oraz korzystanie z ofert kształcenia dalszego.

Uczenie się zachodzi nie tylko w szkołach, uczelniach wyższych i na kursach, ale także jest efektem wykonywanej pracy zawodowej, stąd Otwarte Identyfikatory Kompetencji wystawiane przez pracodawców, jako poświadczenia często unikalnych umiejętności, poszerzają i uszczegóławiają spektrum informacji o profilu kompetencyjnym pracownika.

Otwarte Identyfikatory Kompetencji są szczególnie szybko rozwijane w Stanach Zjednoczonych. Dobrymi przykładami są: Massachusetts Institute of Technology, Carnegie Mellon University, Seton Hall University, The University of California at Davis [10], oraz Purdue University. Liderami są dwie ostatnie uczelnie, gdzie wprowadzono rozbudowane systemy Identyfikatorów, które z założenia mają uzupełniać walidację i certyfikację w szkole wyższej, ale jej nie zastępować. Na Uniwersytecie Kalifornijskim w Davis Identyfikatory stosowane są na kierunku studiów licencjackich związanym ze zrównoważonym rolnictwem i żywieniem, w części programu kształcenia opartego na kompetencjach, praktykach i stażach realizowanych poza uczelnią. Za pomocą Identyfikatorów opisuje się i certyfikuje następujące kompetencje: ciekawość i nastawienie na eksperymentowanie, myślenie systemowe, postawy etyczne,

komunikacja interpersonalna, zarządzanie strategiczne, postawy obywatelskie, dążenie do rozwoju zawodowego. Wydawane Identyfikatory uczelnia integruje z dyplomami i innymi certyfikatami za pomocą e-portfolio, które jest dostępne w Internecie [11].

Walidacja i uznawanie osiągnięć edukacyjnych przez instytucje kształcenia formalnego, w tym szkoły wyższe, jest kluczowym wymogiem budowania w Europie przestrzeni uczenia się przez całe życie. Otwarta walidacja i poświadczanie kompetencji w ekosystemie Identyfikatorów może budzić obawy o jakość, ale przedstawione zabezpieczenia ochrony danych, a przede wszystkim dostęp sieciowy do dowodów stojących za Identyfikatorami te obawy minimalizują. Uczelnie powinny skorzystać z oferowanej koncepcji i technologii Otwartych Identyfikatorów Kompetencji i włączyć je do własnych systemów walidacji kompetencji uzyskanych poza uczelnią, a także opracować własne Identyfikatory, odpowiadając tym samym na potrzeby studentów i współczesnego rynku pracy.

6. BIBLIOGRAFIA

1. Knight E.: Open Badges for Lifelong Learning. The Mozilla Foundation and Peer 2 Peer University, in collaboration with The MacArthur Foundation. Working Document (White Paper). Updated: 8/27/2012. <http://bit.ly/EKwhitepaper>, s. 3.
2. Jak wyżej, s. 5-6.
3. Grant S.: What Counts as Learning: Open Digital Badges for New Opportunities. Published by the Digital Media and Learning Research Hub. Irvine, CA. August 2014, s. 12.
4. Więcej informacji: <https://pl.wikipedia.org/wiki/JSON>
5. Na podstawie: Grant S.: What Counts as Learning: Open Digital Badges for New Opportunities. Published by the Digital Media and Learning Research Hub. Irvine, CA. August 2014, s. 13-15.
6. Knight E.: Open Badges for Lifelong Learning. The Mozilla Foundation and Peer 2 Peer University, in collaboration with The MacArthur Foundation. Working Document (White Paper). Updated: 8/27/2012. <http://bit.ly/EKwhitepaper>, s. 3.
7. Przykład rozwiązania: Elliott R., Clayton J., & Iwata J.: Exploring the use of micro-credentialing and Digital badges in learning environments to encourage motivation to learn and achieve. In B. Hegarty, J. McDonald, & S.-K. Loke (Eds.), *Rhetoric and Reality: Critical perspectives on educational technology*. Proceedings ascilite. Dunedin 2014, s. 703-707, ascilite2014.otago.ac.nz.
8. Porównaj: Gofron B.: Konstruktivistyczne ujęcie procesu uczenia się. *Periodyk Naukowy Akademii Polonijnej*, 2013 nr 1 (7), s. 159-173. <http://pl.ap.edu.pl/badania-i-rozwoj/wydawnictwo>
9. Więcej na ten temat w: Brown M., Dehoney J., Millichap N.: *Next Generation Digital Learning Environment*. EDUCAUSE 2015. <https://net.educause.edu/ir/library/pdf/eli3035.pdf>
10. Patrz przykład: Fain P.: *Badging From Within. Changing Student Pathways*. Washington DC: Inside Higher Ed. Retrieved on 3/31/2015, <https://www.insidehighered.com/news/2014/01/03/uc-daviss-groundbreaking-digital-badge-system-new-sustainable-agriculture-program>.
11. Anderson D. M., Staubb S.: Postgraduate Digital Badges in Higher Education: Transforming Advanced Programs Using Authentic Online Instruction and Assessment to Meet the Demands of a Global Marketplace. *Procedia - Social and Behavioral Sciences* 195 (2015) s. 18-23, <http://www.sciencedirect.com/science/article/pii/S1877042815036447>.

AUTHENTICATION OF EDUCATIONAL AND VOCATIONAL ACHIEVEMENTS WITH USING OF OPEN BADGES

The article presents the possibilities of using Open Badges in the validation of educational and professional achievements of adults, with reference in particular to the technical universities and professional group of engineers. Open Badge is a digital sign graphics, which contains a description of educational and / or professional achievements, certified by a credible organization. Holders of Open Badges have the full opportunity to publicize them on the Web, where stakeholders can get acquainted with them. From the technological side, it allows web infrastructure developed by Mozilla and shared on an open source. Technical universities can use this technology and tools for the validation of competences acquired outside the university, and students and engineers enrich their e-portfolio and will present them online for potential employers.

Keywords: Open Badges, validation of competencies, e-portfolio.

III Konferencja

eTechnologie w Kształceniu Inżynierów eTEE'2016

Akademia Górniczo-Hutnicza im. Stanisława Staszica w Krakowie, 11 kwietnia 2016

**DYSTRYBUTORZY WIEDZY – BADANIE SATYSFAKCJI NAUCZYCIELI
Z WYKORZYSTANIA NARZĘDZI DOSTĘPNYCH W RAMACH PLATFORMY ZDALNEGO
NAUCZANIA**

Marta WOŹNIAK-ZAPÓR, Mariusz GRZYB, Sebastian RYMARCZYK

Krakowska Akademia im. Andrzeja Frycza Modrzewskiego,
Centrum e-Learningu, Wydział Zarządzania i Komunikacji Społecznej,
tel.: 12 25 24 619 e-mail: mwozniak@afm.edu.pl, mgrzyb@afm.edu.pl, srymarczyk@afm.edu.pl

Streszczenie: W artykule przedstawiono wyniki badań przeprowadzonych wśród nauczycieli akademickich prowadzących zajęcia w formie kształcenia na odległość z wykorzystaniem platformy e-Learningowej KAAFM. Nauczyciele zostali poproszeni o udzielenie odpowiedzi na pytania usystematyzowane w pięciu obszarach: obsługi platformy, działania platformy, tworzenia kursów, wsparcia użytkowników oraz opinii o kształceniu na odległość. Dodatkowo zostali zapytani, czy prowadzą zajęcia ze studentami kierunków inżynierskich, czy też innych rodzajów studiów. W wyniku przeprowadzonych badań stwierdzono, że kształcenie na odległość postrzegane jest jako wygodna i efektywna forma kształcenia. Badania pozwoliły także ustalić w jaki sposób postrzegane są narzędzia do tworzenia i prowadzenia zajęć dydaktycznych na odległość. Dzięki temu możliwe będzie wprowadzenie zmian na platformie KAAFM.

Słowa kluczowe: kształcenie na odległość, e-learning akademicki.

1. WSTĘP

W procesie kształcenia akademickiego największą rolę odgrywa student. Niemniej jednak to w jaki sposób wiedza zostanie mu przekazana zależy od nauczyciela. To nauczyciel proponuje formę i rodzaj zajęć. Dlatego też bardzo ważne są poglądy nauczycieli na temat kształcenia na odległość. Przeprowadzone badanie umożliwi stwierdzenie w jaki sposób obecnie postrzegają oni kształcenie na odległość. Zebrane opinie pozwolą również na odpowiedź na pytanie, co należy zrobić, aby możliwe było zwiększenie udziału tej formy kształcenia w stosunku do pozostałych stosowanych w uczelniach. Dla osiągnięcia celów, wśród nauczycieli, którzy prowadzili zajęcia z wykorzystaniem platformy e-learningowej przeprowadzono ankietę dotyczącą samego kształcenia na odległość, jak i narzędzia, którym dane im było się posługiwać. Nauczyciele zostali poproszeni o wyrażenie swojej opinii w pytaniach sklasyfikowanych w ramach pięciu kategorii. Dodatkowo zostali zapytani, czy prowadzą swoje zajęcia ze studentami kierunków inżynierskich, czy innych rodzajów studiów. Pozwoliło to na dokonanie selekcji odpowiedzi i zgrupowanie ich w dwie podgrupy, które potrzebne były do dalszej analizy udzielonych odpowiedzi w ramach pozostałych kategorii pytań. Pierwsza kategoria pytań dotyczyła samej obsługi platformy. Związana jest z funkcjonalnościami obecnie dostępnymi na platformie oraz ewentualnymi kierunkami dalszego ich rozwoju. Druga kategoria odnosiła się do

prawidłowego działania platformy. W tej kategorii nauczyciele byli pytani, czy napotkali jakiegokolwiek problemy w zakresie obsługi grup, dodawania i oceny zadań i załączników na platformie. Proszono ich także o wyrażenie opinii na temat tego, co należałoby usprawnić w tym zakresie. Trzecia kategoria pytań odnosiła się do tworzenia kursów na platformie. Pytania dotyczyły możliwości tworzenia kursów i testów w generatorze kursów. Nauczyciele wypowiadali się na temat atrakcyjności kursów i szybkości przyswajania wiedzy z e-kursów przez kursantów. Czwarta kategoria obejmowała system wsparcia użytkowników platformy. Ocenie podlegała pomoc udzielana w różnych formach, co pozwoliło określić, która z form jest najbardziej pożądana przez nauczycieli. Ostatnia – piąta kategoria umożliwiła na wyrażenie opinii dotyczącej kształcenia na odległość – czy zdaniem nauczycieli jest to efektywna, wygodna lub atrakcyjna forma przyswajania wiedzy. W tej kategorii nauczyciele udzielili odpowiedzi na pytanie, czy chcieliby mieć więcej e-zajęć, co ostatecznie pozwoliło stwierdzić, czy są oni naprawdę zainteresowani taką formą prowadzenia zajęć, czy też obecnie prowadzone na KAAFM zajęcia są dla nich jedynie próbą, która nie zakończyła się powodzeniem.

2. KSZTAŁCENIE NA ODLEGŁOŚĆ – OPINIE NAUCZYCIELI

2.1. Metodologia badania

Badanie ankietowe przeprowadzono w pięciu obszarach. Badaniem objęto 80 nauczycieli korzystających z platformy e-learningowej Krakowskiej Akademii im. Andrzeja Frycza Modrzewskiego. Platforma e-learningowa KAAFM jest narzędziem dedykowanym dla Krakowskiej Akademii im. Andrzeja Frycza Modrzewskiego. Badanie przeprowadzono na przełomie października i listopada 2015 roku. Ankieta została przeprowadzona elektronicznie.

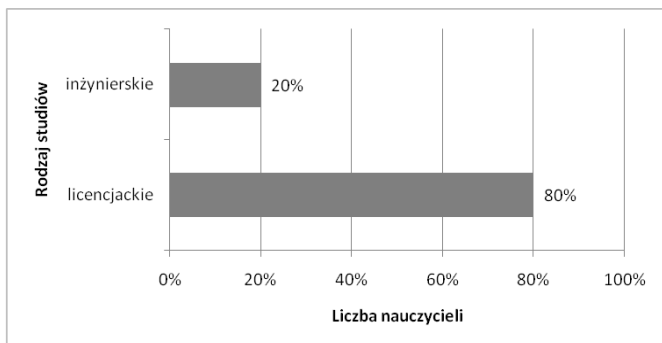
Założenia dotyczące ankiety przeprowadzonej wśród nauczycieli były następujące:

- ankieta jest anonimowa,
- proces ankietowania przeprowadzony jest za pośrednictwem Internetu,
- w ankiecie biorą udział nauczyciele, którzy mają aktywne konto na Platformie e-Learningowej KAAFM oraz

udostępnił na platformie materiały w ramach prowadzonych przez siebie zajęć.

W ankiecie wykorzystano:

- pytania jednokrotnego wyboru,
- pytania wielokrotnego wyboru,
- pytania pozwalające na ocenę w skali od 1 do 5, gdzie 1 to ocena najniższa, a 5 ocena najwyższa,
- pytania pozwalające na wyrażenie poziomu aprobaty poszczególnych stwierdzeń w skali od 1 do 5, gdzie 1 to całkowicie się nie zgadzam, a 5 całkowicie się zgadzam z danym stwierdzeniem.



Rys. 1. Podział nauczycieli z uwagi na rodzaj studiów, na których prowadzą zajęcia

Na rysunku 1 przedstawiono procentowy udział nauczycieli prowadzących zajęcia na kierunkach inżynierskich i licencjackich. Pod uwagę wzięte zostały jedynie studia pierwszego stopnia, ponieważ na uczelni nie są prowadzone studia drugiego stopnia i jednolite magisterskie na kierunkach inżynierskich. Z uwagi na to, że na uczelni prowadzone są zajęcia w ramach trzech kierunków inżynierskich, a na studiach licencjackich w ramach osiemnastu kierunków, wykres pokazuje, że na studiach inżynierskich prowadzone jest stosunkowo więcej zajęć w ramach kształcenia na odległość niż na pozostałych kierunkach. Do dalszej analizy zostały wykorzystane jedynie odpowiedzi nauczycieli, którzy prowadzą zajęcia na kierunkach inżynierskich.

2.2. Obszar obsługi platformy

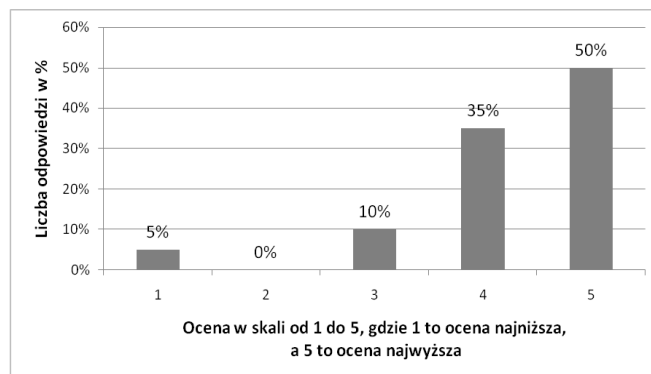
Pytania skierowane do nauczycieli podzielone były na obszary. Pierwszy z nich dotyczył samej obsługi platformy. Pozwoliło to stwierdzić, czy platforma e-learningowa jako narzędzie do dystrybucji wiedzy nie sprawia użytkownikom problemu i tym samym nie jest barierą dla wykorzystywania kształcenia na odległość w ramach prowadzonych zajęć dydaktycznych. Ocenie poddano okno logowania, które jest wspólne dla nauczycieli i studentów. W oknie logowania możliwe są trzy interakcje:

- logowanie do platformy – gdzie nauczyciel podaje login i hasło dostępu do platformy,
- przypomnienie hasła – gdzie podany jest login, a hasło przesyłane jest na adres e-mail nauczyciela, powiązany z jego kontem na platformie,
- aktywacja konta – opcja tylko dla studentów, dla nauczycieli konta zakładane są bezpośrednio w Centrum e-Learningu (Ce-L), po wyrażeniu przez nich gotowości do korzystania z platformy.

Samo okno logowania zostało maksymalnie uproszczone, aby nie rozpraszać uwagi użytkowników. Przy logowaniu powinni oni dokładnie wiedzieć gdzie należy wpisać login i hasło. Już na etapie projektowania platformy

e-learningowej należy pamiętać, aby okno logowania powinno być przejrzyste.

Na rysunku 2 pokazano, że okno logowania jest ocenione dobrze i bardzo dobrze. Jedynie 5% użytkowników oceniła je bardzo źle.



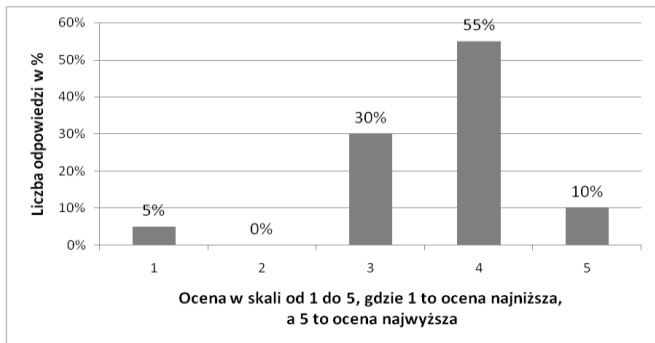
Rys. 2. Odpowiedzi dotyczące oceny logowania do platformy e-learningowej

W kolejnym pytaniu ocenie poddana została nawigacja na platformie e-learningowej KAAFm. Platforma e-learningowa wyposażona jest w moduły dostępne dla nauczyciela. Pierwszy z nich to moduł Platforma. Służy do prowadzenia zajęć dydaktycznych. Po przejściu do tego modułu nauczyciel ma podgląd każdej grupy dydaktycznej, w której udostępnia materiały dydaktyczne. Ma możliwość komunikacji ze studentami. Drugi moduł to Generator. Służy do opracowywania kursów e-learningowych i testów, publikowanych w postaci plików w formacie SCORM (ang. Sharable Content Object Reference Model). Trzeci moduł to Kreator pytań testowych, umożliwiający budowę bazy pytań jednokrotnego i wielokrotnego wyboru, wykorzystywaną do tworzenia testów w module Generator.

Na ocenę sposobu poruszania się na platformie składają się czynniki związane z graficznym opracowaniem platformy, jak również rozmieszczeniem poszczególnych elementów nawigacyjnych. Na ocenę graficzną wpływ ma przejrzystość i czytelność platformy e-learningowej. Takie aspekty jak ilość elementów na ekranie oraz sposób ich rozmieszczenia wpływają na łatwe i efektywne poruszenie się użytkownika po platformie. Prosta nawigacja sprawia, że osoba poruszająca się między oknami na platformie nie traci orientacji w jakim miejscu jest i w jakim kierunku powinna dalej się udać aby zrealizować zaplanowane działania. Wyniki badań pozwoliły na ocenę platformy KAAFm pod tym kątem.

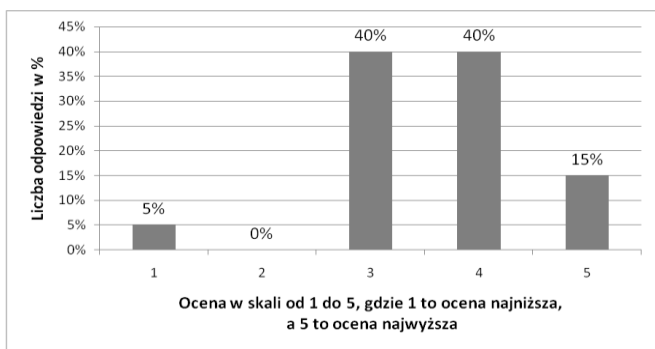
Nawigacja jest oceniana dobrze przez większość nauczycieli (rys. 3). Jednak część ankietowanych ocenia ją neutralnie. W związku z tym należy w przyszłości zastanowić się nad ulepszeniem nawigacji platformy.

Następnie nauczyciele zostali poproszeni o ocenę sposobu administrowania grupami dydaktycznymi. Nauczyciel prowadzi zajęcia na platformie dla każdej grupy dydaktycznej osobno. Dlatego ważne jest, aby sposób udostępniania materiałów dydaktycznych i proces komunikowania się ze studentami był maksymalnie uproszczony. Nauczyciele korzystający z platformy powinni zaangażować się w tworzenie treści i prowadzenie zajęć. Sposób udostępniania materiałów oraz weryfikacja wiedzy na platformie pod względem technicznym nie powinna być dla nich skomplikowana. Wyniki badań umożliwiły ocenę platformy KAAFm pod tym względem.



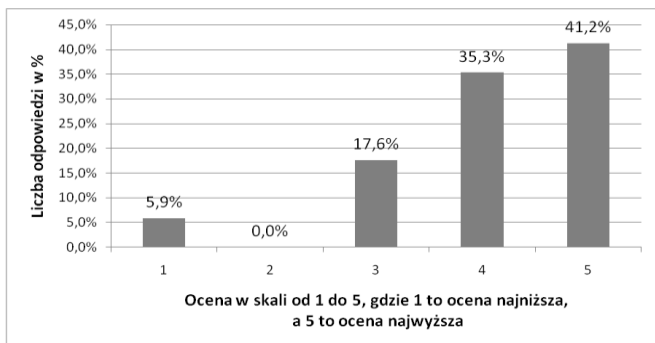
Rys. 3. Odpowiedzi dotyczące oceny nawigacji na platformie e-learningowej

Na rysunku 4 pokazane zostały wyniki oceny sposobu administrowania grupą. Można zaobserwować, że największa liczba opinii miała charakter dobry lub neutralny. Taka ocena może sugerować pewne zagrożenie dla dalszego rozwoju platformy i wykorzystywania jej przez nauczycieli do prowadzenia zajęć w kolejnych semestrach.



Rys. 4. Odpowiedzi dotyczące oceny administrowania grupą na platformie e-learningowej

Od sposobu zarządzania grupą zależy to, czy istotnie nauczyciel będzie skupiał swoją uwagę na udostępnieniu atrakcyjnych materiałów dydaktycznych pozwalających studentom na szybkie i efektywne przyswajanie wiedzy przy dodatkowej możliwości zdalnego komunikowania się z nauczycielem, czy też najwięcej pracy nauczycielowi zajmie szukanie poszczególnych grup, miejsca udostępniania i komunikacji, kosztem tego, co w kształceniu na odległość jest najcenniejsze.



Rys. 5. Odpowiedzi dotyczące oceny sposobów komunikowania ze studentami na platformie e-learningowej

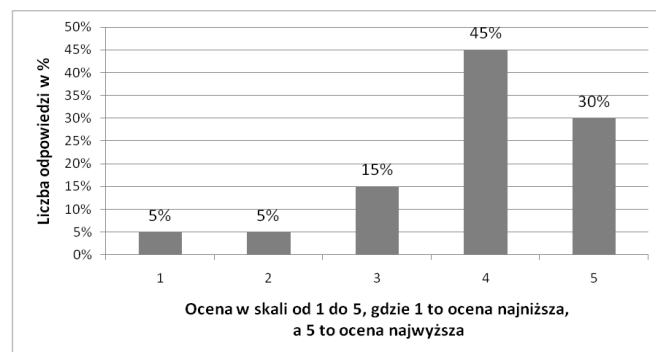
Ostatnie pytanie w tym obszarze dotyczyło sposobu komunikowania się ze studentami, w tym przypadku możliwość korzystania z wiadomości wysyłanych wewnątrz platformy, forum czy czatu. Ta aktywność oceniana była

głównie dobrze i bardzo dobrze (rys. 5). Pozwala to mieć nadzieję, że narzędzia komunikacji ze studentami będą przez nauczycieli chętnie wykorzystywane podczas pracy na platformie.

2.3. Obszar działania platformy

W ramach obszaru obsługi platformy nauczyciele zostali zapytani, czy napotkali problemy z działaniem poszczególnych form udostępniania materiałów na platformie. Pytania dotyczyły działania kursów tworzonych w Generatorze kursów, elementu Zadanie, i elementu Załącznik. Nauczyciele odpowiadali, że jedynym problemem było ograniczenie wielkości pliku, jaki można udostępnić jako załącznik. To ograniczenie jest jednak konieczne z uwagi na późniejszą szybkość ładowania pliku w przeglądarce internetowej studenta pobierającego taki załącznik.

Podział studentów na grupy dydaktyczne na platformie e-learningowej odpowiada rzeczywistej strukturze grup dydaktycznych w uczelni. Nauczyciele w grupie dydaktycznej umieszczonej na platformie e-learningowej mogą zamieszczać informacje organizacyjne ważne dla studentów. W tym celu zostały przygotowane specjalne okna, aby informacje w poszczególnych grupach dydaktycznych dotyczące np. wymagań związanych z uzyskaniem przez studenta zaliczenia przedmiotu były dostępne zawsze w tym samym miejscu. W związku z tym nauczyciele zostali poproszeni o ocenę udostępnionych okien, a także sugestie jakie okna powinny się pojawić, lub które są ich zdaniem niepotrzebne.



Rys. 6. Odpowiedzi dotyczące oceny okien tematycznych z informacjami dla studentów – w jakim stopniu liczba i rodzaj okien do wypełnienia na platformie e-learningowej jest satysfakcjonująca

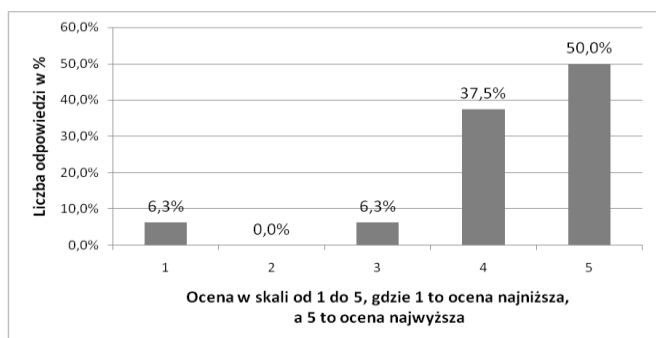
Na rysunku 6 pokazano oceny nauczycieli obrazujące ich poziom satysfakcji z liczby i rodzaju udostępnionych im okien informacyjnych. Dla przeważającej większości ankietowanych rodzaj i liczba przedmiotowych okien jest satysfakcjonująca.

2.4. Obszar tworzenia kursów

Ważnym obszarem działalności nauczyciela prowadzącego zajęcia na odległość jest opracowywanie materiałów dydaktycznych. Dla ułatwienia tego zadania udostępniono na platformie moduł Generator. Działanie tego modułu poddane ocenie w ramach przeprowadzonej ankiety.

Nauczyciele akademicy w Generatorze kursów e-learningowych mogą przygotowywać kursy zawierające interakcje. Kursy składają się z poszczególnych ekranów, na których umieszczony jest tekst, rysunki, elementy multimedialne. Kursy mogą być wielowątkowe, a to do

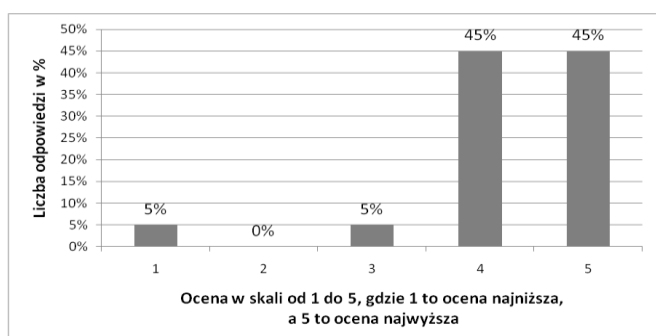
jakiego ekranu student zostanie przekierowany zależy od tego, jakiego wyboru dokona na danym ekranie. Możliwe jest także tworzenie testów egzaminacyjnych i w tym celu dodatkowo można wykorzystać Kreator pytań testowych. Umożliwia on utworzenie bazy pytań, spośród których losowane są pytania wyświetlane studentowi na ekranie w czasie uzupełnienia testu.



Rys. 7. Odpowiedzi dotyczące oceny, w jakim stopniu możliwości generatora kursów na platformie e-learningowej satysfakcjonującą dla nauczycieli akademickich

Procentowy rozkład odpowiedzi na pytanie, czy możliwości Generatora kursów są dla nauczycieli satysfakcjonujące pokazano na rysunku 7. Warto zauważyć, że narzędzie, jakim jest Generator, umożliwia nauczycielowi przygotowanie kursu na bardzo wysokim poziomie technicznym. Opanowanie wszystkich możliwości, jakie daje to narzędzie może być czasochłonne. Niemniej jednak należy zauważyć, że jego możliwości oceniane są wysoko, co pozwala mieć nadzieję, że będzie w coraz większym i pełniejszym stopniu wykorzystywane przez nauczycieli.

Istotnym zagadnieniem jest również to, w jaki sposób nauczyciele postrzegają efektywność i atrakcyjność kursów e-learningowych. Czy ich zdaniem wykorzystanie w kursie elementów multimedialnych, graficznych czy też interakcji dostępnych w Generatorze kursów, wpływa na atrakcyjność i efektywność przyswajania wiedzy przez studentów. A jeżeli tak, to w jaki sposób? W kolejnych pytaniach przeprowadzonego badania ankietowego nauczyciele zostali poproszeni o wyrażenie swojej opinii na ten temat. W jednym z pytań mieli ocenić, w jakim stopniu elementy graficzne i multimedialne używane w kursach e-learningowych wpływają korzystnie na atrakcyjność kursów.

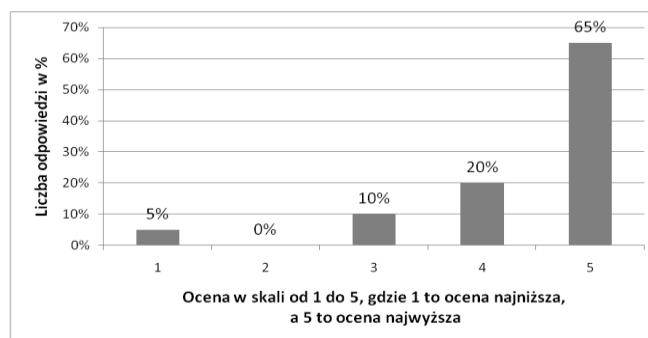


Rys. 8. Odpowiedzi dotyczące oceny, w jakim stopniu elementy graficzne i multimedialne wpływają na atrakcyjność kursów e-learningowych

Na rysunku 8 przedstawiono procentowe zestawienie udzielonych odpowiedzi. Widać wyraźnie, że zdaniem ankietowanych elementy graficzne w znacznym stopniu poprawiają atrakcyjność tworzonych kursów e-learningowych.

Kurs dobrze opracowany graficznie, przejrzysty, ale zawierający barwne elementy np. podkreślające najważniejsze zagadnienia, istotnie może wpłynąć korzystnie na atrakcyjność kursu. Należy jednak pamiętać, że kurs ma pełnić przede wszystkim rolę dydaktyczną, dlatego nie powinno się nadużywać elementów graficznych. Wynik badania ankietowego pozwolił na zweryfikowanie, czy nauczyciele zgadzają się z tym postulatem.

W kursie opracowywanym w Generatorze możliwe jest wstawienie zadania o charakterze interaktywnym na ekran kursu. Interakcje to proste czynności, które student jest zobligowany wykonać na danym ekranie kursu. Do interakcji zalicza się pytanie jednokrotnego wyboru, pytanie wielokrotnego wyboru, pajączek typu tekst-tekst, pajączek typu obrazek-obrazek, pajączek typu tekst-obrazek, ustawianie elementów we właściwej kolejności, wskazywanie miejsc na obrazku, przyporządkowywanie bloków z tekstem do odpowiedniej kategorii. Wymienione powyżej funkcjonalności są wykorzystywane do weryfikacji wiedzy studenta przyswojonej na poprzednich ekranach kursu. Zadaniem studenta jest udzielenie odpowiedzi na pytanie sprawdzające, które może zostać wyświetlone w postaci jednej z powyżej wymienionych interakcji. Student, jeżeli zna odpowiedź może odpowiedzieć na pytanie, jeżeli nie, to może wrócić do poprzednich ekranów i zapoznać się z poruszonymi zagadnieniami powtórnie, lub też wybrać jedną z odpowiedzi. Jeżeli student wybierze jedną z odpowiedzi na ekranie i kliknie przycisk Sprawdź, to zostanie wyświetlona informacja jakiego wyboru dokonał, czy to była poprawna odpowiedź. W przypadku, gdy wybrana przez studenta odpowiedź jest niepoprawna, to dodatkowo zostanie wyświetlona poprawna odpowiedź. Interakcje mogą służyć samodzielnemu sprawdzaniu stanu wiedzy, jak również utrwalaniu zdobywanych informacji.



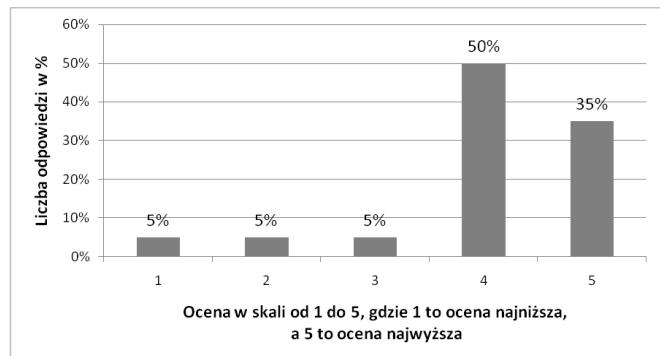
Rys. 9. Odpowiedzi dotyczące oceny, w jakim stopniu interakcje wpływają na przyswajanie wiedzy w kursach e-learningowych

Korzystny wpływ interakcji na efektywność przyswajania wiedzy przez studentów została dostrzeżona przez ankietowanych nauczycieli. Jak pokazano na rysunku 9 ponad połowa nauczycieli uważa, że interakcje umieszczone w kursach wpływają bardzo dobrze na efektywność przyswajania wiedzy, a 20% ankietowanych uważa, że mają one dobry wpływ.

Jak wynika z przeprowadzonej ankiety, elementy graficzne i multimedialne wpływają korzystnie na atrakcyjność kursów (rys. 8). Należy się jednak zastanowić,

czy mają również dobry wpływ na przyswajanie wiedzy przez studentów.

Na rysunku 10 przedstawiono procentowy udział odpowiedzi nauczycieli na pytanie dotyczące wpływu elementów graficznych i multimedialnych na efektywność przyswajania wiedzy. Znaczna większość uważa, że wpływ ten jest korzystny. Połowa ankieterowanych uważa, że wpływ ten jest dobry, a 35% ankieterowanych, że jest on bardzo dobry.

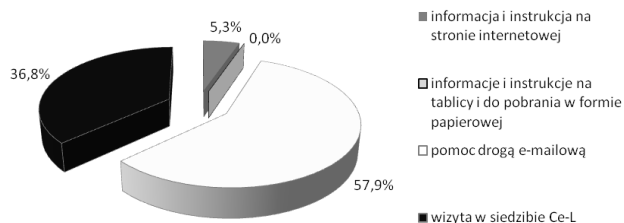


Rys. 10. Odpowiedzi dotyczące oceny, w jakim stopniu elementy graficzne i multimedialne wpływają na przyswajanie wiedzy w kursach e-learningowych

Należy podkreślić, że elementy graficzne i multimedialne pełnią nie tylko rolę dekoracyjną. To także historyjki obrazkowe, wykresy, zestawienia, filmy, uzupełniające poruszane w kursie zagadnienia. Jak wynika z przeprowadzonych badań, elementy tego typu umieszczone w kursach pozwalają na lepsze zrozumienie omawianego tematu.

2.5. Obszar systemu wsparcia użytkowników

Następny badany obszar związany z obsługą kształcenia na odległość dotyczył wsparcia użytkowników.



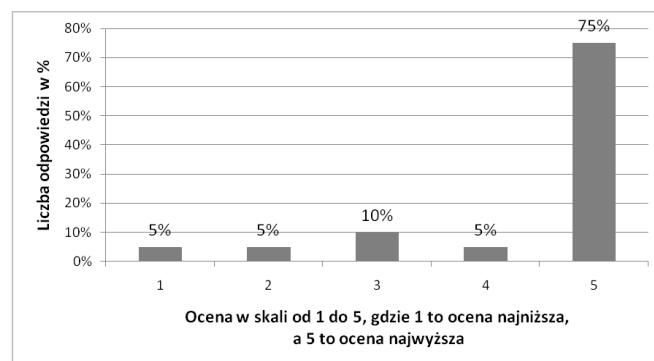
Rys. 11. Odpowiedzi dotyczące oceny preferowanej formy wsparcia użytkowników platformy e-learningowej

W tym przypadku ocenie poddano preferowaną formę wsparcia. W przypadku nauczycieli wsparcie konieczne jest zarówno na etapie projektowania kursu, opracowywania technicznego, jak również prowadzenia zajęć i administrowania grupą. Wydawać by się mogło, iż w takim przypadku najbardziej preferowaną formą kontaktu będzie wizyta w siedzibie Ce-L i bezpośredni kontakt z osobami zajmującymi się kształceniem na odległość w uczelni. Jednak z przeprowadzonej ankiety wynika, że przeważająca większość użytkowników wybiera pomoc udzielaną drogą mailową (rys. 11).

2.6. Obszar opinii o kształceniu na odległość

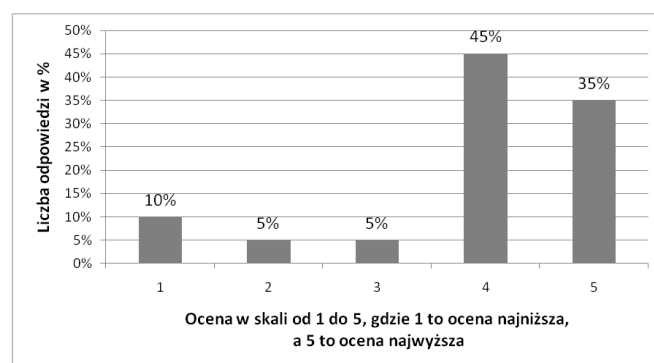
Możliwość uczenia się w dowolnym czasie i miejscu jest dla użytkowników korzystne, chociaż wymaga samodyscypliny[1], [2].

Pytania zadane w ramach ostatniego obszaru tematycznego miały pozwolić na zbadanie opinii nauczycieli akademickich, którzy prowadzili zajęcia na platformie e-learningowej na temat kształcenia na odległość. Nauczyciele zostali poproszeni o określenie, w jakim stopniu zgadzają się, ze stwierdzeniem, że kształcenie na odległość jest wygodną formą kształcenia. Zdaniem ankieterowanych kształcenie na odległość jest zdecydowanie wygodną formą kształcenia. Ilustrują to dane pokazane na rysunku 12.



Rys. 12. Odpowiedzi dotyczące oceny, czy kształcenie na odległość jest wygodną formą kształcenia

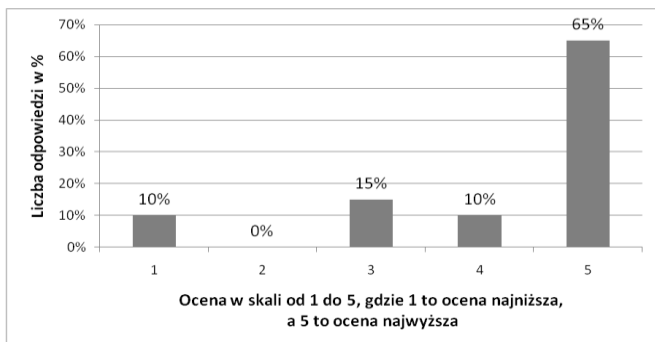
W kolejnym pytaniu nauczyciele zostali zapytani o opinię na temat efektywności kształcenia na odległość. Większość ankieterowanych, jak wynika z wykresu pokazanego na rysunku 13, zgadza się z opiniowanym stwierdzeniem.



Rys. 13. Odpowiedzi dotyczące oceny czy kształcenie na odległość jest efektywną formą kształcenia

Zebrane opinie na temat kształcenia na odległość, dotyczące zarówno atrakcyjności, wygody jak i efektywności są pozytywne. Dlatego szczególną uwagę należy zwrócić na to, czy ankieterowani nauczyciele deklarują chęć prowadzenia zajęć w formie kształcenia na odległość w kolejnych semestrach. Materiały dydaktyczne opracowywane na potrzeby zdalnego nauczania wymagają szczególne uwagi, czasu i nakładu pracy ze strony nauczycieli. Każdy nauczyciel, który przygotowywał tego typu opracowanie wie, że nie jest to łatwe i ma świadomość problemów jakie może napotkać. Jeżeli mimo tego jest w stanie podjąć trud przygotowywania kolejnych zajęć dydaktycznych w takiej formie, to może to świadczyć o tym, że jest on głęboko zainteresowany kształceniem na odległość. Kształcenie na odległość ma obok entuzjastów,

również sceptyków. Wśród ankietowanych znalazły się osoby, w przypadku których kształcenie na odległość nie spełniło pokładanych oczekiwań. Jak potwierdzają wyniki badań, część ankietowanych pomimo pozytywnych opinii na temat kształcenia na odległość, nie deklaruje podjęcia dalszej pracy ze studentami w takiej formie (zob. rys. 14).



Rys. 14. Odpowiedzi dotyczące tego, czy nauczyciele chcieliby prowadzić więcej zajęć w formie kształcenia na odległość

3. WNIOSKI KOŃCOWE

W artykule przedstawiono wyniki badania ankietowego przeprowadzonego wśród nauczycieli Krakowskiej Akademii im. Andrzeja Frycza Modrzewskiego, którzy w poprzednich semestrach przynajmniej raz prowadzili zajęcia na platformie e-learningowej KAAFm. Celem prowadzonego badania było uzyskanie opinii nauczycieli o kształceniu na odległość oraz o narzędziach wykorzystywanych w celu prowadzenia zajęć w trybie zdalnego nauczania. W wyniku przeprowadzonych badań można stwierdzić, że kształcenie na odległość postrzegane

jest jako wygodna i efektywna forma kształcenia. Jednak nie każdy z ankietowanych nauczycieli zechce podjąć trud opracowywania materiałów dydaktycznych na potrzeby zdalnego kształcenia. W opinii nauczycieli interakcje, elementy graficzne czy multimedialne wpływają na atrakcyjność kursów i efektywność przyswajania wiedzy. Badanie pozwoliło ustalić, w jaki sposób postrzegane są narzędzia do tworzenia i prowadzenia zajęć dydaktycznych na odległość. Dzięki temu możliwe będzie wprowadzenie zmian na platformie KAAFm zwłaszcza tam, gdzie mogą występować bariery w korzystaniu z udostępnionych narzędzi. Uzyskane wyniki badań zostaną zatem wykorzystane w praktyce do usprawnienia narzędzia do projektowania i udostępniania materiałów dydaktycznych.

4. BIBLIOGRAFIA

1. Kierzek M., Tyburski M.: Badanie potrzeb i oczekiwań studentów i pracowników w kontekście rozwoju e-edukacji w Akademii Ekonomicznej w Poznaniu, „e-mentor” 2005, nr 1 (8), <http://www.e-mentor.edu.pl/artukul/index/numer/8/id/113>.
2. Wilkin M.: E-nauczanie dla wielu czy dla nielicznych, [w:] Dąbrowski M., Zajac M. (red.), E-edukacja - analiza dokonań i perspektyw rozwoju, Fundacja Promocji i Akredytacji Kierunków Ekonomicznych, Warszawa 2009, http://www.e-edukacja.net/piata/referaty/sesja_Iia/07_e-edukacja.pdf.

Badania dofinansowano ze środków przeznaczonych na działalność statutową Wydziału Zarządzania i Komunikacji Społecznej Krakowskiej Akademii im. Andrzeja Frycza Modrzewskiego.

DISTRIBUTORS OF KNOWLEDGE - SATISFACTION SURVEY OF TEACHERS FROM USING OF TOOLS AVAILABLE UNDER THE E-LEARNING PLATFORM

The article presents the results of a survey among teachers having classes in the form of distance education using e-learning platform of Andrzej Frycz Modrzewski Krakow University. Teachers were asked to answer questions. The questions were structured in five areas. The first is the service area of the platform. The second area concerned the platform. Questions from the third area concerned the creation of courses. The fourth area was associated with the system user support. The last - fifth area concerned reviews for distance education. In addition, they were asked whether they have classes with students of engineering or other types of studies. For the analysis they were taken only the responses of teachers having classes at the college of engineering. The results showed that distance education is seen as a convenient and effective form of training. The study also made it possible to determine how they are perceived tools to create e-learning courses. The results show also opinion on tool to teach classes at a distance. This will make changes on the platform of the Andrzej Frycz Modrzewski Krakow University.

Keywords: distance learning, academic e-learning.

MODELOWANIE PROCESÓW PAMIĘCIOWYCH WSPOMAGANE METODAMI GENETYCZNYMI

Tomasz WÓJCICKI

Instytut Technologii Eksploatacji – PIB w Radomiu
tel.: 48 364-92-61 e-mail: tomasz.wojcicki@itee.radom.pl

Streszczenie: W artykule zaprezentowano autorski model wspomagania procesów pamięciowych związanych z przyswajaniem wiedzy z dowolnego obszaru dziedzinowego przy wykorzystaniu technologii informatycznych. Opracowana metoda wspomagania procesów pamięciowych dotyczy działań zamierzonych, w przeciwieństwie do działań o charakterze samorzutnym (mimowolnym - zachodzących bez świadomej decyzji). Opisane w pracy rozwiązanie umożliwia identyfikację optymalnych metod reprezentacji wiedzy podczas procesu jej kodowania dla pojedynczej osoby, charakteryzującej się unikalnymi cechami, a także planowanie rozkładu jednostek informacyjnych w celu ich utrwalenia. W artykule przedstawiono założenia modelowe, jego główne struktury, które zostały opisane również w sposób formalny, oraz wykorzystane metody genetyczne, a także przykładowe rezultaty. Zaprezentowano wyniki analizy stanu wiedzy dotyczącej procesów pamięciowych, w tym metod odwzorowania krzywej zapomnienia i analizę głównych zalet oraz ograniczeń opracowanego rozwiązania.

Słowa kluczowe: procesy pamięciowe, pamięć, algorytm genetyczny, krzywa zapomnienia, modelowanie, uczenie się.

1. WPROWADZENIE

Pamięć odgrywa znaczącą rolę w procesach uczenia się. Umiejętność efektywnego utrwalania wiedzy w strukturach mózgowych to również szybsze nabywanie kompetencji i kwalifikacji niezbędnych na rynku pracy. Pamięć jest zdolnością do rejestrowania i odtwarzania bodźców z otoczenia oraz skojarzeń wytworzonych w procesach myślowych. Jest to cecha bez której nie jest możliwe autonomiczne funkcjonowanie człowieka w środowisku rzeczywistym. Mózg człowieka posiada cechę zapamiętywania nie tylko bodźców zewnętrznych, ale również przechowywania i odtwarzania informacji związanych z analizą opartą na własnej świadomości [1][2]. Procesy pamięciowe realizowane przez ludzi jak i inne istoty żywe opierają się na reakcjach chemicznych zachodzących w sieci neuronowej mózgu. Pomiędzy neuronami następuje aktywacja połączeń synaptycznych, która może utrzymywać się przez określony czas, zależny między innymi od intensywności bodźców aktywujących. Utrwalenie informacji w pamięci to uwrażliwienie neuronów postsynaptycznych na kwas glutaminowy oraz jednocześnie zwiększenie uwalniania tego przekaźnika w zakończeniach presynaptycznych, i jest to tzw. długotrwałe wzmocnienie synaptyczne (LTP - Long-term potentiation). Zjawisko LTP powoduje, że połączenia neuronowe częściej używane stają

się wydajniejsze. Mechanizm ten jest podstawą uczenia się oraz zapamiętywania informacji (tzw. ślad pamięciowy [3]). Badania na Columbia University [4] wykazały, że trwałe zmiany w mikrostrukturach synaps związane ze zjawiskiem LPT zachodzą już po 5-10 minutach od indukcji i przebiegają równolegle w obrębie błon postsynaptycznych oraz presynaptycznych. Złożoność ludzkiego mózgu powoduje jednak, że rozważania dotyczące jego funkcjonowania wyłącznie w oparciu o zjawiska fizyczno-chemiczne w strukturach biologicznych są niepełne. Zwierzęta mają zdolność do zapamiętywania prostych skojarzeń, ich pamięć pozwala na wyciąganie logicznych wniosków z nabytych doświadczeń jedynie w ograniczonym zakresie, w przeciwieństwie do ludzi, którzy posiadając złożoną samoświadomość mogą przewidywać z określonym wyprzedzeniem ciągi zdarzeń. Inną cechą charakterystyczną ludzi jest umiejętność utrwalania wiedzy w formie dostępnej dla innych, co daje możliwość przyswojenia tej samej wiedzy przez większą grupę osób. Istotnym zatem jest rozwijanie rozwiązań, w tym o charakterze technicznym, które umożliwiają podwyższanie efektywności procesów pamięciowych, będących jednym z kluczowych czynników przyczyniających się zwiększenia skuteczności procesów szkoleniowych.

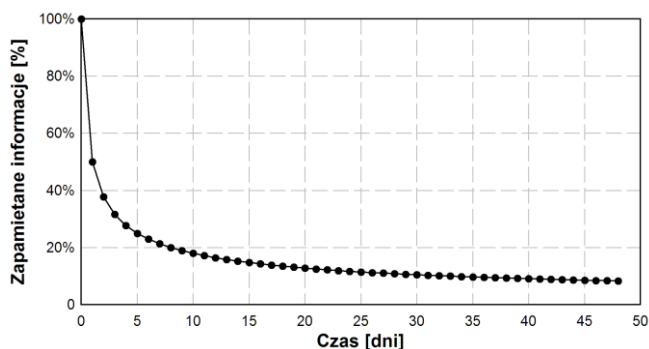
2. METODY ZAPAMIĘTYWANIA

W procesach uczenia się, ukierunkowanych w znacznym zakresie na zapamiętywanie informacji stosowanych jest wiele technik. Wykorzystanie ich wpływa na okres przechowywania informacji w pamięci długotrwałej, jak również na ilość informacji jaką można zgromadzić w pamięci. Techniki tego typu opierają się na różnych właściwościach ośrodkowego układu nerwowego związanych z percepcją. Za twórcę technik pamięciowych, uważa się Greka Simonidesa [5], który zauważył, że istnieją określone prawa z wykorzystaniem których można szybciej zapamiętywać prezentowane informacje. Do głównych rodzajów technik pamięciowych zalicza się skojarzenia (łączenie nowych informacji z informacjami, które już zostały zapamiętane), porządkowanie (organizowanie informacji według ustalonych reguł, np. podobieństwa znaczeniowego, formalnego, fonetycznego, itp.), wykorzystanie tzw. praw pamięci (wykorzystanie odmiennych właściwości półkul mózgowych), skróty językowe (łączenie fragmentów nazw w słowa lub zdania).

Jednym z przykładów tego typu technik jest grupowanie [6], które polega na dzieleniu informacji na kategorie. Ilość kategorii zależna jest od ilości informacji jakie mają podlegać zapamiętaniu oraz jej charakterystyce, determinującej możliwość przyporządkowania. Grupowanie zazwyczaj odbywa się w sposób spontaniczny w zależności od rodzaju materiału i jest uważane za znacząco efektywną formę zapamiętywania. Innym przykładem technik pamięciowych jest tworzenie akronimów [7] – skrótów odwzorowujących określone treści. Akronimy mogą być wykorzystywane do szybkiego zapamiętywania złożonych treści poprzez twórcze, samodzielne i kreatywne tworzenie (wymyślanie) słów lub wyrażeń, których pierwsze litery odwzorowują informacje do zapamiętania. Akronimy nie muszą posiadać sensu znaczeniowego, ale poprzez skrócenie pierwotnej informacji do zapamiętania, powodują, że struktury pamięci są znacznie mniej obciążone ilością informacji, w związku z czym możliwe jest zapamiętanie większej ilości informacji w krótszym czasie. Tworzenie akrostychów [8] to kolejna metoda pamięciowa polegająca na budowaniu zdań w których pierwsze litery są początkowymi literami elementów do zapamiętania. Utworzone zdania nie muszą być zgodne z kategoriami zapamiętywanych elementów, stanowią natomiast wskazówki ułatwiające odcodowanie określonych informacji z pamięci. Inną metodą są ogniwa pośredniczące, polega to na łączeniu niepowiązanych ze sobą pierwotnie elementów z wykorzystaniem wizualizacji. Wizualizacje przedstawiają określone porcje informacji, tworząc ciąg zdarzeń układających się w logiczną całość. Ta metoda przyspiesza zapamiętanie i zwiększa trwałość przechowywania informacji.

3. MODEL WSPOMAGANIA PROCESÓW PAMIĘCIOWYCH

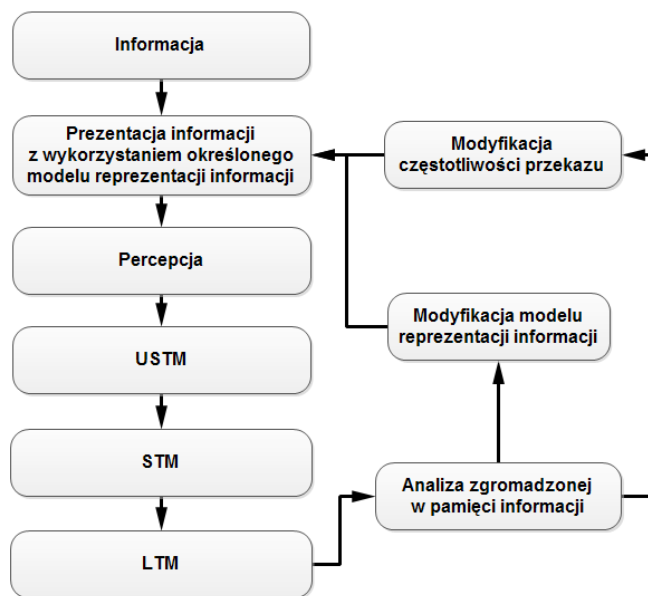
Głównym założeniem podjętych działań było opracowanie metody wspomaganie procesów pamięciowych związanych z uczeniem się odnoszącej się do maksymalizacji czasu przechowywania informacji w pamięci długotrwałej w takiej formie aby możliwe było jej późniejsze odtworzenie w jak najmniej zniekształconej postaci, a także identyfikacja najefektywniejszych form prezentacji informacji (tzw. modelu reprezentacji informacji) podczas procesu uczenia się ze względu na cechy personalne. Prekursorem badań nad procesami pamięciowymi był Hermann Ebbinghaus [9], którego działania doprowadziły do zdefiniowania funkcji zwanej krzywą zapominania. Przykład krzywej zapominania przedstawiono na rysunku 1.



Rys. 1. Przykładowa krzywa zapominania

Najnowsze badania wskazują, że funkcja potęgowa postaci $i(t) = \tau(1 + \gamma t)^{-\beta}$ stanowi efektywne odwzorowanie krzywej zapominania [10], gdzie poszczególne zmienne niezależne funkcji to: τ - poziom pamięci trwałej, γ - parametr skalujący, β - współczynnik zapominania.

Przyjęta ogólna koncepcja modelu zakłada, że informacje prezentowane odbiorcy w trakcie uczenia się są przez niego zapamiętywane w różnym stopniu, zależnym od cech personalnych i powinny być utrwalane w strukturach pamięci poprzez ich powtarzanie z określoną częstotliwością, a także przekazywane w najbardziej efektywnej postaci (rys. 2).



Rys. 2. Ogólna koncepcja wspomaganie procesów zapamiętywania informacji

Można wyróżnić trzy podstawowe rodzaje pamięci biologicznej ze względu na trwałość przechowywanych w nich informacji: pamięć sensoryczna (USTM - Ultra-Short Term Memory), pamięć krótkotrwała (STM - Short-Term Memory), pamięć długotrwała (LTM - Long-Term Memory). Założono, że materiał do zapamiętania (zakres informacyjny wiedzy) podzielony zostanie na jednostki informacyjne (najmniejsze porcje informacji do zapamiętania), które w trakcie procesu nauki będą podlegać zabiegom wspomagającym ich zapamiętanie przez osobę uczącą się. Zapis formalny modelu przedstawia równanie

$$F_M = X_M \rightarrow Y_M, \quad (1)$$

gdzie: $X_M = \{X^K, X^S, X^P\}$ - przestrzeń wielkości wejściowych, $X^K = \{x_1^K, x_2^K, \dots, x_b^K\}$ - zbiór jednostek informacyjnych, indeksy należące do zbioru liczb całkowitych wskazujące na określone treści (informacje do zapamiętania) zgromadzone w systemie informatycznym, $X^S = \{x_1^S, x_2^S, \dots, x_d^S\}$ - zbiór modeli reprezentacji informacji, indeksy należące do zbioru liczb całkowitych wskazujące na określone algorytmy prezentacji informacji zgromadzonych w systemie informatycznym, $X^P = \{x_1^P, x_2^P, \dots, x_e^P\}$ - zbiór dodatkowych parametrów procesowych (wartości o charakterze ciągłym oraz

dyskretnym), $Y_M = \{I^S, Y^H, Y^W\}$ - przestrzeń wielkości wyjściowych, I^S - zidentyfikowany jako optymalny (dający charakterystyki krzywych zapominania jak najbardziej płaskie) model reprezentacji wiedzy, Y^H - zbiór charakterystyk zapominania dla poszczególnych jednostek informacyjnych, Y^W - rozkład interwałów czasowych powtórek dla poszczególnych jednostek informacyjnych.

Każda jednostka informacyjna prezentowana jest odbiorcy w procesie zapamiętywania z wykorzystaniem określonego modelu reprezentacji informacji

$$x^S \in X^S, \quad (2)$$

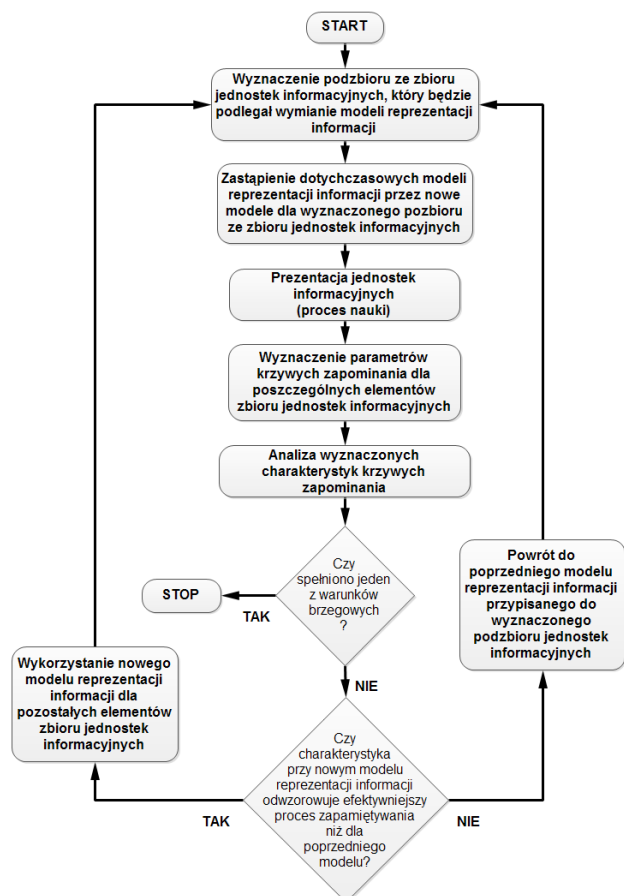
gdzie: X^S - zbiór modeli reprezentacji informacji.

Proces ten może być przedstawiony w postaci trójargumentowej funkcji

$$f_u(x^K, x^S, t), \quad (3)$$

gdzie: x^K - jednostka informacyjna, x^S - model reprezentacji informacji, t - czas jaki upłynął od pierwszej prezentacji jednostki informacyjnej.

Przeciwdziałanie funkcji stanowi stopień zapamiętania wybranej jednostki informacyjnej. Proces identyfikacji modelu reprezentacji informacji może być przedstawiony w postaci diagramu (rys. 3).



Rys. 3. Identyfikacja modelu reprezentacji informacji w opracowanej metodzie wspomagania procesów zapamiętywania

Proces wyboru modelu reprezentacji informacji, jest procesem realizowanym cyklicznie do momentu

przetestowania wszystkich zdefiniowanych dla danego zakresu informacyjnego form prezentacji informacji. Proces ten zaczyna się wyznaczeniem zbioru G będącego podzbiorem zbioru K obejmującego cały zakres informacyjny związany z wiedzą, która powinna zostać zapamiętana przez osobę uczącą się. Można to przedstawić zależnością

$$G \subset K, \quad (4)$$

gdzie: $card(G) = card(K) \cdot z$, z - współczynnik wielkości zbioru wymiany modelu reprezentacji informacji, i $0 \leq z \leq 1 \wedge z \in \mathfrak{R}$.

W dalszej kolejności w wyznaczonym podzbiore G następuje wymiana modelu reprezentacji informacji x_i^s przypisanego do elementów zbioru na nowy model x_{i+1}^s . Proces ten można zapisać jako

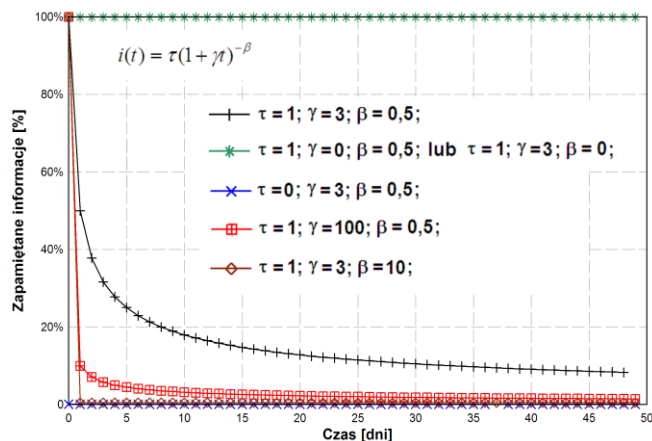
$$\forall g \in G \exists! x_i^s \in X^s : x_i^s = x_{i+1}^s, \quad (5)$$

gdzie: i - indeks model reprezentacji informacji.

Następnie kontynuowany jest proces prezentacji jednostek informacyjnych osobie uczącej się. Dla nowych jednostek realizowana jest procedura zapamiętywania ich, zaś dla jednostek informacyjnych prezentowanych w poprzednich iteracjach algorytmu prowadzona jest procedura sprawdzania stopnia ich zapamiętania. Na podstawie danych empirycznych dotyczących stopnia zapamiętania jednostek informacyjnych oraz algorytmu genetycznego [11] wyznaczana jest krzywa zapominania. Genetyczne modele obliczeniowe to grupa algorytmów matematyczno-komputerowych przeznaczonych do przeszukiwania przestrzeni alternatywnych rozwiązań w celu zidentyfikowania optymalnych dla określonego problemu zadaniowego. Sposób działania algorytmów genetycznych, będących jednym z podzbiorów modeli ewolucyjnych [12] zbliżony jest do zjawisk jakie zachodzą w procesach biologicznych opartych na zjawiskach doboru naturalnego oraz dziedziczności. Podstawą obliczeń jest zasada, że najlepiej przystosowane (zbliżone do optymalnych) jednostki niosące informacje (chromosomy) o sposobach rozwiązywania określonego problemu podlegają procesom powielania w celu zwielokrotnienia zawartych w nich informacji, oraz wzajemnego krzyżowania i mutacji w celu ich zróżnicowania. Analizowany problem odwzorowuje środowisko, w którym funkcjonuje określona grupa jednostek niosących informacje (tzw. populacja). Cechy charakterystyczne dla algorytmów genetycznych to: równoległe przeszukiwanie przestrzeni rozwiązań oraz stosowanie elementów o charakterze stochastycznym [13].

Genotypy poszczególnych osobników populacji zakodowano w chromosomach. Reprezentacja binarna genotypu to wektor $c = (c_1, \dots, c_n)$, który jest konkatenacją łańcuchów binarnych reprezentujących poszczególne zmienne funkcji zapominania, a także zmienne pomocnicze, usprawniające procesy związane z realizacją algorytmu genetycznego. Dla poszczególnych parametrów krzywej zapominania określono następujące przedziały dopuszczalnych wartości: $\tau \in \langle 0; 1 \rangle$, $\gamma \in \langle 0; 100 \rangle$,

$\beta \in \langle 0; 10 \rangle$. Przykład krzywej zapominania z wartościami parametrów w dopuszczalnym zakresie oraz krzywe zapominania dla których parametry przyjęły wartości brzegowe przedstawiono na rysunku 4.



Rys. 4. Przykładowa krzywa zapominania z dopuszczalnymi wartościami parametrów oraz krzywe zapominania dla których parametry przyjęły wartości brzegowe

Po uwzględnieniu takich przedziałów (dobrane na drodze empirycznej) możliwe jest uzyskanie krzywych o kształtach odpowiadających rzeczywistości.

Poszczególne zmienne zostały zakodowane binarnie w genotypach chromosomów z przyjętą dokładnością 6 miejsc po przecinku. Do kodowania zmiennych wykorzystano następujące ilości bitów:

- τ - 20 bitów,
- γ - 27 bitów,
- β - 24 bity.

Kodowanie zrealizowano przy użyciu kodu Gray'a, dzięki czemu przejście pomiędzy dwoma sąsiednimi wartościami realizowane jest poprzez zmianę stanu pojedynczego bitu.

Na podstawie analizy literatury [14] oraz badań empirycznych dobrano parametry procesu ewolucji, które przedstawiono poniżej:

- liczebność populacji osobników z zakodowanym genotypem: 100,
- prawdopodobieństwo mutacji dla pojedynczego osobnika w epoce: 0,04,
- prawdopodobieństwo krzyżowania dla pojedynczego osobnika w epoce: 0,8,
- liczba epok (generacji osobników): 1000.

Funkcję przystosowania poszczególnych osobników do środowiska zdefiniowano jako sumę odległości pomiędzy wartościami stopnia zapamiętania jednostek informacyjnych wyznaczonymi dla poszczególnych testów przeprowadzonych w określonych punktach czasu a wartościami funkcji krzywej zapominania dla analogicznych punktów czasowych. Równanie funkcji przystosowania przedstawiono poniżej

$$F = \sum_{i=1}^n \sqrt{(\tau(1 + \gamma t_i)^{-\beta} - z_i)^2}, \quad (6)$$

gdzie: τ , γ , β – parametry krzywej zapominania, i – numer kolejnego testu do wyznaczenia stopnia zapamiętania jednostki informacyjnej, n - liczba testów wyznaczających

stopień zapamiętania jednostki informacyjnej, t_i – czas po jakim prowadzony jest test stopnia zapamiętania jednostki informacyjnej, z_i – stopień zapamiętania jednostki informacyjnej.

Uzyskane charakterystyki porównywane są z charakterystykami uzyskanymi dla poprzednio przypisanego jednostkom informacyjnym modelu reprezentacji informacji. Jeśli nowe charakterystyki są bardziej spłaszczone, wówczas model reprezentacji informacji aplikowany jest do pozostałych jednostek zbioru informacyjnego. Algorytm powtarzany jest iteracyjnie aż do momentu spełnienia warunków brzegowych takich jak: maksymalna dopuszczalna liczba iteracji, maksymalny czas prowadzenia procesu wyboru modelu reprezentacji informacji, dokładność dopasowania krzywej zapominania do danych empirycznych.

4. REZULTATY

Sprawdzenie poprawności przyjętych założeń modelowych dotyczących możliwości wspomagania procesów pamięciowych, a także efektywności opracowanego rozwiązania modelowego zrealizowane zostało poprzez badania weryfikacyjne. Przedstawione wyniki są fragmentem trwających obszerniejszych prac badawczych, mających długotrwały charakter, i należy je traktować jako pilotażowe.

Na pierwszym etapie prac weryfikacyjnych ustalono grupę badawczą złożoną z 6 osób, którą byli pracownicy pojedynczej firmy powiązanej z sektorem bankowym. Grupę taką wybrano ze względu na fakt, że pracownicy tej branży zobligowani są do regularnego uzupełniania swojej wiedzy dotyczącej nowych produktów oferowanych klientom. Wśród pracowników tej samej firmy wyłoniono grupę kontrolną złożoną również z 6 osób. Grupa ta nie była poddawana manipulacjom eksperymentalnym związanym z wykorzystaniem technik wspomagania procesów pamięciowych dzięki czemu stanowiła odniesienie dla grupy badawczej.

Zadaniem grupy badawczej jak również grupy kontrolnej było zapamiętanie 138 jednostek informacyjnych w czasie 5 dni. Jednostki informacyjne obejmowały dane o produktach finansowych. Stopień zapamiętania poszczególnych jednostek informacyjnych sprawdzano z wykorzystaniem przygotowanych testów.

Dla grupy badawczej jednostki informacyjne podawano z wykorzystaniem 4 modeli reprezentacji informacji:

- FO1 - standardowy tekst bez wyróżników barwnych,
- FO2 - tekst z wyróżnionymi barwnie istotnymi fragmentami,
- FD1 - tekst czytany przez lektora bez podkładu muzycznego,
- FD2 - tekst czytany przez lektora z podkładem muzycznym.

Grupa kontrolna otrzymała materiał do zapamiętania w postaci zbioru jednostek informacyjnych w formie standardowego drukowanego tekstu bez wyróżników barwnych. W tabeli 1 przedstawiono uzyskane rezultaty.

Tablica 1. Wyniki badań weryfikacyjnych metody wspomagania procesów pamięciowych

	Grupa badawcza	Grupa kontrolna
Średni całkowity czas spędzony podczas procesu aktywnego zapamiętywania jednostek informacyjnych	7 [h]	12 [h]
Średni stopień zapamiętania jednostek informacyjnych po 1 dniu od zakończenia procesu zapamiętywania	87%	83%
Średni stopień zapamiętania jednostek informacyjnych po 4 dniach od zakończenia procesu zapamiętywania	80%	71%
Średni stopień zapamiętania jednostek informacyjnych po 7 dniach od zakończenia procesu zapamiętywania	77%	63%

Innym wynikiem prowadzonych badań empirycznych były zidentyfikowane modele reprezentacji informacji dla osób wchodzących w skład grupy badawczej. Dla 5 osób najefektywniejszym modelem reprezentacji informacji okazał się model FO2 (tekst z wyróżnionymi barwnie istotnymi fragmentami), natomiast dla jednej najefektywniejszym modelem okazał się model FD1 (tekst czytany przez lektora bez podkładu muzycznego). Uzyskane dane wskazują na poprawnie przyjęte założenia modelowe, czego potwierdzeniem jest fakt, że grupa badawcza w której wykorzystywano opracowane rozwiązanie szybciej zapamiętała wyznaczony zbiór jednostek informacyjnych, a także degradacja zapamiętanych informacji dla osób będących w tej grupie ulegała znacznie powolniejszym procesom niż w przypadku grupy kontrolnej.

5. PODSUMOWANIE

Wyniki przeprowadzonych badań empirycznych, które należy jednak traktować jako wyniki wstępne, wskazują na poprawność przyjętych założeń modelowych. Stwierdzono, że wykorzystanie opracowanego rozwiązania skraca czas potrzebny do zapamiętywania informacji w procesach uczenia się, jak również wpływa na redukcję dynamiki degradacji zapamiętanych informacji w pamięci długotrwałej. W celu potwierdzenia badań pilotażowych realizowane są prace badawcze uwzględniające liczniejsze grupy badawcze, a także inne obszary tematyczne obejmujące inne zbiory jednostek informacyjnych. Opracowane rozwiązanie może znaleźć zastosowanie w przedsiębiorstwach jak również procesach kształcenia formalnego, nieformalnego i pozaformalnego, gdyż nie ogranicza możliwości przekazu informacyjnego do określonego obszaru wiedzy. Ze względu na fakt, że wykorzystanie metody dostarcza informacji pośrednich daje to możliwość ich dalszego wykorzystania. Przykładem może być zidentyfikowany model reprezentacji informacji, który może stanowić istotną wskazówkę dotyczącą sposobu przygotowywania materiałów edukacyjnych. Materiały takie mogą być zapamiętywane bez potrzeby korzystania z wyspecjalizowanego oprogramowania. Głównymi ograniczeniami metody są: potrzeba przygotowania materiałów dydaktycznych w różnych formach (modelach reprezentacji informacji), konieczność korzystania ze specjalizowanego oprogramowania, a także systematyczność

związana z potrzebą powtarzania jednostek informacyjnych w wyznaczonych interwałach czasowych. Model ma charakter rozwojowy co należy rozumieć jako dający możliwość rozbudowy o nowe funkcjonalności. Jednym z pomysłów jest rozbudowa procesu identyfikacji modelu reprezentacji informacji o wstępne badania określające preferencje osoby uczącej się przed przystąpieniem do procesu nauki. Innym interesującym pomysłem jest zastosowanie metod drążenia danych (ang. data mining) [15] umożliwiających odkrywanie asocjacji dotyczących cech poszczególnych jednostek informacyjnych i modeli reprezentacji informacji. Przykładowymi metodami z tej grupy są AIS, SETM, Priori, Elat, Levelwise, FreeSpan. Metody tego typu zazwyczaj wyposażone są w miary określające m.in. ufność, co mogłoby stanowić istotny wskaźnik poprawności doboru metody reprezentacji informacji.

6. BIBLIOGRAFIA

- Zull J.: From Brain to Mind, Using Neuroscience to Guide Change in Education, Stylus Publishing, USA, 2011.
- Neumann J., Kurzweil R.: The Computer and the Brain, Yale University Press, USA 2012.
- Kaiser J.: Obecność mózgu w świadomości. Empiryczny status zjawisk świadomych w świetle psychofizjologii, Wydawnictwo Uniwersytetu Jagiellońskiego, Kraków 2007.
- Antonova I., Fang-Min Lu, Zablow L., Udo H., Hawkins R. D.: Rapid and Long-Lasting Increase in Sites for Synapse Assembly during Late-Phase Potentiation in Rat Hippocampal Neurons, The Journal of Neuroscience, Nr 21(16), 2001.
- Mazzaro J.: Memory and Making From Simonides to Shakespeare, Xlibris Corporation, USA 2003.
- Sygnowski P.: Szybka nauka dla wytrwałych, Jak skutecznie rozwiązać swoje problemy z nauką, Internetowe Wydawnictwo Złote Myśli, Gliwice 2008.
- Szula B.: Pamięć doskonała, 22 proste lekcje dzięki którym zapomnisz o zapomnianiu, Wydawnictwo Załote Myśli, Gliwice 2011.
- Bąbel P., Wiśniak M.: Jak uczyć żeby nauczyć, Wydawnictwa Szkolne i Pedagogiczne, Warszawa 2008.
- Hagendorf F.H.: Human Memory and Cognitive Capabilities, Mechanisms and Performances, Symposium In Memoriam Hermann Ebbinghaus, Humboldt-Univ, Germany 1995.
- Deffenbacher K. A., Bornstein B. H., McGorty, E. K., Penrod, S. D.: Forgetting the once-seen face: Estimating the strength of an eyewitness's memory representation. Journal of Experimental Psychology: nrl. 14(2), 2008, s. 139-150.
- Goldberg D. E.: Genetic Algorithms, Pearson Education, USA 2006.
- Coello C., Van Veldhuizen D. A., Lamont G. B.: Evolutionary Algorithms for Solving Multi-Objective Problems, Springer-Science, USA 2002.
- Bass R. F.: Stochastic Processes, Cambridge University Press, UK 2011.
- Eiben A. E., Hinterding R., Michalewicz Z.: Parameter Control In Evolutionary Algorithms, IEEE Transactions On Evolutionary Computation, 3(3), 1999, s. 121-141.

PROCESS MODELLING OF MEMORY SUPPORTED BY GENETIC METHODS

The article presents the author's model of supporting memory processes associated with learning with the use of information technology. Biological memory is a property of nervous system by means of which it is possible to create experiences. It includes three basic processes: memorizing (coding), storing, and recalling (decoding information). The developed method for supporting memory processes refers to intentional actions, in contrast to spontaneous actions (involuntary - occurring without conscious decision). It was assumed that the ability to effectively memorize increases the chances of professional success, as well as makes it easier to find a job. Typically effective learning takes place through the development of individual methods of storing information by experimentation. The solution based on technologies related to digital data processing, described in the article, enables the identification of optimal methods of knowledge representation during the process of its coding for a single person, who is characterized by unique features, as well as distribution planning of information units for purpose of fixation them in memory. This process includes prediction of conditions for actions with certain time limits, determination of objectives and methods of their most effective implementation. The use of time parameters in developed solution makes it possible to determine the distribution of repetitions related to the presentation of information. The article presents the assumptions of the model, its main structures, which are also described in a formal way, used genetic methods, and examples of results. The results of the analysis of the state of knowledge, including methods of mapping forgetting curve and analysis of the main advantages and limitations of the developed solution were presented.

Keywords: memory processes, memory, genetic algorithm, forgetting curve, modeling, learning.