

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

41

II Konferencja

**E-TECHNOLOGIE
W KSZTAŁCENIU INŻYNIERÓW
2015**



II Konferencja

**E-TECHNOLOGIE
W KSZTAŁCENIU INŻYNIERÓW**

**Otwarcie na nowe wyzwania
– wybieramy MOOC?**

**30 kwietnia 2015,
Politechnika Gdańska,
Gdańsk, Polska**

Pod patronatem
JM Rektora Politechniki Gdańskiej
prof. dr hab. inż. Henryka Krawczyka

Współorganizator



L P O D

Laboratorium Przetwarzania Obrazu i Dźwięku.
Miejsce gdzie nauka staje się rzeczywistością.

Organizacje wspierające



II Conference

**E-TECHNOLOGIES
IN ENGINEERING EDUCATION**

**We are open to new challenges
– what about a MOOC?**

**April, the 30th 2015
Gdańsk University of Technology
Gdańsk, Poland**

Co-organizer



L P O D

Laboratorium Przetwarzania Obrazu i Dźwięku.
Place where science comes to life...

Supporting organizations:



Komitet naukowy

Scientific Committee

prof. Wilfried Admiraal (Leiden University)
dr Izabella Bednarczyk (COME, Uniwersytet Warszawski)
dr Anita Dąbrowicz-Tlałka, doc. PG (CNMiKnO Politechnika Gdańska)
prof. dr hab. inż. Mykhaylo Dorozhovets (Politechnika Lwowska)
prof. dr hab. inż. Michaylo Geraimchuk (Politechnika Kijowska)
prof. dr hab. inż. Krzysztof Goczyła (WETI Politechnika Gdańska)
dr inż. Anna Grabowska (WETI Politechnika Gdańska)
prof. dr hab. inż. Orest Ivakhiv (Politechnika Lwowska)
dr inż. Patryk Jasik (WFTiMS Politechnika Gdańska)
dr Andrzej Just, doc. PŁ (CMF Politechnika Łódzka)
dr Dorota Krawczyk-Stańdo (CMF Politechnika Łódzka)
prof. dr inż. Wlodek Kulesza (Blekinge Institute of Technology)
prof. dr hab. inż. Jan Kusiak (Dyrektor Centrum e-Learningu Akademia Górniczo-Hutnicza)
dr inż. Agnieszka Landowska (WETI Politechnika Gdańska)
dr inż. Magdalena Łapińska (CNMiKnO Politechnika Gdańska)
mgr inż. Paweł Lubomski (CUI Politechnika Gdańska)
dr Brygida Mielewska (WFTiMS Politechnika Gdańska)
dr Iwona Mokwa-Tarnowska (CJO Politechnika Gdańska)
dr hab. inż. Romuald Mosdorf, prof. nadzw. PB (WM Politechnika Białostocka)
dr inż. Artur Opaliński (WEiA Politechnika Gdańska)
dr inż. Elżbieta Piwowarska, doc. PW (Dyrektor OKNO Politechnika Warszawska)
dr Magdalena Roszak (KIS Uniwersytet Medyczny w Poznaniu)
dr Leszek Rudak (WZ Uniwersytet Warszawski)
dr inż. Jacek Rumiński (WETI Politechnika Gdańska)
dr hab. Eugenia Smyrnova-Trybulska, prof. nadzw. US (Uniwersytet Śląski)
dr inż. Ryszard Sobczak, doc. PG (WFTiMS Politechnika Gdańska)
dr Jacek Stańdo (CMF Politechnika Łódzka)
dr hab. inż. Dariusz Świsulski, prof. nadzw. PG (WEiA Politechnika Gdańska)
dr inż. Paweł Syty (WFTiMS Politechnika Gdańska)
dr inż. Jolanta Szulc (IBiIN Uniwersytet Śląski)
dr hab. Alicja Wieczorkowska (Polsko-Japońska Wyższa Szkoła Technik Komputerowych)
dr Barbara Wikieł, doc. PG (CNMiKnO Politechnika Gdańska)
dr inż. Michał Wróbel (WETI Politechnika Gdańska)
dr Maria Zajęc (KIMK Uniwersytet Pedagogiczny w Krakowie)
prof. dr Janusz Zalewski (Florida Gulf Coast University)

Komitet organizacyjny

Organizing Committee

Przewodnicząca: dr Anita Dąbrowicz-Tłałka, doc. PG
dr inż. Agnieszka Landowska (WETI Politechnika Gdańska)
dr Brygida Mielewska (WFTiMS Politechnika Gdańska)
dr Iwona Mokwa-Tarnowska (CJO Politechnika Gdańska)
dr inż. Artur Opaliński (WEiA Politechnika Gdańska)
dr hab. inż. Dariusz Świsulski, prof. nadzw. PG (WEiA Politechnika Gdańska)

Recenzenci

Reviewers

dr PG Anita Dąbrowicz-Tłałka, doc. PG, Politechnika Gdańska, CNMiKnO
dr Anna Grabowska, Politechnika Gdańska, WETI
prof. dr hab. inż. Orest Ivakhiv, Politechnika Lwowska, Wydział Mechaniki Precyzyjnej
dr inż. Patryk Jasik, Politechnika Gdańska, WFTiMS
dr Andrzej Just, doc. PŁ, Politechnika Łódzka, Centrum Nauczania Matematyki i Fizyki
dr Dorota Krawczyk-Stańdo, Politechnika Łódzka, Centrum Nauczania Matematyki i Fizyki
prof. dr hab. inż. Jan Kusiak, AGH, Centrum e-Learningu
dr Agnieszka Landowska, Politechnika Gdańska, WETI
dr inż. Magdalena Łapińska, Politechnika Gdańska, CNMiKnO
mgr inż. Paweł Lubomski, Politechnika Gdańska, CUI
dr Brygida Mielewska, Politechnika Gdańska, WFTiMS
dr Iwona Mokwa-Tarnowska, Politechnika Gdańska, CJO
mgr inż. Arkadiusz Naruk, Politechnika Gdańska, WEiA
dr inż. Artur Opaliński, Politechnika Gdańska, WEiA
dr inż. Elżbieta Piwowarska, Politechnika Warszawska, OKNO
dr inż. Przemysław Rodwald, Akademia Marynarki Wojennej w Gdyni
dr Magdalena Roszak, Uniwersytet Medyczny w Gdańsku, KIS
dr Leszek Rudak, Uniwersytet Warszawski, Wydział Zarządzania
dr inż. Jacek Rumiński, Politechnika Gdańska, WETI
dr hab. Eugenia Smyrnova-Trybulska, prof. nadzw. UŚ, Uniwersytet Śląski,
Wydział Etnologii i Nauk o Edukacji
dr inż. Ryszard Sobczak, doc. PG, Politechnika Gdańska, WFTiMS
dr Jacek Stańdo, Politechnika Łódzka, Centrum Nauczania Matematyki i Fizyki
dr hab. inż. Dariusz Świsulski, prof. nadzw. PG, Politechnika Gdańska, WEiA
dr inż. Paweł Syty, Politechnika Gdańska, WFTiMS
dr inż. Jolanta Szulc, Uniwersytet Śląski, IBiIN
dr Marcin Wata, Politechnika Gdańska, CNMiKnO
dr hab. Alicja Wieczorkowska, Polsko-Japońska Wyższa Szkoła Technik Komputerowych
dr Barbara Wikieł, doc. PG, Politechnika Gdańska, CNMiKnO
dr inż. Michał Wróbel, Politechnika Gdańska, WETI, Katedra Inżynierii Oprogramowania
dr Maria Zając, Uniwersytet Pedagogiczny, Katedra Informatyki i Metod Komputerowych
prof. dr Janusz Zalewski, Florida Gulf Coast University, Software Engineering Department

Spis treści

Dariusz Świsulski, Anita Dąbrowicz-Tlałka

Wstęp..... 9

Jakub Drewnowski, Agnieszka Tuszyńska

Komputerowe wspomaganie projektowania w procesie kształcenia współczesnego inżyniera branży sanitarnej

Computer Design Support During Education Of The Modern Engineer

In Sanitary Industry..... 11

Anna Grabowska, Natasa Urbancikova, Marcin Słowikowski, Jacek Zieliński

SP4CE – Strategic Partnership For Creativity And Entrepreneurship Successor Openinn

SP4CE - Partnerstwo strategiczne na rzecz kreatywności i przedsiębiorczości

kontynuacją OpenInn 15

Agnieszka Kaczmarek-Kacprzak, Jacek Lewicki, Bartosz Muczyński,

Aleksandra Szreniawa –Sztajnert

Moc MOOC-ów – czas na polskie rozwiązania systemowe

Power Of MOOC - Time To Polish System Solutions 21

Katarzyna Kiepiela, Marcin Wata, Dorota Żarek

GeoGebra jako przykład zastosowania oprogramowania otwartego w nauczaniu matematyki

GeoGebra As An Example Of Open Source Software In The Teaching Of Mathematics 27

Kinga Korniejenko

Możliwości wsparcia technicznych studiów podyplomowych narzędziami zdalnymi na przykładzie projektu „PIT Mobilne studia podyplomowe we współpracy z przemysłem”

Supporting Technical Post-Graduate Studies With Some Remote-Access Tools According

To The Project ‘PIT Mobilne studia podyplomowe we współpracy z przemysłem’ (PIT Mobile

Postgraduate Studies In Collaboration With Industry) 33

Arkadiusz Naruk

Students' Feedback On Modern University Course Features

Opinie studentów o elementach współczesnych przedmiotów akademickich 39

Adam Muc, Lech Murawski, Grzegorz Gesella, Adam Szeleziński, Arkadiusz Szarmach

Zastosowanie platform cyfrowych Arduino i Raspberry PI w nauczaniu

sterowania obiektem pneumatycznym

Applying Of Digital Platforms Like Arduino And Raspberry PI In The Teaching

Of Control Of The Pneumatic Devices 45

Marcin Sokół, Magdalena Sokół

Wybrane zastosowania rozwiązań opartych na rozszerzonej rzeczywistości

w technologii edukacyjnej oraz życiu społecznym

Selected Applications Of AR-Based Solutions In Educational Technology And Society 51

Tomasz A. Walasek, Zygmunt Kucharczyk, Dorota Morawska –Walasek,

Elżbieta Moryń-Kucharczyk, Janusz Baran

Doskonalenie jakości kursu e-Learningowego w oparciu o cykl Deminga

Improving The Quality Of An E-Learning Course By Means Of The Deming Cycle 57

Andrzej Wilk, Michał Michna

Techniki CAD w inżynierii elektrycznej - wybrane zagadnienia

CAD Techniques In Electrical Engineering – Selected Issues 63

Marta Woźniak-Zapór, Mariusz Grzyb, Sebastian Rymarczyk

Kształcenie na odległość w uczelni. Teoria i praktyka

Distance Education In The University. Theory And Practice 71

Cezary Źródowski

Survey simulator – platforma VR dla edukacji w przemyśle morskim

Survey Simulator – VR Educational Platform For Maritime Industry 77

Bogdan Galwas, Elżbieta Piwowarska, Marcin Godziemba-Maliszewski

Laboratorium wirtualne w dydaktyce i badaniach naukowych

Virtual Laboratory In Teaching And Research 85

Magdalena Łapińska, Agata Gołaszewska

Wspomaganie zajęć dydaktycznych z matematyki na kierunkach technicznych

kursem e-Learningowym

Blended Learning In Teaching Mathematics At The Technical Studies 93

Wstęp

Kształcenie inżynierów stanowi niezwykle istotny element systemu edukacyjnego każdego nowoczesnego państwa. W końcu, to dobrze przygotowana kadra inżynierska decyduje o tempie rozwoju i poziomie infrastruktury danego kraju.

Dostrzegamy zmieniający się wokół nas świat oraz technologie coraz bardziej wkraczające do naszego życia i zmieniające sposób, w jaki żyjemy, pracujemy czy spędzamy wolny czas. Takie zmiany nie mogą być obojętne również dla sfery edukacji. Popyt na zaawansowaną edukację jest ogromny – dotyczy to nie tylko młodych ludzi, ale również dorosłych szukających ścieżek dalszego kształcenia lub budowania nowych dróg swojej kariery zawodowej.

Pierwsza konferencja e-Technologie w Kształceniu Inżynierów odbyła się na Politechnice Gdańskiej w 2014 roku. Zgromadziła ponad 100 uczestników z całej Polski oraz z zagranicy i stała się okazją do wymiany doświadczeń oraz nawiązania współpracy. Duży sukces skłonił do organizacji kolejnego spotkania w 2015 roku.

Konferencja **e-Technologie w Kształceniu Inżynierów**, ma w tym roku jakże aktualny temat wiodący – **Otwarcie na nowe wyzwania – wybieramy MOOC?**

Termin MOOC pochodzi z roku 2008, kiedy pojawił się jako nazwa eksperymentu pedagogicznego, mającego na celu stworzenie bardziej demokratycznego i połączonego w sieci środowiska kształcenia. MOOC to akronim angielskiej nazwy Massive Open Online Courses oznaczającej masowe otwarte kursy online. Kursy te cechują się między innymi tym, że są dostępne online, nie wymagają spełnienia żadnych formalnych warunków przyjęcia oraz nie posiadają limitu uczestników. Można je traktować jako sposób przeniesienia akademickiego systemu nauczania do Internetu i to na masową skalę. Obecnie kursy MOOC obejmują szeroki wachlarz modeli pedagogicznych i gromadzą na świecie tysiące uczestników.

Formalnie masowe otwarte kursy online, pomimo że pojawiły się stosunkowo niedawno, bo w 2012 roku, zrewolucjonizowały podejście do nauczania na odległość. Przykładowo jeden z pierwszych oferowanych przez Stanford University w Kalifornii otwarty kurs dotyczący sztucznej inteligencji przyciągnął 160.000 studentów z całego świata (a dokładnie ze 195 krajów), z czego 23.000 ukończyło go z wynikiem pozytywnym. Innym przykładem pokazującym dużą różnorodność w profilu uczestników kształcenia przez Internet jest kurs z obwodów elektrycznych oferowany przez MIT właśnie w 2012 roku, którym zainteresowało się 27.000 uczestników, w tym 81-letni mężczyzna, samotna matka z dwójką dzieci oraz 15-letnie cudowne dziecko z Mongolii, które zdało egzamin końcowy na ocenę celującą. Wiele uczelni na świecie chce być częścią MOOCów, upatrując w tym elemencie edukacji, który jest niezbędną częścią nowoczesnego kształcenia.

Przemiany w szkolnictwie, jakie dokonały się w ostatnich dziesięcioleciach oraz nowe technologie informatyczne i komunikacyjne, spowodowały głęboki przełom we współczesnym społeczeństwie. Jeżeli chcemy dobrze i skutecznie uczyć, nie obędzie się bez głębokich zmian zarówno na poziomie myślenia o dydaktyce akademickiej, jak i o metodach jej rozwoju. Obecnie kursy MOOC obejmują szeroki wachlarz modeli pedagogicznych, pokazują różnorodność sposobów przekazywania wiedzy, aktywizacji studentów oraz dają możliwość dotarcia do osób poszukujących wiedzy, której nie mogą zdobyć w sposób tradycyjny – uczęszczając na zajęcia stacjonarne z wybranego przedmiotu. Są to filmy, interaktywności i testy sprawdzające, a od podręczników elektronicznych (np. robionych w programie iBooks Author) różnią się motywującym do nauki harmonogramem zajęć, czy kontaktem z innymi kursantami.

Wykorzystanie najnowszych technologii w procesie edukacyjnym jest naturalną konsekwencją „informatyzacji” życia. Za pomocą Internetu w dowolnym miejscu i czasie korzystamy z usług bankowych, robimy zakupy czy oglądamy filmy, dlaczego więc nie mielibyśmy się uczyć, zdobywając przy tym uprawnienia uznawane przez uczelnie? Wykorzystywanie multimedialnych i interaktywnych narzędzi staje się koniecznością. Coraz łatwiejszy dostęp do profesjonalnego sprzętu i oprogramowania audio-video, pomagającego tworzyć nieprofesjonalistom multimedialne aplikacje sprawiają, że przeciętny nauczyciel jest w stanie samodzielnie przygotować całkiem dobrej jakości materiały. To właśnie duży bodziec do udostępniania kursów typu MOOC. Łatwiej przedstawić treść w sposób ciekawy i inspirujący, a tym samym w zupełnie nowy i atrakcyjny sposób zaktywizować do zdobywania nowej wiedzy i umiejętności. Pozwala to również na podniesienie cyfrowych umiejętności studentów oraz korzystanie przez nich z różnorodnych źródeł informacji.

Warto przeanalizować potrzeby i możliwości edukacji na poziomie wyższym i wskazać najlepsze drogi jej rozwoju. Chodzi również o podniesienie jakości pracy nauczycieli akademickich, rozbudowy ich warsztatu i elastycznego wyboru metod kształcenia. Pamiętajmy, że praca w środowisku wirtualnym pozwala na skuteczne kontrolowanie poszczególnych etapów opanowywania nowej wiedzy i umiejętności, komunikację niezależną od miejsca pobytu uczącego się (synchroniczną i asynchroniczną, która może być archiwizowana i moderowana przez prowadzącego) oraz na gromadzenie i prezentowanie na bieżąco wyników pracy. Środowisko wirtualne umożliwia też stworzenie pełnej dokumentacji – nie tylko wyniku ukończenia danego kursu, ale i całego toku jego realizacji. Pozwala również na dużą indywidualizację procesu kształcenia dostosowaną do potrzeb uczącego się.

Zmiany w zakresie kształcenia na odległość i stosowanych w nim technologii są olbrzymie. Może to właśnie MOOC są dobrym rozwiązaniem? Musimy aktywnie poszukiwać możliwości, które pozwolą nam na wyłonienie najlepszych rozwiązań technologicznych w procesie kształcenia. Pokolenia dorastające w świecie wszechobecnych komputerów, urządzeń mobilnych i cyfrowej komunikacji wymuszają wprowadzanie nowych rozwiązań i otwartości w ich poszukiwaniu. Co więcej – projektowanie funkcjonalności i rozwój platform nauczania na odległość oraz powiązanych z nimi systemów pod kątem oprogramowania i potrzebnych aplikacji jest ważny nie tylko ze względu na jakość pracy w środowisku wirtualnym, ale na skuteczne połączenie środków technologii informacyjno-komunikacyjnych z aktywnym procesem kształcenia i magazynowaniem recenzowanej i aktualizowanej wiedzy.

Obecnie jednym z najważniejszych zadań środowiska akademickiego jest wskazanie nowych kierunków rozwoju metod kształcenia na poziomie uniwersyteckim, dostrzeżenie wad i zalet edukacji z wykorzystaniem najnowszych technologii – w tym MOOC – oraz wspieranie inicjatyw, które pozwolą na wypracowanie najlepszych rozwiązań, które przyczynią się do podnoszenia jakości kształcenia na uczelniach wyższych.

Pamiętajmy, że musimy wyposażyć młodzież w najlepszą wiedzę i umiejętności oraz kształtować postawy, które pozwolą młodym ludziom sprawnie funkcjonować w coraz szybciej zmieniającej się rzeczywistości, coraz bardziej nasyconej technologią informacyjną.

dr hab. inż. Dariusz Świsulski, prof. nadzw. PG
dr Anita Dąbrowicz-Tłałka, doc. PG

Członkowie Komitetu Organizacyjnego
II Konferencji e-Technologie w Kształceniu Inżynierów

KOMPUTEROWE WSPOMAGANIE PROJEKTOWANIA W PROCESIE KSZTAŁCENIA WSPÓLCZESNEGO INŻYNIERA BRANŻY SANITARNEJ

Jakub DREWNOWSKI¹, Agnieszka TUSZYŃSKA²

1. Politechnika Gdańska, Wydział Inżynierii Lądowej i Środowiska, Katedra Inżynierii Sanitarnej
tel.: (58) 348 63 62 e-mail: jdrewnow@pg.gda.pl
2. Politechnika Gdańska, Wydział Inżynierii Lądowej i Środowiska, Katedra Inżynierii Sanitarnej
tel.: (58) 347 14 58 e-mail: atusz@pg.gda.pl

Streszczenie: Postęp w dziedzinie informatyki oraz dynamiczny rozwój programów komputerowych ostatniego 20-lecia zmienił diametralnie warsztat pracy współczesnego inżyniera. Obecnie we wszystkich etapach projektowania inżynierskiego 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 wspomaganie projektowania. Rozwój w obszarze technologii informatycznych jest niezwykle dynamiczny i to, co przed laty trzeba było mozolnie projektować i obliczać ręcznie, obecnie przy wykorzystaniu odpowiednich programów komputerowych, można uzyskać znacznie mniejszymi nakładami pracy. Celem pracy było porównanie wybranych narzędzi komputerowego projektowania z metodami tradycyjnymi wykorzystywanymi w procesie kształcenia współczesnego inżyniera branży sanitarnej na Wydziale Inżynierii Lądowej i Środowiska Politechniki Gdańskiej.

Słowa kluczowe: programy komputerowe, wspomaganie projektowania, branża sanitarna, proces kształcenia.

1. WPROWADZENIE

Postęp w dziedzinie informatyki oraz dynamiczny rozwój programów komputerowych ostatniego 20-lecia zmienił diametralnie warsztat pracy współczesnego inżyniera. Obecnie we wszystkich etapach projektowania inżynierskiego 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 wspomaganie projektowania. Truizmem byłoby stwierdzenie, że rozwój w obszarze technologii informatycznych jest niezwykle dynamiczny i to, co przed laty trzeba było mozolnie projektować czy też obliczać ręcznie, obecnie przy wykorzystaniu odpowiednich programów komputerowego wspomaganie projektowania, można uzyskać znacznie mniejszymi nakładami pracy. 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. Oprócz nauki obsługi oprogramowania, konieczna jest równocześnie umiejętność oceny uzyskanych

wyników przez studentów oraz wypracowania sposobów weryfikacji projektów wykonanych przy wykorzystaniu narzędzi komputerowych. Celem pracy było porównanie wybranych narzędzi komputerowego projektowania z metodami tradycyjnymi wykorzystywanymi w procesie kształcenia współczesnego inżyniera branży sanitarnej na Wydziale Inżynierii Lądowej i Środowiska Politechniki Gdańskiej.

2. WYBRANE NARZĘDZIA KOMPUTEROWEGO WSPOMAGANIA PROJEKTOWANIA

Sprzętowa i programowa rewolucja informatyczna zmieniła diametralnie warsztat pracy współczesnego inżyniera. Dokładny opis tego, jak może i powinna wyglądać transformacja oraz obieg informacji w budownictwie można znaleźć w publikacji Raphael i Smith [1]. Rozróżniane są w tej pracy następujące grupy informacji: odnoszące się do funkcji, jak również konstrukcji oraz jej zachowania. We wszystkich etapach transformacji istotne jest wykorzystanie narzędzi komputerowych. W procesie analizy konstrukcji od lat niezmiennie królują programy komputerowe wykorzystujące metodę elementów skończonych. W procesie syntezy, gdzie jest miejsce na optymalizację, także dostępne są narzędzia obliczeniowe, takie jak choćby Solver arkusza kalkulacyjnego Excel [2]. Natomiast w procesie projektowania oraz towarzyszących im obliczeń parametrów sieci i instalacji sanitarnych niezwykle przydatna jest znajomość specjalistycznych programów branżowych.

Podstawą działalności inżynierskiej jest m. in. wykonanie profesjonalnej dokumentacji projektu, gdzie oprócz znajomości tzw. „dobrych praktyk” projektowania są przede wszystkim właściwie przeprowadzone obliczenia. W wielu wypadkach są one wykonywane przez wyspecjalizowane programy komputerowe, do których należy jedynie wprowadzić dane. Jednakże w celu oceny i weryfikacji uzyskanych wyników, ważne jest oprócz wiedzy teoretycznej, również doświadczenie w danej branży tzw. „Human Expert”. Co więcej, podczas weryfikacji wyników, jak i w wielu innych sytuacjach, konieczna jest umiejętność korzystania z narzędzi obliczeniowych takich jak arkusz kalkulacyjny (Excel) czy też program z grupy Computer Algebra System (MathCAD). Oczywiście jest

niechęć studentów do prowadzenia „być może” dydaktycznych i kształcących obliczeń ręcznych szczególnie istotnych przy weryfikacji wyników wykonywanych przez wyspecjalizowane programy komputerowe. Stąd, nasuwa się pytanie przytoczone przez Gajewskiego [2] 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 [2, 3].

Coraz częściej spotyka się, oprócz programu AutoCad istotnego w procesie wspomagania projektowania, także inne branżowe oprogramowanie, które obecnie oferowane jest w znacznej ilości. Wybór właściwych narzędzi do komputerowego wspomagania projektowania w procesie kształcenia współczesnego inżyniera branży sanitarnej nie jest łatwym zadaniem. W ostatnich latach w Katedrze Inżynierii Sanitarnej, Wydziału Inżynierii Lądowej i Środowiska Politechniki Gdańskiej, jako aplikacje wspomagające proces kształcenia studentów w zakresie projektowania sieci i instalacji sanitarnych, wykorzystywany jest pakiet programów ArCADia oferowany przez firmę INTERsoft sp. z o.o. Wybór tego oprogramowania okazał się szczególnie istotny dla studentów rozpoczynających swoją karierę zawodową w branży sanitarnej. Co więcej, studenci chętnie korzystają z systemu licencjonowania pozwalającego na roczne, nieodpłatne użytkowanie pełnej oferty oprogramowania zwłaszcza podczas procesu przygotowywania prac dyplomowych. Dzięki współpracy z firmą INTERsoft sp. z o.o studenci Politechniki Gdańskiej mają możliwość pracy na profesjonalnym oprogramowaniu ArCADia wspomagającym projektowanie i zdobywają niezbędne umiejętności dostosowane do obecnych wymogów rynku pracy. Ponadto od roku 2010 firma INTERsoft sp. z o.o. organizuje coroczne edycje ogólnopolskiego konkursu na najlepszą pracę magisterską (w IV kwartale każdego roku) oraz najlepszą pracę inżynierską (w II kwartale każdego roku). Przełożyło się to na uzyskanie 2 nagród wśród dyplomantów Wydziału Inżynierii Lądowej i Środowiska Politechniki Gdańskiej oraz ich opiekunów podczas 2 i 4 edycji konkursu na najlepszą pracę, kolejno magisterską i inżynierską w 2012 i 2014 roku. W ramach współpracy i poszerzania wiedzy na temat pakietów aplikacji programu ArCADia zostały również przeprowadzone dodatkowe jednodniowe szkolenia przy współpracy z firmą INTERsoft sp. z o. o., które cieszyły się dużym zainteresowaniem wśród studentów Wydziału Inżynierii Lądowej i Środowiska Politechniki Gdańskiej.

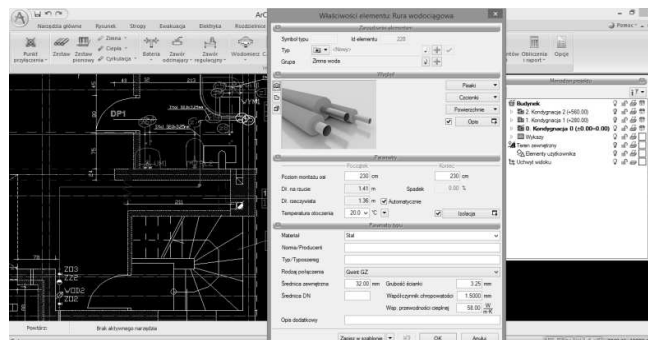
3. MOŻLIWOŚCI OPROGRAMOWANIA DO WSPOMAGANIA PROJEKTOWANIA INTERsoft ArCADia W KSZTAŁCENIU WSPÓŁCZESNEGO INŻYNIERA BRANŻY SANITARNEJ

Oprogramowanie do wspomagania projektowania INTERsoft ArCADia, w kształceniu współczesnego inżyniera branży sanitarnej, obejmuje szereg dedykowanych aplikacji dla poszczególnych sieci i instalacji m. in. WOD-KAN-GAZ. Praca w dowolnej aplikacji oprogramowania wymaga licencji na program ArCADia-START, który jest

w pełni funkcjonalnym, łatwym w obsłudze edytorem graficznym CAD i umożliwia m. in. edycję plików DWG (zgodnych z programem AutoCAD). Co ważne, każda branżowa aplikacja może pracować w następujących trybach [4]:

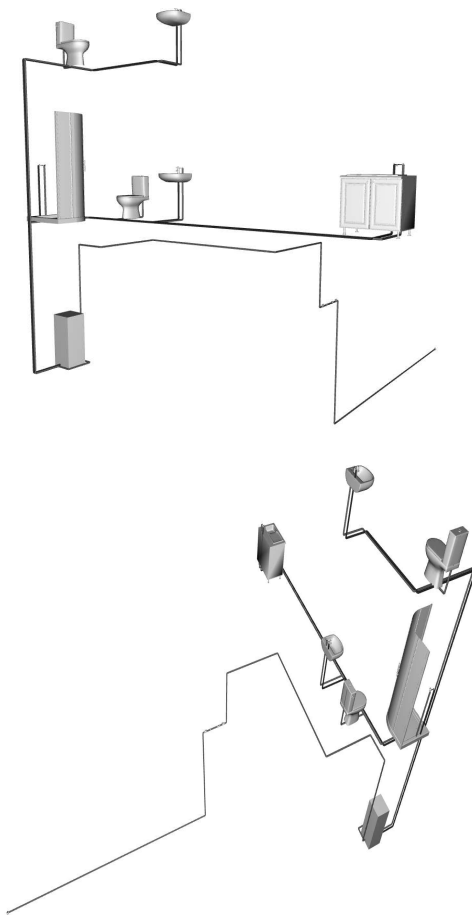
- Jako niezależna aplikacja z dedykowanym do tego celu edytorem graficznym, którym jest program ArCADia-START
- Jako nakładka dla programu ArCADia-INTELLICAD lub AutoCAD.

Przykładowy widok okna głównego programu ArCADia wraz z dodatkowymi zakładkami obrazującymi właściwości elementu instalacji (rura wodociągowa) został przedstawiony na rys. 1.



Rys. 1. Widok okna głównego programu ArCADia wraz z dodatkowymi zakładkami obrazującymi właściwości elementu instalacji (rura wodociągowa)

ArCADia tzw. „INSTALACJE” to przede wszystkim pakiet aplikacji towarzyszących, który pozwala na wykonanie profesjonalnej dokumentacji projektu sieci i instalacji sanitarnych m.in. WOD-KAN-GAZ. Rysunki rzutów mogą być wykonywane na podkładach architektoniczno-budowlanych w formacie plików rastrowych lub wektorowych. Program pozwala na zaprojektowanie sieci i instalacji sanitarnych, np. układy dystrybucji wody, kanalizację deszczową i technologiczną (odprowadzającą wody deszczowe z dachów obiektów budowlanych) oraz sieć gazową. Użytkownik ma także możliwość doboru materiałów potrzebnych do budowy rurociągow oraz innych elementów sieci czy instalacji. Program wykonuje szereg obliczeń wspomagających automatyczne projektowanie poszczególnych elementów kanalizacji są to m.in.: obliczenia przepływów odcinkowych, napełnień i prędkości, wyznaczanie średnic odcinków odpływowych, pionów, rur spustowych i spadków, itp. Po całkowitym zaprojektowaniu sieci i instalacji sanitarnej oraz potwierdzeniu prawidłowości projektu, użytkownik ma możliwość wygenerowania raportu obliczeniowego wraz z zestawieniem materiałów. Raport obejmuje obliczenia hydrauliczne, wymiarowanie średnic itp. W zestawieniach materiałowych uwzględniany jest cały rurociąg oraz wszystkie obiekty wraz z parametrami charakterystycznymi. Program przekazuje zestawienia materiałów wykorzystanych przy budowie sieci i instalacji sanitarnej wraz z jej elementami do programów kosztorysowych, takich jak Ceninvest czy Norma. Niewątpliwie interesujące i pomocne są widoki 3D tworzonego projektu, których przykład przedstawiono na rys. 2. Dzięki podglądowi w 3D łatwo można zauważyć ewentualne kolizje podczas projektowania kolejnych instalacji, jak również elementy nie podłączone. Występuje dodatkowo opcja automatycznego sprawdzenia kolizji [4,5,6].



Rys. 2. Widok wizualizacji 3D instalacji wodociągowych w programie ArCADia [7]

Oferowany software przez firmę INTERsoft sp. z o.o. jest wygodny w użyciu i przyjazny nawet dla początkującego użytkownika. Dużą zaletą tego oprogramowania jest jego kompatybilność z innymi programami branżowymi wykorzystywanymi w procesie projektowania (m.in. Microsoft Office, AutoCAD). Szczególnie istotna funkcjonalność oprogramowania jest widoczna np. przy konwersji narysowanych w AutoCAD rzutów budynku do programu ArCADia, która znacznie ułatwia proces projektowania [8]. Ponadto wiele modułów tematycznych jest zintegrowanych w jednym produkcie obejmujące sieci i instalacje sanitarne (m.in. instalacje wodociągowe, kanalizacyjne, gazowe, ciepłe). Natomiast edycja obliczeń projektowych jak i wydruk w postaci raportów pozwala dzięki programom ArCADia przekształcenie wykonanych obliczeń do dowolnego formatu (np. PDF, MS Word, Excel), co jeszcze bardziej przyczynia się do poprawy funkcjonalności programu (rys. 3).

Podsumowując, projektowanie sieci i instalacji sanitarnych znacząco poprawia wydajność pracy w oparciu o wykorzystanie programu ArCADia. Mimo, iż początkowy etap pracy z tym oprogramowaniem może wydawać się dłuższy niż wykonany tradycyjnymi metodami (np. AutoCAD, Excel) poprzez wprowadzanie niezbędnych początkowych parametrów, to dalsze działania przebiegają znacznie szybciej, gdyż zadane parametry i tak należałoby każdorazowo wpisywać przy opisie sieci i instalacji sanitarnej czy towarzyszącej im armatury. Program potrafi automatycznie wygenerować rysunki aksonometrii instalacji wodociągowej, czy też rozwinięcia instalacji kanalizacyjnej. Dodatkowo przelicza samodzielnie przepływy, wysokości

ciśnienia oraz inne wartości niezbędne w procesie projektowania.

ArCADiasoft Chodźnik sp. j. ul. Sienkiewicza 55/57, Łódź 90-057, tel (42)459-11-11, e-mail: interes@intersoft.pl, www: www.intersoft.pl.

Raport strat ciśnienia

Zimna woda P1 - UM1

Parametry wstępne

Przeznaczenie budynku: Budynek mieszkalny
 Minimalne ciśnienie dyspozycyjne w P1: 39.0 m H₂O
 Maksymalne ciśnienie dyspozycyjne w P1: 60.0 m H₂O
 Maksymalne ciśnienie dla instalacji: 60.0 m H₂O
 Obliczeniowa temperatura wody zimnej: 10 °C (283 K)
 Ciśnienie wymagane dla UM1: 10.2 m H₂O

Wysokość geometryczna UM1:	8.3 m
----------------------------	-------

Odcinek	ΣQ_n [dm ³ /s]	$Q_{n,i}$ [dm ³ /s]	Wymiar rury [mm]	v [m/s]	i [mm H ₂ O/1m]	L [m]	$h_{f,i}$ [mm H ₂ O]	$h_{f,n}$ [mm H ₂ O]	$h_{f,t}$ [mm H ₂ O]
Zimna woda									
UM1 - z1.1	0.07	0.07	32.0x3.25	0.13	3.05	3.72	11.36	4.01	15.37
z1.1 - z1	0.2	0.19	32.0x3.25	0.37	23.05	1.05	24.2	9.94	34.14
z1 - z2	0.2	0.19	32.0x3.25	0.37	23.05	2.8	64.54	3.55	68.09
z2 - z3	0.62	0.41	32.0x3.25	0.8	103.19	2.75	283.77	46	329.77
z3 - z4	0.62	0.41	32.0x3.25	0.8	103.19	1.62	167.47	229.98	397.45
z4 - z5	0.98	0.54	32.0x3.25	1.05	174.92	2.3	401.9	157.12	559.02
z5 - P1	0.98	0.54	32.0x3.25	1.05	174.92	18.35	3209.66	14899.89	18109.55

Suma liniowych strat ciśnienia: 4.16 m H₂O

Suma miejscowych strat ciśnienia: 4.26 m H₂O

Strata ciśnienia w obrębie wodomierza: 11.09 m H₂O

Całkowita suma strat ciśnienia: 19.51 m H₂O

Całkowity przepływ wody: 0.5 dm³/s

Ciśnienie dyspozycyjne wymagane dla UM1: 38.0 m H₂O < 39.0 m H₂O

Nadwyżka minimalnego ciśnienia dyspozycyjnego: 1.0 m H₂O

Rys. 3. Przykład raportu generowanego w programie ArCADia [7]

Studentom i młodym inżynierom, którym brak doświadczenia, czasem trudno jest wyobrazić sobie realizację projektu w rzeczywistości. W takich przypadkach program ArCADia również okazuje się bardzo przydatnym narzędziem, gdyż umożliwia dokładne wyświetlenie zarówno całej sieci czy instalacji sanitarnej, jak i poszczególnych urządzeń i towarzyszącej jej armatury. Wykorzystując dodatkowo opcję programu ArCADia-ARCHITEKTURA, po wrysowaniu ścian i podłóg łatwo sprawdzić podgląd realizowanego projektu, po zakończeniu prac budowlanych.

4. WNIOSKI KOŃCOWE

Na podstawie doświadczeń w pracy z wybranymi programami służącymi do komputerowego wspomaganie 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 rysunkowych, co prowadzi do uzyskania wymiernych efektów wspomaganie w kształceniu współczesnego inżyniera branży sanitarnej.

Według Gajewskiego [2], 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. Jednym z ważniejszych spośród analizowanych oprogramowań do wspomaganie projektowania w kształceniu współczesnego inżyniera branży sanitarnej, okazał się program INTERsoft ArCADia. Narzędzie to przede wszystkim pozwala na wprowadzenie dużej ilości parametrów wejściowych, co prowadzi do uszczegółowienia

i ukierunkowywania projektu. Pewnym problemem programów ArCADia jest fakt, iż czasami niewłaściwie pracują w środowisku CAD-owskim (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 ArCADia dedykowany do instalacji sanitarnych, właściwie spełnia swoje zadania pod każdym względem, co pozwala na stwierdzenie, że jest on niezwykle przydatnym oraz prostym w obsłudze narzędziem podczas procesu projektowania.

Wniosek końcowy jaki należy przytoczyć w pracy z programami do komputerowego wspomaganie projektowania 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 szanse oceny przydatności wybranych narzędzi do komputerowego wspomaganie projektowania.

5. BIBLIOGRAFIA

1. Raphael, B., Smith, I. F. C.: Fundamentals of Computer-Aided Engineering, Chichester: John Wiley & Sons 2003.
2. Gajewski R. R.: O jakości procesu uczenia się i odwracaniu klasy: Studium przypadku, EduAkcja. Magazyn edukacji elektronicznej nr 1 (7) / 2014, s. 23–29, 2014.
3. 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, s. 98–103, 2013.
4. <http://www.arcadiasoft.pl/>.
5. ArCADiasoft Chudzik sp. j.: Podręcznik użytkownika dla programu ArCADia - INSTALACJE KANALIZACYJNE, Łódź, s. 1-61, 2012.
6. ArCADiasoft Chudzik sp. j.: Podręcznik użytkownika dla programu ArCADia - INSTALACJE WODOCIĄGOWE, Łódź, s. 1-129, 2012.
7. Gawlik A.: Praca dyplomowa inżynierska. Projekt koncepcyjny instalacji wodociągowo-kanalizacyjnej dla budynku mieszkalnego jednorodzinne w zabudowie bliźniaczej w Gdansk-Orunii. Politechnika Gdańska. Gdańsk 2013.
8. <http://www.intersoft.pl/>.

COMPUTER DESIGN SUPPORT DURING EDUCATION OF THE MODERN ENGINEER IN SANITARY INDUSTRY

The informatics progress and the fast development of computer programs of the last 20 years has changed radically modern engineering workshop. Currently, in all stages of engineering design is essential to use computer tools and specialized software. Technical universities wanting to customize the training program of the modern sanitary engineer to the labor market should work closely with companies that offer software for computer design support. Developments in the field of information technology is extremely dynamic, and what you had years ago to design and calculate laboriously by hand, now using appropriate computer tools, you can get by a much smaller amount of work. The aim of the study was to compare the selected tools of computer design with the traditional methods used in the training process of modern sanitary engineer at the Faculty of Civil and Environmental Engineering, Gdansk University of Technology.

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

II Konferencja

eTechnologies in Engineering Education eTEE'2015

Politechnika Gdańska, 30 kwietnia 2015

**SP4CE – STRATEGIC PARTNERSHIP FOR CREATIVITY AND ENTERPRENEURSHIP
SUCCESSOR OPENINN**

Anna GRABOWSKA¹, Natasa URBANCIKOVA², Marcin SŁOWIKOWSKI³, Jacek ZIELIŃSKI⁴

1. PRO-MED sp. z o. o.
tel.:+48 601 329 795 e-mail: anka.grabowska@gmail.com
2. Technical University of Kosice, Fac. of Economics,
tel.: +421 55 602 3294 e-mail: natasa.urbancikova@tuke.sk
3. Przemysłowy Instytut Automatyki i Pomiarów PIAP,
Tel.:+48 22 874 01 54 e-mail: mslowikowski(at)piap.pl
4. Przemysłowy Instytut Automatyki i Pomiarów PIAP,
Tel.:+48 22 874 03 64 e-mail: jzielinski(at)piap.pl

Summary: The project SP4CE is addressed directly to aims and needs identified in Bruges Communiqué on enhanced European cooperation in vocational education and training (VET)[1]. All project results and project actions will be connected with promoting take-up of innovative practices in education, training by supporting personalised learning approaches, collaborative learning and critical thinking, strategic use of information and communication technologies (ICT), open educational resources (OER), open and flexible learning, virtual mobility and other innovative learning methods (MOOC, Gamification). Project consortium will use experiences and approach from former Lifelong Learning good practices. In the article the main achievements of OpenInn project (511583-LLP-1-2010-1-SK-KA3-K3MP) coordinated by Technical University of Kosice are introduced. The objectives and expected results of the SP4CE project (2014-1-PL01-KA200-003341) coordinated by PIAP are presented. Finally the concept of developing SP4CE learning portal based on experiences gathered in OpenInn project is described.

Keywords: creativity, entrepreneurship, collaborative learning, education.

1. INTRODUCTION TO OPENINN

OpenInn [2] stands for a knowledge generating house and e-Assessment model. OpenInn project provides a new pedagogical and organisational model to communities and individuals through the use of an online ideation tool. This model enhances learning in formal and informal education, and supports innovative assessment. The project is geared towards students, teachers and managers, and builds on a person's own interests to strengthen their creativity and self-confidence. OpenInn has developed a web 2.0 prototype tool (Knowledge Generating House) and a pedagogical guide (the e-Assessment model) to involve schools in real-life innovation processes for lifelong learning.

OpenInn offers a new perspective linking education with the corporate world of "open innovation". The project has produced quality textual and multimedia resources in 9 languages that support the independent learner/trainer and enhance open innovation, assessment and creativity. There is

a clear coherence between the textual resources addressing the pedagogical model and the technological tool „Knowledge Generating House” (KGH) for open innovation in education. The approach is to be integrated into the partners' own educational interventions.

Nine institutions, Technical University of Košice from Slovakia, Universidade do Porto (Portugal), Università delle LiberEtà del Fvg (Italy), Petko Rachov Slaveikov Secondary School (Bulgary), Aarhus Social and Health Care College (Denmark), Bremen Institut für Produktion und Logistik GmbH (Germany), TREBAG Vagyon –és projektmenedzser Kft. (Hungary), Fondo Formación Euskadi (FFE - Spain), LiNK MV (Germany) decided to promote and prepare the project OpenInn with following aims:

- bridge the implementation gap in the use of ICT in a creative way to support learning and social coherence linking together different sectors;
- support the evolvement of a stable positive self-esteem both for learners and for facilitators in the learning environment. By reassuring the self-esteem through autonomous learning, it also generates inner motivation for learning;
- increase opportunities for exploiting intellectual capital of young talents and groups at-risk;
- produce a comprehensive e-Assessment Model containing the theoretical concept and didactics for creativity, with topics including: ways to support the learner to introduce new ideas, evaluating and rewarding creative results, methods for giving instructions to reach innovative solutions, providing autonomy for creative expression both for not-yet ICT users and advanced level users in their specific sectors;
- create the “Knowledge Generating House” as an innovative social network for exploring creative potentials.

Users could use the KGH platform looking for ideas expressed by others and by exploiting their own inner potentials as well. This generates a new learning experience, where not only young talents, but groups at-risk from falling

out of educational system can be actively engaged in creating and inventing. By collaborating with others, they can attain new perspectives for understanding a case and developing it, and by the new perspectives they are able to understand themselves better. This reassures their self-esteem and makes the base for exploring their inner potentials.

The project aimed at implementing the Open Innovation concept in the educational sector to develop a new learning paradigm which exploits the potentials of ICT for learners above 15 years. There is an importance of leaving the model open for more sectors of the educational field because the field of use can still be a process of evolution depending on the end users. This concept was targeted to the primary target group which consists of talented youth in higher and secondary education. The secondary target group are persons at risk of falling out from the educational system in secondary, higher education, vocational training and adults who wish to further explore their capabilities. The tertiary target group are teachers and facilitators of talented youth and groups at-risk in secondary, higher education, vocational training or adult education institutions. The OpenInn project results could be used in the long-term perspective for the students with a specific research or scientific interest, experts, SMEs, managers of large enterprises, non-profit organisations and groups that need more support in order to be able to use the portal for enhancing creativity.

As was mentioned above, main outcomes of OpenInn project are presented in OpenInn portal (see Fig. 1) and includes “The Guide to Creativity (an e-Assessment Model)” which is a complex electronic educational material serving as a “guide” for teachers using KGH, respectively for teachers interested in innovation trends in education and in innovative didactics for enhancing creativity. The Knowledge Generating House represents on-line ideation tool. The Demo video and video guide to OpenInn portal and Knowledge Generating House serves as promotional tools but also as help for perspective users altogether with “OpenInn Guidebook” user manual for the Knowledge Generating House with explanations of all features developed and “OpenInn project website” with all information about the project, partnership, activities done, etc.

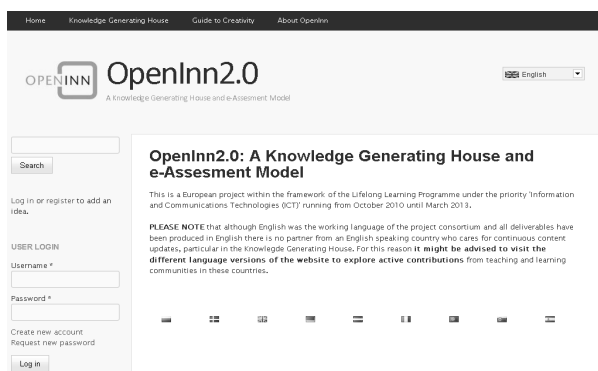


Fig. 1. Introduction page of OpenInn portal

The portal is multilingual – all information is available in nine languages: Bulgarian, Danish, English, German, Hungarian, Italian, Portuguese, Slovak and Spanish.

The “Guide to Creativity” presents on-line material for teachers and also for managers interested in innovation trends in education and in innovative didactics for enhancing creativity. The material is divided into modules containing

ways how to support the learner to introduce new ideas, ways how to evaluate and reward creative results, methods for giving instructions to reach innovative solutions, providing autonomy for creative expression both for teachers who are not-yet computer users to those who are advanced internet users. Every module consists of the self-learning material “Pedagogical background” that provides the reader with a comprehensive theoretical background about the Open Innovation principle and its possible usage in the field of addressing and assessing creativity in an educational context. The ICT Tools section provides a list of ICT tools, their descriptions and ways how they can be used in an educational context. Every item contains three sections based on the level of a potential user’s digital literacy: without the necessity to use ICT tools; using basic level ICT tools; using innovative and advanced level of ICT tools. The Practical examples section presents a collection of particular scenarios describing how to apply ICT for teaching and learning to increase creativity. The 25 scenarios were developed for different educational contexts as well as for the different digital literacy of the users. Rather than a consecutive order the scenarios are presented as single independent items, assigned to two different categories: kind of educational sector (secondary school student, vocational student, university student, and adult learner), level of ICT skills (non-ICT user or beginner, basic ICT skills, advances ICT skills). The Resource library contains more interesting teaching and learning material about enhancing creativity not used in the previous sections.

The Knowledge Generating House (see Fig. 2) supports the development of new ideas and online brainstorming. KGH also offers commenting and voting the ideas. These activities are divided into place for collaborative learning (‘Innovation e-Learning Rooms’ for brainstorming and mind-mapping), space for uploading documents (like academic studies, thesis, portfolios) and individual ‘creativity assessment’ (based on the level of activity, provided ideas etc.).

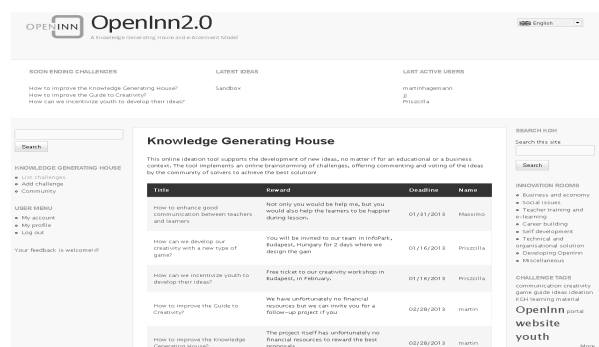


Fig. 2. Knowledge Generating House home page

OpenInn pilot testing was concerned on testing the functionality and quality of every part of the OpenInn portal. In connection to target groups and main objectives of the project, the partnership decided to provide tests with three pilot-group tests with the portal - 2 pilot-groups within the range 10-30 students/learners including one teacher/facilitator and one pilot-group only for teachers within the range 5-20 persons. Besides 25 national pilots done in Danish, German, Italian, Portugal, Slovak, Spanish language, there was realized one international pilot involving 4 partner-countries (Denmark, Hungary, Germany and Bulgaria) in English, so that students were able to use the

portal online with peers from other countries. Together in the pilots participated 357 persons involving different education level institutions, based on project's target groups: secondary schools, vocational schools, universities and adult education institutions and with different ICT skills level - no ICT, basic ICT and advanced ICT. During the pilot testing users created 113 different challenges included to various Innovation rooms (Business and economy, Social issues, Teacher training and e-learning, Career building, Self-development, Technical and organizational solution, Developing OpenInn, Miscellaneous), added 165 new ideas to these challenges and 155 comments. 291 users took part on the final feedback, what represents 82% of all pilot test participants. About 80% users agreed or strongly agreed, that developed OpenInn portal is easy to use and navigate, has clear layout and format, has easy-readable content and has sufficient response time. Concerning OpenInn portal structure and functionality, the pilot tests participants appreciated sharing ideas with others and possibility to get opinion from other users. They also positively evaluated the overall layout, with the different areas visible in the top and menu to the left and the placement of different articles. Almost 75% of users agreed or strongly agreed, that KGH part is also easy to navigate, easy to add new challenges, ideas, votes or comments, easy to find existing challenges, ideas or comments. The majority of respondents marked as best feature of the KGH for the supporting creativity itself, the possibility to read ideas from others and sharing of the contributions and the simple way to add challenges, ideas, comments and votes and possibility of getting response from several different countries. The last specialized part of OpenInn portal - Guide to Creativity – and its subparts were evaluated only by teachers, what constitutes 28% of all respondents' feedback. The majority of them agreed or strongly agreed that all developed parts are clear and easy to understand, well and logically structured and suitable to support creativity in teaching and learning.

2. INTRODUCTION TO SP4CE

Project SP4CE [3] directly addresses the aims and needs identified in Bruges Communiqué on enhanced European cooperation in vocational education and training, especially "improving the quality and efficiency of vet and enhancing its attractiveness and relevance" and "Enhancing creativity, innovation and entrepreneurship". Experiences and approach from two LLP projects OpenInn which serves as a new Pedagogical and Organizational Model for communities and individuals to explore their innovative potentials by the use of ICT-tools proceeding the strengthening of their self-esteem and HIG[4] (The High Growth Coach) dealing with entrepreneurship support and creativity enhancement: Knowledge generating House and e-Assessment mode.

Project consortium consists of six partners from four EU countries:

- Project coordinator PIAP (Poland) is a research institute with established strong cooperation with industry and educational institutions.
- PRO-MED (Poland) is a private company and has rich experience from developing an innovative approach to teaching and learning based on e-learning and blended learning methodology.
- TUKE (Slovakia) is a technical university fostering links with institutions in private and public sectors.

- ASTRA (Slovakia) is a training company which has significant experience in conducting trainings for managers.
- TREBAG (Hungary) has rich experience in development of innovative training materials and methodologies including e-learning and implementation of technology.
- IDEC (Greece) has consulting experience in developing quality management systems.

The project aims to establish a strong cooperation between project partners by exchanging of innovative educational practices for design and elaboration of innovative common tools for collaboration between students, enterprises and schools (teachers). Those tools will be available as ICT solution with WWW interface designed for use in three main target groups:

- Coaches (enterprises, industry)
- Mentors (vocational school, university, high school)
- Students (vocational school, university, high school)

Project activities will concentrate on developing relations between students and enterprises for identification of students' and enterprises' needs and supporting their collaboration through mentoring and consulting activities. Developed portal will help companies find suitable young workers and students wanting to enter the labour market and will be based on a coaching and mentoring principles. The principle of the portal will be as follows: company willing to find new young workers (preferably students entering the labour market) submits a case (e.g. problem to be solved) from their area to the portal. This case is presented to the students from the different places who, if interested, will try to find solution for that problem.

Based on this, the company will select the students and give them coaches while mentors from the university or high school will supervise the process and guide the students. Coach from the company will support and work with the chosen student who wants to solve the problem. That procedure will be a sort of preparation for the student for his working life and may possibly result in the employment in this company in the future.

To achieve that there is a need to train mentors and coaches so that training materials (handbook, guidelines, toolbox) will be prepared in order to show the companies that this approach can help them to find young people better suited for their needs. Training materials for enterprises will introduce the scheme of the coaching and mentoring to the company.

The main project's impact will be connected with influence to potential portal users: students, enterprises staff and teachers. Student will have an opportunity to learn about real enterprises activities and interact with coaches from enterprises which shall allow them to easier enter the labour market. Teachers will receive information about student qualification progress and actual enterprises needs, which is important for further training activities and developing training programs. Enterprises will receive required knowledge and possibility to recruit students with needed skills and competences. Project will also have an impact to partners and training activities, approach to training content creation and utilization of ECVET [5] opportunities in different use cases. Knowledge sharing as a part of partnership activities will allow to change partner strategy in a wider field of education.

SP4CE portal will be available in all partners languages and in English. Partners will launch and maintain their own

instances, there will be also possible connection between the portals to ensure international availability of the results and to support possible mobility of young workers. Project parents and their work profiles and experiences guarantees high sustainability of project results after the project finish. Project main results will be available on European Commission open educational resources server. SP4CE project is cofounded by Erasmus plus programme.

3. DO NOT REINVENT THE WHEEL

During the realization of OpenInn project the Knowledge Generating House (KGH) was developed and implemented. The initial concept of KGH contained some general requirements:

- The Knowledge Generating House should permit the learners and facilitators to exploit their own creative ideas and enhance others’.
- It should enable the lace for collaborative learning (‘Innovation e-Learning Rooms’ for brainstorming and mind-mapping), the space for uploading documents (like academic studies, theses, portfolios), individual ‘creativity assessment’ (based on the level of activity, provided ideas etc.).

However, in order to obtain a concrete technical specification which was necessary to choose the technology on which the KGH should have been based on and to obtain a list of concrete functionalities preparation of KGH started from user requirements needs. Gathering user requirements involved all partners in order to make sure that the development of the KGH is in line with the whole consortium expectations.

User requirements were specified as concrete user’s actions or interactions with the system. The potential end users were asked for usage scenarios. From these usage scenarios the concrete user requirements were derived. The entire list of user requirements were prioritized in three categories:

- **MUST** (necessary to implement to fulfil the main purpose of the system).
- **NICE TO HAVE** (additional features that would allow specific applications, e.g. required by one or two partners, medium effort needed for implementation).
- **DELIGHTER** (features for very specific applications, very complex and difficult to implement, to be considered only if **MUST** and **NICE TO HAVE** have been realised and budget still available).

The following types of users of the KGH were defined:

- Teachers/Professors/Trainers who provide access to the platform for their students as an ideation tool for all subjects and topics in education or using it among themselves for improving teaching methods and techniques.
- Pupils/Students who can use the platform and its content for generating creative ideas for their education/learning.
- Entrepreneurs/Managers as well as R&D staff who work on the development of new products & services or on the improvements of existing products and services. These users will provide a question or the scenario of a development challenge to be solved for the students.
- Young entrepreneurs.
- Engineers working not only in the R&D but also in the industry.

- HR professionals and head-hunters who have to recruit new staff.

- Administrators of the KGH.

Finally KGH portal was built for four types of users such as student, teacher, researcher and administrator.

The KGH portal supports the following type of content:

- User profiles (student, teacher, researcher).
- Ideas in written form.
- Comments on ideas.
- Voting and ranking of an idea.
- Documents that further describe or support an idea such as texts, graphics, mind maps, videos, web links.
- Other help material for teachers and ICT beginners explaining them how to use the platform.
- Documents that partially or wholly creates intellectual properties (theses etc.).
- Access to different supporting methods supporting innovation or knowledge generation, as well as facilitate the learning process on innovation.
- Former connections (with idea name and details) between users (on the user’s profile).
- Company profiles (this would facilitate for users and companies to find each other based on the common interests).
- Supporting reuse of existing material.
- Link to Facebook and other web 2.0 sites (social bookmarking, Twitter etc.).
- A blog or a wiki (possibility for students to write a blog about their ideas, ways of dealing with them and for a teacher/manager it is a nice and easy way of controlling the progress and activity of the students).

The following user actions were defined:

- Keyword search over the challenges (description text/tasks and tags), resources (title/description and tags).
 - Viewing challenges and provided ideas of open ‘ideation rooms’.
 - Rating ideas (without login).
 - Recommend ideas (generates e-mail).
 - Bookmarking a resource or ‘ideation room’ with one or more social bookmarking tools.
 - User registration (with real name).
 - Login (with real name only).
 - Logout.
 - Post ideas.
 - Comment ideas (for registered users).
 - Create a public or private ‘Ideation room’.
 - Invite other users (incl. not registered users) to join his/her public or private ‘ideation room’.
 - Send private messages to each other.
 - Upload content (resources) to the ‘Resource libraries’.
 - Saving results of an ‘ideation room’ in printable form.
- Additionally the more complex actions were formulated:
- If a person opens an ideation room for idea development, he/she could automatically get a menu on suitable tools (like a game to which they have free access, or a software), methods etc. from which he/she can choose, if he wants.
 - The user should be able to choose one of these tools, and then depending of element, get a suggestion of theories, concepts, tools, and methods he/she could use.
 - Tagging of key elements in graphics, pictures etc.

- System should generate e-mail alert when there is something new.
- System must be multilingual (Danish, Slovakian, Hungarian, German, Spanish, Portuguese, Bulgarian)
- Request permission from the author to comment on a private ideation room's content.

In order to avoid reinventing the wheel' SP4CE portal in 5 languages will be created according to the Open Innovation concept which will host the Knowledge Generating House with Innovation e-Learning Rooms: online spaces for brainstorming and mind-mapping: generating & publishing ideas and making solutions to the published problems and questions, online collaboration spaces for mentoring and coaching, repository of accepted and/or implemented solutions.

The learning portal SP4CE will provide the space for:

- Problems to be solved, questions to be answered (these can be published by anybody; within the project the enterprises will publish them).
- Creation of the teams which want to work towards the problem solution (discussion room, blog).
- Work for teams or individuals to develop the solution.
- Mentoring and coaching (teams' support provided by mentors and coaches and communication with them).
- Presentation of developed solutions.
- Publishing of the chosen solution.

The SP4CE portal will be designed for representatives of three target groups: enterprises, students, schools (teachers).

Each target group will have defined roles and access policy. It will be designed and developed to support creative collaboration of portal users. The portal will be available in all project partner languages (Greek, Hungarian, Polish, Slovak) and in English.

The portal developers have just started discussion about concrete user requirements and functionalities.

It should have been underlined that experiences gathered by Polish partner in the MOOC course Moodle for Teachers (M4T EVO 2015) will be implemented in SP4CE portal.

4. SUMMARY

The SP4CE project consortium has just started the portal preparation (see Fig. 3).

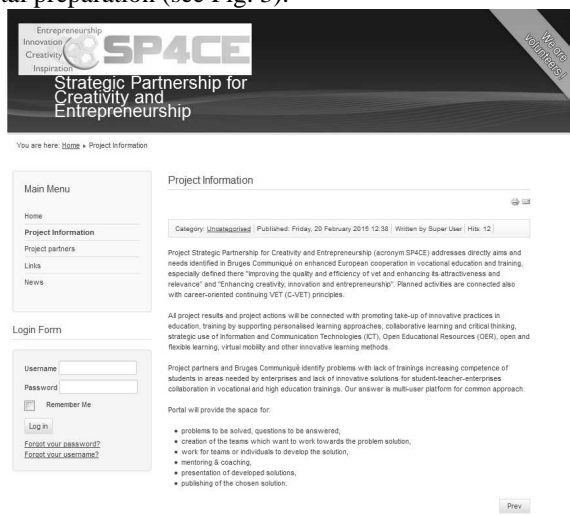


Figure 3. Introduction page SP4CE portal

During the testing phase consortium partners plan to engage students and teachers from Gdansk University of Technology.

TUKE is a leader of this task. PRO-MED as software developer is responsible for initial development, portal functionality and graphic concepts. PIAP is responsible for analysis of all target users' needs, portal policy and testing condition definitions.

* * *

Project "A Knowledge Generating House and e-Assessment Model (acronym OpenInn)" has been funded with support from the European Commission under the Lifelong Learning Programme.



Project "Strategic Partnership for Creativity and Entrepreneurship (acronym SP4CE)" has been funded with support from the European Commission under the ERASMUS+ Programme.

This publication reflects the views only of the authors, and the National Agency and the European Commission cannot be held responsible for any use which may be made of the information contained therein.

5. REFERENCES

1. The Bruges Communiqué on enhanced European Cooperation in Vocational Education and Training for the period 2011-2020: <http://ec.europa.eu/education/brugecomm/>, (DOA: 19.03.2015).
2. A Knowledge Generating House and e-Assessment Model web page: <http://openinn.eu/>, (DOA: 9.03.2015).
3. Strategic Partnership for Creativity and Entrepreneurship web page: <http://www.sp4ce.piap.pl/>, (DOA: 19.03.2015).
4. Project The High Growth Coach page: <http://www.exponentialtraining.com/about/eu-projects/high-growth-coach/>, (DOA: 19.03.2015).
5. Recommendation of the European Parliament and of the Council of 18 June 2009 on the establishment of a European Credit System for Vocational Education and Training (ECVET): <http://eur-lex.europa.eu/legal-content/EN/ALL/?uri=CELEX:32009H0708%2802%29> (DOA: 19.03.2015).

SP4CE - PARTNERSTWO STRATEGICZNE NA RZECZ KREATYWNOŚCI I PRZEDSIĘBIORCZOŚCI KONTYNUACJĄ OPENINN

Projekt SP4CE jest odpowiedzią na cele i potrzeby zidentyfikowane w komunikacie z Brugii w sprawie ściślejszej europejskiej współpracy w dziedzinie kształcenia i szkolenia zawodowego w latach 2011-2020. Wpisuje się on zwłaszcza w dwa cele strategiczne wskazane w tym dokumencie: „Poprawa jakości i efektywności kształcenia i szkolenia zawodowego i podnoszenie jego atrakcyjności i adekwatności” oraz „Zwiększanie kreatywności, innowacyjności i 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). Narzędzia te będą opracowane jako aplikacje internetowe z dostępem poprzez interfejs WWW, zaprojektowane do użytku dla trzech głównych grup docelowych: trenerzy (przedsiębiorstwa, przemysł), doradcy (szkoły zawodowe, uczelnie wyższe), uczniowie (szkoły zawodowe, uczelnie wyższe). W projekcie będą wykorzystane rezultaty, doświadczenia i podejście z dwóch projektów zrealizowanych w ramach programu Lifelong Learning. Z projektu OpenInn wykorzystany będzie nowy model pedagogiczny i organizacyjny dla grup i pojedynczych osób do odkrywania ich potencjału innowacyjnego z wykorzystaniem narzędzi ICT oraz wzmocnienia ich poczucia własnej wartości. Z projektu HIG zostaną wykorzystane doświadczenia dotyczące wsparcia przedsiębiorczości i zwiększenia kreatywności przez dedykowane rozwiązania „Knowledge Generating House” i „e-Assessment mode”.

Słowa kluczowe: kreatywność, przedsiębiorczość, wspólne uczenie się, edukacja.

II Konferencja

eTechnologies in Engineering Education eTEE'2015

Politechnika Gdańska, 30 kwietnia 2015

MOC MOOC-ÓW – CZAS NA POLSKIE ROZWIĄZANIA SYSTEMOWE

Agnieszka KACZMAREK-KACPRZAK¹, Jacek LEWICKI², Bartosz MUCZYŃSKI³,
Aleksandra SZRENIAWA-SZTAJNERT⁴

1. Fundacja Młodej Nauki
Politechnika Gdańska, Wydział Elektrotechniki i Automatyki
tel.: 58 348 62 93 e-mail: agnieszka.kaczmarek@pg.gda.pl
2. Fundacja Młodej Nauki
tel.: 607112043 e-mail: j.lewicki@fmn.org.pl
3. Fundacja Młodej Nauki
Akademia Morska w Szczecinie, Centrum Inżynierii Ruchu Morskiego
tel.: 91 480 94 93 e-mail: b.muczynski@am.szczecin.pl
4. Fundacja Młodej Nauki
e-mail: a.szreniawa.sztajnert@fmn.org.pl

Streszczenie: MOOC-i, czyli masowe otwarte kursy online to nowoczesna, efektywna i bardzo wygodna forma kształcenia docierająca do szerokiego grona odbiorców. MOOC-i umożliwiają prowadzenie zajęć o szerokiej tematyce począwszy od kursów poradniczych, przez popularnonaukowe po wyjaśniające złożone zagadnienia techniczne. Artykuł prezentowany przez Fundację Młodej Nauki poświęcony jest inicjatywie mającej wspierać powstawanie i promowanie polskich MOOC-ów, omawia podjęte już działania i zdobyte doświadczenia oraz ukazuje drogę, jaka stoi przed twórcami polskich kursów.

Słowa kluczowe: Polski MOOC, Fundacja Młodej Nauki.

1. SPECYFIKA KSZTAŁCENIA INŻYNIERÓW

Współczesny inżynier ma być niczym Leonardo daVinci, jego wiedza i doświadczenie poznawcze mają umożliwić bezpieczną pracę układu technologicznego, którym zajmuje się dany inżynier. Kluczowe tym samym jest wykształcenie właściwych postaw w wyniku procesu kształcenia. Zmiana bowiem stanowi nieodzowny element pracy dzisiejszego inżyniera, ze względu na tempo rozwoju myśli technologicznej i czas jej implementacji do przemysłu. Student podejmując naukę na uczelni technicznej powinien uzyskać określone efekty kształcenia, konieczne do podjęcia pracy zawodowej. Pośród wysoko cenionych kompetencji na rynku pracy są umiejętności: samodzielnej analizy sytuacji, kreowania rzeczywistości, pracy zespołowej w zróżnicowanym środowisku pod względem doświadczeń praktycznych i stosowanych standardów pracy oraz bezpieczeństwa, jak również językowych czy kulturowych. Przykładem MOOC-a (ang. Masowe otwarte kursy online) odpowiadającego wyżej wymienionym wymaganiom: jest kurs Quality Engineering&Management, edX, TUMx). Tradycyjne metody kształcenia wykorzystujące wykłady tablicowe i analogowe laboratoria nie są w stanie w pełni zapewnić umiejętności i kompetencji, których współcześnie oczekuje się od inżyniera na rynku pracy [1].

Mając powyższe na uwadze, polska dydaktyka staje przed wyzwaniem kształcenia masowego, dedykowanego i interdyscyplinarnego.

Ograniczone zasoby uniemożliwiają dostęp każdemu chętnemu do tradycyjnego kształcenia. MOOC-i stanowią jeden z elementów kształcenia powszechnie stosowany poza granicami naszego kraju. Przybywa ich z dnia na dzień odpowiadając na potrzeby coraz szerszego grona użytkowników. Liczba użytkowników MOOC-ów wzrasta szybciej niż liczba użytkowników popularnego portalu społecznościowego – Facebook.[2]

MOOC-i można wprowadzić w polskiej edukacji zarówno na poziomie kształcenia wyższego, ale również edukacji ponadgimnazjalnej (Pre-University Calculs, edX). MOOC-i nie są związane ograniczeniami: lokalizacji, wieku, czy zaawansowania wiedzy. Każdy użytkownik może wybrać kurs na swoim poziomie i zgodnie ze swoim stopniem zaangażowania uzyskać efekty. MOOC-i umożliwiają również szeroki wybór tematyczny, czego ilustracją są przykłady przytoczone w kolejnym rozdziale artykułu.

2. SPECYFIKA KSZTAŁCENIA W MASSIVE OPEN ONLINE COURSES

2.1. Skala i aspekt socjalny

Brak konkretnej i jednolitej definicji MOOC-a sprawia, że bardzo trudno jest określić zestaw cech charakteryzujących specyfikę nauczania przy pomocy kursów tego typu. Jest to szczególnie skomplikowane w kontekście wydzielanych podtypów, takich jak cMOOC (connectivist MOOC), xMOOC (extended MOOC) czy pMOOC (project MOOC). Formalnie Otwarte Kursy Internetowe (OOC – Open Online Courses) istniały przed powstaniem pierwszych kursów typu MOOC [3]. Wynika z tego, że za obecną formę oraz specyfikę tych kursów odpowiedzialna jest przede wszystkim ich skala, pozwalająca na uczestniczenie w danym kursie dziesiątek

tysiący studentów w tym samym czasie. Do obsługi takiego kursu niezbędne było opracowanie metod oceny testów i prac, których wydajność nie malałaby wraz ze wzrostem liczby uczestników. Dwie najpowszechniejsze metody tego typu to automatyczne skrypty sprawdzające oraz tzw. *peer-assesment* [4]. Współcześnie stosowane skrypty pozwalają nie tylko na sprawdzenie poprawności odpowiedzi testowych, ale także na weryfikację poprawnego działania fragmentu kodu bądź skryptu przesłanego przez studenta. Metoda *peer-assesment* opiera się na systemie, w którym każdy z uczestników kursu ma za zadanie ocenić określoną liczbę prac innych uczestników. Zachowana jest przy tym obustronna anonimowość, a ocena oparta jest o wytyczne opracowane przez autora kursu. Niejednokrotnie ostatnim etapem tego procesu jest ocena własnej pracy (*self-assesment*). Badania pokazują, że poprawnie opracowany system *peer-assesment* jest równie skuteczny jak ocena pracy przez nauczyciela [5].

Niezależnie od użytych metod oceniania kursy typu MOOC są krytykowane za brak wartości pedagogicznych w nauczaniu [6] oraz brak możliwości stworzenia więzi między studentami w dużej grupie uczestników [7]. Oba te zarzuty są sformułowane w bardzo ogólny sposób i nie znajdują zastosowania przy rosnącej różnorodności MOOC-ów. Badania przeprowadzone w ramach kursu „Mechanics ReView” wskazują na równie wysoką skuteczność nauczania za pośrednictwem MOOC-ów jak w przypadku zajęć prowadzonych w klasyczny sposób [8]. Problem braku kontaktu między uczestnikami kursu jest silnie związany z tym jak został zaprojektowany dany MOOC. Współcześnie kursy wspierają łączenie się uczestników w lokalne sieci i grupy poprzez fora dyskusyjne, elementy geolokalizacji, bądź też przy użyciu zewnętrznych serwisów, jak np. meetup.com czy Facebook.com. Znamienitym przykładem rozwoju lokalnych społeczności studentów jest 6-tygodniowy kurs „U.Lab: Transforming Business, Society, and Self”, realizowany na platformie edX. Zapisano się na niego 26 000 uczestników ze 190 krajów. Integralną częścią tego kursu są tzw. *coaching circles*, składające się z pięciu uczestników, którzy w każdym tygodniu spotykają się na żywo bądź za pośrednictwem Internetu, aby poćwiczyć nabyte umiejętności. Dodatkowo, co tydzień realizowane są trzy sesje, w trakcie których prowadzący kurs oraz uczestnicy z pozostałych grup, łączą się wirtualnie na wzór wideokonferencji [9].

2.2 Otwartość i dostępność

Jednym z czynników charakteryzujących MOOC-i jest ich otwartość, przez co rozumie się m.in. możliwość zapisu na kurs każdego, kto ma dostęp do internetu i zarejestrowane konto na platformie udostępniającej kurs. Czynnikiem różnicującym MOOC-i jest w tym przypadku ich dostępność w czasie oraz licencje, na jakich są zamieszczane materiały dydaktyczne. Na platformach edX i Coursera większość kursów jest realizowanych w ściśle określonych ramach czasowych z podaną datą rozpoczęcia i zakończenia kursu oraz z terminami zaliczeń. Kursy na platformie Udacity oraz pojedyncze kursy na pozostałych platformach są otwarte i dostępne przez cały rok i nie posiadają ograniczeń czasowych. Istnieją nieliczne MOOC-i oferowane na otwartych licencjach, takich jak Creative Commons, które mają ograniczoną możliwość wykorzystania materiałów dydaktycznych. Wynika to w dużej mierze z umów pomiędzy autorami kursu, uczelnią oraz właścicielem

platformy, na której MOOC jest umieszczany i administrowany [4].

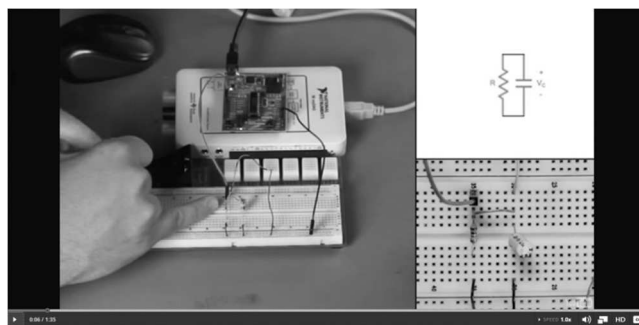
W perspektywie polskiej platformy MOOC, terminy realizacji kursów będą mogły być dopasowane do organizacji roku szkolnego i akademickiego. Stworzy to możliwość wykorzystania wybranych kursów, jako uzupełnienia, bądź rozszerzenia treści programowych zajęć realizowanych w ośrodkach edukacyjnych. Zastosowanie otwartych licencji umożliwi stworzenie ogólnopolskiego otwartego repozytorium materiałów dydaktycznych, dzięki któremu dostęp do materiałów kursowych byłby możliwy poza terminem realizacji samego kursu.

3. PRZYKŁADY IMPLEMENTACJI MOOC W KSZTAŁCENIU INŻYNIERÓW

3.1. Robotyka

Jednym z przykładów MOOC-a nastawionego na naukę umiejętności praktycznych jest kurs „Electronic Interfaces: Bridging the Physical and Digital Worlds”, realizowany na platformie edX i stworzony przez Uniwersytet Kalifornijski w Berkeley (The University of California, Berkeley). Celem i jednocześnie warunkiem zaliczenia kursu jest stworzenie i zaprogramowanie robota zdolnego m.in. do samodzielnego poruszania się i reagowania na bodźce zewnętrzne. Cały kurs został zaplanowany na 8 modułów realizowanych przez 15 tygodni z zakładanym obciążeniem do 10 godzin w tygodniu, co odbiega od średniego czasu trwania MOOC-a, który wynosi od 6 do 8 tygodni [4]. Tak duży nakład pracy podyktowany jest tym, że w przeciwieństwie do wielu kursów specjalistycznych, ma on bardzo niskie wymagania wstępne: zgodnie z informacją od autorów do ukończenia kursu zalecana jest zaledwie wiedza z matematyki i fizyki na poziomie szkoły średniej.

Aby taki projekt mógł zostać realizowany przez uczestników z wielu różnych krajów, przygotowany został zestaw podzespołów, dostępny za pośrednictwem sklepu internetowego farnell.com. Jednocześnie dostępna jest lista komponentów wraz z ich zamiennikami, które będą wystarczające do ukończenia projektu.



Rys. 1. Zrzut ekranu z „bench video” z kursu „Electronic Interfaces: Bridging the Physical and Digital Worlds”

Każdy moduł składa się z następujących elementów:

- *lecture videos* – nagrania wykładów, prezentujące zagadnienia teoretyczne niezbędne do ukończenia projektu,
- *bench videos* – nagrania demonstracyjne, przedstawiające, w jaki sposób łączyć i testować poszczególne elementy robota,
- *debug videos* – materiały omawiające i prezentujące najczęstsze problemy, które mogą się pojawić podczas

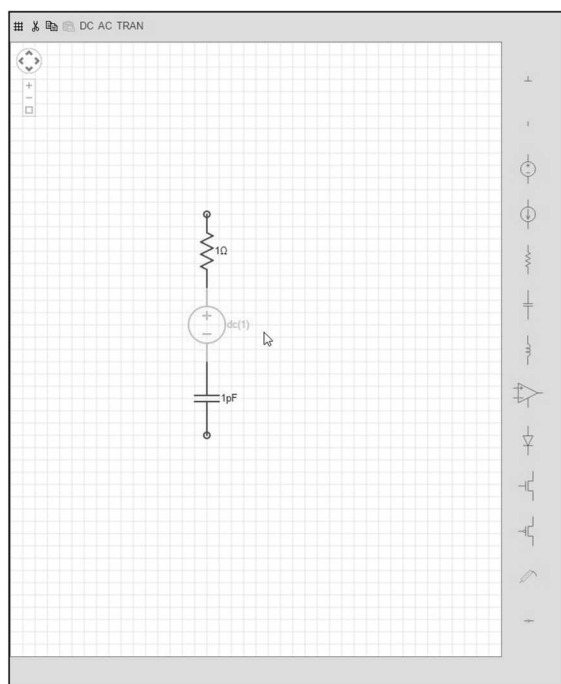
łączenia komponentów ze sobą oraz metody ich diagnozowania i zwalczania,

- *notes* – krótkie, jednostronicowe teksty uzupełniające materiały wykładowe,
- *quizzes* – nieobowiązkowe testy, mające pomóc uczestnikowi kursu sprawdzić jak dobrze zrozumiał zagadnienia omawiane w danym module.

Aspekt socjalny kursu jest zapewniony przez forum oraz oficjalną grupę na portalu Facebook.com.

3.2. Układy elektroniczne

Zbliżoną tematykę porusza kurs „Circuits and Electronics” realizowany na platformie edX. Program kursu realizowany przez 16 tygodni z zakładanym obciążeniem 12 godzin w tygodniu. Do przystąpienia do kursu wskazana jest znajomość podstaw teoretycznych z zakresu elektryczności i magnetyzmu oraz umiejętność rozwiązywania równań różniczkowych. Celem przytoczonego kursu jest kompleksowe przedstawienie zagadnień związanych z projektowaniem obwodów elektronicznych oraz zaznajomienie uczestnika z ich elementami składowymi. Tym, co wyróżnia ten kurs spośród innych, to uwypuklenie części projektowej oraz laboratoryjnej. W tym celu każdy student ma dostępną przestrzeń pozwalającą na samodzielne konstruowanie obwodów oraz testowanie ich działania. Zadania w większości wymagają zbudowania własnego obwodu ze wskazanych elementów oraz wykonania odpowiednich pomiarów.

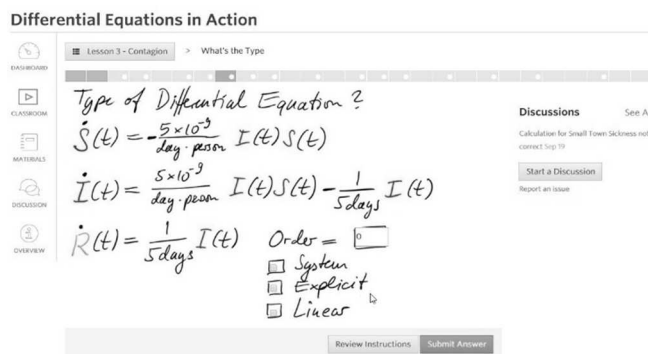


Rys. 2. Zrzut ekranu prezentujący wirtualne laboratorium do budowy obwodów elektrycznych w kursie „Circuits and electronics”

3.3. Równania różniczkowe

Jednym z pierwszych kursów typu MOOC, jaki poruszył tematykę rozwiązywania równań różniczkowych jest kurs „Differential Equations in Action” realizowany na platformie Udacity. Ze względu na przyjęty model nie występuje tutaj ograniczenie czasowe i użytkownik sam określa, kiedy i w jakim stopniu realizuje kolejne elementy kursu. Celem jest tutaj nie tylko nauka metod rozwiązywania

równań różniczkowych, ale również rozwinięcie umiejętności zastosowania ich w praktyce. Dodatkowym elementem są metody numeryczne i ich implementacja w języku programowania Python. Realizowane jest to poprzez dużą liczbę krótkich zadań i pytań testowych, które są całkowicie zintegrowane z nagrany wykładem. Sam materiał wykładowy, trwający około 45 minut w pojedynczym module, jest podzielony na ponad 20 krótkich fragmentów, z których ponad połowa kończy się krótkim zadaniem. Mogą to być pytania testowe, krótkie zadania matematyczne oraz zadania programistyczne. Nie są one punktowane ani obowiązkowe natomiast zwiększają zaangażowanie oraz pomagają utrzymać koncentrację w trakcie wykładu.



Rys. 3. Przykład zadania testowego zintegrowanego z materiałem wykładowym w kursie „Differential equations in action” na platformie Udacity

Zbliżoną tematykę porusza MOOC „Introduction to Differential Equations” realizowany na platformie edX. Co go wyróżnia spośród pozostałych MOOC-ów to nieodpłatne udostępnienie pełnej licencji oprogramowania MATLAB dla każdego uczestnika na czas trwania kursu.

4. POLSKIE MOOC-i

4.1. Potrzeba rodzimej platformy

Polska pozostaje jednym z ostatnich, dużych państw europejskich, w którym nie istnieje narodowa platforma oferująca zajęcia typu MOOC, co obrazuje rysunek 3 [10].



Rys. 3. Zestawienie MOOCów w Europie [10]

O krajowym charakterze kursu może decydować specyficzna tematyka np. gdy, MOOC dotyczy zagadnień

prawnych bądź kulturowych i/lub geograficznych danego państwa.

Co więcej kursy takie mogą być dostępne nie tylko dla studentów, ale dla wszystkich zainteresowanych ich tematyką, a niekoniecznie potrzebujących potwierdzenia swoich osiągnięć (*credits*) [11]. MOOC-i mogą stanowić nie tylko uzupełnienie oferty edukacyjnej uczelni, ale być narzędziem wspierającym mobilność krajową studentów np. w ramach programów MOSTech i MOST. Wspólnie opracowane przez różne uczelnie kursy mogłyby służyć przygotowaniu do wymiany jeszcze przed jej rozpoczęciem. Z kolei dla uczestników wymiany międzynarodowej (np. w programie Erasmus), w trakcie pobytu w zagranicznej uczelni MOOC-i mogłyby służyć uzupełnieniu brakujących efektów kształcenia. Wiarygodnie certyfikowane kursy bez przypisanych punktów ECTS, będą mogły być wykorzystane w przyszłości także do potwierdzania efektów uczenia się uzyskanych poza systemem formalnego kształcenia. Nowelizacja Prawa o Szkolnictwie Wyższym [12] daje już ku temu prawne podstawy.

W Polsce przeprowadzonych jest kilka projektów, których efekty można by z powodzeniem wykorzystać w pilotażowym projekcie polskiego MOOC-a. Jednym z twórców takiego projektu jest Polsko-Japońska Akademia Technik Komputerowych w Warszawie, która w ramach projektu finansowanego ze środków Programu Operacyjnego Kapitał Ludzki stworzyła platformę „Nomad”, na której realizuje kursy zorientowane zawodowo [13]. Do przygotowania kursów zaangażowano nie tylko wykładowców i praktyków, ale także zespół metodyków kształcenia na odległość. Innym przykładem zdobywania doświadczeń w otwartym kształceniu jest Akademia Górniczo-Hutnicza w Krakowie, która od 2010 roku prowadzi otwarte repozytorium zawierające bezpłatny dostęp do kursów, skryptów, prezentacji czy symulacji z 19 obszarów wiedzy [14].

4.2. MOOC-i a współpraca z branżą techniczną

Niedobory kompetencyjne pracowników zgłaszane np. w badaniu Bilansu Kapitału Ludzkiego [15] wskazują na możliwość wykorzystania platformy do wsparcia m.in. systemu stażowego w przedsiębiorstwach.

Studenci kształceni na uczelniach technicznych są objęci obowiązkiem realizacji praktyk studenckich w wymiarze 12 tygodni. Praktyka ma umożliwić weryfikację wiedzy teoretycznej i pozyskanie doświadczenia zawodowego. Podobną rolę odgrywają staże, które mogą stanowić także formę rekrutacji przyszłych pracowników. MOOC-i o charakterze ogólnym danej branży np. statystyka, zarządzanie procesami, zarządzanie jakością, mogą stanowić dedykowane przygotowanie do podjęcia zadań przez przyszłych praktykantów i stażystów w firmie. Istotny jest udział wielu zróżnicowanych beneficjentów, którzy korzystając z własnych doświadczeń określają oczekiwania i potrzeby, jakim musi odpowiadać MOOC użyteczny w przygotowaniu polskich inżynierów do pracy.

MOOC-i związane z tematyką inżynierską zostały przypisane kategorii „Science and technology”, której objętość liczy 275 kursów w Europie [10]. Najszerzą ofertę posiadają takie kraje jak: Hiszpania 72 kursy, Niemcy 45 kursy, Francja 42 kursy. Szwajcaria 38 i Wielka Brytania 33. Szersze zestawienie zostało zaprezentowane w tablicy 1.

W kształceniu inżynierów, poza MOOC-ami technicznymi, można wykorzystać także MOOC-i, których

celem jest nauka umiejętności miękkich. Przykładem takiego kursu jest MOOC „Introduction to public speaking”, który jest oferowany na platformie edX przez University of Washington.

Kurs trwa łącznie 10 tygodni, w trakcie których uczestnicy uczą się zasad i metod prezentowania oraz przedstawiania argumentów, co stanowi niezwykle cenną umiejętność pośród inżynierów.

Tablica 1. Zestawienie MOOC-ów w kategorii „Science and technology (na podstawie [10])

Kraj	Liczba MOOC-ów
Austria	1
Belgia	4
Estonia	1
Finlandia	5
Francja	42
Hiszpania	72
Holandia	16
Międzynarodowe kursy	2
Niemcy	45
Norwegia	1
Portugalia	3
Rosja	11
Szwajcaria	38
Szwecja	2
Wielka Brytania	33

Uczestnicy wspomnianego kursu są zobowiązani do nagrywania swoich wystąpień, a następnie udostępnienia ich pozostałym kursantom. Nagrania podlegają wspólnej ocenie i ewaluacji, co pozwala wykreować umiejętność przekazywania konstruktywnego feedback-u oraz poddaje nas ocenie innych. Taka forma MOOC-a do pełnego uczestnictwa w kursie wymaga dostępu do kamery z mikrofonem, np. w postaci smartphona, oraz konta w serwisie YouTube bądź Apatara, za pośrednictwem których nagrania są udostępniane innym uczestnikom kursu.

Nad kolejną umiejętnością inżyniera, ale i naukowca pochylają się autorzy kursu „Writing in Sciences”. Jest to MOOC oferowany bezpośrednio przez platformę University of Stanford i prowadzony przez Kristin Sainani. Kurs poświęcony był w całości zasadom pisania i redagowania artykułów naukowych po angielsku, analizując jednocześnie wskazówki edytorskie najbardziej cenionych periodyków naukowych, takich jak Science czy Nature. Kurs ten cieszył się dużą popularnością wśród środowiska akademickiego, a jednocześnie był przykładem MOOC-a, przy tworzeniu którego nie wykorzystano nic więcej ponad kamerę internetową, PowerPoint’a i software do aktywnego przechwytywania pulpitu.

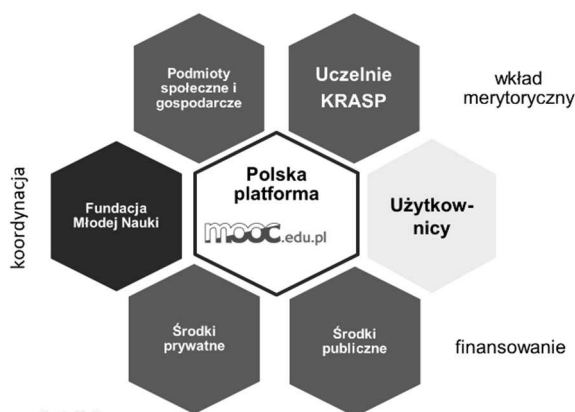
Inne przykłady MOOC-ów, przydatne w kształceniu inżynierów, a które autorzy artykułu sprawdzili na sobie to: Learning to teach online, Foundations of teaching and learning, Becoming a Resilient Person the Science of Stress Management.

4.3. Miejsce i rola Fundacji Młodej Nauki w projekcie na rzecz polskiej platformy MOOC

Krajowa platforma MOOC nie powinna być jedynie spolszczoną kopią platform zagranicznych, lecz stanowić ich rozwinięcie i dostosowanie do polskich potrzeb. Przede wszystkim nie można sprowadzać platformy do samego narzędzia (*software – hardware*). Platforma powinna stanowić rozwiązanie systemowe wspierające współpracę

różnych instytucji i osób: uczelni, przedsiębiorstw, organizacji pozarządowych i branżowych, administracji publicznej, nauczycieli akademickich, praktyków, popularyzatorów nauki. Niezależnie od tematyki MOOC-ów, powinny one reprezentować wysoką jakość merytoryczną i dydaktyczną, bez tego nie będzie możliwe zbudowanie zaufania do kursów u różnych interesariuszy, a przede wszystkim osób uczących się.

Platforma wymaga wypracowania zasad współpracy, sposobu organizacji tworzenia MOOC-ów, a także pozyskiwania środków na ich finansowanie. Koordynowanie takich działań wymaga zaangażowania instytucji zewnętrznej w stosunku do twórców MOOC-ów tj. uczelni i wykładowców. Pełnienia roli takiej instytucji podjęła się Fundacja Młodej Nauki (rys.4) skupiająca zarówno młodych, jak i doświadczonych naukowców, działaczy społecznych, przedsiębiorców i ludzi wolnych zawodów.



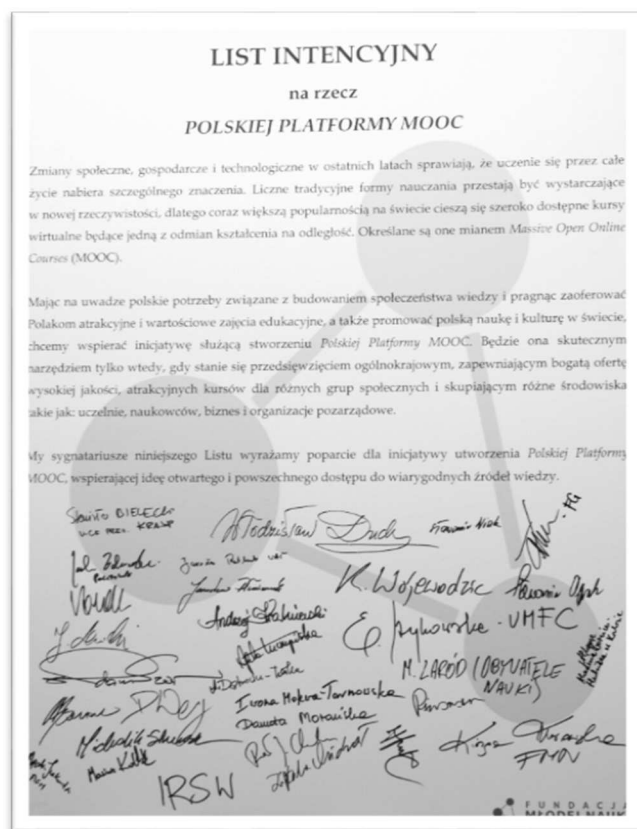
Rys. 4. Podmioty i obszary współpracy będące podstawą tworzenia polskiej platformy MOOC (oprac. FMN)

Pierwszym krokiem w realizacji założonych celów i realizacji misji Fundacji było zebranie doświadczonych osób w zakresie kształcenia na odległość z całej Polski. 20 stycznia 2015 r. w murach Politechniki Warszawskiej została zorganizowana konferencja „Moc MOOC-ów – czas na polską platformę”, w której uczestniczyły nie tylko osoby zajmujące się kształceniem na odległość w uczelniach, ale także rektorzy, przedstawiciele ministerstw z podsekretarzem stanu w Ministerstwie Nauki i Szkolnictwa Wyższego, przedsiębiorcy oraz publicyści. Konferencja potwierdziła potrzebę zacieśniania współpracy i koordynowania działań w obszarze kształcenia na odległość. Uczestnicy zwracali uwagę na konieczność wypracowania systemowych rozwiązań dla finansowania MOOC-ów, ogólnopolską promocję kursów, a także zapewnienie ich wysokiej jakości. Efektem spotkania było m.in. podpisanie listu intencyjnego, którego celem było skupienie beneficjentów Polskiej Platformy MOOC.

Przy tworzeniu platformy Fundacja proponuje działania dwutorowe. Z jednej strony organizację współpracy zainteresowanych podmiotów i wypracowanie założeń merytorycznych projektu. Z drugiej – zapewnienie finansowania. Takie działania pozwolą na przygotowanie i przetestowanie narzędzia oraz pierwszych kursów, których stopniowe uruchamianie stanowić będzie fazę pilotażową.

Pierwsze kursy powinny prezentować szeroki wachlarz tematyczny i angażować nie tylko uczelnie, ale także inne podmioty, przede wszystkim przedsiębiorców. Docelowo należy zadbać, aby na platformie przez cały czas dostępne

były kursy (tzn. zapewnić regularne uruchamianie nowych MOOC-ów i wznawianie już zakończonych). Pomoc organizacyjna oraz promocja MOOC-ów będą podstawowymi zadaniami Fundacji.



Rys. 5. List intencyjny, FMN

Kluczowym wyzwaniem przy tworzeniu polskiej platformy MOOC jest wypracowanie zasad finansowania, tworzenia i prowadzenia kursów po okresie prac pilotażowych, co stanowi statutowe podstawowe zadania, jakie stawia sobie FMN.

5. PODSUMOWANIE

Fundacja Młodej Nauki, jako inicjator i koordynator Polskiej Platformy MOOC ma przyczynić się do wzbogacenia efektywności kształcenia dobrych inżynierów.

Przytoczone kursy to tylko wybrane przykłady obrazujące możliwość wykorzystania MOOC-ów w kształceniu inżynierów. Wszystkie one odbiegają od klasycznej konwencji kursu stworzonego w oparciu o materiały wykładowe i zadania testowe, rozwijając ideę nauki praktycznych umiejętności. Różnorodność tematyki, metod i narzędzi wykorzystywanych w kursach MOOC sprawia, że proces kształcenia może być ciekawy, element międzynarodowy stwarza rzeczywiste warunki pracy przyszłych inżynierów. Kwestie społeczne podnoszone przez przeciwników MOOC-ów są realizowane są m.in. poprzez fora dyskusyjne oraz media społecznościowe, promując i zachęcając do uczenia się oraz pracy w grupach.

6. BIBLIOGRAFIA

1. Główny Urząd Statystyczny, Rocznik statyczny pracy 2012, Warszawa 2014.

2. M. Waldrop, „Campus 2.0: MOOCs are transforming higher education” *Nature*, 14 March 2013”.
3. Rodriguez, O. (2012). MOOCs and the AI-Stanford like courses: Two successful and distinct course formats for massive open online courses. *European Journal of Open, Distance, and E-Learning*, Retrieved from <http://www.eurodl.org/materials/contrib/2012/Rodriguez.htm> .
4. Hollands, F. M., & Tirthali, D. (2014). MOOCs: expectations and reality. Full report. Center for Benefit-Cost Studies of Education, Teachers College, Columbia University, NY.
5. Sadler, P. M., Good, E., 2006. The impact of self-and peer-grading on student learning. *Educational assessment* 11, 1–31.
6. Vardi, M. Y., 2012. Will MOOCs Destroy Academia *Commun. ACM* 55, 5–5. doi:10.1145/2366316.2366317
7. Chamberlin, L., & Parish, T. (2011). MOOCs: Massive open online courses or massive and often obtuse courses? *eLearn Magazine*, August 2011. Retrieved from <http://elearnmag.acm.org/featured.cfm?aid=2016017>.
8. Colvin, K. F., Champaign, J., Liu, A., Zhou, Q., Fredericks, C., Pritchard, D.E., 2014. Learning in an introductory physics MOOC: All cohorts learn equally, including an on-campus class. *The International Review of Research in Open and Distributed Learning* 15.
9. Yukelson A., U.Lab: A new model for learning, 2015, <https://www.presencing.com/engage/story/ulab-new-model-learning> .
10. Komisja Europejska, Open Education Europa, http://www.openeducationeuropa.eu/en/european_scoreboard_moocs [DOA: 10.02.2015].
11. Fini Antonio, *The Technological Dimension of a Massive Open Online Course: The Case of the CCK08 Course Tools*, “International Review of Research in Open and Distance Learning” Volume 10, Number 5. November 2009.
12. Ustawa z dnia 11 lipca 2014 r. o zmianie ustawy – Prawo o szkolnictwie wyższym oraz niektórych innych ustaw, Dz.U. 2014 poz. 1198.
13. Platforma „Nomad”: <http://nomad.pja.edu.pl/home> .
14. Centrum e-learningu AGH: <http://www.cel.agh.edu.pl/tag/otwarta-nauka/> .
15. Górniak Jarosław, Kompetencje Polaków a potrzeby polskiej gospodarki. Raport podsumowujący IV edycję badań Bilans Kapitału Ludzkiego, Warszawa – Kraków 2014.

POWER OF MOOC - TIME TO POLISH SYSTEM SOLUTIONS

MOOC, massive open online courses is a modern, efficient and very convenient form of education that reaches a wide audience. MOOCs are dedicated for a broad-themed courses from the courses guidance, by popular after explaining complex technical issues. Article presented by the Foundation of Young Science is an initiative dedicated to support the creation and promotion of Polish MOOC Facilities, discusses the work already undertaken and lessons learned, and shows the way, which is facing the creators of Polish courses.

Keywords: Polish MOOC, Foundation of Young Science.

II Konferencja

eTechnologies in Engineering Education eTEE'2015

Politechnika Gdańska, 30 kwietnia 2015

GEOGEBRA JAKO PRZYKŁAD ZASTOSOWANIA OPROGRAMOWANIA OTWARTEGO W NAUCZANIU MATEMATYKI

Katarzyna KIEPIELA¹, Marcin WATA², Dorota ŻAREK³

1. Politechnika Gdańska, Centrum Nauczania Matematyki i Kształcenia na Odległość
tel.: 58 348 6440 e-mail: katarzyna.kiepiela@pg.gda.pl
2. Politechnika Gdańska, Centrum Nauczania Matematyki i Kształcenia na Odległość
tel.: 58 348 6195 e-mail: marwata@pg.gda.pl
3. Politechnika Gdańska, Centrum Nauczania Matematyki i Kształcenia na Odległość
tel.: 58 348 6195 e-mail: dorota.zarek@pg.gda.pl

Streszczenie: W artykule przedstawiono przykładowe aplety stworzone w programie GeoGebra. Aplet te ilustrują treści programowe realizowane w czasie zajęć matematyki na Politechnice Gdańskiej na większości kierunków. Mogą one być wykorzystane w tworzeniu interaktywnego kursu Moodle wspomagającego uczenie się przedstawionych pojęć zarówno przez studentów jak i uczniów szkół ponadgimnazjalnych.

Słowa kluczowe: GeoGebra, aplet, funkcja.

1. GEOGEBRA – INFORMACJE OGÓLNE

Wraz z rozwojem techniki i szerszym dostępem do Internetu pojawiło się zapotrzebowanie na wykorzystanie najnowszych zdobyczy techniki do nauki. Zaczęły pojawiać się nie tylko programy ułatwiające naukę języków, geografii czy historii, ale również programy pozwalające przyswoić wiedzę z przedmiotów ścisłych. Jednym z takich programów jest GeoGebra. Wielki angielski matematyk sir Michael Atiyah określił geometrię i algebrę, jako dwa filary matematyki. Oprogramowanie GeoGebra w zamierzeniu twórcy łączy w sobie obie te dziedziny, co odzwierciedla jego nazwa.

1.1. Wymagania programu

GeoGebra to darmowe oprogramowanie pomocne w procesie nauczania matematyki, fizyki, ekonomii, informatyki, itp. Wykorzystywane jest przez wielu nauczycieli i uczniów w procesie nauczania, na wszystkich poziomach edukacji, od szkoły podstawowej do szkoły wyższej. Jest to program łatwo dostępny. Można go pobrać ze strony <http://www.geogebra.org>. Do używania GeoGebry niezbędne jest jedynie zainstalowanie środowiska Java.

1.2. Historia powstania

Twórcą oprogramowania jest Markus Hohenwarter. Pracę nad programem rozpoczął, jako student Uniwersytetu w Salzburgu w 2001 roku. Rok później GeoGebra została laureatką głównej nagrody European Academic Software Award. Dzięki tej nagrodzie program zyskał wielu zwolenników i użytkowników na całym świecie. W latach 2006-2009 Markus Hohenwarter

kontynuował pracę nad oprogramowaniem na Florida Atlantic University oraz Florida State University. Od 2010 współpracuje z innymi programistami i tłumaczami nad ciągłym ulepszaniem programu GeoGebra. Zespół zajął się dostosowaniem oprogramowania do smartfonów, iPhone'ów i tabletów. Największym wyzwaniem stało się więc uniezależnienie programu od środowiska Java. Udało się to niedawno i mamy już teraz wersję GeoGebry nie tylko na komputery, ale również na przenośne urządzenia multimedialne [1].

1.3. GeoGebra – urozmaicenie nauczania matematyki

GeoGebra łączy algebrę, geometrię, wykresy i tabele. Ułatwia zrozumienie pojęć matematycznych poprzez konstrukcje i tworzenie różnych modeli matematycznych. Jest bardzo dobrym narzędziem wspomagającym naukę zarówno dla osób „raczkujących” w dziedzinie matematyki jak i profesjonalistów.

Oprogramowanie umożliwia nauczycielom uatrakcyjnienie i urozmaicenie procesu nauczania przedmiotu wychodząc poza ramy czarnej tablicy i białej kredy. Tworzenie modeli matematycznych przez uczniów za pomocą GeoGebry sprawia, że matematyka jest dla nich przystępniejsza przez swą interaktywność i dynamiczność. Dzięki temu mogą oni osiągać lepsze wyniki w nauce a nauczyciele mogą czerpać więcej satysfakcji poprzez tworzenie ciekawszych lekcji.

GeoGebra jest bardzo dobrym narzędziem do rysowania wykresów funkcji i omawiania ich własności. Już na poziomie gimnazjum przy graficznym rozwiązywaniu układów równań na podstawie prostego apletu można uczniów zaznajomić z zależnościami między funkcjami liniowymi a rozwiązaniami układów równań [2].

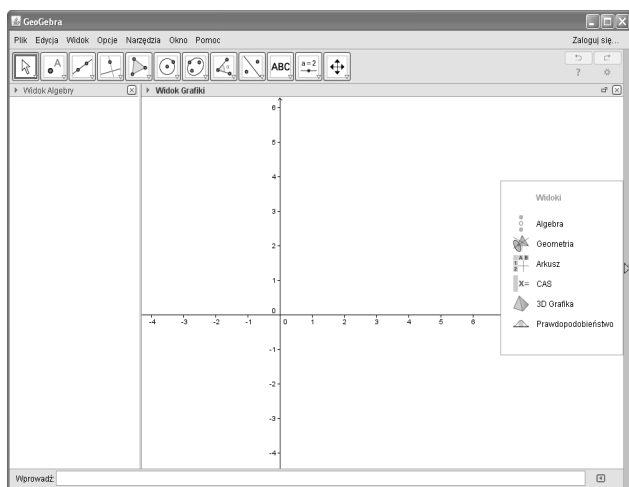
1.4. Łatwość tworzenia apletów

Tworzenie apletów w GeoGebra jest intuicyjne, znajomość zasad programowania jest przydatna, ale nie jest niezbędna. Poszczególne elementy można wybierać z menu znajdującego się w górnej części okna edycji, możliwe jest również wpisywanie poleceń tekstowych

w wierszu poleceń. W zależności od potrzeb możemy wykorzystać następujące widoki (rys. 1):

- widok algebry – możliwość tworzenia między innymi: zmiennych, wzorów funkcji, prostych, krzywych stożkowych, itp.;
 - dwa widoki grafiki – tworzenie obiektów geometrycznych, wykresów funkcji, jak również możliwość stworzenia interfejsu graficznego;
 - widok arkusza kalkulacyjnego;
 - widok protokołu konstrukcji;
 - CAS (ang. Computer Algebra System) – prosty system algebry komputerowej;
- oraz od wersji 5.0
- widok grafiki trójwymiarowej;
 - widok kalkulatora prawdopodobieństwa.

W drugiej części artykułu pokażemy wykorzystanie wybranych elementów w obu widokach grafiki.



Rys. 1. Widok okna GeoGebry

1.5. Dostępność materiałów

Oprogramowanie GeoGebra rozwijane jest przez grupę entuzjastów. Jak w każdym z takich przypadków wiele przykładowych apletów, instrukcji oraz podręczników użytkownika udostępnianych jest bezpłatnie w Internecie. Dobrym źródłem materiałów jest oficjalna strona GeoGebry <http://wiki.geogebra.org/>. Przykładem materiałów tworzonych przez lokalne organizacje zrzeszające entuzjastów GeoGebry jest obszerny podręcznik GeoGebry w języku angielskim [3] w którym znajdziemy opis instalacji programu w różnych środowiskach, a także szczegółowy przegląd narzędzi i poleceń dostępnych w GeoGebrze.

W języku polskim ukazały się trzy pozycje książkowe [4], [5], [6], w których użytkownik na każdym poziomie zaawansowania znajdzie wiele ciekawych pomysłów, które można wykorzystać przy tworzeniu apletów. W języku niemieckim odnajdziemy interesującą pozycję [7] oraz propozycje wykorzystania oprogramowania w szkole ponadgimnazjalnej [8].

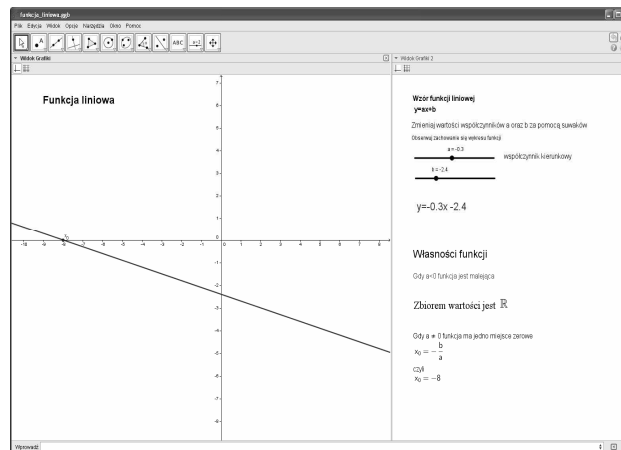
2. GEOGEBRA, PRZYKŁADOWE APLETY

Podstawowym pojęciem, jakim posługuje się analiza matematyczna jest pojęcie funkcji. Przez pierwsze tygodnie nauki matematyki studenci Politechniki Gdańskiej na różnych kierunkach studiów utrwala ją i systematyzują wiadomości o ogólnych własnościach

funkcji oraz o funkcjach elementarnych. Następnie studenci poznają rachunek różniczkowy funkcji jednej zmiennej. GeoGebra umożliwia zilustrowanie jednego z ważniejszych dla studenta pojęć związanych z funkcjami rzeczywistymi - wykresu funkcji.

2.1. Funkcja liniowa

Omówienie możliwych zastosowań GeoGebry zaczniemy od prostego apletu omawiającego pojęcie funkcji liniowej (rys. 2).



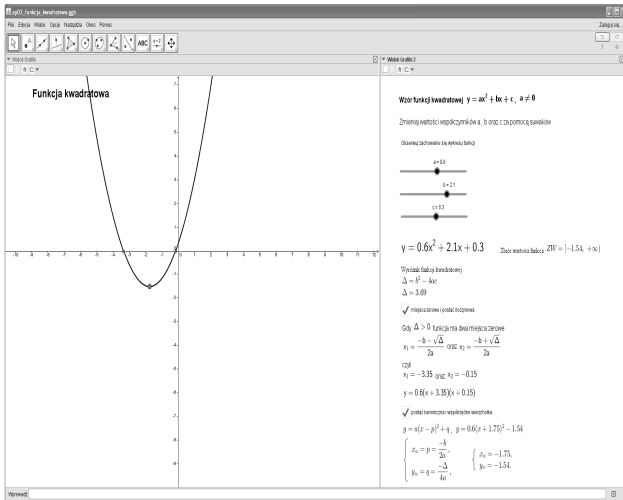
Rys. 2. Aplet – funkcja liniowa

W aplecie tym użyto dwóch widoków grafiki. W lewym oknie znajduje się wykres funkcji liniowej, a prawe okno wykorzystano do stworzenia menu apletu i przedstawienia informacji o omawianej funkcji. W oknie tym znajdują się suwaki, którymi student może ustawić wartości współczynnika kierunkowego prostej i wyrazu wolnego, oraz odczytać własności zdefiniowanej funkcji (między innymi: monotoniczność, zbiór wartości, miejsca zerowe).

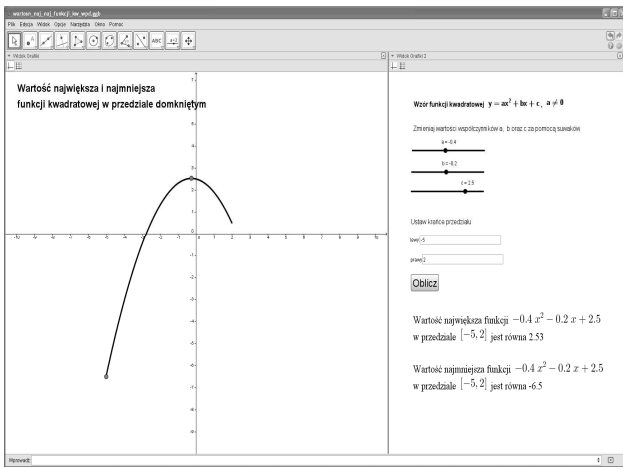
2.2. Funkcja kwadratowa

Drugi aplet (rys. 3) omawiający funkcję kwadratową ax^2+bx+c , $a \neq 0$ jest zbudowany na podobnej zasadzie. W lewym oknie student widzi wykres funkcji kwadratowej – parabolę. W prawym oknie student może ustawić za pomocą suwaków wartości współczynników funkcji. Ustawienie wartości współczynnika a przy wyrazie x^2 równej zero nie jest możliwe, ponieważ odpowiada za to odpowiedni skrypt. Oprócz suwaków, kolejnym elementem GeoGebry użytym w aplecie są pola wyboru. Za pomocą pierwszego z nich student może w oknie menu uzyskać informacje o ilości i wartości miejsc zerowych, oraz związanej z tym zagadnieniem postaci iloczynowej funkcji kwadratowej. Po wybraniu drugiego pola wyboru student uzyskuje informację o postaci kanonicznej i współrzędnych wierzchołka badanej funkcji jak i wzory ogólne.

Następny aplet (rys. 4) umożliwia wyznaczenie wartości największej i najmniejszej funkcji kwadratowej w przedziale domkniętym. W aplecie tym użyto tekstowych pól wyboru do ustawienia wartości krańców przedziału oraz przycisku *Oblicz*. Zmiana krańców przedziału i/lub współczynników funkcji kwadratowej ukrywa wartość największą i najmniejszą za pomocą odpowiednich skryptów. Naciśnięcie przycisku *Oblicz* uruchamia skrypt wyliczający największą i najmniejszą wartość oraz pokazujący punkty w których te wartości są przyjmowane.



Rys. 3. Aplet – funkcja kwadratowa



Rys. 4. Aplet - wartość największa i najmniejsza funkcji kwadratowej w przedziale domkniętym

2.3. Funkcja homograficzna

Kolejny aplet (rys. 5) zaznajamia uczniów i studentów z wykresem funkcji homograficznej – hiperbolą. Z otrzymanego wykresu funkcji mogą odczytywać dziedzinę i zbiór wartości funkcji, omówić monotoniczność oraz odczytać równania asymptot.

2.4. Ogólne własności wykresów funkcji

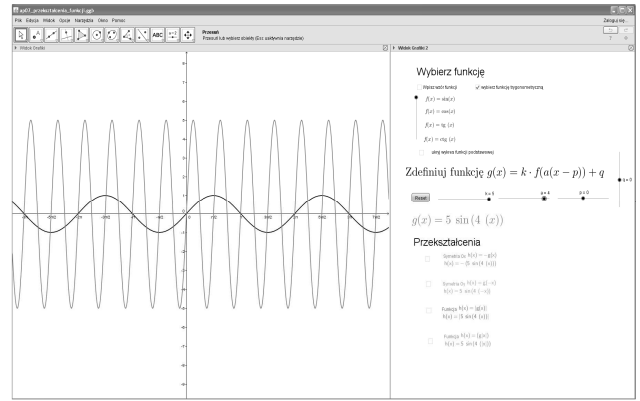
Poniżej przedstawiamy trzy aplety omawiające pewne ogólne własności wykresów funkcji.

Aplet przedstawiony na rysunku 6 wykreśla funkcję parzystą lub nieparzystą. Użytkownik definiuje za pomocą pola tekstowego część funkcji dla dodatnich argumentów. W zależności od zaznaczenia jednego z dwóch pól wyboru otrzymuje wykres funkcji parzystej z zaznaczoną osią symetrii lub wykres funkcji nieparzystej z zaznaczonym środkiem symetrii.

Aplet z rysunku 7 ilustruje zależności między wzorami funkcji oraz ich wykresami po wybranym przekształceniu:

- symetrii osiowej względem osi OX,
- symetrii osiowej względem osi OY,
- przesunięciu o wektor.

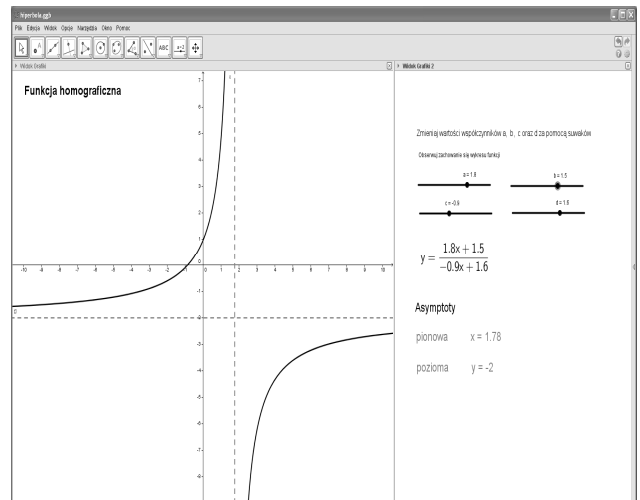
Następny aplet (rys. 8) jest rozszerzeniem apletu 7. Przekształca on wykres wprowadzonej funkcji lub funkcji trygonometrycznej wybranej ze zdefiniowanej listy według następującego wzoru $g(x) = k \cdot f(a(x-p)) + q$.



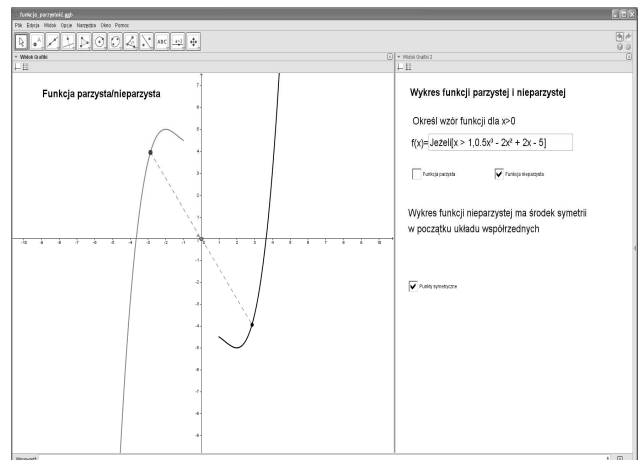
Rys. 8. Aplet – przekształcanie wykresów funkcji

2.5. Funkcje wykładnicze i logarytmiczne jako funkcje wzajemnie odwrotne

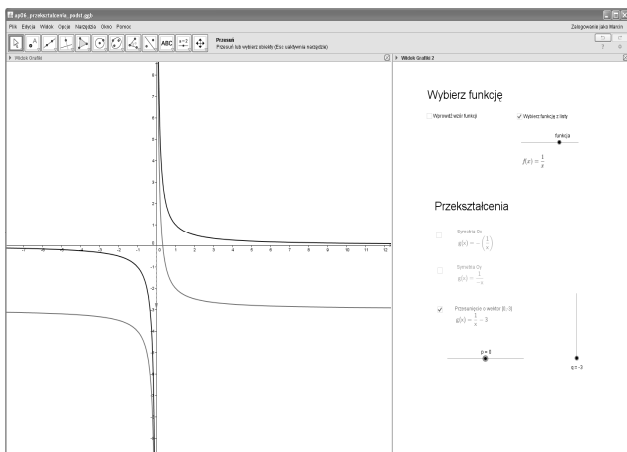
W nauczaniu matematyki zarówno szkolnym, jak i akademickim, pewne pojęcia sprawiają uczącym się szczególne trudności. Jednym z takich pojęć jest funkcja odwrotna. Poniższy aplet (rys. 9) pokazuje związki między funkcjami odwrotnymi na przykładzie funkcji wykładniczych i logarytmicznych, co w dużej mierze ułatwia uczącym się zrozumienie tego zagadnienia.



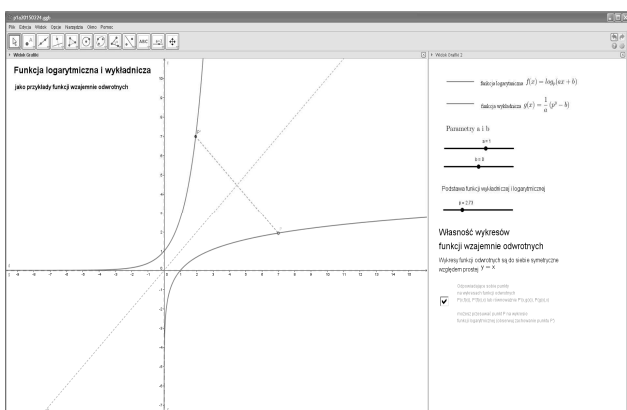
Rys. 5. Aplet – hiperbola



Rys. 6. Aplet – parzystość funkcji



Rys. 7. Aplet – przekształcanie wykresów funkcji



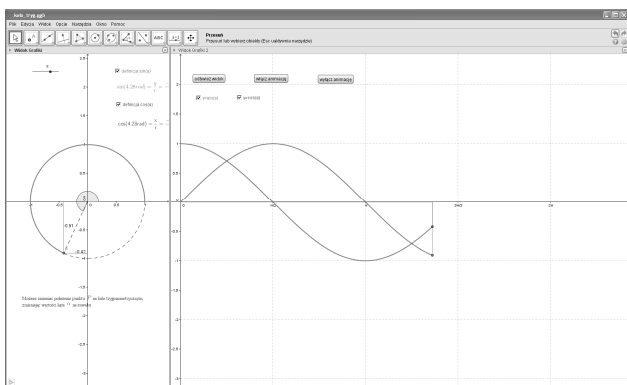
Rys. 9. Aplet – funkcja wykładnicza i logarytmiczna jako przykład funkcji wzajemnie odwrotnych

2.6. Funkcje trygonometryczne

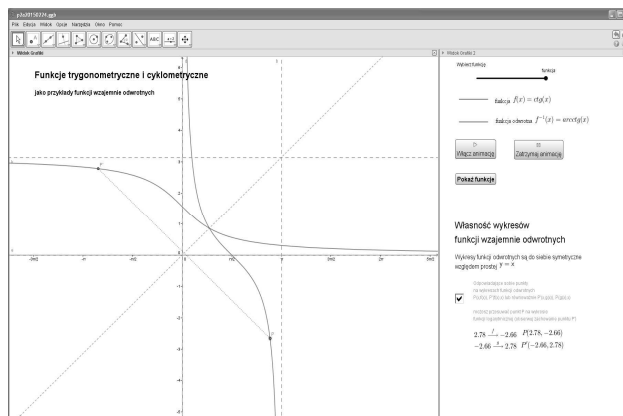
Kolejnym pojęciem z którym uczniowie i studenci mają trudności są funkcje trygonometryczne. GeoGebra pozwala zilustrować w prosty sposób geometryczną definicję funkcji sinus i cosinus, co prezentuje poniższy aplet (rys. 10).

2.7. Funkcje cyklometryczne

W dalszym toku nauki studenci zapoznają się z funkcjami cyklometrycznymi (kołowymi). Rysowanie wykresu funkcji kołowych możemy zademonstrować analogicznie jak w aplecie 9, jako kolejny przykład wykresów funkcji odwrotnych (rys. 11).



Rys. 10. Aplet – geometryczna definicja funkcji sinus i cosinus



Rys. 11. Aplet – wykresy funkcji cyklometrycznych

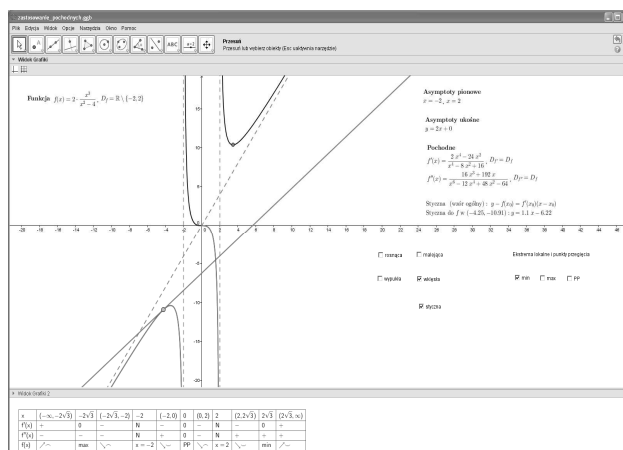
2.8. Badanie przebiegu zmienności funkcji

W programie GeoGebra można obliczać granice i granice jednostronne funkcji oraz wyznaczać pochodne. Trzeba jednak zwrócić uwagę, że ze względu na złożoność tych zagadnień możliwości programu są w tym względzie ograniczone. Przy odpowiednio dobranych przykładach zadań domowych, student ma możliwość samodzielnej weryfikacji poprawności uzyskanych wyników. Jest to cenne w wyrabianiu pewności siebie i samodzielności w rozwiązywaniu zadań.

Zadaniem często podsumowującym omawianie zastosowania granic i pochodnych funkcji jednej zmiennej na kursie matematyki jest badanie przebiegu zmienności funkcji. Poniższy aplet (rys. 12) pokazuje jak za pomocą GeoGebry można zilustrować takie zadanie. Student może sprawdzić poprawność każdego etapu badania funkcji:

- wyznaczenie dziedziny,
- wyznaczenie asymptot,
- obliczenie pierwszej pochodnej i jej interpretacja,
- wyznaczenie stycznej do wykresu,
- obliczenie drugiej pochodnej i jej interpretacja.

Należy zwrócić uwagę, że zaimplementowane w GeoGebra polecenie *Asymptota* nie zawsze wyznacza asymptoty jednostronne.

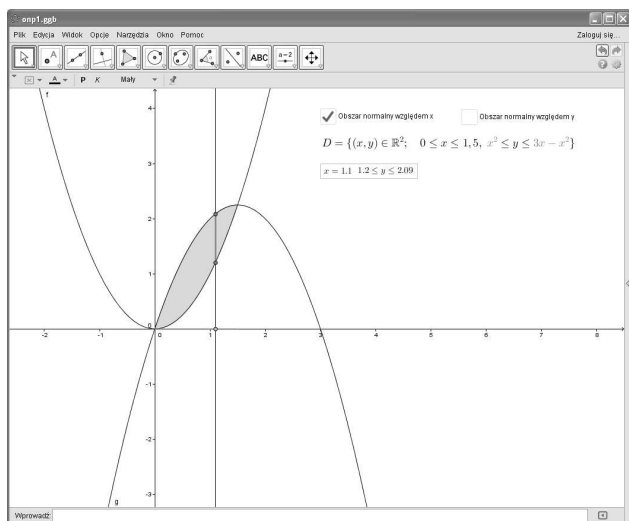


Rys. 12. Aplet – przebieg zmienności funkcji

3. INNE ZASTOSOWANIA

GeoGebra ma wbudowane polecenia umożliwiające obliczanie całek oznaczonych, sumy dolnej i górnej, pola między wykresami funkcji. Można zastanowić się nad zastosowaniem GeoGebry do obliczania całek

wielokrotnych. Jednym z problemów na jaki napotykają studenci jest opis obszaru całkowania jako obszaru normalnego względem osi OX lub OY. Najczęstszym błędem popełnianym przez uczących się jest opis takiego obszaru jako prostokąta. Poniższy prosty aplet pozwala zrozumieć to pojęcie. Student może wybrać względem której osi opisać przedstawiony obszar, a następnie poruszając punktem na wybranej osi ustalić wartość zmiennej niezależnej i obserwować zakres zmienności drugiej zmiennej.

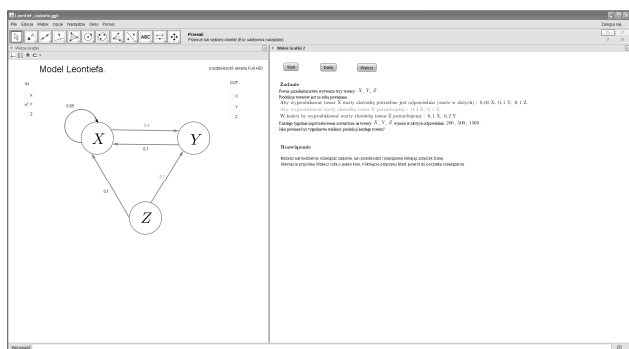


Rys. 13. Aplet – Obszar normalny

Innym przykładem zastosowania GeoGebry jest aplet ilustrujący etapy konstruowania rozwiązania w modelu Leontiefa (rys. 14 i rys. 15). Model ten został opisany w książce [9].

Model Leontiefa jest modelem przepływów międzygałęziowych. Ilustruje zastosowanie równań macierzowych w ekonomii.

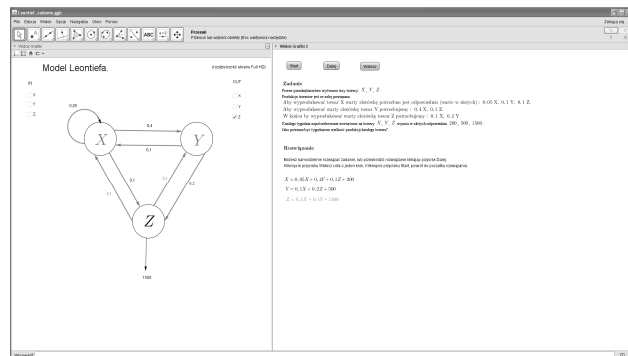
W książce [10] przedstawiono dynamiczny model rynku Arrowa-Hurwicza. W jednym z zamieszczonych przykładów do wyznaczenia trajektorii cen użyto skryptu napisanego w pakiecie Maple. Ten sam wykres trajektorii cen można uzyskać za pomocą następującego apletu (rys. 16).



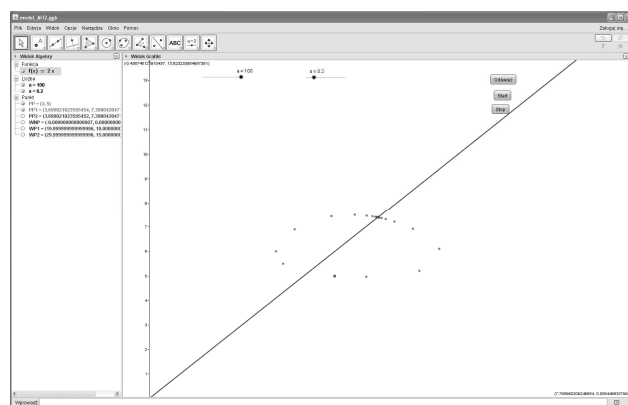
Rys. 14. Aplet – Model Leontiefa (konstrukcja grafu)

Na koniec dwa przykłady fraktali utworzonych w programie GeoGebra za pomocą systemu funkcji iterowanych IFS (ang. Iterated Function System): trójkąt Sierpińskiego (rys. 17) oraz paproć Barnsley'a (rys. 18). Michael Barnsley przedstawił sposób generowania fraktali za pomocą IFS pod nazwą „gra w chaos” (ang. chaos game). W metodzie tej dany jest pewien zbiór

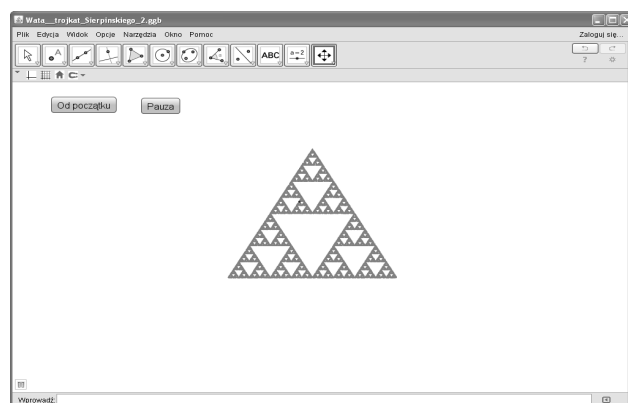
funkcji (przekształceń afinicznych) z określonym prawdopodobieństwem wylosowania każdej z nich. Dla punktu $(x; y)$ wybieramy losowo funkcję ze zdefiniowanego zbioru i wykonujemy przekształcenie otrzymując nowy punkt. Zaznaczamy punkt na płaszczyźnie, po czym ponownie losujemy funkcję i dokonujemy kolejnego przekształcenia. Proces ten powtarzamy zadaną liczbę razy (im więcej punktów przetworzymy tym dokładniejszy obraz fraktala otrzymamy). Szczegółowy opis metody można znaleźć np. w pozycjach [11] i [12].



Rys. 15. Aplet – Model Leontiefa (konstrukcja macierzy Leontiefa)



Rys. 16. Aplet – Trajektorii cen w modelu Arrowa-Hurwicza

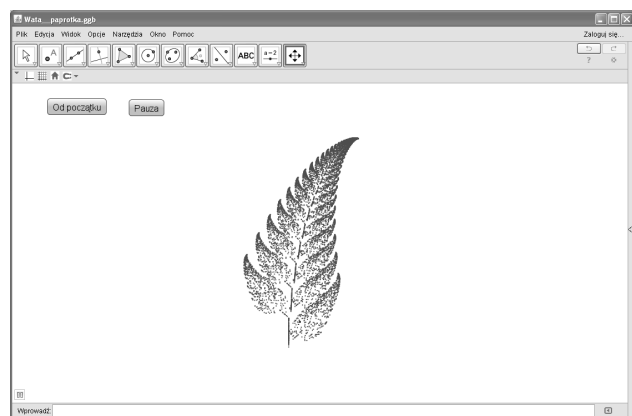


Rys. 17. Aplet – Trójkąt Sierpińskiego

4. WNIOSKI KOŃCOWE

W artykule zasygnalizowano możliwości jakie daje zastosowanie programu GeoGebra w nauczaniu matematyki. W części 2 przedstawiono przykłady apletów zgodnych z treściami programowymi szkół

ponadgimnazjalnych (profil rozszerzony), które mogą zostać wykorzystane do stworzenia kursu Moodle wspomagającego nauczanie matematyki studentów politechniki w początkowym okresie studiów. Najnowsza wersja programu GeoGebra umożliwia, za pomocą serwisa GeoGebraTube, osadzenie gotowych apletów na stronach WWW, wykorzystując HTML5, jednocześnie eliminując konieczność instalowania środowiska Java. Linki do działających apletów umieszczone zostały na stronie <http://www.pg.gda.pl/~marwata/geogebra>. Aplety przygotowane zostały przez autora strony.



Rys. 18. Aplet – Paproć Barnsley'a

5. BIBLIOGRAFIA

1. Kośka A.: III Ogólnopolska Konferencja GeoGebry, Matematyka. Czasopismo dla nauczycieli, nr 10, listopad 2012 r., s. 60-61.
2. Świst M., Zielińska B.: Program nauczania matematyki w gimnazjum

3. <https://www.pazdro.com.pl/adm/fckeditor/upload/program-matematyka.pdf> (DOA: 23.03.2015).
4. http://research.shu.ac.uk/geogebra/GIS_Guides/Official_GeoGebra_Manual.pdf (DOA: 23.03.2015).
5. GeoGebra: Wprowadzanie innowacji edukacyjnej, Wydawnictwo Uniwersytetu Mikołaja Kopernika, 2011.
6. GeoGebra. Innowacja edukacyjna – kontynuacja, Wydawnictwo Akademickie Sedno, 2013.
7. Matematyka z GeoGebra, Wydawnictwo Akademickie Sedno, 2014.
8. Schilling K.: ANALYSIS Schülerband. Einführungsphase. Kerncurriculum. Niedersachsen, Bildungsverlag Eins GmbH, 2013.
9. Kaenders R.: Mit Geogebra Mehr Mathematik Verstehen, Springer Spectrum, 2014.
10. Kozarzewski R., Matuszewski W., Zacharski J.: Matematyka dla ekonomistów, część 2, Wyższa Szkoła Ekonomiczno-Informatyczna w Warszawie, Warszawa 2000.
11. Górka J., Orzeszko W., Wata M.: Ekonomia matematyczna, Wydawnictwo C.H. Beck, Warszawa 2009.
12. Demko S., Barnsley M. F.: Iterated Function Systems and the Global Construction of Fractals, Proceedings of the Royal Society of London. Series A, Mathematical and Physical Sciences, Vol. 399, No. 1817 (Jun. 8, 1985), s. 243-275.
13. Barnsley M. F.: Fractals everywhere, Academic Press, 1988.

GEOGEBRA AS AN EXAMPLE OF OPEN SOURCE SOFTWARE IN THE TEACHING OF MATHEMATICS

Presented article describes examples of applets created in GeoGebra. These applets, demonstrated in the second part, cover a part of the syllabus taught at the majority of mathematics courses at Gdansk University of Technology. We suggest a few applets, which can be useful in understanding the concept of inverse functions. The applets can be used to create an interactive Moodle course supporting teaching and learning mathematics by both the university students and high school students. In the third part of the article we also give examples of applications of GeoGebra in mathematical economics and examples from the fascinating world of fractals.

Keywords: GeoGebra, applet, function.

II Konferencja

eTechnologies in Engineering Education eTEE'2015

Politechnika Gdańska, 30 kwietnia 2015

**MOŻLIWOŚCI WSPARCIA TECHNICZNYCH STUDIÓW PODYPLOMOWYCH
NARZĘDZIAMI ZDALNYMI NA PRZYKŁADZIE PROJEKTU „PIT MOBILNE STUDIA
PODYPLOMOWE WE WSPÓŁPRACY Z PRZEMYSŁEM”**

Kinga KORNIJEJENKO

Politechnika Krakowska, Wydział Mechaniczny, Instytut Inżynierii Materiałowej
tel.: +48 12 628 3821 e-mail: kinga@mech.pk.edu.pl

Streszczenie: Celem artykułu jest analiza możliwości wdrożenia różnych form wsparcia procesu nauczania przez narzędzia zdalne na przykładzie projektu „PIT Mobilne studia podyplomowe we współpracy z przemysłem” finansowanego z Europejskiego Funduszu Społecznego. Obejmuje on dwa kierunki technicznych studiów podyplomowych realizowane w formie *blended learning* na Wydziale Mechanicznym Politechniki Krakowskiej w latach 2013-15. W artykule przedstawiono nowoczesne możliwości rozwoju studiów podyplomowych o profilu technicznym dopasowanych zarówno do potrzeb studentów, jak i współczesnego rynku pracy. Zastosowane metody badawcze to: analiza krytyczna źródeł literaturowych, *case study* oraz analiza badań ankietowych przeprowadzonych na uczestnikach studiów podyplomowych w ramach ewaluacji projektu.

Słowa kluczowe: studia podyplomowe, m-learning, stanowiska zdalne, *blended learning*.

1. WSTĘP

Projekt „PIT Mobilne studia podyplomowe we współpracy z przemysłem” (UDA-POKL.04.01.01-00-245/11) jest realizowany przez Politechnikę Krakowską Wydział Mechaniczny 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, do wąskiego grona uczelni i jednostek naukowych kształcących podyplomowo na studiach inżyniersko-technicznych. Stanowi on projekt innowacyjny, który jest prowadzony w temacie „Nowe modele kształcenia przez całe życie, w tym integrowanie funkcjonujących modeli kształcenia ustawicznego”.

Głównym celem projektu jest stworzenie innowacyjnego modelu studiów podyplomowych o profilu technicznym w roku 2012 oraz przetestowanie go na 45 uczestnikach 2 kierunków studiów podyplomowych uruchomionych na Wydziale Mechanicznym Politechniki Krakowskiej w latach 2013-15. W ramach opisywanego projektu innowacyjnego realizowane były dwa rodzaje technicznych studiów podyplomowych:

- Międzynarodowy Inżynier Spawalnik,
- Napędy i Sterowanie Płynowe.

Kierunki te zostały wybrane ze względu na potrzeby rynku w rejonie polski południowej. Są one realizowane w znacznej mierze w formie *blended learningu* przy wykorzystaniu zarówno tradycyjnych form przekazywania wiedzy, jak i poprzez różne narzędzia e-learningu i m-learningu. Efektywność tej formy prowadzenia zajęć potwierdzają liczne prace badawcze [1, 2, 3].

2. ZNACZENIE KSZTAŁCENIA MOBILNEGO I ELEMENTÓW INNOWACYJNYCH W KSZTAŁCENIU PODYPLOMOWYM NA KIERUNKACH TECHNICZNYCH

2.1. Znaczenie kształcenia ustawicznego

Niepokojący jest spadek liczby osób na studiach podyplomowych: 194 212 osób w roku akademickim: 2009/2010, 185 418 osób w roku akademickim: 2010/2011) i niewielki wzrost w roku kolejnym roku akademickim 2011/12 do 189 636 osób oraz kolejny spadek w następujących latach tj. 172 589 w roku akademickim 2012/13 i 163 628 w 2013/14 [4, 5]. Liczba osób na studiach podyplomowych na kierunku inżyniersko-technicznym miała niestety również tendencję spadkową.

Liczba osób, które zakończyły studia podyplomowe to około 3% wszystkich Polaków. Przy czym tę formę kształcenia częściej wybierają kobiety – około 70% wszystkich słuchaczy. Warto przy tym zauważyć, że tendencja ta jest odwrotna na kierunkach technicznych, gdzie częściej kształcą się mężczyźni. Studia podyplomowe są szczególnie popularne w grupach wiekowych 26-35 lat (5% osób z takim doświadczeniem) i 36-50 lat (4%) [6].

Tendencja spadkowa kształcenia na studiach podyplomowych, w tym na kierunkach technicznych, jest niepokojąca, jeśli weźmiemy pod uwagę zapotrzebowanie rynku pracy na wysoko wykwalifikowanych specjalistów aktualizujących swoje umiejętności wraz ze zmieniającymi się warunkami otoczenia.

Warto przy tym zauważyć, że chociaż studia podyplomowe nie zmieniają stopy zatrudnienia osób z wyższym wykształceniem [6], to jak wskazują analizy, że mogą one wpływać na wysokość wynagrodzenia [7]. Pracownicy mający tytuł magistra i będący ponadto absolwentami studiów podyplomowych mogą oczekiwać wyższego wynagrodzenia, w porównaniu do osób, które nie ukończyły studiów podyplomowych.

Pomimo dużego znaczenia doksztalcenia na studiach podyplomowych i związanych z tym perspektywicznych korzyści, stosunkowo mało osób podejmuje tę formę kształcenia. Prawdopodobnych przyczyn takiego stanu rzeczy może być kilka:

- brak opracowanych nowoczesnych programów kształcenia, w szczególności na studiach o profilu technicznym,
- niewielka współpraca nauki z biznesem, a w szczególności z przemysłem, powodująca brak programów kształcenia dopasowanych do potrzeb rynku pracy,
- niż demograficzny, ogólny spadek liczby osób studiujących,
- wysokie bezrobocie oraz niskie zarobki niepozwalające niektórym grupą np. absolwentki/ci na dostęp do atrakcyjnych kierunków studiów podyplomowych.

Widoczna jest więc luka pomiędzy zapotrzebowaniem na taką formę kształcenia a jej wyborem przez potencjalnych uczestników. Badania prowadzone w ramach projektu „PIT Mobilne studia podyplomowe we współpracy z przemysłem” potwierdziły występowanie takiego zjawiska. Były one prowadzone na przedstawicielach trzech zainteresowanych grup: uczelni wyższych, pracodawców oraz słuchaczy lub potencjalnych słuchaczy studiów podyplomowych.

Przeprowadzone w ramach projektu prace badawcze pokazały, że z punktu widzenia uczelni, wsparcie nowoczesnymi formami kształcenia na odległość w dalszym ciągu jest w niewielkim stopniu wykorzystywane na studiach podyplomowych o profilu technicznym. Istnieje widoczna luka na rynku w tym zakresie [8]. Rozwiązania w zakresie e-learningu, które w chwili obecnej, powinny stanowić standard wspomagania procesu edukacyjnego dla praktycznie każdego kierunku studiów nadal są wykorzystywane bardzo rzadko, zaś rozwiązania m-learningowe sporadycznie.

Kolejnym analizowanym elementem była organizacja studiów podyplomowych. Są one stosunkowo często realizowane we współpracy z innymi jednostkami. Jednakże współpraca ta ma najczęściej charakter zaangażowania jedynie kadry dydaktycznej osób spoza danej jednostki (najczęściej ze względu na brak adekwatnych kompetencji u własnego personelu). Pozytywnym zjawiskiem jest coraz częstsze uzupełnianie programów studiów o zajęcia prowadzone przez praktyków z przedsiębiorstw. Jednakże nadal mało intensywna jest kooperacja z zakładami przemysłowymi oraz istnieje wyraźna luka we współpracy z ośrodkami zagranicznymi [8].

Kolejną analizowaną grupą byli potencjalni pracodawcy osób uczestniczących w studiach podyplomowych o profilu technicznym. Warto zauważyć, że większość pracodawców, w przeprowadzonych ankietach, zadeklarowała wsparcie podnoszenia kwalifikacji osób zatrudnionych. Większość zakładów pracy wspierała finansowo takie formy kształcenia. Przy czym wybierając studia podyplomowe, w których uczestniczy (lub mógłby uczestniczyć) pracownik, zakłady pracy kierują się przede wszystkim: uzyskiwanymi uprawnieniami w kontekście przyszłych planów rozwojowych zakładu [8]. Ważnym elementem studiów jest również ich program, który będzie pozwalał na uzyskanie wiedzy praktycznej. W opinii pracodawców wiedza uzyskiwana na studiach podyplomowych przez pracownika powinna być możliwa do wykorzystania od razu w praktyce, i powinna umożliwiać

rozwiązywanie aktualnych problemów, które mogą wystąpić w przedsiębiorstwie [8].

Badania ankietowe, prowadzone na trzeciej grupie – słuchaczach lub potencjalnych słuchaczach studiów podyplomowych pokazały że główne motywacje do podjęcia kształcenia na studiach podyplomowych to podniesienie kompetencji zawodowych i nabywanie nowych umiejętności możliwych do wykorzystania w pracy zawodowej.

Od studiów podyplomowych ich uczestnicy oczekują przede wszystkim rozwoju nowych umiejętności ściśle związanych z oferowanym profilem kształcenia, t.j. umiejętności specjalistyczne z dziedziny podjętych studiów podyplomowych, umiejętność samodzielnego rozwiązywania problemów zawodowych z tej dziedziny i wiedza specjalistyczna [8].

2.2. Wykorzystanie narzędzi mobilnych

Po raz pierwszy mobilne technologie zostały wprowadzone do dziedziny edukacji w latach 70tych XX wieku [9, 10]. Obecnie na świecie występuje bardzo szybki rozwój technologiczny. Wraz z nim rozwija się również edukacja mobilna, a rozwój samych urządzeń jest czynnikiem sprzyjającym rozwojowi nowych, bardziej efektywnych technik nauczania.

Obecnie w literaturze można spotkać wiele definicji e-learningu, jak i m-learningu, pomiędzy którymi istnieją z reguły niewielkie różnice [9]. Większość opracowań, w tym zakresie, podkreśla jednak przydatność metody w procesie kształcenia, przede wszystkim przez dopasowanie do oczekiwań współczesnego studenta / słuchacza.

Rozwijająca się technologia sprawia, że dostęp do Internetu coraz częściej zapewniają nam inne urządzenia niż komputer tj. smartfony, tablety, palmtopy, notebooki. Również niebagatelne znaczenie w popularyzacji m-learningu ma coraz powszechniejszy dostęp do Internetu mobilnego, który jest coraz lepszej jakości [11]. Dodatkowo, warto zauważyć, że urządzenia mobilne, w przeciwieństwie do komputerów, mamy cały czas przy sobie, co zapewnia dogodny dostęp do zgromadzonej wiedzy (również dostęp „na stanowisku pracy”). Zastosowanie takich narzędzi w procesie kształcenia wymagała jednak przystosowania materiałów do wymagań stawianych przez systemy mobilne, które różnią się od tradycyjnych platform e-learningowych.

Badania potwierdzają również pozytywny stosunek studentów do narzędzi m-learningowych, co przyspiesza proces uczenia się [9, 12, 13]. Należy przy tym zauważyć, że oczekiwania uczestników procesu kształcenia w stosunku do narzędzi mobilnych są nieco inne niż w przypadku nauczania tradycyjnego. W przypadku narzędzi mobilnych student / słuchacz oczekuje zindywidualizowania treści kształcenia oraz dopasowania zawartości do jego potrzeb, a także łatwego dostępu do materiały w chwili gdy jest on mu potrzebny [13, 14].

Również warto spostrzec, że istnieją różnice pomiędzy wykorzystaniem narzędzi e-learningowych i m-learningowych [13, 15, 16]. Od tych drugich użytkownik oczekuje większych możliwości personalizacji ustawień oraz dopasowania treści. Skłaniają one również do częstszego kontaktu przez co mogą sprzyjać rozwijaniu dialogu, wymianie informacji oraz pracy grupowej, w szczególności jeśli komunikacja odbywa się wielowątkowo.

Narzędzia e-learningowe i m-learningowe mogą stanowić ważny element kształcenia. Analizy wykazują jednak, że są stosowane stosunkowo rzadko

i w ograniczonym zakresie. W procesie edukacji często nie wykorzystuje się wszystkich oferowanych przez nie możliwości, a jedynie wykorzystuje podstawowe funkcje.

3. NARZĘDZIA WYKORZYSTANE W KSZTAŁCENIU MOBILNYM W RAMACH PROJEKTU „PIT MOBILNE STUDIA PODYPLOMOWE WE WSPÓŁPRACY Z PRZEMYSŁEM”

3.1. Projekt

Projekty innowacyjne posiadają swoją specyfikę, w porównaniu ze „standardowymi” projektami finansowanymi z POKL. Ich realizacja jest etapowa i składa się w znacznej części z prowadzonych badań nad nowymi narzędziami czy metodami. Projekty te podzielone są na 3 zasadnicze etapy: przygotowania, testowania i upowszechniania.

Pierwszy etap projektu realizowany był w okresie od 01.11.2012 do 30.06.2013. W tym czasie została przeprowadzona analiza *desk research* w zakresie tematyki projektu, w szczególności z uwzględnieniem nowości w kształceniu podyplomowym i możliwości prowadzenia praktycznych elementów kształcenia. Były one realizowane w oparciu o:

- dane literaturowe,
- dane statystyczne (w szczególności GUS),
- dane z dostępnych raportów i analiz rynkowych,
- zestawienia na podstawie stron internetowych (sporadycznie uzupełnione informacjami uzyskanymi telefonicznie).

Zostały przygotowane i przeprowadzone cztery spotkania panelowe, w którym brało udział około 20 osób będących przedstawicielami jednej z zainteresowanych tematem grup, czyli:

- przedstawiciele szkół wyższych i jednostek naukowych,
- przedstawiciele studentów/absolwentów,
- przedstawiciele biznesu i/lub IOB lub osoby należące do grupy określonej jako „polityczni decydenci”, czyli osoby mające realny wpływ na podejmowanie decyzji o kształcie i formie prowadzonych studiów, a także przepisach ich dotyczących.

W rezultacie spotkań został utworzony model i opisująca go dokumentacja, a także opracowanie Strategii wdrażania projektu innowacyjnego. W trakcie prowadzonych badań oraz przy wypracowaniu modelu zostały użyte następujące metody:

- wielokryterialne metody wspomaganie decyzji,
- metody heurystyczne,
- konsultacje, w tym internetowe,
- analiza ryzyka.

Dodatkowym elementem było przeprowadzenie badań i diagnoz w 5 ośrodkach prowadzących kształcenie w formie podyplomowej [17-21]. Badania były realizowane na:

- Akademii Górniczo - Hutniczej im. Stanisława Staszica w Krakowie,
- Instytucie Spawalnictwa w Gliwicach,
- Politechnice Częstochowskiej,
- Politechnice Koszalińskiej,
- Politechnice Wrocławskiej.

Podczas etapu przygotowawczego zostały również zaprojektowane i przystosowane stanowiska do obsługi zdalnej – w rezultacie prowadzonych prac zostały wykonane

dwa stanowiska umożliwiające wykonywanie zajęć laboratoryjnych przez sterowanie zdalne tj. przez Internet. Stanowiska są wykorzystywane dla kierunku studiów z zakresu napędów i sterowania płynowego.

Dodatkowym zadaniem, podczas realizacji tego etapu projektu, było opracowanie materiałów dla obu kierunków studiów zarówno w formie tradycyjnej, jak i projektów zadań/materiałów na zaprogramowaną również w tym etapie platformą mobilną.

Drugim etapem projektu, który jest obecnie realizowany, jest etap testowania. Jest on zaplanowany na okres od 01.09.2013 do 30.06.2015. W tym etapie testowane są zaproponowane rozwiązania, w tym udogodnienia mobilne. Testy te obejmują nie tylko analizę czysto techniczną (awaryjność, usuwanie błędów programistycznych), ale również badania na uczestnikach projektu oraz kadrze szkolącej. Prowadzone w ramach ewaluacji badania potwierdzają przydatność narzędzi mobilnych dla uczestników studiów podyplomowych. Są one wykorzystywane zarówno podczas zajęć, jak i do samodzielnej powtórki materiału. Przy czym warto zaznaczyć, że realizowany projekt umożliwił zakup przez uczelnie tabletek, które są udostępniane uczestnikom studiów, którzy nie posiadają własnych urządzeń mobilnych, lub nie chcą z nich korzystać.

Ostatnim etapem projektu będzie upowszechnianie zaplanowane w terminie od 01.09.2015 do 31.10.2015. W tym etapie stworzony wcześniej model zostanie udostępniony uczelniom wyższym, a także innym instytucjom, które będą zainteresowane jego implementacją.

3.2. Aspekty innowacyjne projektu a narzędzia mobilne

Innowacją w projekcie jest nowy model studiów podyplomowych o profilu technicznym realizowany we współpracy z przemysłem. Na tle istniejącej praktyki o jego nowatorskim charakterze decyduje przede wszystkim kompleksowość podejścia oraz zastosowanie nowoczesnych metod i środków dydaktycznych. Główne aspekty innowacyjne wprowadzane w opracowanym produkcie to:

- oparcie kształcenia o urządzenia mobilne t.j. smartfony, tablety,
- 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.

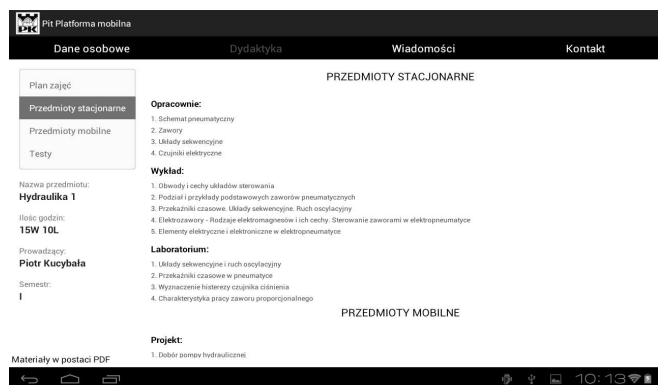
Przeprowadzone badania, zarówno na politechnice, jak i w ośrodkach zewnętrznych [8, 17-21] również potwierdzają istotne znaczenie wprowadzenia elementów kształcenia na odległość jako istotny element postrzegania studiów podyplomowych jako „nowoczesnych” i „dopasowanych do współczesnego rynku pracy”, co pozwala spełnić oczekiwania uczestników studiów, a także pracodawców, w tym zakresie. W projekcie wprowadzono trzy istotne elementy wpływające na charakter prowadzonych studiów i umożliwiających realizację zajęć w formie *blended learningu*. Są to:

- platforma mobilna,
- stanowiska zdalne,
- oprogramowanie specjalistyczne w formie aplikacji mobilnej.

3.3. Platforma mobilna

Podstawowym elementem proponowanych studiów podyplomowych realizowanych w ramach projektu jest platforma mobilna. Została ona przystosowana zarówno pod względem programistycznym, jak i wizualnym (ergonomia użytkownika) do obsługi na urządzeniach mobilnych. Umożliwia ona, za pomocą wygodnej nawigacji, dostęp do wszystkich niezbędnych dla niego informacji na temat studiów (rys. 1). Od podstawowych informacji kontaktowych, poprzez plan zajęć, sylabusy, materiały dydaktyczne, na aktualnych wiadomościach kończąc. Posiada ona liczne funkcje, które ułatwiają proces dydaktyczny oraz organizację toku studiów. Platforma pozwala na prowadzenie projektów zdalnych, umożliwia realizację elektroniczną zadań i testów oraz daje możliwość dostępu studentom do materiałów w każdym miejscu i czasie. Dodatkowe ułatwienia stanowi terminarz, komunikacja mailowa oraz zdalny dostęp do aktualnych postępów nauki. Podstawowe funkcje na urządzeniach mobilnych, możliwe do realizacji za pomocą platformy to [8]:

- zdalne laboratoria mobilne,
- zdalne projekty mobilne,
- testy on-line,
- wewnętrzny komunikator IPM,
- kontrola i podgląd własnych danych osobowych,
- podgląd ocen on-line,
- dane związane z tokiem studiów,
- dostęp do materiałów dydaktycznych.



Rys. 1. Przykładowe okno platformy mobilnej - zestawienie przykładowych materiałów dydaktycznych dla przedmiotu w ramach studiów mobilnych

Materiały dydaktyczne na platformie nie zostały ograniczone jedynie do prezentacji, są to również testy zdalne pozwalające na powtórkę materiału oraz interaktywne formularze sprawozdań laboratoryjnych. Całość dopasowana jest do różnych typów urządzeń mobilnych opartych na popularnych systemach operacyjnych, jak Android, czy Windows. Obsługa platformy jest intuicyjna i nie wymaga wcześniejszego przeszkolenia. Jednak, dla studentów mogących mieć problem z poszczególnymi elementami zostały stworzone wideo poradniki, które instruuja, krok po kroku, jak korzystać z poszczególnych elementów aplikacji. Poradniki te zostały udostępnione studentom przez stronę www. Wersja testowa oprogramowania platformy mobilnej została udostępniona również dla osób nie będących

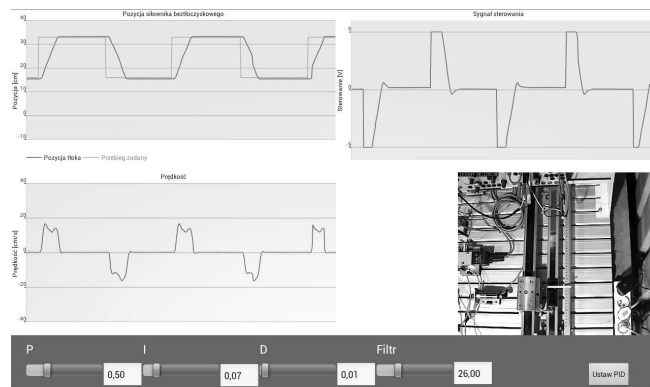
uczestnikami studiów przez stronę www projektu (edumobile.pk.edu.pl) [8].

3.4. Przygotowanie stanowisk zdalnych

W ramach projektu zostały zrealizowane dwa stanowiska dydaktyczne, na których możliwa jest realizacja zajęć laboratoryjnych na odległość. Stanowiska umożliwiają wykonywanie zajęć laboratoryjnych na dwóch urządzeniach przez sterowanie zdalne tj. przez Internet. Obsługa stanowisk jest interaktywna, co oznacza, że uczestnik zajęć „na bieżąco” (za pomocą kamer) śledzi efekty wykonywanych poleceń [8].

Obecnie zrealizowane stanowiska dotyczą hydrauliki pneumatyki. Stanowisko do badań hydraulicznych jest związane z dydaktyką w zakresie techniki napędu sterowania z wykorzystaniem cieczy jako nośnika energii. Wprowadzanie w ruch i sterowanie ruchem mechanizmów maszyn i urządzeń odbywa się przez generowanie strumienia cieczy, która pod odpowiednim wysokim ciśnieniem pokonuje opory ruchu hydraulicznych elementów wykonawczych, jakimi są siłowniki liniowe i silniki obrotowe. Konstrukcja stanowiska jest wielozadaniowa, daje ono możliwość przeprowadzenia na nim wielu różnorodnych ćwiczeń. Każde z nich pozwala słuchaczom na zapoznanie się z kolejnymi działami hydrauliki, oraz z najczęściej stosowanymi w przemyśle elementami hydraulicznymi.

Stanowisko pneumatyczne opiera się na technice napędu oraz sterowania pneumatycznego. Wykorzystuje się tu wprowadzenie w ruch mechanizmów maszyn i urządzeń przy użyciu wykonawczych elementów pneumatycznych najczęściej liniowych, z wykorzystaniem energii uprzednio sprężonego i odpowiednio przygotowanego powietrza (rys. 2). Wykonując ćwiczenia z pneumatyki na stanowisku, użytkownik na ekranie tabletu lub smartfona widzi trzy istotne w danym momencie wykresy generowane na podstawie danych zebranych z czujników znajdujących się na stanowisku laboratoryjnym [8]. Pozwala to na bieżąco śledzić poszczególne parametry procesu, przy jednoczesnej obserwacji stanowiska badawczego.



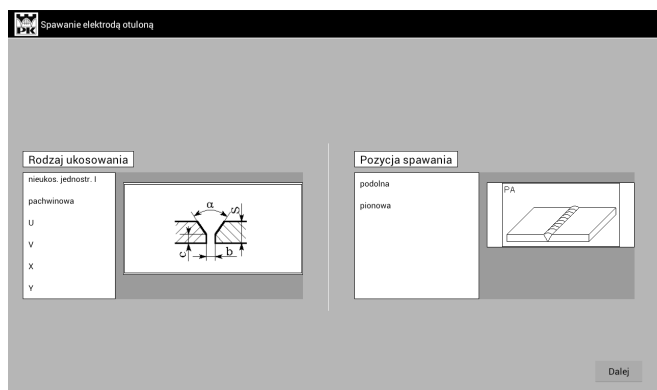
Rys. 2. Przykładowe okno aplikacji mobilnej – widok zdalnie sterowanego stanowiska pneumatycznego [8]

3.5. Oprogramowanie wspomagające procesy spawalnicze

Dodatkowo została utworzona aplikacja mobilna (na systemy Android i Windows), wspierająca proces dydaktyczny w zakresie spawalnictwa MatSpaw. Głównym celem programu aplikacji jest umożliwienie przeprowadzenia analizy spawalności stali, wyznaczenie optymalnych warunków termicznych spawania, dobór materiałów dodatkowych do spawania oraz opracowanie

technologii spawania łukowego ręcznego elektrodami otulonymi, łukowego elektrodą topliwą w osłonie gazów ochronnych oraz łukiem krytym.

Program MatSpaw składa się z trzech podstawowych części: bazy danych, modułu oceny spawalności i modułu doboru technologii. Jego wersja mobilna umożliwia dobór parametrów spawania również na bieżąco, na stanowisku pracy. Optymalizuje ona przebieg procesu. Aplikacja pozwala przy tym na wizualizację procesu w formie wykresów, schematów oraz rysunków, co ułatwia zrozumienie przez uczestników studiów mechanizmów procesu (rys. 3).



Rys. 3. Przykładowe okno aplikacji mobilnej – podgląd wyboru pozycji spawania

4. WNIOSKI KOŃCOWE

Narzędzia mobilne stanowią niezwykle istotny element realizacji projektu „PIT Mobilne studia podyplomowe we współpracy z przemysłem”. W ramach projektu zostały wprowadzone różnorodne elementy wsparcia mobilnego edukacji na studiach podyplomowych. Zostały one zróżnicowane i dopasowane do potrzeb konkretnych kierunków studiów. To właśnie ich wykorzystanie warunkuje również odbiór programów studiów jako innowacyjne oraz aktualne z wymaganiami rynku pracy.

Dzięki wsparciu ze środków unijnych, poszczególne opracowane elementy będą szeroko dostępne dla innych ośrodków zainteresowanych ich wykorzystaniem. Opracowane elementy będą mogły zostać wykorzystane przez wszystkie placówki, które mają uprawnienia do kształcenia podyplomowego na studiach inżyniersko-technicznych, a przede wszystkim przez szkoły wyższe oraz jednostki naukowe posiadające takie uprawnienia. Dodatkowo opracowane narzędzia w ramach produktu finalnego będą mogły być wykorzystywane do:

- kształcenia na kursach specjalistycznych, przede wszystkim z zakresu spawalnictwa, hydrauliki i pneumatyki,
- studiach inżynierskich I stopnia,
- studiach technicznych II stopnia,
- studiach III stopnia w dziedzinie nauki techniczne,
- przy edukacji prowadzonej w zakładach pracy na stanowiskach pracy.

Warto zauważyć również, że każde z narzędzi ma swoje słabe i mocne strony. Platforma mobilna, po niewielkiej korekcie, może zostać wykorzystana do praktycznie każdego kierunku studiów, w zakresie funkcji ogólnych. Sama platforma nie stanowi jednak rozwiązania unikalnego, a jedynie jedno z możliwych do wykorzystania z dostępnych narzędzi.

Zupełnie inaczej przedstawia się sytuacja w stosunku do materiałów dydaktycznych. Są one dedykowane do konkretnych zagadnień i będą mogły być wykorzystane tylko w tym zakresie. Przy czym budowa modułów programu studiów podyplomowych umożliwia rozdzielenie materiałów do konkretnych przedmiotów, co ułatwia ich późniejsze wykorzystanie do innych rodzajów kursów czy studiów.

Jeden z najistotniejszych elementów stanowią również stanowiska zdalne. Możliwe jest „przekopiowanie” samej struktury takiego stanowiska, ale bardziej zalecanym w tym przypadku rozwiązaniem może być współpraca między ośrodkami. Obecnie na wielu polskich uczelniach brakuje odpowiedniego zaplecza sprzętowego, które uniemożliwia wprowadzenie kierunków technicznych. Nawet w przypadku uczelni, które posiadają bogate zaplecze techniczne brakuje czasem specyficznych urządzeń. Taka sytuacja dotyczy nie tylko szkół prywatnych (gdzie często zakup jest nieekonomiczny ze względu na małą liczbę studentów), ale i wielu publicznych. Taka sytuacja sprawia, że ograniczona jest możliwość kształcenia inżynierów. Stanowiska zdalne umożliwiłyby wykorzystanie do zajęć bazy laboratoryjnej na innych uczelniach, a w dalszej perspektywie również tworzenie międzyuczelnianych studiów technicznych. Mogą one również umożliwić korzystanie z bazy przez podmioty z innych krajów i/lub dają potencjalną możliwość współpracy z przedsiębiorstwami. Dotychczas podobne rozwiązania były stosowane jedynie na uczelniach amerykańskich (Projekt ROSE Uniwersytetu Stanforda). Należy przy tym jednak pamiętać, że o ile nie ma przeszkód w wykorzystaniu tego rodzaju rozwiązań w kształceniu podyplomowym to istnieją ograniczenia ilości zajęć prowadzonych zdalnie na studiach I i II stopnia, o których należy pamiętać planując programy studiów.

Kolejnym istotnym elementem rozwiązań mobilnych jest aplikacja specjalistyczna służąca do projektowania procesów spajania materiałów. Stanowi ona nie tylko narzędzie dydaktyczne, które wizualizuje słuchaczom zagadnienia związane z łączeniem materiałów, ale może stanowić również realną pomoc w projektowaniu spoin w miejscu pracy. Wykorzystanie programu ułatwia i czyni bardziej efektywną pracę inżyniera, zaś przeniesienie rozwiązania z komputera na urządzenia mobilne daje osobie projektującej spoiny elastyczność (zarówno pod względem miejsc, jak i możliwość wprowadzania szybkich zmian podczas realizacji procesu w zależności od warunków zastanych).

Każde z zaprezentowanych narzędzi mobilnych stanowi istotny element edukacyjny. Ważną kwestią jest jego odpowiednie użycie w procesie edukacji. Zaprojektowane narzędzia wspomagają proces edukacyjny, jednak ze względu na specyfikę kierunków studiów, nie są w stanie zastąpić zajęć praktycznych. Mogą one jednak służyć jako element programu studiów lub szkoleń oraz wspomagać pracę samodzielną studenta / słuchacza.

5. BIBLIOGRAFIA

1. Poon J. A cross-country comparison on the use of blended learning in property education, Property management, vol. 32, no. 2, s. 154-175, 2014.
2. Smyth S., Houghton, C., Cooney A., Casey D.: Students' experiences of blended learning across a range of postgraduate programmes, Nurse Education Today, Vol. 32 No. 4, s. 464-468, 2012.

3. Geng G.: Investigating the use of text messages in mobile learning, *Active Learning in Higher Education*, 14(1), s. 77–87, 2012.
4. GUS: Rocznik Statystyczny Rzeczypospolitej Polskiej 2014, Zakład wydawnictw Statystycznych, Warszawa, 2014.
5. GUS: Szkoły wyższe i ich finanse w 2011 roku, Zakład wydawnictw Statystycznych, Warszawa, 2012.
6. GUS: Wybory ścieżki kształcenia a sytuacja zawodowa Polaków, Zakład wydawnictw Statystycznych, Warszawa, 2013.
7. Rachucki M.: Wynagrodzenia po studiach podyplomowych w 2014 roku, [dok. elektr.], <http://www.wynagrodzenia.pl/artukul.php/wpis.3100/sz ukaj.1> [DOA: 15/02/2015].
8. Korniejenko K., Sobczyk A.: Mobilne studia we współpracy z przemysłem, *Innowacje bez granic*, 3, s. 23-25, 2013.
9. Teri S., Acai A., Griffith D., Mahmoud Q., Ma D. W. L., Newton G.Ł Student Use and Pedagogical Impact of a Mobile Learning Application, *Biochemistry and Molecular Biology Education*, s. 1-15, 2013.
10. Cobcroft, R., Towers, S., Smith, J., Bruns, A.: Mobile learning in review: Opportunities and challenges for learners, teachers, and institutions, *Proceedings from the 2006 Online Learning and Teaching Conference*, University of Technology, Brisbane, 2006, s. 21–30.
11. Abachi H. R., Muhammad G.: The impact of m-learning technology on students and educators, *Computers in Human Behavior*, 30, s. 491–496, 2014.
12. Garcia-Cabot A., de-Marcos L., Garcia-Lopez E.: An empirical study on m-learning adaptation: Learning performance and learning contexts, *Computers & Education*, 82, s. 450-459, 2015.
13. 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", s. 417-420, 2013.
14. Rosenberg M.: E-learning: Strategies for delivering knowledge in the digital age, New York: MacGraw-Hill, 2001.
15. Kearney M., Schuck S., Burden K., Aubusson P.: Viewing mobile learning from a pedagogical perspective, *Research in Learning Technology*, vol. 20, 14406, 2012.
16. Liaw S. S., Hatala M., Huang H. M.: Investigating acceptance toward mobile learning to assist individual knowledge management: Based on activity theory approach, *Computers & Education*, vol.54, no. 2, s.446-454, 2010.
17. Domagała Z.: Analiza i opracowanie wyników badań ankietowych. Nie publikowany maszynopis, Katedra Maszyn i Układów Hydraulicznych, Wydział Mechaniczny, Politechnika Wrocławska, 2013.
18. Rydzkowski T.: Analiza wyników badania ankietowego. Nie publikowany maszynopis, Katedra Procesów i Urządzeń Przemysłu Spożywczego, Wydział Mechaniczny, Politechnika Koszalińska, 2013.
19. Ślania J.: Analiza i opracowanie wyników badań ankietowych. Nie publikowany maszynopis, Instytut Spawalnictwa w Gliwicach, 2013.
20. Tasak E.: Analiza i opracowanie wyników badań ankietowych. Nie publikowany maszynopis, Katedra Metaloznawstwa i Metalurgii Proszków, Wydział Inżynierii Metali i Informatyki Przemysłowej, Akademia Górniczo-Hutnicza, 2013.
21. Złoto T.: Badania. Nie publikowany maszynopis, Instytut Technologii Mechanicznych, Wydział Inżynierii Mechanicznej i Informatyki, Politechnika Częstochowska, 2013.

SUPPORTING TECHNICAL POST-GRADUATE STUDIES WITH SOME REMOTE-ACCESS TOOLS ACCORDING TO THE PROJECT ‘PIT MOBILNE STUDIA PODYPLOMOWE WE WSPÓŁPRACY Z PRZEMYSŁEM’ (PIT MOBILE POSTGRADUATE STUDIES IN COLLABORATION WITH INDUSTRY)

The aim of the article is to analyze the possibility of implementation of various forms of learning support such as remote access tools on the example 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. The project includes two technical postgraduate programs realized in the form of blended learning at the Cracow University of Technology Faculty of Mechanical Engineering in the years 2013-15. The article presents a modern opportunities postgraduate studies tailored to the needs of students and the contemporary labor market. The research methods used are: a critical analysis of literature sources, case studies and analysis of the survey conducted on the participants of postgraduate studies in the context of project evaluation.

Keywords: postgraduate, m-learning, remote test stand, blended learning.

II Konferencja

eTechnologies in Engineering Education eTEE'2015

Politechnika Gdańska, 30 kwietnia 2015

STUDENTS' FEEDBACK ON MODERN UNIVERSITY COURSE FEATURES

Arkadiusz NARUK

Politechnika Gdańska, Wydział Elektrotechniki i Automatyki
tel.: 58 347 13-32 e-mail: arkadiusz.naruk@pg.gda.pl

Abstract: Significant development in the use of IT in education was the adoption of Learning Management Systems (LMS). They offer broad range of features that help administrate and organize students, material, knowledge verification and more. However, little is known about students preferences and reception regarding specific LMS features. This paper presents and discusses feedback obtained from students who used LMS and summarizes it with propositions for future research.

Keywords: educational technology, electronic learning, computer science education.

1. INTRODUCTION

An important milestone in Information Technologies use in education was the adoption of LMS [1]. They have become a part of everyday life for teachers and students. More organizations and teachers incorporate LMS in their courses. In 2011 money globally spent on e-learning was estimated to be about \$35.6 billion, while in 2014 it was a \$56.2 billion industry and expected to double by 2015 [2]. E-learning tools and strategies also help companies increase productivity, even by up to 50% [2]. This clearly shows the significance of LMS. Effects of using LMS are related to its quality and there are numerous ways to describe and measure it: from a general subjective feeling of an individual up to complex systems such as grouped factors that are structured into 30 different dimensions, seen from learners perspective, as described in [3]. In this paper however, focus goes on general reception of various LMS features. The aim is to gather and summarize data to answer question: how do students want LMS to be handled? How do they see different aspects of such systems?

The survey was organized for Automation and Robotics students (second and fourth semester) enrolled in two programming (C and Java) courses at Gdansk University of Technology. Total of 125 students were surveyed. The system used was MOODLE, which is among the top 3 most used LMS in the world [4]. All the students had encountered MOODLE in their education prior to the subjects that undergo the survey.

2. RELATED WORKS

Emergence of Learning Management Systems usage in all levels of education has led to increase in people's interest in their impact on various aspects of education. Researchers

undertake a wide range of aspects regarding LMS and their reception by students.

The most common are works regarding LMS effectiveness which mention good students' performance and satisfaction, money savings and other positive outcomes [5], [6]. Authors of [7] claim that it is worth to invest in LMS for a course and prove it with students' satisfaction data collected in their course. [8] focuses on high internal reliability and summarizes that MOODLE is as an effective system. These studies are also confirmed from students perspective - [9] shows that over 90% of surveyed students consider MOODLE as effective. Even non-educational environments such as corporations and business students claim that LMS enhances their course experience and increases satisfaction [10].

Some researchers compare MOODLE to other popular LMS, such as Blackboard [11]. It is mentioned that students appreciate the contribution of both LMS to their learning and consider them a good support. [12] on the other hand shows that there is no clear winner in comparison of Blackboard with MOODLE in terms of functionality, but other factors make MOODLE chosen 75% of the time. There are also other works in which LMS are compared to social networks, such as [13]. Its authors study teachers' and students' opinions on the matter and draw a conclusion that both classes of systems should be integrated.

Some studies focus on problems and fears related to LMS. [14] lists 12 common complaints regarding usage of such systems in various environments. Computer nature of LMS inevitably leads to the fact that problems are usually technical, such as a database compatibility, a lack of integration with other kinds of software, releases of new versions and therefore the need to update or a lack of support for MAC computers. [15] discusses more of social factors of a course that is fully hosted online and points out the biggest fears. Among them is a students' concern about studying quality and technical issues. However, despite the fears, students are still rather enthusiastic about adopting computer systems in their education.

Many of the works cover only a general perception or outcomes of using LMS, such as effectiveness or student satisfaction, without going into detail. Only a few authors approach specific LMS features and their impact.

3. PROBLEM STATEMENT AND MAIN CONTRIBUTION

Much of the research presented in Chapter 2 covers only the general perception of LMS or outcomes from using it, such as effectiveness or student satisfaction, without going into detail. Considerably less authors approach specific LMS features and their impact. Moreover, student surveys proposed in papers seem to possess one important flaw - answers which do not support a claim are usually aggregated into one 'generally negative answer', grouping those who are strongly against with people who just do not mind. The survey described in this paper however was deliberately designed to avoid it.

Knowing that LMS have impact on students and course quality, it is important to know what ways of course organization students prefer. This paper delivers students' feedback on various LMS aspects and components. Specifically, it aims to answer following questions:

- 1) What ways of studying students prefer?
- 2) What form of material do they want?
- 3) Do integrated forums help?
- 4) Is LMS accessibility on mobile devices desired?
- 5) What way of grading students prefer and think that should be used?

The main contribution of this paper are gathered and summarized students' opinions about some aspects of the LMS as well as various insights on its pros and cons. Observations, conclusions and possible new areas for a future research are included as well.

4. SURVEY DESIGN AND RESULTS

4.1. Survey design and realization

Survey was done among students of Automation and Robotics enrolled in C-language programming course (2nd semester) and Java programming course (4th semester) at Gdansk University of Technology. Both courses were hosted on MOODLE in a nearly identical fashion. For both the courses students were provided an electronic material (lecture slides, assignments, additional notes and material etc.). Students had to do weekly quizzes and upload homework assignments, usually source codes of their programs, for which they received grades. Subject rules were available on MOODLE along with administrative info (main teacher and teacher assistants names, contact info, availability hours etc.). There were also forums for both the courses with explicit encouragement to use them in case of administrative questions, problems with understanding material or other reasons.

The author's aim of the survey's design was to make it reflect major areas of an academic subject, therefore following question categories were chosen:

- general (about LMS),
- course material,
- homework,
- grading,

however not all the results fit into this paper - excluded ones will be released at later time.

The survey was designed to have questions and response choices cover the biggest range of possibilities, as it is recommended to design a survey properly [17]. Particularly valuable was the experience from author's previous work (described in [14]) which showed various flaws of a survey when working with students. Surprisingly,

the most problematic were questions with multiple-choice answers. All the above helped to design a survey that scored better fill percentage and students' classroom reactions.

Students were given printed surveys (instead of filling an e-form which one would probably expect to fit LMS better). The purpose was to let students disconnect from the research subject and avoid judging LMS while being on online on it. The total sample size was 125 people. There were no completely blank survey sheets, but a few contained missed questions or questions with answers that were unclear and therefore excluded from the results. This is the only reason if answers do not sum up to 125 further in this paper.

The survey consisted of 17 questions, with 3 of them being open-ended (requiring usually one or two-word answers) and 14 single-choice ones. However, only the most valuable were chosen and are covered by this paper. Some questions that were not included, because of being problematic or producing unexpected results, shed light on other issues that will be researched in the future.

4.2. Results from closed-end questions

The survey started with a question regarding students' general preference of using Learning Management System for university subjects (Fig. 1). The majority of students answered that they prefer a diverse (sometimes supported by LMS, sometimes not) management (52%), whereas only a little less prefer courses managed just by LMS (44%). It is notable that only 3 students (2.4%) prefer 'a raw' course, managed in the traditional way. It may be worthwhile to check what makes students prefer diverse way of course handling in future work.

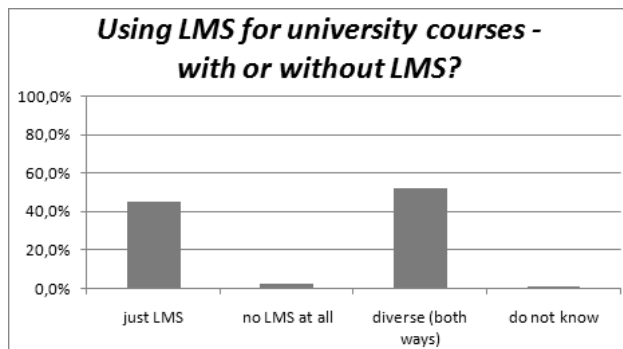


Fig. 1. Histogram of answers to the question about general usage of LMS in a university course

In the second question students were asked what form of learning course material is the most convenient and easy to use (Fig. 2). Possible answers were: *student's notes*, *paper (printed) material* (such as lecture slides or books), *electronic lecture* (presentation or PDF files), *other*, *do not know*. Unlike the first question, there was a strong winning option and it was the electronic lecture (71.2%). Second most chosen answer was a printed lecture (12.8%). It is interesting that on one hand, students were not so clear about using LMS, but on the other hand were very determined regarding digital material. Surprisingly, only 8% of surveyed students picked their own notes which is less than expected. It remains unclear if it was due to inability to make good notes, laziness or other reasons. This may be a subject for a future research.

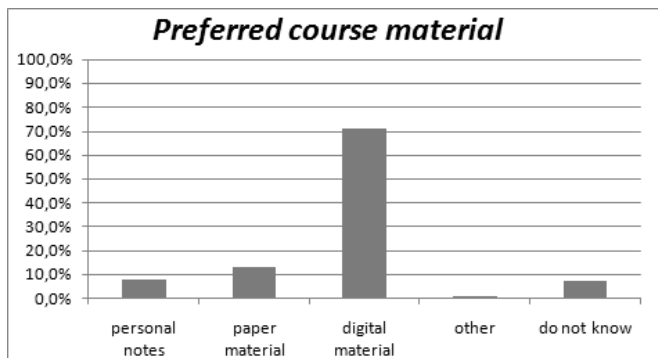


Fig. 2. Histogram of answers to the question about preferred course material

The third question, similar to the second one, regarded material handed out by a teacher (Fig. 3). It asked what is students' preferred form of course material distribution. Vast majority (88%) chose an electronic form, whereas only 5.6% chose printed and 4% hand-written forms. It is understandable, because digital material is the easiest to distribute and it is known that surveyed students used both internet forums and Facebook group for communication. This becomes even more clear if one looks at the answers to the next question.

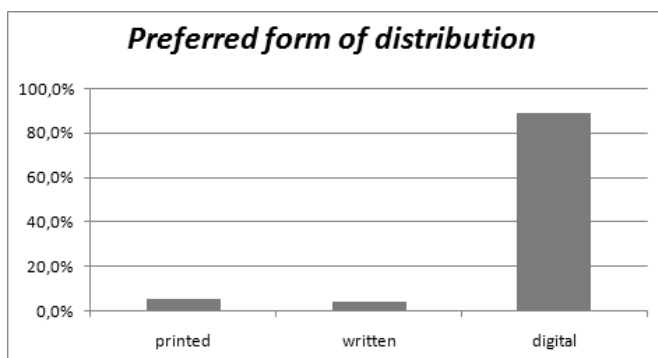


Fig. 3. Histogram to the question about preferred form of distributed material

These answers may be partially explained by the fact that students prefer digital content because it allows them to view it on mobile devices such as smart phones, laptops, tablets, etc. Figure 4. shows the results obtained from a question: 'Do you use MOODLE on mobile devices?.'

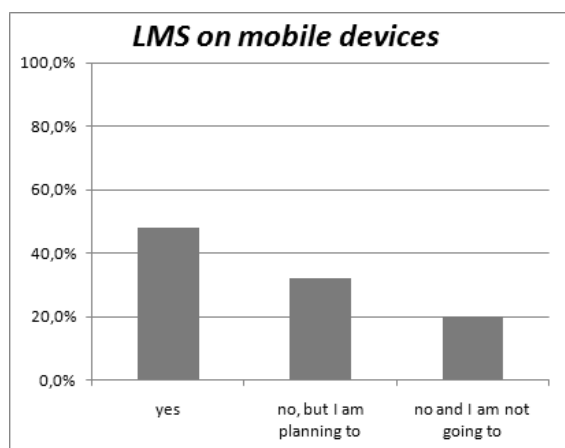


Fig. 4. Histogram of answers to the question about LMS availability on mobile devices

From three possible options 48% of students answered yes. It is not a lot, but still the most popular answer. 32% answered *no, but I am planning to*. It shows importance of providing such ability, because the whole possible target of this feature constitutes 80% of the surveyed group. Only 20% answered *no and I am not going to*. It is likely that percentage of people using and willing to use LMS on mobile devices will increase in the future.

4.3. Open-end questions

A few open-end questions were included in the survey. Their analysis requires more time and results representation poses a challenge, but these are the price for wider range of answers and students' answer diversity. To represent the gathered data on graphs, the students' answers were aggregated in a way that similar (synonymous) answers fell into one category.

In the first open-end question students were requested to write one advantage of MOODLE to convince a friend to use it. This way of putting down the question forced students to make up something that they consider the most convincing reason. It is assumed, that human nature on the other hand made them answer the very first thing that came to their minds. The most common answers are presented in the table 1.

Table 1. The most common answers to the question 'If you were to convince a friend to use MOODLE, what advantage would you tell them?'

Feature	Number of answers	Percentage of all answers [%]
Accessibility	51	40.8
One place for all material related to the subject	27	21.6
None*	13	10.4
Convenient layout	11	8.8
Mobility	7	5.6
Allows you to skip lectures	3	2.4

One unexpected category of answers was *none* (marked with * in the Table 1), meaning that a student sees no advantages of using MOODLE or failed to give a reason. There is no information about reasons behind not answering this question properly. More research is required as there may be valid reasons to dislike MOODLE, which made students answer *none*, and targeting them may help improve students' experience.

Other answers only had three or less supporters and these were not included in the Table 1. Among them were for example *a lot of content, clarity, chronology, convenience*.

Second open-end question asked about the opposite to the first one and that was a disadvantage of using MOODLE that students would use to discourage a friend from using it. Most popular results aggregated into five categories are shown in the Table 2.

The most common answer was *none*. It may be assumed that students would not simply discourage friends from using MOODLE. It can also mean that they did not want to think about negative features and just answered that they do not see any disadvantages. The second most popular answer (20% of all answers) regarded a handful

of technical issues which include webpage dropdowns (making it inaccessible) and server lags.

Table 2. The most common answers to the question 'If you were to discourage a friend from using MOODLE, what disadvantage would you tell them?'

Feature	Number of answers	Percentage of all answers [%]
None*	56	44.8
Technical issues	25	20.0
Password (its requirements, need to memorize it)	10	8.0
Inconvenient layout	9	7.2
Deadline control	4	3.2

Next in order (8% of the answers) were disadvantages resulting from password requirements, such as its length, characters it was supposed to include and the need to memorize it (some students occasionally forgot their passwords, which rendered frustration and delayed their participation in the class). A few students pointed out inconvenient layout, however it is yet to discover exactly which elements caused problems. Lastly, four students as the biggest disadvantage chose deadline control. MOODLE as a computer system is in fact very strict and precise about time and date. It is assumed that this feature causes pressure in those students and that is why they chose this as disadvantage that would work to discourage a friend from using the system. Among answers chosen by 1 or 2 people were features like *poor graphical design, inaccessibility after completing the subject or even a fact that viewing on a screen has a bad impact on eyesight.*

Another measured feature was students' attitude to the presence of online forums. In the beginning of the course, all students were encouraged to use forums as an open space to exchange solutions to common problems. They were informed that if they had any questions, about course administration or course material, it was advised to post them on the forums - as peers' and teacher's answers would be then publicly available. In the survey students were asked to finish following sentence: 'Presence of publicly available forums for students and teachers...' with a few possible options: *does not matter for me, helped me, bothered me* (meaning: caused any sort of problems), *have not used them but it is good they are available, do not know.* Results are shown in the Fig. 5.

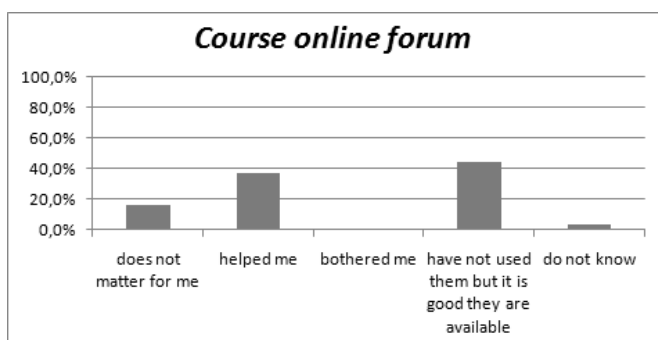


Fig. 5. Histogram of answers to the question about presence of online forums

Most students answered that they have not used the forums, but consider it good that they are available (44% of the answers). 36.8% responded that forums helped them.

Only 16% of students claim that forums do not matter for them, while 3.2% could not make up their minds. As was expected, none of them minded the forums. In summary, over 80% of students care about presence of such a tool. It can be concluded that forums constitute a valuable tool and teachers should strive to find new ways to use it in their work.

4.4. Continuation of e-grading perception research

Another very important feature of LMS and e-learning is an e-grading. This is a process in which students' knowledge is verified and graded by a computer system. The author's previous work was an introductory research to the students' perception of e-grading in an Informatics course [14]. The topic itself is important as e-grading brings many pros into learning. First of all, computer given grades follow the same algorithm for each student and are immune to teacher's mood changes or student affection. This improves fairness which is an important feature, as shown in [18] and [19]. Moreover, grading handled by a computer relieves the teacher of this time-consuming duty, so he is able to spend more time on other tasks. Research also shows that computer grading does not need to be a worse way of evaluating students' work as 'a well-designed computer feedback can be more effective than manually-graded homework assignments in producing significant differences in learning' [20].

The survey mentioned in this article continues previously mentioned research [14]. One flaw of the introductory research was too small size of the sample (35 students). The new survey has a considerably bigger sample, so the data can now be compared and discussed. Two questions regarding e-grading were the same as in [14]:

- 'Grading should be done by...' (sentence context suggested that the question was about 'the most appropriate way')
- 'Which way of grading would you prefer?'

with possible answers: teacher, computer, mixed. Results from previous and current surveys are presented in the Figure 6.

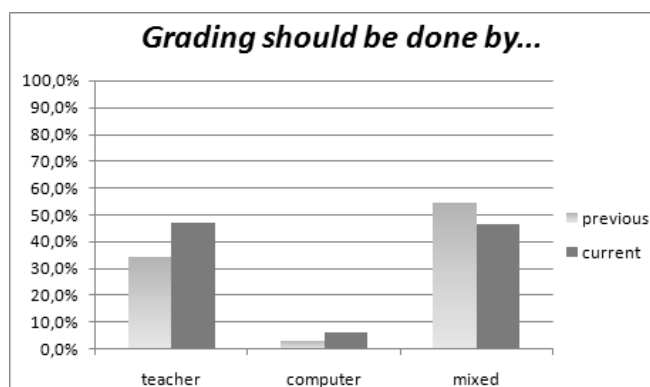


Fig. 6. Histogram of answers to the question regarding the best way of grading

The percentages of answers in Fig. 6. (previous and current ones) are comparable, however the winning option has changed. Previously the most students saw a *mixed* grading as the most appropriate one (54.3%), whilst in the current survey this value dropped to 46.4%. On the other hand, the percentage of teacher-given grade supporters increased from 34.3% to 47.2%. Percentage of students choosing *computer* as the appropriate source of grades

is comparable (previously 2.86%, currently 6.4%) and remains marginal. Monitoring of this trend will be continued in further work. Moreover, knowing the trust students put in a teacher as well as convenience of using computer grading, the mixed way of grading may be the best solution. However, very little research has been done on this, so its impact on various aspects of education is yet to be evaluated.

Answers to the second question "Which way of grading do you prefer?" from both researches are shown in the Fig 7.

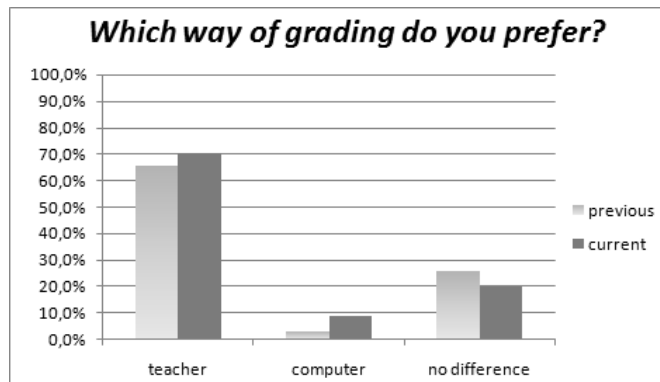


Fig. 7. Histogram of answers to the question about preferred way of grading

When it comes down to personal preference, the *teacher* option is a clear winner in both surveys (previously 65.7%, currently 70.4%). The next in order is *no difference* answer, so in total over 90% would not choose a computer as a preferred source of grades. The cause of this is discussable. Many questions arise - is this state desired? Is there any specific reason for it? Why students do not trust computer that after all uses a standardized algorithm which is set up by the teacher anyway? This should be looked into in further research.

To summarize, the sample of previous data was not enough to draw strong conclusions. Current study however mostly confirmed the previously achieved results. Further research may be considered to find reasons behind the current state of affairs.

5. CONCLUSION AND FUTURE WORK

This paper shows possible fields of improving LMS experience based on student's feedback. It shows that students' reception of it can be sometimes unexpected. Questions in the carried out survey sometimes not only did not provide answers, but also shed light on different aspects that require even more questions to be asked. However, it helped gather rich feedback and create a clear to-do list that will allow considerable improvement in the course quality. Summarized conclusions are presented below, as well as the ideas for the future research.

Improving course quality with LMS must start with a question - is a considered subject appropriate for LMS? It must be clear that adopting LMS into the course will help and simplify students' and teachers' work, rather than causing mess and confusing students.

Students highly value a digital form of all kinds of material, due to the ease of its distribution and accessibility. However, they also prefer a ready material from the teacher instead of their own notes, which makes one wonder if their ability to make those notes is sufficient enough. It is worthwhile to improve this ability, as making

personal notes has a positive impact on students learning [21]. It includes more recalled material if notes had been made [22], higher scores in various tests [23] and better performance on exams [24].

High interest in using mobile devices and access to LMS on such platforms suggests that such possibility should be provided. Important LMS pros, which were mainly accessibility and one place for all the material, makes one treat LMS as in fact the only source of all information, knowledge and material. Main issues pointed out by students regard technical aspects such as server stability and delays. There are the key issues of any LMS. Before launching a course on LMS, one should provide the most stable server as possible. Losing connection during a test or inaccessible server around homework upload deadline can cause a lot of unnecessary stress. Moreover, a teacher or an administrator must provide an appropriate redundancy and robustness, so no data can be lost in case of server faults.

Another technical issue pointed out by students regarded password restrictions. They considered it too complicated - numerous requirements prevented students from using passwords they already have (and therefore remember), which sometimes led to problems with forgetting the new 'complex' password. Stepping down with password requirements would eliminate some of minor troubles. However, it should be done with minimal decrease of account security level.

Presence of forums was appreciated by students, but the fact they do not use it much suggests that it may be worthwhile to work on paving such habit. Students intensively use outside communication platforms, so convincing them to use similar tool, but with a teacher 'spying on' them requires to provide strong reasons for this. Among a few possible ideas may be graded forum work or grade bonuses for those actively helping others in constructive ways. However, it may be a worthwhile idea for future work to explain why did students positively respond to the forums presence. How can this tool be used more intensively? Having student traffic go through the forums makes a student-end (students discussions, worries, doubts, problems, etc.) visible to the teacher, so he/she can react to it more accurately.

Last but not least was the question about using e-grading systems. Knowing the trust students put in a teacher as well as convenience of using computer grading, the mixed way of grading may be the best solution. This idea has yet to be researched further. However, at this point it already looks promising, as computer grading relieves teachers a lot and allows courses to scale better.

6. REFERENCES

1. Klobas J. E., McGill T. J.: A task-technology fit view of learning management system impact. Elsevier, Computers & Education 52, pp. 496-508, 2009.
2. Pappas C.: Top 10 e-learning statistics for 2014 you need to know, 1 dec 2013. (DOA: 10.01.2015) at <http://elearningindustry.com/top-10-e-learning-statistics-for-2014-you-need-to-know>.
3. Ehlers Ulf-D.: Quality in e-Learning from a Learner's Perspective. EDEN Research Workshop 2004, Oldenburg, Germany. (DOA: 10.01.2015) at http://www.eurodl.org/materials/contrib/2004/Online_Master_COPs.html.

4. edutechnica: Data-driven Campus LMS Strategy. October 2013. (DOA: 15.12.2014) at <http://edutechnica.com/2013/10/15/data-driven-campus-lms-strategy/>.
5. Bonk C. J.: The Perfect E-Storm: Emerging technologies, enormous learner demand, enhanced pedagogy, and erased budgets. The Observatory on Borderless Higher Education, pp. 1-33. London, June 2004.
6. Joint Information Systems Committee InfoNet: Exploring tangible benefits of e-learning. 2008. (DOA: 10.01.2015) at <http://www.jiscinfonet.ac.uk/publications/cambel-tangible-benefits.pdf>.
7. Naveh G., Tubin D., Pliskin N.: Student LMS use and satisfaction in academic institutions: The organizational perspective. Elsevier, Internet and Higher Education 13, pp. 127-133, 2010.
8. Wahab R. A., Thomas S. P., Ali F., Al Basri H.: Students' Perceptions of MOODLE at the CHS. IEEE, 2013 Fourth International Conference on e-Learning "Best Practices in Management, Design and Development of e-Courses: Standards of Excellence and Creativity", pp. 97-101, 2013.
9. Zięba M.: Wykorzystanie platformy Moodle na Wydziale Zarządzania i Ekonomii Politechniki Gdańskiej - studium przypadku. E-mentor nr 4 (36) / 2010. (DOA: 10.01.2015) at <http://www.e-mentor.edu.pl/artykul/index/numer/36/id/772>, 2010.
10. Buzetto-More N. A.: Student Perceptions of Various E-Learning Components. Interdisciplinary Journal of E-Learning and Learning Objects, vol. 4, pp. 113-135, 2008.
11. Carvalho A., Areal N., Silva J.: Students' perceptions of Blackboard and Moodle in a Portuguese university. British Journal of Educational Technology, Vol. 42, No. 5, pp. 824-841, 2011.
12. Machado M., Tao E.: Blackboard vs. Moodle: Comparing User Experience of Learning Management Systems. 37th ASEE/IEEE Frontiers in Education Conference, pp. S4J7-S4J12, 2007.
13. Mozhaeva G., Feshchenko A., Kulikov I.: E-learning in the evaluation of students and teachers: LMS or social networks? Elsevier, Procedia - Social and Behavioral Sciences 152, pp. 127-130, 2014.
14. Bickford A.: 12 Common Complaints about Learning Management Systems (LMS), 27 Mar 2013. (DOA: 10.01.2015) at <http://connectthinking.com.au/12-common-complaints-about-learning-management-systems-lms/>.
15. Striker M., Wojtaszczyk K.: Obawy przed uczeniem się na odległość. Opinie łódzkich studentów. E-mentor nr 4 (41) / 2011. (DOA: 10.01.2015) at <http://www.e-mentor.edu.pl/artykul/index/numer/41/id/862>.
16. Naruk A.: Students' Perception of E-grading: Informatics Course Case Study, Zeszyty Naukowe WEIA, Nr 37/2014, pp.118-123, 2014.
17. Rea L. M., Parker R.A.: Designing and Conducting Survey Research: A Comprehensive Guide. John Wiley & Sons, 3rd edition. San Francisco. ISBN-13: 978-0787975463, 2005.
18. Moore, M. L., Moore, R. S., & McDonald, R., Student characteristics and expectations of university classes: A free elicitation approach. College Student Journal, 42, pp. 82-89, 2008.
19. Walsh D. J., Maffei M. J. . Never in a class by themselves: An examination of behaviors affecting the student-professor relationship. Journal on Excellence in College Teaching, Vol.5, pp. 23-49, 1994.
20. Dabrowski R., LeLoup J. W., MacDonald L.: Effectiveness of computer-graded vs. instructor-graded homework assignments in an elementary spanish course: a comparative study at two undergraduate institutions. IALLT Journal of Language Learning Technologies, Vol. 43 (1), p. 78-100, 2013.
21. DeZure D., Kaplan M., Deerman M. A.: Research on student notetaking: implications for faculty and graduate student instructors. Occasional Paper No. 16, Center for Research on Learning and Teaching, University of Michigan. (DOA: 10.01.2015) at http://www.math.lsa.umich.edu/~krasny/math156_crlt.pdf.
22. Bligh D., Bligh G. P.: What's the use of lectures? San Francisco: Jossey-Bass, 2000.
23. Kiewra K. A., DuBois N., Christian D., McShane A., Meyerhoffer M., Roskelley D.: Note-taking functions and techniques. Journal of Educational Psychology, 83 (2), 240-245, 1991.
Johnstone A. H., Su W.Y.: Lectures - a learning experience? Education in Chemistry, Vol.31 (1), pp. 75-79, 1994.

OPINIE STUDENTÓW O ELEMENTACH WSPÓŁCZESNYCH PRZEDMIOTÓW AKADEMICKICH

Znaczący rozwój w wykorzystaniu systemów informatycznych w kształceniu stanowiło wdrożenie Systemów Zarządzania Uczeniem (LMS, ang. Learning Management System). Oferują one szeroki zakres możliwości, które pomagają w administracji i organizacji studentów, materiału, pozwalają na weryfikację wiedzy i wiele innych. Jednak, niewiele wiadomo na temat preferencji i odbioru studentów dotyczących poszczególnych elementów LMS. Niniejsza publikacja prezentuje i omawia opinie studentów używających LMS i podsumowuje je wraz z podaniem propozycji na przyszłe badania.

Keywords: technologie edukacyjne, nauczanie elektroniczne, nauczanie informatyki.

ZASTOSOWANIE PLATFORM CYFROWYCH ARDUINO I RASPBERRY PI W NAUCZANIU STEROWANIA OBIEKTEM PNEUMATYCZNYM

Adam MUC¹, Lech MURAWSKI², Grzegorz GESELLA², Adam SZELEZIŃSKI², Arkadiusz SZARMACH³

1. Polsko-Japońska Akademia Technik Komputerowych w Gdańsku, Wydział Zamiejscowy Informatyki
tel.: 504 449 932 e-mail: mucadam@pjwstk.edu.pl
2. Akademia Morska w Gdyni, Wydział Mechaniczny
tel.: 516 513 666 e-mail: a.szelezinski@wm.am.gdynia.pl
3. Gdański Uniwersytet Medyczny w Gdańsku, II Zakład Radiologii
tel.: 583 493 680 e-mail: a.szarmach@gumed.edu.pl

Streszczenie: Platformy cyfrowe Arduino i Raspberry Pi wykorzystano do nauki sterowania obiektem pneumatycznym. Stanowią one zintegrowane środowiska sprzętowo-programistyczne osadzone na mikrokontrolerach z rodziny AVR i ARM. W pracy wykorzystano sterowanie siłownikiem zasilanym przez sprężarkę tłokową za pośrednictwem elektrozaworu. W skład zestawu wchodzi również zasilacz impulsowy i wyłączniki krańcowe. Przedstawione ćwiczenie laboratoryjne pozwala na porównanie sterowania siłownikiem za pomocą przekaźników i wymienionych platform cyfrowych oraz wyznaczenie jego pozycji. Opisane stanowisko stanowi funkcjonalne oraz elastyczne narzędzie dydaktyczne do nauczania sterowania w systemach pneumatycznych, a po modyfikacji, również hydraulicznych. Za pośrednictwem prezentowanego stanowiska studenci mają również możliwość poznania podstaw programowania mikrokontrolerów.

Słowa kluczowe: platformy cyfrowe, Arduino, Raspberry, sterowanie, pneumatyka, programowanie mikrokontrolerów.

1. WSTĘP

Studenci kierunków technicznych, w szczególności związanych z informatyką, elektroniką, automatyką, elektrotechniką czy mechatroniką, w trakcie kształcenia spotykają się z zagadnieniami sterowania, które realizowane jest za pomocą różnych platformach sprzętowo-programistycznych. W zależności od kierunku kształcenia preferowana jest często tylko jedna ze strategii, t.j. sterowanie sprzętowe lub programowe. W pierwszym przypadku studenci wykorzystują układy cyfrowe lub przekaźniki, a w drugim mikrokontrolery lub sterowniki PLC z wgranymi programami. Rzadko natomiast mają możliwość zapoznania się i porównania obu strategii. W proponowanym stanowisku, studenci mogą porównać, na przykładzie prostego systemu pneumatycznego, sterowanie oparte na przekaźnikach ze sterowaniem wykorzystującym platformę cyfrową z mikrokontrolerem. Dodatkowo, studenci mogą sami przeprowadzić montaż i demontaż stanowiska lub tylko zapoznać się z jego działaniem.

Typowe nauczanie programowania mikrokontrolerów, a następnie zaimplementowanie ich do kontrolowania wybranego obiektu wymaga od studentów znajomości programowania niskopoziomowego i elektroniki. Dzięki dedykowanym platformom cyfrowym takim jak Arduino czy

Raspberry Pi programowanie staje się znacznie prostsze, a wymagana znajomość elektroniki ogranicza się do obsługi podstawowych elementów elektronicznych i urządzeń [1].

Do nauczania sterowania programowego wykorzystywane są często sterowniki PLC. Zaletą tego rozwiązania jest możliwość wyboru kilku języków programowania, z których do najprostszych należą języki drabinkowe. Z drogiej strony, sterowniki są znacznie droższe i mniej elastyczne w implementacji. Obecnie dostępne sterowniki PLC to wydatek rzędu kilkuset złotych. Moduły rozszerzające właściwości sterowników PLC są również drogie, a ich funkcjonalności nie są znowu aż tak bardzo różnorodne. Przykładowo, pozwalają na obsługę Ethernetu, ale już problemem jest obsługa WiFi czy Bluetooth.

2. WYBRANE PLATFORMY CYFROWE

Arduino i Raspberry Pi można wykorzystać do programowego sterowania obiektami mechanicznymi, w tym pneumatycznymi lub hydraulicznymi. Sterowanie to jest możliwe przez podłączenie do wybranych platform cyfrowych systemu mechanicznego za pośrednictwem interfejsu tranzystorowego i przekaźników. Bezpośrednie podłączenie nie jest możliwe ze względu na różne poziomy napięć i prądów. W obu platformach wykorzystywane napięcie robocze, które można wystawić na portach, obejmuje zakres od 0 do 5 V, a wydajność prądowa wynosi około 45 mA. Natomiast napięcie, które podawane jest na elektrozawór w systemie pneumatycznym jest najczęściej równe 24 V lub jest wyższe.

Popularność Arduino i Raspberry Pi spowodowała, że pojawiły się rozwiązania konkurencyjne: STM32, AVR (Adafruit GEMMA i Trinket), Banana Pi, BeagleBoard, RloTboard, Stellaris LaunchPad, Freedom Freescale, PIC czy platformy firmy Intel, takie jak Galileo i Edison. Podstawowa różnica między nimi polega na zastosowaniu innego procesora i wyposażenia. Często jednak jest tak, że są one kompatybilne z układami rozszerzającymi funkcjonalność Arduino lub Raspberry Pi. Niektóre z wyżej wymienionych platform można nawet programować za pomocą środowiska Arduino IDE.

Zasadnicza różnica między Arduino i Raspberry Pi polega na tym, że pierwszy układ jest otwartą platformą sprzętową z dedykowanym środowiskiem programowania Arduino IDE, a drugie mikrokomputerem z systemem operacyjnym.

Arduino i Raspberry Pi są bardzo elastycznymi platformami, które umożliwiają realizację bardzo różnych projektów. Dużą rozpiętość możliwości tych układów pokazują liczne pozycje książkowe, przykładowa to [2], lub strony internetowe [4-6], na których autorzy prezentują swoje, często bardzo wymyślne, projekty.

2.1. Właściwości Arduino

Arduino powstało w 2005 roku jako projekt otwartej platformy sprzętowej. Obecnie na rynku występuje kilka wersji Arduino. Najbardziej popularnymi są: UNO, Leonardo i Mega.



Rys. 1. Platforma sprzętowa Arduino MEGA

Podstawowa różnica między nimi dotyczy wykorzystanego procesora, wielkości użytych pamięci, liczby portów i ich typów. Każdy z powyżej wymienionych modeli Arduino może być zasilany w zakresie od 6 do 20 V, ale producent zaleca aby było to napięcie od 7 do 12 V. Mimo, że każdy z wariantów Arduino wyposażony jest w inny mikrokontroler z rodziny AVR, to maksymalna częstotliwość zegara we wszystkich układach wynosi 16 MHz.

Tablica 1. Wybrane modele Arduino

Model	Uno	Leonardo	Mega
Mikrokontroler	ATmega328	ATmega32u4	ATmega2560
Pamięć SRAM	2 kB	2,5 kB	8 kB
Pamięć FLASH	32 kB	32 kB	256 kB
Pamięć EEPROM	1 kB	1 kB	4 kB
Porty I/O	14	20	54
Wyjścia PWM	6	7	15
Wejścia AC	6	12	16
Interfejs szeregowy	UART, SPI, I2C	UART, SPI, I2C	4xUART, SPI, I2C

Programowanie platformy pod względem sprzętowym zostało uproszczone do niezbędnego minimum. Została ona wyposażona w program rozruchowy (bootloader), który pozwala na programowanie mikrokontrolera z wykorzystaniem portu szeregowego (UART) bez potrzeby użycia zewnętrznego programatora, jak np. USBASP.

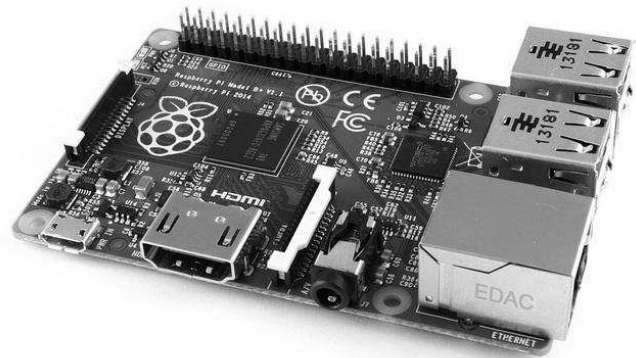
Wraz z platformą sprzętową stworzono środowisko programistyczne Arduino IDE, które oparto na projekcie Processing. Konfigurowanie i obsługiwanie środowiska jest wyjątkowo proste.

Kolejną cechą charakterystyczną tej platformy jest wysokopoziomowa biblioteka. Język programowania Arduino jest połączeniem środowiska Wiring i języka C/C++ [2,4].

Programowanie mikrokontrolera polega więc na podłączeniu go za pomocą kabla USB z komputerem, na którym jest zainstalowane środowisko Arduino IDE. W kolejnym kroku, zadaniem programisty jest wypełnienie dwóch funkcji. Pierwsza to setup(), a druga to loop(). Funkcja setup służy zainicjowaniu portów i rejestrów platformy, natomiast druga funkcja realizuje pętlę nieskończoną, która pozwala nasłuchiwać porty wejścia/wyjścia układu. Funkcja loop() zawiera również logikę programu lub wywołuje inne funkcje. Napisany program jest następnie kompilowany przez avr-gcc i wgrany do podłączonej płytki Arduino [2].

2.2. Właściwości Raspberry Pi

Raspberry Pi jest stosunkowo nowym pomysłem na mikrokomputer. Powstało w 2012 roku. W sprzedaży są dwa podstawowe modele oparte o procesor z rodziny ARM. Główna różnica między nimi dotyczy wielkości pamięci operacyjnej i liczby oraz typu gniazd rozszerzeń. Najnowsze modele to Raspberry Pi A+ i B+ [6,7].



Rys. 2. Mikrokomputer Raspberry Pi model B +

Zestawienie parametrów modelu Raspberry A+ i B+ przedstawia tablica 2.

Tablica 2. Wybrane modele Raspberry Pi

Model	Raspberry Pi 2 A+	Raspberry Pi 2 B+
Mikrokontroler	Broadcom CoS BCM2835	ARM Cortex-A7
Częstotliwość zegara	700 MHz	900 MHz
Pamięć SDRAM	512 MB	1 GB
Wyjście wideo	RCA, HDMI	
Wyjście dźwięku	jack 3,6 mm, HDMI	
Porty USB	1	4
Nośnik danych	microSD	
Złącze sieciowe	brak	10/100 Ethernet (RJ45)
GPIO	40	40
Pozostałe złącza (w ramach GPIO)	UART, I2C, SPI, +3,3V, +5V	
Zasilanie	microUSB	microUSB

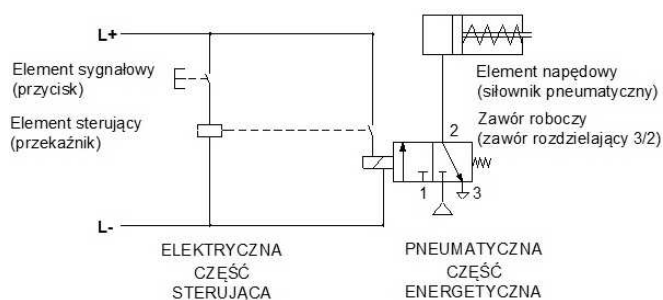
W przeciwieństwie do Arduino, Raspberry Pi posiada system operacyjny i programowanie dostępnych portów

wejść/wyjść odbywa się z jego poziomu. System operacyjny w Raspberry Pi umiejscowiony jest na karcie SD lub microSD. Użytkownik może wybierać między takimi systemami jak: Raspbian, Debian GNU, Ach Linux ARM, RISC OS, Android 4.0, FreeBSD, Gentoo Linux, Google Chrom OS czy Slackware ARM [6,7].

W programowaniu Raspberry Pi nie jest więc wymagany programator ani dodatkowy komputer. Wystarczy, że monitor i klawiatura zostaną bezpośrednio podłączone do układu. Dla Raspberry Pi podstawowym językiem programowania jest Python. Samo programowanie polega więc na wywołaniu funkcji z poziomu terminala lub przez uruchamianie skryptów Pythona.

3. STEROWANIE UKŁADEM ELEKTROPNEUMATYCZNYM

Elektropneumatyczne układy sterowania występują w maszynach i urządzeniach z napędami pneumatycznymi oraz sterowanymi elektrycznie [8]. Elektropneumatycznymi układami sterowania określamy układy, w których częścią energetyczną jest część pneumatyczna, a częścią sterującą elektryczna (współpracę elektrycznej części sterującej z pneumatyczną częścią energetyczną umożliwiają elementy elektropneumatyczne takie jak: elektropneumatyczne zawory rozdzielające) [9]. Elektryczna część sterująca przejmując sygnały z elementów sygnałowych (przyciski, przełączniki, sensory). Elementy sterujące (przełączniki, styczniki) przetwarzają sygnały wejściowe i wytwarzają sygnały oddziałujące na uruchomienie zaworów elektropneumatycznych. Elementy elektrycznej części sterującej (łączniki przyciskowe, sensory, przełączniki, styczniki) wytwarzają sygnały elektryczne przez zwieranie i rozwieranie zestyków, są one elementami stykowo-przełącznikowymi układów sterowania elektrycznego [8]. Główną, stosowaną od dawna techniką sterowania elektrycznej części sterującej jest technika stykowo-przełącznikowa. Do części sterującej elektropneumatycznych układów sterowania zalicza się: elementy sygnałowe operatorskie (łączniki sterowane ręcznie) i sensory dostarczające informacji o stanie realizowanego procesu oraz elementy i układy przetwarzające sygnały elementów sygnałowych (przełączniki, przetworniki), elementy wzmacniające i wytwarzające sygnały wyjściowe sterujące częścią energetyczną (przełączniki, styczniki) [10]. Do ręcznego oddziaływania na elektryczne układy sterowania, przez zwieranie lub rozwieranie określonych obwodów, stosuje się łączniki sterowane ręcznie, a do określenia stanu pracy lampki sygnalizacyjne.



Rys. 3. Prosty elektropneumatyczny układ sterowania

W układach elektropneumatycznych sensory wykorzystywane są do sygnalizowania skrajnych części maszyn, wykrywania obecności detali lub rozpoznawania

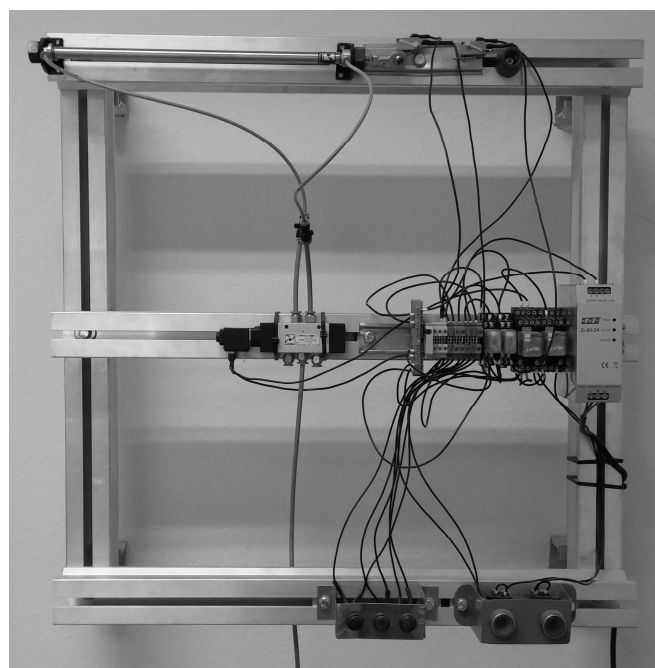
cech detali (np. barwy, rodzaju materiału), pomiaru i kontroli ciśnienia [9]. Na schematach układów elektropneumatycznych, pneumatyczną część energetyczną i sterującą część elektryczną przedstawia się oddzielnie, tak jak na rysunku 3.

Część pneumatyczna jest przedstawiana w postaci schematu układu pneumatycznego. Elektryczną część sterującą przedstawia się jako schemat połączeń, który pokazuje przebieg sygnałów w układzie sterowania. Niedogodnością związaną z klasycznym stycznikowo-przełącznikowym sterowaniem elektropneumatycznym jest pracochłonna modyfikacja określonego układu. Przez połączenia przełączników z poszczególnymi elementami układu jesteśmy w stanie jednoznacznie i trwale określić w jaki sposób będzie on działał (nie ma możliwości błyskawicznego wprowadzenia zmian). Jest to ogromną wadą tego rozwiązania. Możliwość szybkiej modyfikacji bez konieczności zmian połączeń pomiędzy urządzeniami współcześnie można uzyskać stosując sterowniki PLC oraz mikrokontrolery. Umożliwiają one również nastawianie, monitorowanie i diagnozowanie określonych nastaw układu.

4. STANOWISKO DYDAKTYCZNE

Stanowisko dydaktyczne podstaw elektropneumatyki pokazane na rysunku 4 zostało wykonane do realizacji zajęć praktycznych związanych z nauczaniem pneumatyki i sterowania, których celem jest zapoznanie studentów z budową, zasadami działania, sposobami montażu oraz sterowania układów elektropneumatycznych.

W pracy opisano również możliwości wykorzystania stanowiska laboratoryjnego do nauczania na odległość.



Rys. 4. Stanowisko laboratoryjne podstaw elektropneumatyki

Do zasilania stanowiska zastosowano zasilacz impulsowy prądu stałego o napięciu 24V oraz ciśnienie robocze około 6 bar, które jest generowane przez sprężarkę tłokową. Sterowanie odbywa się za pomocą przełączników i elektrozaworu. W skład wyposażenia stanowiska wchodzi:

- przełączniki elektromagnetyczne z cewką na 24V DC,
- przyciski sterownicze NO i NC mono,
- przyciski bistabilne,

- czujniki: indukcyjny zbliżeniowy; optyczny odbiciowy, optyczny refleksyjny Un=24V DC styk NO,
- siłowniki pneumatyczne jedno i dwustronnego działania,
- zawory pneumatyczne 3/2, 5/2,
- zawór dławiąco-zwrotny,
- zawór odcinający,
- zawór szybkiego spustu,
- zespół przygotowania sprężonego powietrza,
- trójnik pneumatyczny.

Podstawowym ćwiczeniem realizowanym na stanowisku jest sterowanie siłownikiem oraz określenie jego pozycji, mianowicie czy jest on wsunięty, wysunięty czy w trakcie wysuwania lub wsuwania. Określenie pozycji siłownika odbywa się za pomocą sygnału świetlnego uwidocznionego na lampkach sygnalizacyjnych. Sygnał do nich generują wyłączniki krańcowe, na które napotyka siłownik podczas pracy. Proces wysuwania i wsuwania siłownika jest sterowany za pomocą przycisków na przekaźnikach, które kontrolują pracę elektrozaworu. Stanowisko elektropneumatyki może być w pełni montowane przez studentów w ramach praktycznych zajęć dydaktycznych.

Jeżeli studenci będą korzystać z Arduino wówczas na stanowisku powinien znajdować się komputer z systemem operacyjnym Windows, portami USB i zainstalowanym środowiskiem Arduino IDE. Zasady pisania programów pod Arduino zostały ogólnie omówione w rozdziale 2.1, natomiast dokładnie w [2]. W przypadku wykorzystania Raspberry Pi do programowania wymagany jest monitor, klawiatura i myszka. Niezależność tej platformy cyfrowej od dodatkowego sprzętu komputerowego jest jej zaletą. System operacyjny, na którym działa Raspberry Pi, jest najczęściej Linuksem. W związku z tym nie ma tu problemu z zainstalowaniem darmowego środowiska do programowania w Pythonie. Jest też możliwość aby instrukcje sterujące portami Raspberry Pi były wydawane bezpośrednio z poziomu shell'a lub można ująć je w skrypcie Basha.

5. SCENARIUSZ ĆWICZENIA

Scenariusz proponowanego ćwiczenia podzielony jest na trzy etapy, a jego czas realizacji przewidziany jest na 9 godzin lekcyjnych, tj. po 3 godziny lekcyjne na każdy z etapów. Dopuszcza się możliwość pominięcia pierwszego etapu, którym jest montaż stanowiska z systemem pneumatycznym.

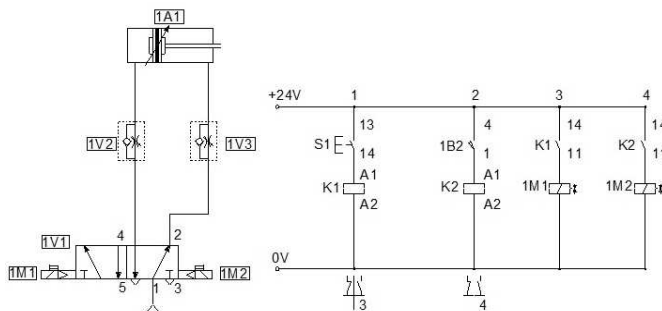
Przed kolejnymi etapami ćwiczenia należy przypomnieć studentom o podstawowych zasadach BHP. Pracujące systemy pneumatyczne i hydrauliczne zawierają elementy ruchome, które poruszają się z dużymi prędkościami i siłami, dlatego mogą stanowić zagrożenie dla osób pracujących z nimi. Oprócz tego, zasilane są napięciami wyższymi niż wartości PELV czy SELV, co dodatkowo zwiększa ryzyko wypadku.

W pierwszym etapie realizacji ćwiczenia zadaniem studentów jest zbudowanie systemu sterowania siłownikiem dwustronnego działania z zaworem bistabilnym i automatycznym powrotem. W tym etapie studenci zapoznają się z podstawowymi elementami składającymi się na system pneumatyczny oraz przeprowadzają montaż stanowiska. Etap ten jest szczególnie wartościowy dydaktycznie dla studentów, których program studiów obejmuje nauczanie systemów pneumatycznych lub

hydraulicznych. Natomiast w przypadku innych kierunków studiów można ten etap pominąć i pozwolić studentom pracować na zmontowanym stanowisku. W takim wariancie ćwiczenia istotne jest, aby studenci rzetelnie zapoznali się z obiektem, na którym będą pracować. Bardzo pomocna jest w tym dołączona do stanowiska instrukcja. Inną możliwością jest nagranie filmu instruktorzowego pokazującego montaż stanowiska pneumatycznego, który dostarczy wartościowych informacji praktycznych przed opracowaniem strategii sterowania w kolejnym etapie.

W drugim etapie realizacji ćwiczenia podstawowym zadaniem studentów jest przeanalizowanie schematu układu sterowania przedstawionego na rysunku 5, a następnie zaimplementowanie go w systemie pneumatycznym z pierwszego etapu. Należy nadmienić, że dla studentów kierunków inżynierskich właściwe interpretowanie schematów technicznych i ich stosowanie w warunkach rzeczywistych jest kluczową umiejętnością, która będzie wykorzystywana w ich późniejszej pracy zawodowej.

Cały układ sterowania powinien być podłączony przez studentów, a następnie prowadzący zajęcia zobowiązany jest dokładnie go sprawdzić aby zminimalizować ryzyko wypadku przed testowym uruchomieniem. Właściwie podłączony układ działa następująco, tj. po wciśnięciu przycisku sterującego S1 powinien wysunąć się siłownik. Stan ten pozostaje w pamięci układu do czasu, aż zostanie zniesiony przez sygnał wyłączający. Przycisk sterujący S1 (normalnie otwarty) zamyka obwód z cewką przekaźnika K1, która jest włączona do obwodu równoległe z przyciskiem S1. Prąd płynący przez cewkę 1M1 podtrzymywany jest dopóty, dopóki siłownik nie osiągnie pozycji wysunięcia i przełącznik krańcowy 1B2 (normalnie zamknięty) nie przerwie obwodu. Wówczas prąd popłynie przez cewkę 1M2, co spowoduje przestawienie pozycji elektrozaworu. Skutkiem czego będzie powrót siłownika do pozycji wyjściowej.



Rys. 5. Schemat układu sterowania siłownikiem dwustronnego działania z elektrozaworem bistabilnym i automatycznym powrotem: 1V1 – zawór 5/2, sterowany cewkami; 1V2, 1V3 – jednostronny zawór z regulacją przepływu; 1A1 – siłownik dwustronnego działania; S1 – przycisk sterowniczy; 1B2 – przełącznik krańcowy; 1M1, 1M2 – cewki sterujące zaworem; K1, K2 – przekaźniki

Po tym etapie studenci oprócz interpretacji schematu technicznego, uczą się szeregowania zdarzeń w sterowaniu oraz stosowania zaworów sprzężonych z czujnikami. W przedstawionym układzie sterowania studenci mogą również zmieniać typy czujników. Przykładowo, mogą wymiennie stosować czujniki optyczne i indukcyjne, a następnie badać ich właściwości oraz oceniać wpływ na pracę układu sterowania.

W trzecim etapie realizacji ćwiczenia zadaniem studentów jest podłączenie platformy cyfrowej Arduino i/lub Raspberry Pi, a następnie oprogramowanie jej w taki sposób, aby ograniczyć manualne sterowanie układem. Do poprawnego wykonania tej części ćwiczenia ważne są umiejętności i obserwacje, które studenci nabędą po drugim etapie ćwiczenia. Na ich podstawie studenci projektują algorytm sterowania, a następnie implementują go w postaci programu, który potem wgrywają na platformę cyfrową. W tym etapie studenci poznają również zasadę działania platformy i programowania mikrokontrolera, który jest w nią wbudowany. Następnie, uczą się jak ustawić porty wejścia i wyjścia, jak pobierać i przekazywać informacje między portami oraz otoczeniem platformy. Poznają podstawowe zasady ustawiania czujników i korzystania z nich. Pisząc program, studenci powinni dbać o przejrzystość kodu programu oraz stosować instrukcje warunkowe, pętle i wątki. Algorytm programu powinien też uwzględnić wyznaczanie pozycji siłownika. Ostateczny zakres programu powinien określić prowadzący zajęcia, aby dobrać jego stopień skomplikowania do umiejętności grupy laboratoryjnej.

W każdej z opisywanych platform cyfrowych jest możliwość zaimplementowania komunikacji przewodowej przez Ethernet lub USB lub bezprzewodowej w postaci WiFi czy Bluetooth. W związku z tym studenci mogą dalej rozwijać swój program w kierunku sterowania systemem pneumatycznym z poziomu aplikacji desktopowej lub webowej obsługującej wymiennie sposoby komunikacji. Ten kierunek wykorzystania stanowiska wymaga jednak od studentów większej wiedzy z zakresu programowania i technik informatycznych, ale jest atrakcyjny pod względem poznawczym i może stanowić wprowadzenie do systemów wbudowanych.

6. MOŻLIWOŚCI WYKORZYSTANIA STANOWISKA NAUCZANIU NA ODLEGŁOŚĆ

Nauczanie z wykorzystaniem technologii internetowych jest obecnie jednym z ważniejszych kierunków rozwoju edukacji. Zastosowanie Internetu i technologii multimedialnych w dydaktyce jest szczególnie intensywne na kierunkach kształcenia, na których dominuje wykładowa forma prowadzenia zajęć. Prowadzenie na odległość wykładów, a nawet niektórych typów ćwiczeń (np. o charakterze obliczeniowym), nie jest obecnie problemem technicznym i organizacyjnym, ponieważ współczesne technologie wytwarzania stron WWW udostępniają różne możliwości prezentacji tekstu, obrazu i dźwięku. Wymiana dokumentów i komunikowanie się przez Internet jest również łatwe i powszechne. Natomiast w przypadku, gdy w zajęciach dydaktycznych wymagane jest wykorzystanie urządzeń, przeprowadzenie uruchomień testowych, pomiarów lub innych aktywności związanych z bezpośrednim oddziaływaniem uczących się na obiekt, dostępne technologie internetowe często stają się niewystarczalne [11].

Stanowiska laboratoryjne dedykowane do badania obiektów mechanicznych są jednymi z tych, które wymagają od studentów bezpośredniego zaangażowania się do pracy przy nich. Żaden film instruktorzowy lub obserwacja przez kamerę internetową nie zastąpi bezpośrednich wrażeń poznawczych, które występują na takich stanowiskach dydaktycznych. Natomiast w ćwiczeniach, w których obiekt mechaniczny nie jest głównym celem zainteresowania

można ograniczyć się do zapoznania się z jego właściwościami i pracą. Z taką sytuacją mamy do czynienia w opisywanym stanowisku laboratoryjnym w etapie pierwszym.

Jeżeli fakt instalowania systemu pneumatycznego w procesie dydaktycznym jest istotny, to należy go przeprowadzić bezpośrednio na stanowisku. Natomiast w innym wariantach ćwiczenia wystarczająca może być obserwacja, która pozwoli poznać specyfikę obiektu. Wówczas wystarczające będzie nagranie filmu i opublikowanie go w Internecie, aby zapewnić do niego dostęp możliwie największej liczbie studentów. Inną możliwością jest obserwacja w czasie rzeczywistym działań na stanowisku laboratoryjnym za pomocą darmowych lub komercyjnych komunikatorów, które udostępniają obraz i dźwięk. Przewagą tego rozwiązania nad filmem instruktorzowym jest głównie to, że prowadzący pokaz mogą na bieżąco komentować swoje działania, a obserwujący studenci mogą nawiązać z nimi kontakt i zadawać pytania [12].

Przy zachowaniu obecnej formy scenariusza w drugim etapie realizacji ćwiczenia również nie ma większych możliwości na implementację zdalnej formy nauczania, niż film instruktorzowy umieszczony na stronie lub obserwacja za pomocą komunikatora internetowego. Ponieważ sterowanie manualne obiektem pneumatycznym wymaga podobnie jak instalowanie systemu pneumatycznego bezpośredniej ingerencji i zaangażowania w ćwiczenie.

Większych możliwości wykorzystania stanowiska laboratoryjnego w nauczaniu na odległość dostarcza wprowadzenie, opisywanych wcześniej, platform cyfrowych. W połączeniu z możliwością obserwowania stanowiska laboratoryjnego za pośrednictwem kamery internetowej można uzyskać duże możliwości interakcji z badanym obiektem.

Największych możliwości w tym zakresie dostarcza Raspberry Pi, które ma wbudowaną kartę sieciową i linuksowy system operacyjny. Podłączając Raspberry Pi z jednej strony do Internetu, a z drugiej do systemu pneumatycznego stwarzamy możliwość aktywnej pracy na stanowisku laboratoryjnym. Linuksowy system operacyjny zainstalowany na Raspberry Pi pozwala na skonfigurowanie usług sieciowych takich jak SSH lub telnetu, które zapewnią zdalną pracę w konsoli systemu. Praca studentów może wówczas polegać na pisaniu skryptów w Bashu lub Pythonie, ich kompilowaniu i uruchamianiu na Raspberry Pi. Student podłączony w ten sposób do Raspberry Pi może też sprawdzać stan portów i zmieniać ich ustawienia. W połączeniu z możliwością obserwowania przez kamerkę pracy na stanowisku, studenci mogą oceniać poprawność napisanego programu i efekty jego działania [2,12].

Podobnych możliwości pracy zdalnej dostarcza platforma Arduino. Standardową formą komunikowania się z platformą Arduino jest połączenie komputera z zainstalowanym systemem operacyjnym i środowiskiem Arduino IDE przez port USB. Dysponując komputerem podłączonym do Internetu z kamerką internetową studenci mogą uzyskać podobną funkcjonalność, jaka została opisana dla platformy Raspberry Pi. Ze względu na fakt, że Arduino IDE jest typową aplikacją okienkową, dlatego najlepszym rozwiązaniem będzie tu zaimplementowanie usługi pulpitu zdalnego. Za pomocą pulpitu zdalnego studenci mogą łączyć się z komputerem, do którego podłączona jest platforma i pracować z środowiskiem Arduino IDE tak, jakby było ono zainstalowane na ich prywatnym komputerze [2,12].

Główną wadą prezentowanych rozwiązań pracy zdalnej jest to, że studenci nie mogą dowolnie zmieniać konfiguracji stanowiska, zwłaszcza w części mechanicznej i układu połączeń.

7. WNIOSKI KOŃCOWE

Przedstawione platformy cyfrowe mogą być wykorzystywane w nauczaniu sterowania systemów pneumatycznych. Zaletą tego rozwiązanie jest to, że pozwala skoncentrować uwagę studentów na obsłudze portów wejściowych i wyjściowych oraz urządzeń peryferyjnych. Na drugi plan schodzi kod programu, którzy w przypadku mikrokontrolerów kojarzy się studentom z bardzo zawiłymi procedurami i językiem assembler, co często jest dla nich poważnym elementem zniechęcającym w nauce. W przypadku Arduino i Raspberry Pi kod programu przypomina raczej kod aplikacji pisanych w języku wysokiego poziomu.

Platformy Arduino i Raspberry Pi są tanimi narzędziami dydaktycznymi, których ceny wynoszą od trzydziestu do stu pięćdziesięciu złotych. Dodatkową ich zaletą jest to, że stanowią zwarty układ elektroniczny, którego zasilanie odbywać się może za pomocą portu USB lub zasilacza. Łatwa w obsłudze jest też komunikacja z platformami, która odbywać się może przez USB, ale nie stoi na przeszkodzie aby zaimplementować obsługę Ethernetu, Bluetooth czy WiFi. Dodatkowo, platformy te nie wymagają programatora i oferują darmowe środowiska programistyczne. Można też dokupić do nich różne urządzenia peryferyjne np. silniki, serwomechanizmy, układy pozwalające na transmisję WiFi, piloty do zdalnego sterowania oraz czujniki: temperatury, wilgotności i odległości lub inne. Przez tak bogatą ofertę urządzeń peryferyjnych można zaproponować studentom różnorodne i ciekawe ćwiczenia pokazujące zasadę działania czujników i urządzeń wykorzystywanych w sterowaniu.

Nauka programowania mikrokontrolerów na przykładzie systemu pneumatycznego pozwala studentom porównać dwa podstawowe podejścia wykorzystywane w sterowaniu, tj. sterowanie sprzętowe (bazujące na przekaźnikach) i programowe (bazujące na platformach cyfrowych Arduino i/lub Raspberry Pi). W pierwszym przypadku studenci uczą się łączyć układ, natomiast potem uczą się jak dostosować go do pracy ze sterownikiem. W tym celu budują interfejs z tranzystorów, a następnie

podłączają mikrokontroler, projektują algorytm sterowania i piszą program. Po pierwszym etapie studenci poznają zasadę manualnego sterowania systemem pneumatycznym, a w drugim uczą się ją opisać za pomocą programu, który steruje mikrokontrolerem.

W pracy zostały też opisane możliwości wykorzystania stanowiska laboratoryjnego w nauczaniu na odległość za pomocą podstawowych usług internetowych, które dostępne są dla każdego studenta.

Opisane ćwiczenie laboratoryjne pokazuje wady i zalety sterowania sprzętowego i programowego. Umożliwia również przedstawienie zasad programowania sterowników opartych na mikrokontrolerach i łączenia ich z systemem mechanicznym.

7. BIBLIOGRAFIA

1. White E.: Making Embedded Systems, Wydawnictwo O'Reilly Media, 2011.
2. Boxall J.: Arduino 65 praktycznych projektów, Wydawnictwo Helion SA, Gliwice 2014.
3. Strona internetowa: www.majsterkowo.pl.
4. Strona internetowa: www.arduino.com.pl.
5. Strona internetowa: www.kabelkowo.pl.
6. Strona internetowa: www.malinowepi.pl.
7. Monk S.: Raspberry Pi. Przewodnik dla programistów Pythona, Wydawnictwo Helion SA, Gliwice 2014.
8. Schmid D., Baumann A., Kaufmann H., Paetzold H., Zippel B.: Opracowanie merytoryczne wersji polskiej: dr inż. Olszewski M.: Mechatronika, Wydawnictwo REA, Warszawa 2002.
9. Olszewski M., Kościelny J., Mednis W., Szaciłło – Kosowski J., Wasiewicz P.: Urządzenia i systemy mechatroniczne, Wydawnictwo REA, Warszawa 2009.
10. Zastempowski B., Matuszewski M., Musiał J., Styp-Rekowski M.: Zagadnienia hydrauliki i pneumatyki w ujęciu praktycznym, Wydawnictwo Uczelniane Uniwersytetu Techniczno-Przyrodniczego w Bydgoszczy, Bydgoszcz 2013.
11. Gonzalez F., Zalewski J.: Online Robotic Labs In Software Engineering Courses, Zesz. N. WEiA PG, 37/2014.
12. Popławski T., Ślęmp S.: Rozwiązania informatyczne w procesie kształcenia na odległość, Zesz. N. WEiA PG, 37/2014.

APPLYING OF DIGITAL PLATFORMS LIKE ARDUINO AND RASPBERRY PI IN THE TEACHING OF CONTROL OF THE PNEUMATIC DEVICES

Digital platforms like Arduino and Raspberry PI have been used to learn microcontrollers programming from family AVR or ARM. They provide integrated hardware and software environment which allows to control different objects using microcontrollers. The paper describes controlling of servo motor powered by a piston compressor by using the solenoid valve. The set also includes a switching power supply and limit switches. Presented laboratory exercise allows to compare different control strategies and determine the servo motor position by using relays and digital platforms. The described laboratory is a functional and flexible tool for teaching microcontrollers programming and controlling pneumatic and hydraulic systems. They can also be adapted to e-learning.

Keywords: digital platforms, Arduino, Raspberry, control, pneumatics, programming microcontrollers.

WYBRANE ZASTOSOWANIA ROZWIĄZAŃ OPARTYCH NA ROZSZERZONEJ RZECZYWISTOŚCI W TECHNOLOGII EDUKACYJNEJ ORAZ ŻYCIU SPOŁECZNYM

Marcin SOKÓŁ, Magdalena SOKÓŁ

Laboratorium Przetwarzania Obrazu i Dźwięku Sp. z o.o.
tel.: 58 500 86 96 e-mail: research@lpod.pl

Streszczenie: W artykule przedstawiono wybrane zagadnienia implementacji metod i technik rozszerzonej rzeczywistości w procesach nauczania oraz życia społecznego. W pracy omówiono także zagadnienia rozszerzonej rzeczywistości, jako stosunkowo nowej dziedziny nauki, której dalszy rozwój uzależniony jest od rozwoju technologicznego i jej powszechnego odbioru społecznego. W pracy zostały przedstawione metody tworzenia hologramów wysokiej rozdzielczości, związane z tym ograniczenia oraz czynniki umożliwiające na chwilę obecną szerokie rozpowszechnienie tej formy wizualizacji i komunikacji multimedialnej.

Słowa kluczowe: edukacja, hologramy, rozszerzona rzeczywistość.

1. WSTĘP

Z punktu widzenia technologicznego, pojęcie rozszerzonej rzeczywistości jest stosunkowo nowym zagadnieniem, nad którym intensywnie prace badawcze prowadzone są dopiero od połowy lat dziewięćdziesiątych XX wieku. Jednakże sama idea hologramów oraz rozszerzonej rzeczywistości powstała w latach dwudziestych XX wieku. Pomysłodawcą idei był polski fizyk, profesor Mieczysław Wolfke, który w 1920 roku stworzył teorię rozdzielania procesu wytwarzania obrazu na dwie oddzielne fazy. W swojej pracy badawczej zakładał możliwość wykorzystania zjawiska interferencji, jako efektywnej metody archiwizacji informacji. Odkrycie profesora Mieczysława Wolfke uważa się za podwaliny dla współczesnej holografii [1]. Pierwsze próby stworzenia prototypu hologramu były podjęte już w 1947 roku, jednakże ze względów na ówczesne ograniczenia technologiczne prace na wiele lat zaniechano. W latach czterdziestych XX wieku problemem było stworzenie urządzenia, które emitowałoby spójną wiązkę świetlną o odpowiednim natężeniu i o ściśle określonej długości fali. Przełomowym okazał się rok 1960, w którym to stworzono pierwsze urządzenie laserowe. Lata sześćdziesiąte są okresem intensywnego rozwoju dziedziny, którą po raz pierwszy zdefiniowano jako *augmented reality* (w skrócie: AR), znaną dzisiaj powszechnie pod nazwą **rozszerzona rzeczywistość**. Pojęcie to po raz pierwszy pojawiło się w pracy Ivana Sutherlanda „*The Ultimate Display*” z 1965 roku, które uznaje się za współczesne podwaliny dla rozwoju technik AR. Za pełne zdefiniowanie pojęcia AR uznaje się twierdzenie Ronalda Azuma, który określa rozszerzoną rzeczywistość jako system, w którym jednocześnie muszą istnieć trzy czynniki. Pierwszy z nich dotyczył możliwości połączenia świata wirtualnego z realnym, drugi interaktywności treści w czasie rzeczywistym, zaś trzeci swobody ruchu w trzech wymiarach [2-5]. W 1994 roku amerykańscy fizycy Paul Milgram oraz

Fumio Kishino zdefiniowali z kolei **mieszaną rzeczywistość** (ang. *mixed reality*, w skrócie: MR), w której to elementy ze świata wirtualnego stworzone przez systemy komputerowe przenikają i łączą się ze światem rzeczywistym/realnym (rys. 1).



Rys. 1. Schemat ciągłości rzeczywistość-wirtualność (opracowanie własne na podstawie pracy [3])

Autorzy [3] na jednym z krańców przedstawionego na rysunku 1 schematu umieścili środowisko rzeczywiste, zaś na drugim środowisko wirtualne. Rozszerzona rzeczywistość umiejscowiona jest wówczas bliżej środowiska rzeczywistego. Rozszerzona wirtualność z kolei znajduje się bliżej środowiska wirtualnego. Im bardziej system zbliża się w kierunku wirtualnej rzeczywistości, tym bardziej zredukowana zostaje liczba elementów rzeczywistych. Zgodnie z tą koncepcją rzeczywistość może być rozszerzana o wirtualne elementy, a wirtualność o elementy rzeczywiste. Ten obszar wzajemnych relacji nazwany został **rozszerzoną wirtualnością** (ang. *augmented virtuality*, w skrócie: AV) oraz umiejscowiony w obrębie schematu – tuż przy środowisku wirtualnej rzeczywistości. Model zaproponowany przez Paula Milgrama oraz Fumio Kishino jest podstawą do klasyfikacji wszystkich zdefiniowanych systemów, w których stykają się ze sobą dwa światy: rzeczywisty i wirtualny. Opracowanie to stanowi fundament do dalszych prac badawczych oraz prób przedstawiania nowych klasyfikacji omawianych zagadnień, których podejmują się kolejni badacze.

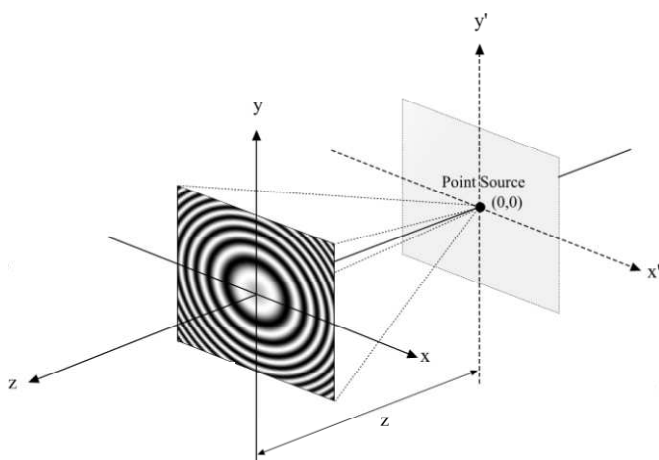
Rozszerzona rzeczywistość w oddziaływaniu na jej odbiorcę analizowana jest w oparciu o różne dane, przede wszystkim te dotyczące ludzkich zmysłów. Obecnie najlepiej rozwinięte są aplikacje wykorzystujące zmysły wzroku i słuchu użytkownika. Wynika to ze względów technicznych, gdyż najprościej jest obecnie nałożyć pliki graficzne i dźwiękowe na odpowiadające im wirtualne obiekty. Wraz z dalszym rozwojem technik AR rozpoczęto badania nad zaangażowaniem kolejnych zmysłów ludzkich. Dzięki zastosowaniu odpowiednich

czujników pojawiła się np. możliwość wykorzystania zmysłu dotyku w interfejsach oprogramowania oraz do przemieszczania wirtualnych obiektów umieszczonych w realnej przestrzeni. Prowadzone są również prace badawcze nad zaangażowaniem kolejnych dwóch zmysłów człowieka potęgujących odbiór rozszerzonej rzeczywistości. Mowa tu o zmysłach węchu i smaku, pobudzanych przez odpowiednie rozpylacze aromatyczne. Na chwilę obecną, tworzone aplikacje są w fazie początkowej i na efekty ich badań należy jeszcze poczekać [5].

2. SYSTEMY OPARTE NA TECHNIKACH ROZSZERZONEJ RZECZYWISTOŚCI

2.1 Podstawowe metody tworzenia hologramów

Pojęcie hologramów oraz holografii we współczesnym świecie ma nie tylko znaczenie technologiczne, ale również marketingowe. Wiele firm pod pojęciem hologramu stara się uatrakcyjnić sprzedawany przez siebie produkt, jednakże w wielu przypadkach tworzone przez nich obrazy nie są hologramami.

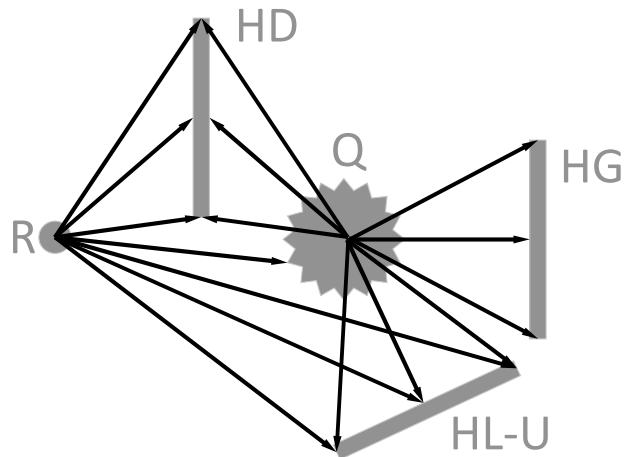


Rys. 2. Ilustracja koncepcji procesu generowania hologramu (źródło: opracowanie własne)

Prawdziwa holografia nie ma związku z odbiciami lustrzanymi czy wyświetlaniem obrazów na parze wodnej. Jest ona bowiem zjawiskiem fizycznym opierającym się na zapisie na nośniku przynajmniej dwufalowego obrazu interferencyjnego, który w odczycie daje dwa niezależne od siebie trójwymiarowe obrazy przestrzenne (rys. 2).

Obraz holograficzny powstaje w momencie, gdy górna wiązka światła kierowana jest za pomocą zwierciadła na fotografowany przedmiot, odbija się od niego i pada na kliszę, zaś druga dolna wiązka stanowi tzw. wiązkę odniesienia (rys. 2). Najlepsze rezultaty otrzymuje się przy użyciu światła laserowego, które zapewnia zbliżoną do ideału monochromatyczność oraz spójność fazową i amplitudową. W rzeczywistości wszystko to wymaga dość skomplikowanych zabiegów technicznych, ale dzięki nim unikamy zanikania prążków interferencyjnych (tzw. dyfrakcji) na skutek nadmiernej różnicy długości dróg przebytych przez światło. Przy tworzeniu obrazów holograficznych wykorzystuje się trzy typy układów. Pierwszy z nich nazywany również układem gaborowskim (od nazwy fizyka Dennisa Gabora), w którym płyta holograficzna, obiekt i źródło wiązki odniesienia umieszczone są wzdłuż prostej (rys. 3). Drugą metodą na stworzenie hologramu jest wykorzystanie układu z boczną wiązką odniesienia (tzw. hologram Leitha-Upatnieksa), gdy kierunki propagacji fali przedmiotowej i fali odniesienia tworzą ze sobą pewien kąt, lecz do płyty holograficznej dochodzą z tej samej strony. Trzecią metodą jest układ z wiązkami przeciwsobnymi (tzw. hologram

Denisiuka), gdy wiązki przedmiotowa i odniesienia docierają do ośrodka rejestrującego z przeciwnych stron.



Oznaczenia:

R - źródła wiązki odniesienia

O - obiekt

H - ośrodek światłoczuły

HG - układ współosiowy (hologram Gabora)

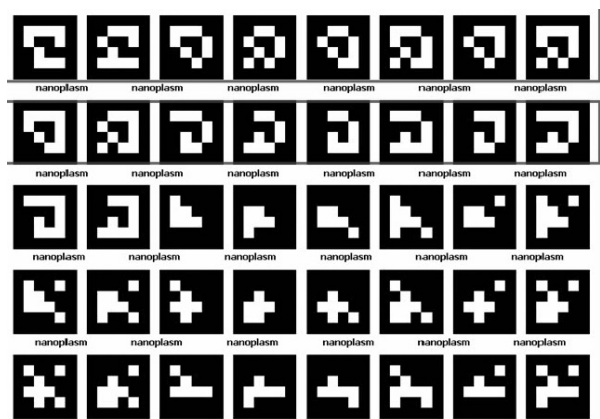
HL-U - układ z boczną wiązką odniesienia (hologram Leitha-Upatnieksa)

HD - układ z wiązkami przeciwsobnymi (hologram Denisiuka)

Rys. 3. Trzy różne konfiguracje do wykonania hologramu na podstawie układu: Dennisa Gabora, Leith-Upatnieksa, Denisiuka (źródło: opracowanie własne)

2.2. Markery

Trudność w stworzeniu hologramu zależy od przestrzeni w jakiej musi się on pojawić. Znacznie łatwiej jest stworzyć obraz holograficzny w przestrzeni zamkniętej, w której nie oddziałują na niego czynniki zewnętrzne, takie jak: wiatr, deszcz, mgła, natężenie oświetlenia, konieczność zapewnienia odpowiedniego kontrastu dla tworzonej wizualizacji. Dlatego pierwsze próby wyświetlenia hologramu były podejmowane w zamkniętych przestrzeniach laboratoryjnych. Dzięki pełnej kontroli nad panującymi tam warunkami możliwe było zastosowanie czarnobiałych markerów (wskaźników o wąskim zakresie tolerancji względem niewielkiej liczby czynników ograniczających) oznaczonych prostymi wzorami geometrycznymi, które stanowiły punkty przejścia dla elementów wirtualnych w świat rzeczywisty.



Rys. 3. Przykładowe markery (źródło: opracowanie własne)

Wzory te wprowadzane były do systemu wraz z przypisanymi i wirtualnymi wizualizacjami. Po zlokalizowaniu położenia i orientacji kamery przez marker oraz po pobraniu z bazy danych informacji o obrazie, system nakładał na jego powierzchnię odpowiednią grafikę. Wraz z rozwojem techniki

rozpoczęto podejmowanie prób implementacji rozszerzonej rzeczywistości w przestrzeni otwartej. Pierwszą napotkaną barierą było pokonanie czynników pogodowych w postaci wiatrów czy pyłów utrudniających identyfikację znaczników (markerów). Rozwiązanie tego problemu leżało w znalezieniu „naturalnych” markerów znajdujących się w środowisku w postaci charakterystycznej infrastruktury budowlanej czy też innych punktów odniesienia. Ponadto, zaczęto kłaść większy nacisk na ulepszenie systemów śledzących obiekty dostosowanych do zmiennych warunków atmosferycznych [6-9].

2.3. Systemy śledzące

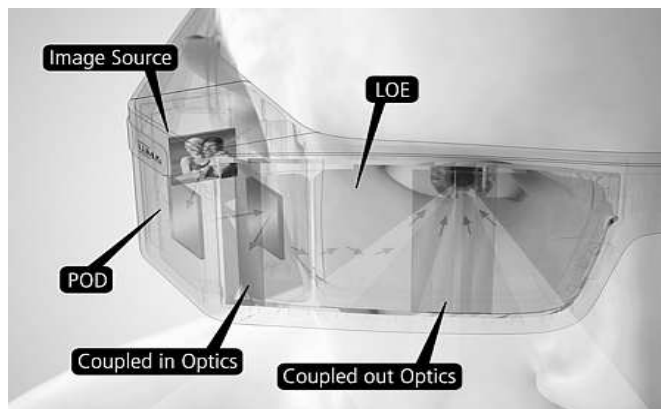
Pod pojęciem systemów śledzących należy rozumieć pojedynczy lub zintegrowany układ czujników, których rolą jest gromadzenie danych ze środowiska i przekazywanie ich do systemu. Istnieją dwa rodzaje systemów śledzących o charakterze pasywnym oraz aktywnym. Pierwszy z nich wyróżnia się tym, iż funkcjonuje na zasadzie identyfikacji naturalnie występujących w przyrodzie zjawisk i sygnałów. Mimo swojej uniwersalności cechuje się bardzo powolnym i obciążonym błędami procesem akwizycji i przetwarzania danych. Drugi system o charakterze aktywnym działa na zasadzie wyszukiwania określonych punktów orientacyjnych, które już wcześniej zostały zarejestrowane i skalibrowane. Mankamentem systemów aktywnych jest to, iż działają jedynie w znanym im otoczeniu.

Kolejną próbą rozwiązania problemu śledzenia obiektów było stworzenie systemu hybrydowego uwzględniającego różnego rodzaju czujniki oraz systemy śledzące. Istnieją obecnie trzy główne rodzaje systemów hybrydowych: wizyjno-akustyczne, wizyjno-inercyjne oraz inercyjno-magnetyczne. Jednakże i te systemy nie są pozbawione wad, w szczególności te bazujące na elementach wizyjnych (kamera), których funkcjonowanie w sposób naturalny uzależnione jest od warunków atmosferycznych panujących na zewnątrz. W celu rozwiązania tego problemu zdecydowano się na wprowadzenie dwóch dodatkowych czujników w ramach „Systemu wspomaganego lokalizacji” (ang. *Aid-localization System*) opisanego w pracy [7] i bazującego na danych pobieranych z GPS wraz z INS'em stanowiącym czujnik inercyjny przeliczający przesunięcie od początkowo wyznaczonego „punktu wyjścia”. Rozwiązanie to pozwala na zmniejszenie błędów mogącego wystąpić w czasie rejestracji danych przez kamerę, jak również w trakcie repetytywnych pomiarów przesunięć przeprowadzanych przez czujnik inercyjny.

2.4. Sposoby wizualizacji treści

Kluczowym elementem w systemach rozszerzonej rzeczywistości jest wybranie odpowiedniej metody wizualizacji treści. Ronald Azuma podzielił systemy wizyjne na trzy główne kategorie: mobilne wyświetlacze komputerowe, tablety komputerowe oraz wyświetlacze projektowe. Najbardziej znane technologie wizualizacyjne łączące ze sobą plan wirtualny i realny to: *HMD optical see-through* oraz *video-through* (ang. *Head Mounted Display* lub *Helmet Mounted Display*), czyli popularne gogle (okulary 3D) lub całe hełmy z goglami wizualizacyjnymi (rys. 4-6). Główną zaletą pierwszego z wymienionych systemów jest bezpośrednie łączenie sfery wirtualnej z realną za pośrednictwem przezroczystego wyświetlacza. Dla użytkownika oznacza to utrzymanie nieprzerwanego kontaktu wzrokowego z realnym otoczeniem, podczas gdy wirtualne elementy nakładają się na widziany przez użytkownika rzeczywisty obraz. Niestety z powodu występowania nieścisłości w przesyłanym obrazie, jak również błędów w jego realnej lokalizacji oraz ze względu na

bezpieczeństwo użytkownika system ten nie jest szeroko stosowany.

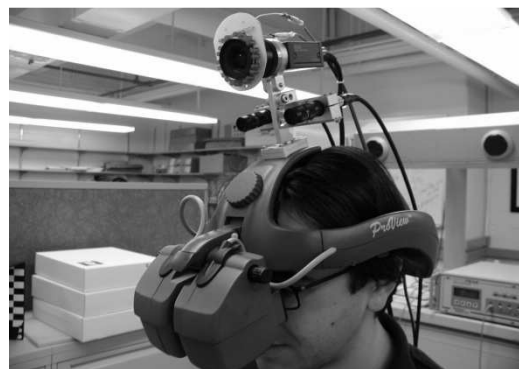


Rys. 4. Wizualizacja funkcjonowania okularów modelu HMD typu *optical see-through* (źródło: [9])



Rys. 5. Przykładowy model HMD typu *optical see-through* (źródło: [9])

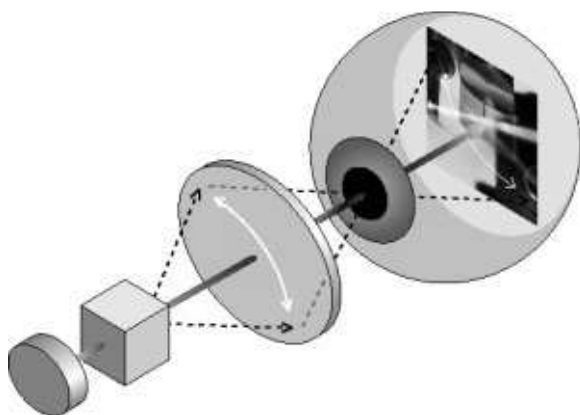
Drugi z wymienionych systemów HMD czyli *video see-through* umożliwia precyzyjne nakładanie elementów świata wirtualnego na rzeczywisty obraz. Niestety bardzo dokładny proces kluczowania zastosowany w tego typu urządzeniach powoduje znaczne spowolnienie w przekazywanym bezpośrednio do użytkownika obrazie. Podobnie, jak w przypadku okularów typu *optical see-through*, względy bezpieczeństwa uniemożliwiają jego szerokie praktyczne zastosowanie.



Rys. 6. Przykładowy model HMD typu *vide see-through* (źródło: [10])

Próba rozwiązania tego problemu, jak również sposobem na wyeliminowanie uciążliwych hełmów oraz okularów w procesie wyświetlania holograficznego mają być tzw. wirtualne wyświetlacze siatkówkowe (ang. *Virtual Retinal Displays*, w

skrótce: VRD), które swoim kształtem i wielkością zbliżone byłyby do szkieł kontaktowych (rys. 7).



Rys. 7. Schemat powstawania złudzenia obrazu źródłowego w ludzkiej siatkówce oka (źródło: [11])

Rozwiązanie to będzie umożliwiać z czasem szybkie przekazywanie obrazu o wysokiej rozdzielczości oraz daleko posuniętą miniaturyzację wymaganego sprzętu.

3. ZASTOSOWANIE ROZSZERZONEJ RZECZYWISTOŚĆ W PROCESIE EDUKACYJNYM

3.1. Wdrożenie systemu na przykładzie korporacji

Pomimo, że rozszerzona rzeczywistość postrzegana jest jako nowość technologiczna to znane są już przykłady zastosowania jej w branży szkoleniowej i edukacyjnej. Przykładem jest niemiecki koncern BMW oraz amerykański Boeing. Zarówno w przypadku jednej jak i drugiej korporacji rozszerzona rzeczywistość oraz hologramy zostały wykorzystane do opracowania systemu szkoleniowego pracowników. Specjalnie dla Boeinga przygotowano narzędzie wspierające orientację pracowników w niezwykle złożonym okablowaniu produktu lotniczego wytwarzanego przez tą firmę [11]. Podobna sytuacja była w przypadku systemu serwisowego wdrożonego przez firmę BMW. Za jego pośrednictwem w czasie rzeczywistym szkolony był mechanik z naprawy samochodu jednocześnie usuwając z pojazdu powstałą usterkę (rys. 8). Różnica w typowym szkoleniu z tej dziedziny polegała na tym, że mechanik w tym samym czasie jednocześnie uczestniczył w procesie uczenia się, jak również wykonywał przekazane mu zadanie służbowe w postaci napraw samochodów. W czasie swojej pracy pracownik korzystał z okularów przeziernikowych, za pośrednictwem których przekazywane były mu kolejne polecenia co do wykonywanej czynności czy wymiany określonej części w samochodzie. Dzięki temu mechanik nie musiał pamiętać dokładnej procedury każdej naprawy, co znacznie skróciło czas jego szkolenia, ograniczając je jedynie do niezbędnych podstaw. **Faktem jest, że nowoczesne formy szkoleniowe opierające się na rozszerzonej rzeczywistości w znacznym stopniu ułatwiają wdrażanie do pracy nowych pracowników i przekazywanie im wiedzy w systemie typu *ad-hoc*.**

Tego typu forma szkolenia może być przełomem w procesie kształcenia inżynierów budownictwa, mechaniki, architektury czy medycyny. Dzięki wirtualnym symulatorom uproszczeniu i skróceniu ulegnie również czas szkolenia pilotów czy kierowców.



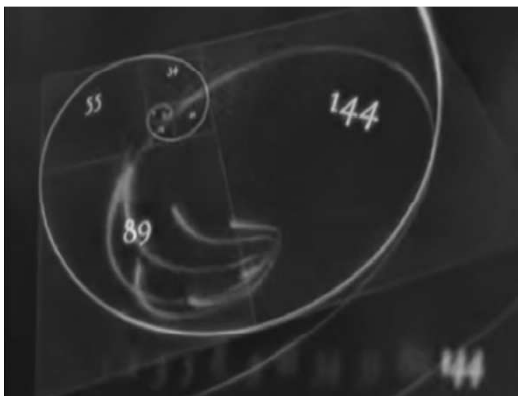
Rys. 8. Przedstawienie działania systemu serwisowego BMW na zasadzie nakładania wirtualnych obrazów będących kolejnymi wskazówkami dla mechanika (źródło: [12])

3.2. E-learning, czyli internetowe nauczanie na odległość

Rozwój technologiczny spowodował wprowadzenie nowych form przekazywania wiedzy. Coraz popularniejszym sposobem kształcenia staje się tzw. e-learning, czyli niestacjonarne nauczanie na odległość przy wykorzystaniu Internetu oraz towarzyszących mu technik i technologiach teleinformatycznych [13]. Nauczanie metodą e-learning charakteryzuje się tworzeniem, przetwarzaniem i przesyłaniem interaktywnych prezentacji, obrazów, wykresów oraz schematów multimedialnych. Prezentacje oraz materiały posiadać atrakcyjną i łatwo dostępną formę dla ich odbiorcy. Wprowadzenie do szkoleń na odległość elementów z rozszerzonej rzeczywistości spowoduje wzrost atrakcyjności tej formy nauczania. Jej główną zaletą będzie możliwość nakładania generowanych komputerowo informacji na rzeczywiste obiekty oraz pracy na wirtualnych obiektach w rzeczywistym otoczeniu. Umożliwia to oddziaływanie niemal na wszystkie zmysły odpowiedzialne u człowieka za proces nauczania. Wzrost efektywności tej formy nauczania wpłynie na jej konkurencyjność, która z czasem może zastąpić klasyczne standardy szkoleniowe.

3.3. Wspomaganie procesu nauczania na etapie szkolnym

Obecnie do szkół podstawowych oraz średnich uczęszczają osoby urodzone w pierwszej dekadzie XXI wieku. Generacja ta określana jest mianem *singleplayer* [14-16], która pod względem technologicznym posiada znacznie większe umiejętności i kompetencje niż osoby urodzone w latach 80-tych czy nawet 90-tych XX wieku. Jeżeli przyszła oferta edukacyjna nie będzie dopasowana do potrzeb współczesnych uczniów spowoduje to nie tylko obniżenie atrakcyjności przeprowadzanych zajęć, jak również wykluczenie technologiczne osób funkcjonujących przede wszystkim w przestrzeni wirtualnej. **Wprowadzenie do szkół metodyki nauczania wykorzystującej techniki rozszerzonej rzeczywistości w znacznym stopniu ułatwi tłumaczenie procesów chemicznych, fizycznych, matematycznych czy biologicznych.** Ponadto, tworzenie wirtualnych modeli ułatwi uczniom nie posiadającym wyobraźni przestrzennej czy geometrycznej zrozumienie procesów fizycznych jak również matematycznych. Modele rozszerzonej rzeczywistości mogą być wykorzystywane nie tylko na zajęciach z przedmiotów ścisłych, ale również humanistycznych związanych ze sztuką czy historią. Możliwość stworzenia symulacji przebiegu historycznej bitwy czy hipotety-



Rys.9. Wirtualna wizualizacja obliczeń matematycznych
(źródło: opracowanie własne na podstawie [15])

cznych wariantów rozstrzygnięcia danego wydarzenia historycznego w znacznym stopniu mogłoby zwiększyć atrakcyjność lekcji historii. Podobna sytuacja może mieć miejsce w przypadku zajęć ze sztuki czy architektury. Wirtualne tworzenie symulacji dzieł sztuki i rekonstrukcji nieistniejących już zabytków w znacznym stopniu ułatwiłoby uczniom zrozumienie przekazywanej im wiedzy. Większość światowej sławy specjalistów jest przekonana, że rozszerzona rzeczywistość zrewolucjonizuje dotychczasowe metody komunikacji począwszy od wymiany myśli, a kończąc na formie zapisywania treści. Możliwość tworzenia notatek na wirtualnych kartkach, pozwoli na ich łatwą edycję oraz wygodne współdzielenie się informacjami z pozostałymi osobami. Kamery i mikrofon umożliwią rejestrację całości lub fragmentów wykładów oraz zapis wykonywanych zadań, które będzie można później analizować w dowolnym miejscu i czasie.

3.4. Narzędzia dydaktyczne wykorzystujące techniki rozszerzonej rzeczywistości na potrzeby szkolnictwa o profilu artystycznym

Osoby wybierające kierunki artystyczne czy architektoniczne powinny cechować się wrodzonymi zdolnościami manualnymi czy rozwiniętym poczuciem przestrzeni, które powinno być także kształtowane na etapie edukacji. Fakt ten otwiera ogromne możliwości wprowadzenia innowacyjnych pod względem technologicznym metod nauczania np. sztuki i geometrii wykreślnej przy wykorzystaniu metod rozszerzonej rzeczywistości. W tym też kontekście holografia otwiera całkiem nowe dziedziny sztuki i edukacji artystycznej. Zastosowanie nowoczesnej technologii może okazać się przełomową alternatywą w dziedzinie sztuki dla głęboko zakorzonego konserwatyizmu. Możliwość nowego spojrzenia na przestrzeń, która ma teraz szansę stać się jednym z decydujących elementów nowych środków wyrazu.

4. ROZSZERZONA RZECZYWISTOŚĆ I JEJ WPŁYW NA ŻYCIE SPOŁECZNE

4.1. Komunikacja

Nowoczesne technologie zawsze miały ogromny wpływ na przeobrażenia społeczne. Wprowadzenie elementów rozszerzonej rzeczywistości w procesach edukacyjnych i pokrewnych ma realną szansę na wprowadzenie przełomu w dziejach ludzkości, porównywalnego z wynalezieniem Internetu. Jeżeli dodać do tego opcję nakładania dodatkowych obrazów i informacji otrzymamy niespotykaną do tej pory jakość komunikacji międzyludzkiej funkcjonującej na granicy świata realnego i wirtualnego.

4.2. Systemy nawigacji holograficznej

Obecnie najpopularniejszą formą określającą lokalizację obiektu jest nawigacja satelitarna GPS (ang. *Global Positioning System*). Wzbogacenie nawigacji GPS o nowe funkcje bazujące na rozszerzonej rzeczywistości umożliwiają nakładanie informacji o trasie na to, co jego użytkownik widzi w danym momencie. Będziemy mieli w tym przypadku do czynienia z mobilną platformą współpracującą z różnymi punktami znajdującymi się w danym momencie w otoczeniu użytkownika. System ten potencjalnie mógłby działać już na urządzeniach mobilnych wyposażonych w GPS, kamerę, kompas, akcelerometr oraz stałe połączenie internetowe. Cała idea nowoczesnej nawigacji opierać się będzie na tworzeniu kolejnych wirtualnych warstw zawierających wszystkie interesujące nas informacje na dany temat. System działałby na zasadzie iż, na obraz z kamery (np. smartfonu) nakładane byłyby kolejne (w oparciu o położenie geograficzne) cyfrowe informacje odnośnie obiektu znajdującego się w tym momencie w obiektywie kamery.



Rys.10. Przykładowy wygląd ekranu samochodowej nawigacji GPS wykorzystującej techniki rozszerzonej rzeczywistości
(źródło: [17])

4.3. Szerokie spektrum zastosowania branży holograficznej

Holografia przez swoją wielofunkcyjność będzie miała bardzo szerokie zastosowanie w różnych sektorach gospodarczych, zmieniający tym samym dotychczasową jakość życia. Rozwój branży holograficznej spowoduje wprowadzi nowe technologie zryfowania informacji, jak również rozpoznawania obiektów i ich cech wspólnych. Cecha ta będzie mogła być wykorzystywana przede wszystkim w branży medycznej związanej z wykrywaniem komórek rakowych czy w defektoskopii. Ponadto, holografia zrewolucjonizuje metodologię modelowania funkcji logicznych, będzie mogła mieć zastosowanie w przemyśle rozrywkowym (ruch obiektów podczas trwania imprez masowych), obrazowaniu muzycznym, czy w systemach związanych z zabezpieczaniem danych przed fałszerstwem (obecnie hologramu nie da się podrobić). Zdaniem ekspertów w różnej formie nowoczesne technologie holograficzne zdominują większość obszarów ludzkiego życia. Przełomowym momentem będzie powszechne wprowadzenie do powszechnego użycia holografii.

5. WNIOSKI KOŃCOWE

Implementacja rozwiązań rozszerzonej rzeczywistości w procesie edukacyjnym spowoduje redefinicję klasycznego podejścia do metodologii nauczania i przekazywania wiedzy. Wzbogacenie prezentacji multimedialnych o elementy holograficzne znacznie podniesie ich atrakcyjność. Tego typu prace stanowią główny element prac badawczych, realizowanych przez Laboratorium Przetwarzania Obrazu i Dźwięku Sp. z o.o. Przeprowadzone przez spółkę analizy potwierdziły, że wprowadzenie elementów holograficznych do obecnych interfejsów komunikacyjnych, jak również systemów

nawigacyjnych. Dostrzegając tę potrzebę rynku, spółka realizuje obecnie duży projekt badawczo-rozwojowy, zmierzający do opracowania prototypu wyświetlacza holograficznego 3D. W wyświetlaczu tym, dzięki harmonijnie nakładającym się na siebie ikonom oraz symbolom nie tylko ułatwiony i uatrakcyjniony zostaje proces przekazywania informacji i przemieszczania się obiektów w przestrzeni, ale również zapoczątkowany u jego użytkowników uzyskiwania nowych, niespotykanych dotąd wrażeń wizualnych. Szerokie spektrum zastosowań technik rozszerzonej rzeczywistości z całą pewnością przełoży się w najbliższym czasie na szybkie upowszechnienie tego typu rozwiązań nie tylko w edukacji, ale także szeroko rozumianym przemyśle. Należy jednak pamiętać, że proces tworzenia hologramu w otwartej przestrzeni środowiska naturalnego jest w dalszym ciągu zadaniem trudnym i wymagającym ciągłego poszukiwania coraz to skuteczniejszych rozwiązań technologicznych.

6. PODZIĘKOWANIA



Niniejsza praca badawcza powstała jako rezultat projektu: „Opracowanie innowacyjnej technologii wyświetlacza holograficznego 3D” (Projekt: POIG.01.04.00-22-068/12) współfinansowanego z Europejskiego Funduszu Rozwoju Regionalnego, w ramach Programu Operacyjnego Innowacyjna Gospodarka, Priorytet I – „Badania i rozwój nowoczesnych technologii”, Działanie 1.4 – Wsparcie projektów celowych.

Autorzy pracy dziękują Narodowemu Centrum Badań i Rozwoju za udzielone wsparcie finansowe na realizację projektu.

7. BIBLIOGRAFIA

- Hass L.: *Ambicje rachuby, rzeczywistość. Wolnomularstwo w Europie Środkowo-Wschodniej 1905-1928*. Warszawa, s.231, 1984.

- Azuma R.: *A Survey of Augmented Reality, Presence: Teleoperators and Virtual Environments*, z. 6, nr 4, August, pp. 355-385, 1997.
- Milgram P., Kishino F.: *A Taxonomy of Mixed Reality Visual Displays*, IEICE Trans. Information Systems, vol. E77-D, no. 12, pp. 1321-1329, 1994.
- Kuśmierek Z., Korczyński M.: *Measurement and Instrumentation – Why Needed in Engineering Education*, 14th International EAEIE Conference Educational, Innovations in EIE, Gdańsk, June, pp. 1-5, 2003.
- Pardel P.: *Przegląd ważniejszych zagadnień rozszerzonej rzeczywistości*, Zeszyty Naukowe Politechniki Śląskiej, seria INFORMATYKA, t. 30, nr 1 (82), Gliwice, pp. 35-65, 2009.
- Jagoszewski E.: *Holografia optyczna*, PWN, Warszawa 1986
- Bodnar N.: *Mobile based Augmented Reality*. Washington University in St. Louis School of Engineering & Applied Science, Department of Computer Science & Engineering, April, 2010.
- Azuma R., Neumann U., You S., *Orientation Tracking for Outdoor Augmented Reality Registration*, Computer Science Department at the University of Southern California, 1999.
- Witryna internetowa: <http://trackingreality.com>.
- Witryna internetowa: www.cs.rochester.edu/wbh/igs/.
- Witryna internetowa: virtualretinaldisplay.blogspot.com.
- Pardel P.: *Przegląd ważniejszych zagadnień rozszerzonej rzeczywistości*, Zeszyty Naukowe Politechniki Śląskiej, seria INFORMATYKA, t. 30, nr 1 (82), Gliwice, s.35-65, 2009.
- Witryna internetowa: <http://www.bmw.com>.
- Szablowski S.: *E-learning dla nauczycieli*, Wydawnictwo Fosze, Warszawa, s.25 i dalsze, 2009.
- Wrzesień W.: *Czy pokoleniowość nam się nie przyda? Kilka uwag o współczesnej polskiej młodzieży*, NAUKA 3/2007, pp. 131-151, 2007.
- Witryna internetowa: www.TeachDaStreets.biz.
- Reitmayr G., Schmalstieg D.: *Collaborative augmented reality for outdoor navigation and information browsing*. Institute of Software Technology and Interactive Systems, part of the Faculty of Informatics at the Vienna University of Technology, 2004.

SELECTED APPLICATIONS OF AR-BASED SOLUTIONS IN EDUCATIONAL TECHNOLOGY AND SOCIETY

The paper presents selected issues of implementation methods and techniques of augmented reality in the process of teaching and social life. The paper also discusses the issues of augmented reality, as a relatively new field of science, whose further development depends on technological development and the general public perception. The paper presents methods for creating high-resolution holograms, the limitations and enabling factors at the moment, the wide dissemination of this form of visualization and multimedia communications.

Keywords: augmented reality, education, holograms.

II Konferencja

eTechnologies in Engineering Education eTEE'2015

Politechnika Gdańska, 30 kwietnia 2015

**DOSKONALENIE JAKOŚCI KURSU E-LEARNINGOWEGO
W OPARCIU O CYKL DEMINGA**

**Tomasz A. WALASEK¹, Zygmunt KUCHARCZYK¹, Dorota MORAWSKA-WALASEK²,
Elżbieta MORYŃ-KUCHARCZYK¹, Janusz BARAN¹**

1. Politechnika Częstochowska
tel.: 034-325-06-37 e-mail: tomasz.walasek@gmail.com
2. Wyższa Szkoła Lingwistyczna w Częstochowie
tel.: 034-365-58-02 e-mail: dorotamw@wsl.edu.pl

Streszczenie: Wdrożenie, zarządzanie i doskonalenie procesem e-nauczania na wyższej uczelni jest złożonym zagadnieniem. E-learning, choć obecny w polskich i zagranicznych uczelniach wyższych już od wielu lat, wciąż wzbudza wiele dyskusji, emocji oraz kontrowersji, w szczególności w zakresie jakości procesu edukacyjnego.

W artykule opisano próbę zastosowania cyklu Deminga w procesie doskonalenia jakości e-edukacji na różnych poziomach procesu e-kształcenia, począwszy od etapu przygotowania, projektowania, wdrożenia, realizacji po ewaluację i ocenę efektów kształcenia. Opisana metodologia została z sukcesem wypróbowana w doskonaleniu jakości e-nauczania na Politechnice Częstochowskiej.

Słowa kluczowe: e-learning, model, dokumentacja, jakość.

1. WPROWADZENIE

Rozwój Internetu i wciąż rosnące znaczenie mediów elektronicznych w naszym życiu sprawiają, że edukacja, taką jaką znamy, odchodzi do lamusa. Wykłady w formie audio i wideo publikowane online, wideokonferencje i webinary, dyskusje na forach i czatach, elastyczne i dogodne godziny nauki, konsultacje przez Internet, multimedialne materiały dydaktyczne dostępne zawsze i wszędzie, na dowolnym urządzeniu począwszy od komputera, poprzez telefon i tablet, telewizor, a nawet zegarek czy okulary – to już nie jest wizja futurystyczna – to rzeczywistość na wielu polskich i zagranicznych szkołach i uniwersytetach [1, 2]. Coraz większe znaczenie zyskują na świecie tzw. MOOC'i – Massive Open Online Courses – Powszechne Otwarte Kursy Online. W Polsce MOOCi stanowią na razie, według wiedzy autorów, raczej marginalne zjawisko. Próbę zmiany takiego stanu rzeczy podjęła Fundacja Nauki Polskiej przy wsparciu wielu instytucji państwowych, edukacyjnych i pozaformalnych (np. Stowarzyszenie E-learningu Akademickiego) organizując 5 stycznia w Warszawie Konferencję Moc MOOCów – Czas na polską platformę. Uczestnicy konferencji w imieniu Swoich Instytucji podpisałi wówczas list intencyjny w celu powołania Polskiej Platformy MOOC. [3] Od pewnego czasu przygotowany jest również projekt jednego z autorów artykułu Polski MoodleMOOC. Ma być to próba przygotowania i poprowadzenia polskiego kursu typu MOOC dla osób

stawiających pierwsze kroki na platformie do nauczania na odległość MOODLE. [4]

Jeszcze bardziej interesującą wygląda projekt Akademii Khana – dziś już niemal wirtualna szkoła. Początkowo, Salman Khan pomysłodawca, twórca i autor pierwszych materiałów Akademii publikował proste filmy tłumaczące podstawowe zagadnienia, pojęcia i twierdzenia matematyczne. Dziś Akademia Khana to wielki, międzynarodowy projekt edukacyjny, umożliwiający nie tylko oglądanie filmów edukacyjnych ale również ćwiczenia interaktywne, zadania online, testy, symulacje, a w niektórych przypadkach specjalnie zaprojektowane i wykonane środowiska programistyczne. Na portalu Akademii Khana możemy utworzyć sobie darmowe konto nauczyciela i używać go jako Wirtualnego Środowiska Nauczania z kontrolą postępów uczniów, z raportami itp. [5]

Edukacja na odległość staje się nową metodą pozyskiwania wiedzy i umiejętności, metodą alternatywną w stosunku do edukacji tradycyjnej, do istniejących struktur i form edukacyjnych. Instytucje edukacyjne, zarówno szkoły wyższe, jak i szkoły podstawowe, gimnazjalne i ponadgimnazjalne, stają w obliczu konieczności przygotowania nowych modeli dydaktycznych. Modeli, które, w większym lub mniejszym zakresie, będą obejmowały nauczanie na odległość. W najnowszym raporcie Sloan C, na który kilkakrotnie autorzy będą się w tej pracy powoływać, czytamy, że blisko 71% menadżerów szkół wyższych w Stanach Zjednoczonych uważa, że edukacja online jest niezwykle istotna dla długofalowej strategii ich instytucji [6]. Dla porównania, w roku 2002 ten odsetek wynosił 49%. Prezentowane w raporcie dane wskazują na fakt, że w amerykańskich uczelniach wyższych, zarówno publicznych, jak i niepublicznych, znaczenie edukacji online wzrasta.

Menadżerowie instytucji, które mają już doświadczenie w prowadzeniu zajęć online zdają sobie sprawę, że jest to proces czasochłonny, proces pełen obaw i nadziei wyrażanych zarówno przez studentów i uczniów, jak i kadrę dydaktyczną. W tym samym raporcie czytamy, że ponad 68% menadżerów akademickich twierdzi, iż do ukończenia kursów online niezbędna jest większa dyscyplina niż w przypadku tradycyjnych zajęć. Nie jest to fakt, który

mógłby zdziwić kogokolwiek, kto uczył się lub nauczał online. Co ciekawe, zjawisko to było znane już od pierwszego badania w roku 2005, gdzie odsetek ten wynosił niemal 65%.

Coraz większe zaniepokojenie wśród liderów instytucji akademickich dotyczy retencji kursów online przez studentów. Blisko 45% ankietyowanych menadżerów stwierdziło, że trudniej jest utrzymać studentów w kursie online w porównaniu do tradycyjnej klasy. Problem ten, zdaniem autorów, dotyczy jednak prawdopodobnie jedynie kursów fakultatywnych, obieralnych, bądź też MOOC'ów. W dotychczasowej praktyce autorów nie zaobserwowano takiego zjawiska w kursach ujętych w planie nauczania uczelni.

Na podkreślenie zasługuje fakt, że 74% ankietyowanych przedstawicieli instytucji edukacyjnych w USA stwierdza, że edukacja online pozwala osiągnąć te same lub lepsze efekty kształcenia, co tradycyjny model szkoły. Dzieje się tak przede wszystkim dlatego, że kursy online są o wiele bardziej transparentne, o wiele łatwiej jest doskonalić ich jakość, zapewnić zgodność ze standardami, monitorować efekty i sam proces edukacji.

E-learning należy postrzegać jako nową formę całego procesu kształcenia. Wymaga on zatem od nauczycieli otwarcia się na metody i techniki, które są powszechnie stosowane w innych dziedzinach naszego życia, a jednocześnie mogą być z powodzeniem wykorzystane w e-dydaktyce. W artykule zaprezentowano model projektowania i doskonalenia kursów oparty na metodologii PDCA (Plan-Do-Check-Act). Model ten z powodzeniem zastosowano na Politechnice Częstochowskiej.

2. E-LEARNING I JAKOŚĆ

W raporcie cytowanym powyżej kurs online zdefiniowano jako przedmiot, w którym co najmniej 80% treści jest realizowana przez Internet. Autorzy uważają, że takie rozumienie e-edukacji nie odpowiada polskiej rzeczywistości, jak również nie dotyka samej istoty e-learningu. Po pierwsze, Minister Nauki i Szkolnictwa Wyższego, wbrew uwagom i propozycjom środowiska e-learningowego w Polsce, ograniczył, między innymi, możliwość kształcenia na Uczelniach Polskich w trybie e-learningowym, wprowadzając kuriozalny zapis, iż „Liczba godzin zajęć dydaktycznych na studiach stacjonarnych i niestacjonarnych, prowadzonych z wykorzystaniem metod i technik kształcenia na odległość, nie może być większa niż 60% ogólnej liczby godzin zajęć dydaktycznych określonych w programach kształcenia dla poszczególnych kierunków studiów oraz poziomów kształcenia [7]. Zapis ten skutecznie zamknął przed polskimi uczelniami możliwość opracowania studiów online opartych na nowoczesnych metodach dydaktycznych, a tym samym na szansę konkurowania na tym polu z uczelniami zagranicznymi.

Drugą istotną wadą przedstawionego w raporcie badania modelu kursu online jest całkowita niewrażliwość na aspekty dydaktyczne i jakość e-kursu.

Jednym z głównych wyzwań stojących przed procesem e-kształcenia jest zapewnienie jakości e-kursów, która będzie satysfakcjonowała zarówno studentów, jak i nauczycieli. Jest to zadanie bardzo trudne; z jednej strony, ze względu na różnorodność form stosowanych w uczeniu się i nauczaniu przez internet oraz brak docelowego modelu e-learningu akademickiego w Polsce, a z drugiej strony z powodu wielowymiarowości pojęcia jakości.

Opracowanie kryteriów oceny jakości różnych form e-edukacji pozwoliłoby nauczycielom ocenić swoje własne zajęcia i ułatwiłoby ewaluację e-zajęć, ale także jednostek dydaktycznych. Kryteria takie zostały opracowane m.in. przez Stowarzyszenie E-learningu Akademickiego [8].

Jednocześnie podejmowane są próby zastosowania w edukacji różnych rozwiązań z zakresu zarządzania jakością. Przykładowe rozwiązania spotykane w e-praktyce to zarządzanie jakością na bazie norm ISO serii 9000 czy stosowanie modelu Europejskiej Fundacji Zarządzania Jakością (EFQM). Rozwiązaniem, które umożliwia dostęp do różnych modeli zapewnienia jakości i wspomaga podejmowanie decyzji co do wyboru modelu jakości jest system zaproponowany przez European Quality Observatory (EQO), [8].

Idea zarządzania jakością opiera się na redukcji wszelkiego rodzaju wad produktu, poprawie stosowanych rozwiązań, a co za tym idzie, na ciągłym doskonaleniu. Jest to zgodne z oczekiwaniami praktyków e-edukacji, według których dbałość o jakość e-kształcenia powinna rozpoczynać się już w fazie opracowywania koncepcji e-przedmiotu i obejmować wszystkie fazy realizacji e-kursu, [9].

Zdając sobie sprawę z powyższych aspektów, autorzy proponują definicję e-learningu, która wydaje się być aktualna, adekwatna i uniwersalna. E-edukacja jest interaktywną metodą edukacji, która, przy użyciu technologii informacyjnych, a w szczególności internetowych narzędzi komunikacyjnych, zapewnia:

- dostarczanie materiałów dydaktycznych,
- zarządzanie procesem dydaktycznym,
- monitorowanie i ocenę postępów w nauczaniu
- oraz komunikację pomiędzy nauczycielem i studentem (studentami, grupą) oraz pomiędzy studentami.

Zaproponowana definicja nie jest z pewnością kompletna czy skończona, gdyż e-learning jest zbyt złożony i zróżnicowany, by ująć go w ramy wygodnej definicji. Zróżnicowany, gdyż każdy, kto się nim zajmuje, rozumie go trochę inaczej. Inaczej pojmowany jest e-learning w szkole wyższej, a zupełnie inaczej w korporacji. Inne są cele tych instytucji i sposób ich realizacji. Kompleksowy, ponieważ e-learning podlega ciągłym zmianom, poddaje się trendom, ulega ciągłemu doskonaleniu.

3. PROCES CIĄGŁEGO DOSKONALENIA

W czasie przygotowania modelu wdrażania e-learningu (a w zasadzie blended learningu) na Wydziale Inżynierii Mechanicznej i Informatyki Politechniki Częstochowskiej szczególną rolę położono na Kompleksowe Zarządzanie Jakością. Miał to być model z jednej strony przejrzysty i intuicyjny dla Prowadzących, a z drugiej zapewniający wysoką jakość powstających kursów. Kursy powinny być też łatwe do recenzowania i oceny, a co za tym idzie, do doskonalenia.

Szukając analogii w metodyce zarządzania jakością, podjęto próbę zastosowania w projekcie metodologii PDCA (Plan-Do-Check-Act) opartej na cyklu Deminga. Metodologia PDCA została w ostatnim czasie zastosowana na przykład do badania innowacji ICT i opracowania modelu doskonalenia wiedzy [11] oraz do opracowania skutecznego sposobu nauczania programowania online [12].

Cykl Deminga, pętla Deminga, czy po prostu PDCA, są synonimami interaktywnego modelu ciągłego doskonalenia rozpowszechnionego przez Williama Edwarda Deminga

w latach 30 XX wieku. Popularny cykl Plan-Do-Check-Act, czyli Planuj-Wykonaj-Sprawdź-Działaj, określa pętlę ciągłego doskonalenia. Stosowanie się do powyższego schematu pozwala wbudować w proces lub projekt potrzebę analizy i doskonalenia. Głównym założeniem PDCA jest podział procesu na cztery kroki. Choć zakres czynności i działań w poszczególnych krokach może się różnić, przyjmuje się następujący podział:

Plan - Planuj - definicja problemu, określenie celów i planowanych efektów, identyfikacja problemów i punktów krytycznych, szkolenie, opracowanie szablonów, modeli i metodologii, itp.

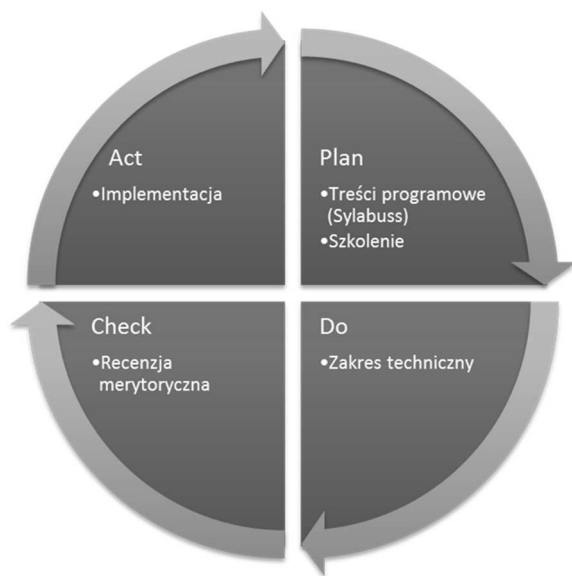
Do - Wykonaj - poszukiwanie rozwiązań; rozwiązanie problemu w małej skali; przygotowanie dokumentacji; opracowanie procedur; opis procesu; pilotaż, itp.

Check - Sprawdź, Analizuj, Mierz, Zbadaj - mierzenie osiągniętych rezultatów; przeprowadzenie ewaluacji rozwiązania; porównanie wyników z założonymi efektami i celami; opracowanie standardów; procedury zapewnienia jakości, itp.

Act - Działaj, Standaryzuj - zastosowanie opracowanych rozwiązań w rzeczywistym procesie, środowisku; wprowadzenie lub zaktualizowanie standardów i procedur; przeprowadzenie pełnego wdrożenia przygotowanych rozwiązań, itp.

W podobny sposób zaprojektowano proces e-learningu na Wydziale Inżynierii Mechanicznej i Informatyki Politechniki Częstochowskiej. Proces rozpoczyna się od planowania kursu i aktywności. Następnie odbywa się przygotowanie niezbędnej dokumentacji, po czym kurs poddany jest recenzji i ocenie merytorycznej. Ostatnim etapem jest implementacja kursu na platformie. Proces jest powtarzany co semestr/rok. Na rys. 1 pokazano wymagane dokumenty wraz z umiejscowieniem ich w modelu PDCA.

Zarówno przedstawiony na rys. 1 schemat PDCA, jak i wszystkie wymagane dokumenty, są wynikiem



Rys. 1. Dokumenty wymagane w procesie opracowania i wdrażania kursu online i ich umiejscowienie w modelu PDCA

przeprowadzonego w roku 2014, przez zespół Ośrodka Kształcenia na Odległość Politechniki Częstochowskiej, przeglądu zarządzania i doskonalenia procesu wdrażania kursu online na Politechnice Częstochowskiej. Fakt ten jest znakomitym przykładem ciągłego doskonalenia jakości

procesu nauczania online prowadzonego również w myśl cyklu Deminga

4. DOKUMENTACJA SYSTEMU ZARZĄDZANIA JAKOŚCIĄ

Obowiązujący na Politechnice Częstochowskiej model opracowania i implementacji kursu online został poddany w roku 2014 gruntownej analizie i ewaluacji. Uwagi prowadzących, obawy zgłaszane przez potencjalnych twórców, doświadczenia osób odpowiedzialnych za e-learning na poszczególnych wydziałach oraz wypowiedzi studentów wskazały na potrzebę gruntownej reorganizacji samego procesu wdrażania e-kursów, jak również, a może przede wszystkim, wymaganej dokumentacji. Celem działania było radykalne uproszczenie dokumentacji i ułatwienie projektowania i tworzenia nowych kursów oraz doskonalenia już istniejących. W artykule przedstawiono nowy, poprawiony model. W tym samym czasie przeprowadzono na Uczelni serię szkoleń i warsztatów doskonalących dla obecnych i przyszłych nauczycieli online. Zaplanowano i przeprowadzono szkolenie podstawowe, szkolenie doskonalące oraz warsztaty pracy z mikrofonem i kamerą.



Rys. 2. Dokumentacja pierwszego etapu przygotowania kursu online – Planuj

Podstawowym dokumentem dla wszystkich kursów (przedmiotów) prowadzonych na Politechnice Częstochowskiej jest *Przewodnik po przedmiocie*. *Przewodnik* jest dokumentem ustandaryzowanym, spełniającym wymogi systemu ECTS oraz Krajowych Ram Kwalifikacyjnych. *Przewodnik po przedmiocie* zawiera następujące zagadnienia:

- Metryczkę przedmiotu (nazwę, kierunek, formę kształcenia, rodzaj przedmiotu i jego poziom, rok i semestr w planie studiów, rodzaj zajęć, liczbę godzin w tygodniu oraz liczbę punktów ECTS).
- Cele przedmiotu.
- Wymagania wstępne w zakresie wiedzy, umiejętności i innych kompetencji.
- Efekty kształcenia.
- Treści programowe.
- Narzędzia dydaktyczne.
- Sposoby oceny.

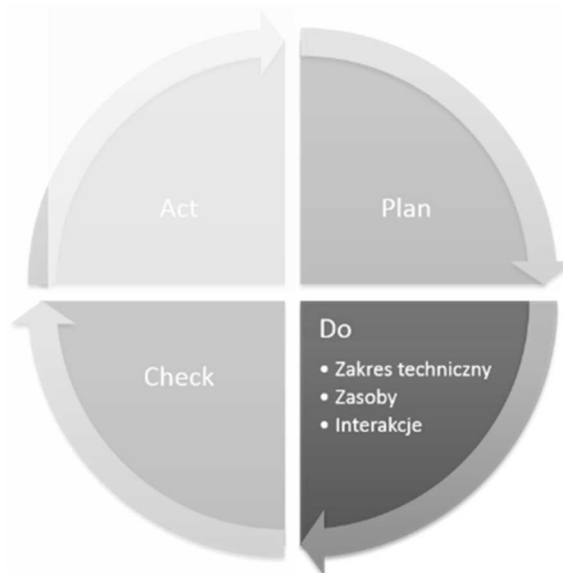
- Obciążenie pracą studenta.
- Literaturę podstawową i uzupełniającą.
- Dane prowadzącego przedmiot.
- Matrycę realizacji i weryfikacji efektów kształcenia.
- Formy oceny – szczegóły.
- Inne przydatne informacje o przedmiocie.

Prawidłowo uzupełniony *Przewodnik po przedmiocie* jest punktem wyjścia do dalszej pracy nad kursem online. Pierwszym krokiem jest wypełnienie *Deklaracji przygotowania kursu e-learningowego*. Deklaracja jest swego rodzaju umową pomiędzy Pracownikiem i właściwym Dziekanem, w myśl której Pracownik deklaruje się przygotować w wyznaczonym terminie konkretny kurs według standardów obowiązujących na Wydziale, natomiast Dziekan Wydziału deklaruje, że wdroży dany kurs (po pozytywnych recenzjach) do oferty edukacyjnej w danym roku akademickim i w konkretnym wymiarze godzin oraz w ustalonej liczbie grup studenckich. Wprowadzenie takiego dokumentu ma na celu zapewnienie, iż trud włożony w projekt, tj. przygotowanie i implementację kursu online, zostanie uwieczniony prowadzeniem kursu. Że kurs nie powstanie tylko „do szuflady”. Podpisanie *Deklaracji* przez Pracownika i Dziekana Wydziału rozpoczyna proces przygotowania kursu online. W kolejnym kroku Prowadzący decyduje o zagadnieniach, które będą realizowane poprzez internet. Nadmienić warto, że przyjęty na Naszej Uczelni model zakłada, że każdy przedmiot realizowany online musi mieć przynajmniej część zagadnień/godzin realizowanych w sposób tradycyjny. Powszechnie przyjętym jest, by takich zagadnień było minimum dwa w semestrze: pierwsze, na których następuje wprowadzenie studentów do pracy w kursie, przeszkolenie z obsługi platformy, ewentualne logowanie i omówienie zasad obowiązujących w kursie oraz ostatnie lub dwa, trzy ostatnie zajęcia, na których odbywa się podsumowanie i zaliczenie przedmiotu oraz sprawdzenie osiągniętych celów i efektów kształcenia. Wybór zagadnień realizowanych online odbywa się poprzez wypełnienie odpowiedniego formularza w dokumencie, który nazwano *Projektem kursu e-learningowego*. Wybrane zagadnienia są następnie w sposób bardziej szczegółowy projektowane w kolejnych częściach *Projektu kursu e-learningowego*.

Drugim etapem pracy nad kursem online jest koncepcyjny projekt kursu. Na tym etapie Prowadzący buduje koncepcję kursu, gromadzi treści przeznaczone do prezentacji oraz planuje interakcje i sposoby oceny realizowanych w kursie celów i efektów kształcenia (rys. 3).

Szczegółowy plan każdego zagadnienia jest zapisany w rozdziale *Zakres techniczny projektu kursu e-learningowego*. Dokument ten został przygotowany w oparciu o narzędzia dostępne na platformie Moodle. W chwili obecnej model e-learningu na Politechnice Częstochowskiej jako główne medium komunikacyjne przyjmuje platformę Moodle. O kryteriach wyboru medium oraz o samej platformie autorzy pisali we wcześniejszych publikacjach [13, 14].

Aby ułatwić Prowadzącym zaprojektowanie kursu według przyjętych kryteriów i zasad, w *Zakresie technicznym projektu kursu e-learningowego* wprowadzono podział każdego zagadnienia na dwie części: Wiedzę (czyli Zasoby) oraz Interakcję (Aktywności).



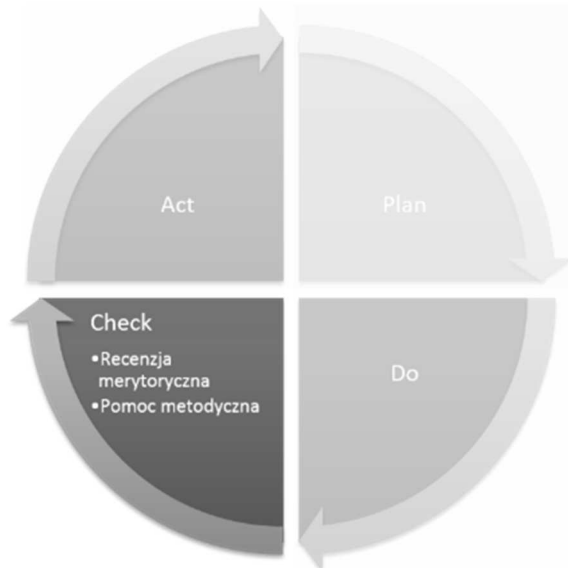
Rys. 3. Dokumenty drugiego etapu modelu PDCA – Do – Wykonaj

Wymusza to stosowanie przyjętej na naszej Uczelni zasady, że w każdym zagadnieniu, oprócz porcji wiedzy, czy to w postaci prezentacji, czy też fragmentu tekstu (pdf), podcastu lub multimediów, Student otrzymuje od Prowadzącego również pewną formę interakcji, czyli coś, co student powinien wykonać. W najprostszym przypadku będzie to test lub zadanie (Moodle oferuje wiele rodzajów pytań i zadań), czasami zaproszenie do dyskusji na forum, polecenie uzupełnienia słownika pojęć, czy bazy danych, lub też, dla bardziej zaawansowanych użytkowników platformy, zaplanowanie pracy grupowej z wykorzystaniem warsztatów lub wiki. Możliwe do zastosowania narzędzia sklasyfikowano w omawianym dokumencie następująco:

1. Wiedza (Zasoby):
 - Prezentacja
 - PDF
 - Link
 - SCORM
 - Animacja
 - Podcast Video
 - Inne (jakie?)
2. Interakcja (Aktywności)
 - Czat
 - Forum
 - Quiz
 - Głosowanie
 - Zadanie
 - Słownik
 - Lekcja
 - Wiki
 - Inne (jakie?)

Tak przygotowany szablon zapobiega możliwości popełnienia błędu (błędem byłoby, według naszego modelu, przygotowanie kursu lub zagadnienia, w którym brak będzie części teoretycznej lub też praktycznej).

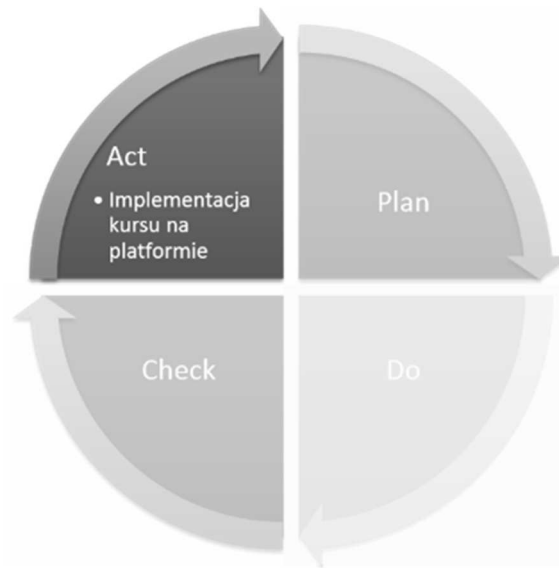
Przygotowany w opisany powyżej sposób projekt kursu podlega następnie wstępnej weryfikacji merytorycznej. Dokument przekazany jest zwierzchnikowi Autora kursu: kierownikowi katedry lub dyrektorowi instytutu, który



Rys. 4. Dokumentacja trzeciego etapu modelu PDCA – Check – Sprawdź

dokonyuje recenzji merytorycznej kursu według załączonego szablonu. Recenzent powinien sprawdzić zgodność zaproponowanych do realizacji treści programowych, celów kształcenia oraz efektów kształcenia z *Przewodnikiem po przedmiocie* oraz *Macierzą realizacji efektów kształcenia* dla danego kierunku. Osobną kwestią podlegającą recenzji jest również to, czy projektowany kurs e-learningowy pozwala na bieżąco weryfikować wiedzę, umiejętności i kompetencje nabywane przez studenta. Warto w tym miejscu podkreślić, że każdy potencjalny Prowadzący i Autor kursów online ma obowiązek uczestniczyć i ukończyć z sukcesem 30-godzinny kurs przygotowujący, w którym, między innymi, poznaje podstawy metodyki pracy w kursie zdalnym. Wychodząc z założenia, że najlepiej uczyć się przez doświadczenie, 24 godziny zajęć szkoleniowych odbywają się na platformie Moodle. Uczestnicy kursu poznają jej funkcjonalności z perspektywy studenta. Zapoznają się z materiałami, wykonują zadania online, muszą pilnować terminów. Pozostałe godziny szkolenia przeznaczone są na warsztaty w pracowni komputerowej. Ośrodek Kształcenia na Odległość Politechniki Częstochowskiej oferuje również 30-godzinny kurs doskonalący dla bardziej zaawansowanych użytkowników platformy. OKO zapewnia również, w miarę swoich możliwości, wsparcie techniczne i metodyczne dla Prowadzących kursy online. Pozytywna recenzja uruchamia proces implementacji kursu na platformie.

Ostatni etap pętli Deminga to wdrażanie rozwiązania. W omawianym modelu, w etapie tym, następuje implementacja kursu na platformie online: powstają wszystkie instrukcje dla studentów, następuje sformułowanie sposobów i kryteriów oceny pracy studentów, przygotowanie i implementacja zasobów, nagrywanie plików audio i wideo, przygotowanie elementów graficznych, itp. Po zakończeniu procesu tworzenia kursu i umieszczeniu go na platformie następuje jeszcze jeden etap oceny – Prowadzący wraz z członkiem zespołu OKO Politechniki Częstochowskiej spisują Protokół odbioru zaimplementowanego kursu online, stwierdzając zgodność kursu z Projektem oraz poprawność i odpowiednią estetykę implementacji. Kurs jest gotowy do umieszczenia go w ofercie dydaktycznej Wydziału.



Rys. 5. Dokumentacja czwartego etapu modelu PDCA – Act – Implementacja

Zgodnie z cyklem Deminga, podobną, choć znacznie uproszczoną, procedurę kursy przechodzą każdego roku. Podlegają również ewaluacji.

4. WNIOSKI KOŃCOWE

E-learning w Polsce, a tym bardziej na świecie, nie jest już dziś niczym nowym. Jest coraz powszechniej wykorzystywany w ofercie edukacyjnej szkół każdego właściwie poziomu. Jest chętnie stosowany w szkoleniach korporacyjnych, w dużych i małych firmach. Powszechność jego stosowania zaczyna prowokować jednak do podejmowania dyskusji na temat jego jakości. Przedstawiona w artykule metodologia projektowania i wdrażania e-learningu jest efektem kilkuletniego doświadczenia autorów w pracy dydaktycznej w Uczelni Wyższej. Autorzy zdają sobie sprawę, że model nie jest uniwersalny i będzie wymagał mniejszych lub większych modyfikacji przy próbie wdrożenia w innej szkole lub przedsiębiorstwie. Autorzy zwracają jednak uwagę na nieuchronność i konieczność podejmowania działań służących zapewnieniu lub nawet zarządzaniu jakością w procesie edukacji zdalnej.

5. BIBLIOGRAFIA

1. Syguła A., Smartfon jako narzędzie w procesie edukacji w szkole wyższej – możliwości i perspektywy zastosowania, Rola e-edukacji w rozwoju kształcenia akademickiego, Warszawa, s.106-120, 2013.
2. Gajewski R. R., Własak L., Jaczewski M., Dubilis T., Warda T., Przekazy strumieniowe w kształceniu inżynierów, Rola e-edukacji w rozwoju kształcenia akademickiego, Warszawa, s.95-105, 2013.
3. Strona Konferencji „Moc Mooców – Czas Na Polską Platformę”, Warszawa, 20-01-2015, <http://fmn.org.pl/konferencja-artykul-1/> (DOA:19-02-2015).
4. Strona konferencji Polski MoodleMoot, Częstochowa, 7-8.05.2015, <http://moodlemooc.pl> (DOA:19-02-2015).
5. Strona internetowa projektu Akademii Khana - <https://pl.khanacademy.org/> (DOA:19-02-2015).

6. Allen I. E., Seaman J., Grade Level Tracking Online Education In The United States, 2014, Babson Survey Research Group and Quahog Research Group, LLC, 2015.
7. Dz.U. 2011 nr 246 poz. 1470 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.
8. Zając M., Stanisławska-Mischke A. K., 2009: Zakres i standardy oceny jakości e-kursów. Wybrane zagadnienia e-edukacji, WNT, Warszawa, pp.91-99, 2009.
9. B. U. Hildebrandt, S. J. Teschler, Jak podnieść jakość w e-learningu? European Quality Observatory, "e-mentor", 5 (7), s. 76-81, 2004.
10. J. M. Mischke, Rozważania na temat jakości kształcenia w aspekcie e-learningu akademickiego, "e-mentor", 1 (18), s. 47-48, 2007.
11. Micića Ž., Micićb M., Blagojevića M., ICT innovations at the platform of standardisation for knowledge quality in PDCA, Computer Standards & Interfaces, 36, (1), s.231–243, 2013.
12. Yacob A. B., Yusoff B., Saman MYBM., Motivation Assessment Model for Constructivism Learning, International Journal of Digital Content Technology & its Applications 7.9, s.563-571, 2013.
13. Walasek T. A., Kucharczyk Z., Morawska-Walasek D., Assuring Quality of an E-Learning Project Through the PDCA Approach, Archives of Materials Science and Engineering, 48 (1), s. 56-61, 2011.
14. Walasek T. A., Kucharczyk Z., Morawska-Walasek D., Some Remarks on the Methodology and E-Learning Tools Used in the TQM Course, Journal of Achievements of Materials and Manufacturing Engineering, 44 (2), s.205-210, 2011.

IMPROVING THE QUALITY OF AN E-LEARNING COURSE BY MEANS OF THE DEMING CYCLE

The implementation of e-learning in higher schools is undoubtedly a complex undertaking. Although it has been present in the Polish and worldwide education for a certain period of time, e-learning still arouses a lot of emotions, particularly in ensuring quality of the educational process.

The paper presents the possibility of using a PDCA approach to improve the e-education quality at different levels of implementation of the distance learning/teaching process, from the preparation of an e-course through its implementation and realization, to evaluation and assessment of the learning outcomes. The described methodology has been successfully applied with a view to improving the e-learning process at the Czestochowa University of Technology.

Keywords: e-learning, model, documentation, quality.

II Konferencja

eTechnologies in Engineering Education eTEE'2015

Politechnika Gdańska, 30 kwietnia 2015

TECHNIKI CAD W INŻYNIERII ELEKTRYCZNEJ - WYBRANE ZAGADNIENIA

Andrzej WILK¹, Michał MICHNA²

1. Politechnika Gdańska, Wydział Elektrotechniki i Automatyki
tel.: 58 3471087 e-mail: andrzej.wilk@pg.gda.pl
2. Politechnika Gdańska, Wydział Elektrotechniki i Automatyki
tel.: 58 3472979 e-mail: michal.michna@pg.gda.pl

Streszczenie: W pracy przedstawiono różne techniki CAD (ang. Computer Aided Design) wykorzystywane w inżynierii elektrycznej dla potrzeb komputerowego modelowania 3D przetworników elektromechanicznych. Wirtualne modele 3D różnych urządzeń są użyteczne nie tylko przy opracowywaniu dokumentacji technicznej ale są także wykorzystywane w obliczeniach inżynierskich: mechanicznych, elektromagnetycznych, cieplnych itp. Zbiór komputerowych narzędzi i metod modelowania 3D oraz ich funkcjonalność zależą od zastosowanego programu CAD. W tej pracy przedstawiono sposób modelowania oraz narzędzia zawarte w programie Autodesk Inventor (AI). Reprezentantem modelowanego przetwornika jest silnik indukcyjny. Przedstawiono zaawansowane techniki CAD przy modelowaniu części silnika oraz omówiono ogólne zasady wiązania części w celu opracowania złożenia silnika z uwzględnieniem tzw. kinematyki odwrotnej.

Słowa kluczowe: inżynieria elektryczna, CAD, modelowanie 3D, silnik indukcyjny.

1. WSTĘP

Nowoczesne sposoby projektowania realizowane są z wykorzystaniem pakietów CAD (ang. Computer Aided Design), CAM (ang. Computer Aided Manufacturing) oraz CAE (ang. Computer Aided Engineering). W ogólnie pojętej inżynierii samo pojęcie CAD obejmuje szereg różnych zagadnień [1]–[4]. W inżynierii elektrycznej w zakresie CAD znajdują się także zagadnienia konstrukcji urządzeń elektrycznych [5]–[7]. Jest to zazwyczaj konstrukcja mechaniczna, ale należy zdawać sobie sprawę, że elementy tej konstrukcji mogą spełniać różne funkcje, takie jak: utrzymanie integralności mechanicznej, zapewnienie określonych stopni swobody mechanicznych (w ruchu obrotowym i postępowym), przewodzenie prądu elektrycznego, uzyskanie zakładanego rozkładu pola magnetycznego (ośrodki ferromagnetyczne), uzyskanie zakładanego rozkładu pola elektrycznego (ośrodki dielektryczne), przewodzenie ciepła itp. W wielu zagadnieniach konstrukcyjnych wskazana jest ponadto możliwość definiowania określonych stopni swobody elementów urządzenia względem siebie z uwzględnieniem tzw. kinematyki odwrotnej [8]. Reprezentatywnym obiektem ujmującym stosunkowo złożone cechy konstrukcyjne ośrodków przewodzących, magnetycznych i dielektrycznych jest przetwornik elektromechaniczny. Do grupy tej należy

każda elektryczna maszyna wirnikowa, do której zalicza się również silnik indukcyjny.

Po etapie projektowania zawartym w zakresie CAD realizowany jest zazwyczaj etap w zakresie CAE, gdzie wykonywane są analizy - obliczenia inżynierskie z wykorzystaniem najczęściej metody elementów skończonych FEM (ang. Finite Element Methods). Procesy CAD/CAE wykonywane są cyklicznie w procedurze optymalizacyjnej, aż do uzyskania założonych funkcji celu (zazwyczaj uzyskanie zakładanych parametrów eksploatacyjnych urządzenia). Ostatnim etapem może być przygotowanie operacji produkcyjnych (CAM) z wykorzystaniem obrabiarek sterowanych numerycznie lub coraz bardziej popularnych drukarek 3D.

Do celów projektowania w systemie CAD/CAM/CAE wykorzystuje się szereg pakietów programowych [1], [3], [4]. Istotnym usprawnieniem w pracy inżyniera jest zintegrowanie procesów CAD/CAM/CAE w jednym pakiecie programowym. To gwarantuje zazwyczaj lepszą współpracę różnych modułów i umożliwia implementację procedury optymalizacyjnej. Wśród szeregu pakietów integrujących procesy CAD/CAM/CAE jest program Autodesk Inventor (AI) [9], [10]. Należy jednak stwierdzić, że proces CAE w programie AI ma ograniczone możliwości i obejmuje jedynie statyczną połowę analizę naprężeń i połowę analizę modalną. Przy pomocy programu AI nie jest możliwe wykonanie obliczeń elektromagnetycznych i cieplnych. Do realizacji celów tej pracy autorzy wykorzystali możliwości i funkcje procesu CAD oferowanego przez program AI, co mieści się w ramach tego referatu.

Wybór konkretnego programu komputerowego CAD determinuje sposób modelowania oraz związany z nim zbiór komputerowych narzędzi i technik modelowania kształtowego, powierzchniowego i bryłowego. Programy CAD/CAM/CAE wykorzystują także specyficzne dla nich formaty plików: nie tylko w sensie zapisu binarnego w pamięci masowej, ale także specyficzne ze względu na funkcjonalność. Podejmuje się próby ujednoczenia i znormalizowania formatów zapisu plików (STEP), jednak wykorzystanie ich w programach CAD jest ograniczone [1].

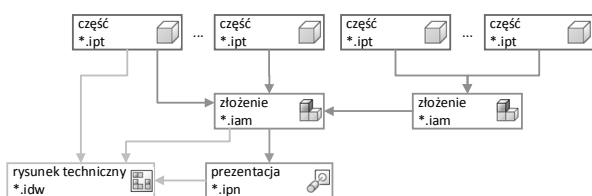
W rozdziale 2 przedstawiono typy plików stosowanych w pakiecie AI. W rozdziale 3 omówiono niektóre standardowe i zaawansowane techniki modelowania 3D wybranych części silnika. W rozdziale 4 pokazano zasady

składania poszczególnych części w podzespoły i zespoły z uwzględnieniem mechanizmu wiązań oraz tzw. kinematyki odwrotnej. W rozdziale 5 omówiono zasady opracowywania animacji obiektów 3D o charakterze inżynierskim.

Przedstawione w tym referacie treści wynikają z doświadczenia autorów w nauczaniu technik CAD z wykorzystaniem różnych programów (AutoCAD, Autodesk Inventor, 3D Studio MAX, itp.) w ramach przedmiotów „Techniki CAD w pracy inżyniera” oraz „Wytwarzanie wspomagane komputerowo CAD CAM CNC” realizowane w sposób ciągły od ponad 20 lat na Wydziale Elektrotechniki i Automatyki Politechniki Gdańskiej.

2. TYPY PLIKÓW W PROGRAMIE AI

Pod pojęciem typu plików w odniesieniu do programu CAD autorzy rozumieją format zapisu struktury modelu 3D w sensie ciągłości i jednorodności wirtualnej materii reprezentującej dany obiekt graficzny oraz wynikające z tej struktury możliwości transformacji. Przy takim podejściu AI umożliwia opracowanie plików: części (ipt), złożeń (iam), prezentacji (ipn) oraz rysunków technicznych (idw). Pomędzy tymi plikami zachowane są ściśle związki, gdyż niektóre z nich bazują na zasobach innych (rys. 1).



Rys. 1. Zależności pomiędzy typami plików w programie AI

2.1. Pliki części

Pliki części charakteryzują się tym, że komputerowy model 3D obiektu reprezentuje ciągłą, litą i jednorodną strukturę o takich samych właściwościach fizycznych. Innymi słowy można założyć, że jest to nierozłączna (ciągłość struktury) część, która może mieć nawet bardzo skomplikowane kształty, ale wykonana jest z tego samego materiału (jednorodność materii). Przykłady takich obiektów to: wałek silnika (niepodzielny element wykonany ze stali), tarcza łożyskowa silnika (niepodzielny element wykonany z żeliwa), uzwojenie klatkowe wirnika (niepodzielny element wykonany ze stopu aluminium).

W przetwornikach elektromagnetycznych występują bardziej złożone elementy, które można w wielu przypadkach określić jako tzw. pseudo-części. Do tej kategorii można na przykład zaliczyć rdzeń magnetyczny wirnika, rdzeń magnetyczny stojana lub cewkę uzwojenia. Rdzenie magnetyczne są pakietami stosunkowo wielu (kilkadziesiąt sztuk) cienkich (0,5mm) blach elektrotechnicznych, natomiast cewka uzwojenia jest zbiorem stosunkowo wielu (kilkudziesięciu) pętli izolowanego drutu nawojowego. Charakterystyczne dla tych elementów jest to, że są one zbiorami wielu części, czyli ich złożeniami. Okazuje się jednak, że w wielu przypadkach zasadne jest potraktowanie tego zbioru jako jednej części. W przypadku modelu CAD upraszcza to sposób tworzenia elementu. Takie uproszczenie jest stosowane i konieczne w procesie CAE, gdy dyskretyzacja rzeczywistej struktury na elementy skończone nie jest zasadna (duży czas obliczeń)

lub nie jest możliwa w modelu polowym ze względu na różne ograniczenia (pamięć operacyjna).

Metoda tworzenia modelu CAD w oparciu o pliki części ma wady i zalety. Do wad można zaliczyć fakt, że nawet najdrobniejsza część musi zostać przygotowana jako osobny plik. W przypadku modelu urządzenia złożonego z wielu różnych części wymaga to opracowania i zapisania wielu plików z modelami tych części. Zalety są takie, że jeden plik części może być elementem bibliotecznym współdzielonym przez wiele złożeń oraz może być modyfikowany lub zastępowany innym plikiem, co automatycznie przekłada się na modyfikację modelu złożenia.

2.2. Pliki złożeń

Pliki złożeń charakteryzują się tym, że komputerowy model 3D obiektu jest zbiorem odpowiednio połączonych ze sobą modeli 3D poszczególnych części. Aby to złożenie było efektywne w programie AI zaimplementowany jest mechanizm wiązań umożliwiający precyzyjne pozycjonowanie części względem siebie. Należy przy tym stwierdzić, że mechanizm ten jest wygodny w użyciu i automatycznie realizuje tzw. kinematykę odwrotną. W przypadku bardziej złożonych projektów, zawierających kilka tysięcy części, efektywnym rozwiązaniem jest opracowanie mniejszych złożeń, a następnie złożenie całości w finalny zespół.

Pliki złożeń zawierają zazwyczaj odnośniki do plików części, zatem nie obciążają one w sposób znaczący pamięci masowej komputera.

2.3. Pliki prezentacji

Plik prezentacji bazuje na pliku złożenia. Istota pracy inżyniera przy przygotowaniu pliku prezentacji polega na zdefiniowaniu transformacji (przesunięć i obrotów) poszczególnych części względem odpowiednich osi. Transformacje te są zdefiniowane poprzez zbiór wartości parametrów liczbowych i mogą być edytowane. Każda transformacja występuje jako samodzielna sekwencja, która może być przesuwana i grupowana na liście sekwencji, co pozwala na uzyskanie złożonych trajektorii i obrotów obiektów 3D.

Prezentacja jest w zasadzie procesem animacji obiektów 3D, której celem jest pokazanie budowy urządzenia, procesu montażu lub demontażu części i podzespołów oraz pokazanie zasady działania (jeśli to możliwe) i współpracy elementów mechanicznych.

2.4. Pliki rysunku technicznego

Plik rysunku technicznego może bazować na plikach części, złożeń lub prezentacji. Istota pracy inżyniera przy opracowywaniu pliku rysunku technicznego polega na osadzeniu istniejących modeli na arkuszu rysunkowym i wykorzystaniu odpowiednich narzędzi AI do automatycznego tworzenia widoków modelu na arkuszu. Program AI dysponuje narzędziami umożliwiającymi automatyczne wygenerowanie różnych widoków, przekrojów, detali, wyrwań, opisów, tabel itp. Dostępne są także zaawansowane narzędzia wymiarowania rysunków. Należy stwierdzić, że twórcy programu AI dołożyli wszelkich starań, aby opracowanie dokumentacji technicznej było bardzo efektywne, szybkie, łatwe i zdaniem wielu inżynierów nawet przyjemne.

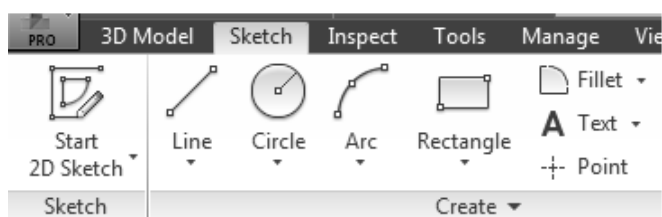
3. WYBRANE TECHNIKI MODELOWANIA 3D CZĘŚCI

Zasadniczy sposób modelowania części w programie AI rozpoczyna się od szkicu 2D (szkic na płaszczyźnie) lub szkicu 3D (szkic w przestrzeni trójwymiarowej). Następnie szkic 2D przekształcany jest różnymi technikami w obiekt bryłowy lub powierzchniowy przy zdefiniowaniu określonych parametrów liczbowych. Szkic 3D służy zazwyczaj za ścieżkę, wzdłuż której szkic 2D przekształcany jest w bryłę lub powierzchnię o bardziej złożonym kształcie.

W programie AI istnieje także biblioteka parametrycznych brył zbliżonych do: prostopadłościanu, walca, kuli, toroidu, itp., które mogą zostać poddane edycji na poziomie tzw. struktury. Poziom struktury oznacza to, że na powierzchni tych obiektów nałożona jest siatka, która udostępnia inżynierowi selekcję węzłów, krawędzi i tzw. elementarnych powierzchni (elementy strukturalne siatki). Na elementach tej siatki możliwa jest transformacja (przesunięcie, obrót, skalowanie), co pozwala na uzyskanie bardzo złożonych kształtów (ang. *freeform modeling*). Ten sposób modelowania jest wskazywany jako alternatywny, ale zdaniem autorów w dziedzinie inżynierii elektrycznej jest on raczej uzupełnieniem szkicowego modelowania parametrycznego obiektów.

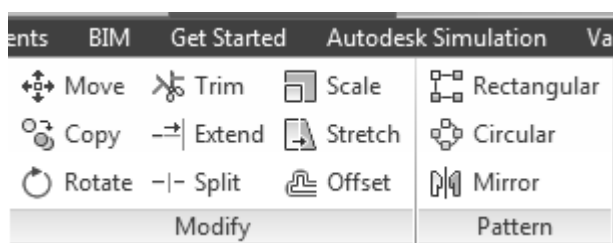
3.1. Szkice 2D i szkice 3D

Szkice 2D są rysowane na płaszczyźnie. Zestaw narzędzi do szkicowania 2D (rys. 2) umożliwia zazwyczaj uzyskanie wszystkich wymaganych w rysunku prostych i krzywych, a także krzywych sklejanych (splajnów).



Rys. 2. Zbiór narzędzi rysunkowych do wykonywania szkiców 2D w programie AI

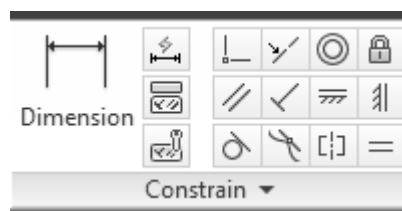
Wstępny kształt rysunku uzyskuje się z wykorzystaniem modyfikatorów 2D i szyków (rys. 3). Symbole graficzne narzędzi modyfikatorów oraz ich nazwy jednoznacznie wskazują na ich funkcje.



Rys. 3. Schematycznie przedstawiony zbiór modyfikatorów oraz szyków do operacji 2D w programie AI

Docelowy kształt szkicu uzyskuje się z wykorzystaniem narzędzi wymiarowania i z uwzględnieniem odpowiednich więzów geometrycznych pomiędzy poszczególnymi elementami szkicu (rys. 4). Zrozumienie przez inżyniera mechanizmu więzów jest bardzo ważne, gdyż podczas zmiany wymiarów lub

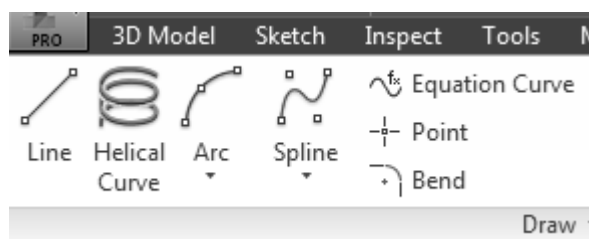
transformacji elementów szkicu zmiana jego kształtu będzie zależna od zastosowanych więzów.



Rys. 4. Schematycznie przedstawione narzędzia wymiarowania i nakładania więzów geometrycznych na elementy szkicu

Na podstawie wieloletnich doświadczeń przy nauczaniu technik CAD autorzy obserwowali poważne problemy z jakimi borykali się studenci, którzy nie znali zasad wiązań przy wymiarowaniu obiektów. Stąd kluczowe staje się poznanie typów wiązań i konsekwencji jakie wynikają z nich przy wymiarowaniu lub modyfikacji rysunku. W programie AI są do dyspozycji następujące typy wiązań: zgodności (zapewnia ciągłość pomiędzy liniami), współliniowości (zapewnia położenie prostych na tej samej linii), koncentryczności (takie same współrzędne środków łuków i okręgów), stałości (zapewnia stałe położenie elementu) równoległości, prostopadłości, poziomości, pionowości, styczności, symetryczności i równości (takie same promienie lub długości linii). Warto wspomnieć, że wiązania mogą być usuwane lub nakładane w sposób swobodny, ale nie mogą być względem siebie przeciwstawne – np. linia pionowa nie może być jednocześnie pozioma itp. Wystąpienie tego typu konfliktów sygnalizowane jest przez program.

Szkice 3D rysowane są w przestrzeni trójwymiarowej. W programie AI jest kilka predefiniowanych kształtów (rys. 5), ale w ogólnym przypadku inżynier wprowadza zbiór punktów (narzędzie *Point*) poprzez zdefiniowanie ich współrzędnych x , y i z w lokalnym lub globalnym układzie współrzędnych. Istnieje także opcja definiowania współrzędnych $x(t)$, $y(t)$, $z(t)$ w sposób parametryczny (*Equation Curve*), gdzie wspólnym parametrem jest czas t . Zdaniem autorów jest to bardzo przydatna opcja przy analizie dynamiki, gdyż umożliwia wygenerowanie szkicu 3D reprezentującego np. trajektorię ruchu obiektu uzyskaną np. z rozwiązania układu równań różniczkowych.



Rys. 5. Schematycznie przedstawione narzędzia konstruowania szkicu 3D

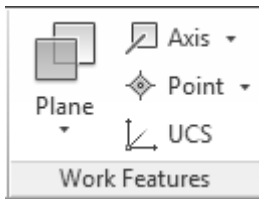
Po zdefiniowaniu zbioru punktów łączy się je za pomocą segmentów (rys. 5), które mogą być prostymi, łukami lub splajnami. Każdy punkt 3D po utworzeniu może być poddany edycji w celu jego transformacji (przesunięcie). Uzyskuje się w ten sposób dowolny kształt, ale należy stwierdzić, że nakład pracy na uzyskanie w niektórych przypadkach właściwej krzywej może być znaczny.

Przy rysowaniu szkiców 2D może rodzić się pytanie w jaki sposób definiowane są płaszczyzny i w jaki sposób

można je dowolnie orientować w przestrzeni 3D. Rozwiązaniem tego problemu w programie AI są tzw. pomocnicze elementy konstrukcyjne.

3.2. Pomocnicze elementy konstrukcyjne

Do pomocniczych elementów konstrukcyjnych należą: punkty konstrukcyjne, osie konstrukcyjne i płaszczyzny konstrukcyjne. Przybornik z tymi elementami pokazano na rys. 6. Ogólna zasada (choć są od niej wyjątki) jest taka, że punkty konstrukcyjne są wykorzystywane do tworzenia osi konstrukcyjnych, natomiast osie i punkty są wykorzystywane do tworzenia płaszczyzn konstrukcyjnych. Płaszczyzny konstrukcyjne zaś stanowią podstawę dla szkiców 2D.

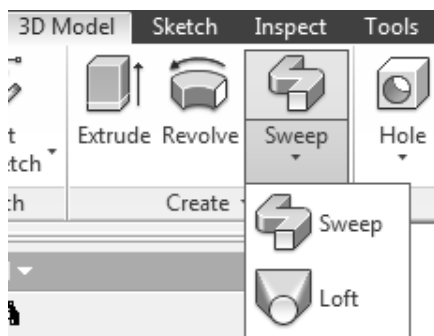


Rys. 6. Przybornik ze schematycznie pokazanymi punktami, osiami i płaszczyznami konstrukcyjnymi

Istnieje szereg sposobów tworzenia elementów konstrukcyjnych i omówienie ich wychodzi poza ramy tego referatu. Elementy konstrukcyjne umożliwiają na przykład utworzenie dowolnie zorientowanego w przestrzeni 3D szkicu 2D. Elementy konstrukcyjne są jedynie obiektami pomocniczymi. Po ich wykorzystaniu należy je ukryć, tak by nie były widoczne na rysunku (atrybut widoczności), ale nie należy ich usuwać. Należy stwierdzić, że jeśli inżynier ma problemy z zamodelowaniem obiektu 3D o stosunkowo złożonej geometrii, to powinien zastanowić się, czy zaimplementował elementy konstrukcyjne, oraz czy zrobił to w sposób właściwy.

3.3. Wybrane techniki modelowania bryłowego

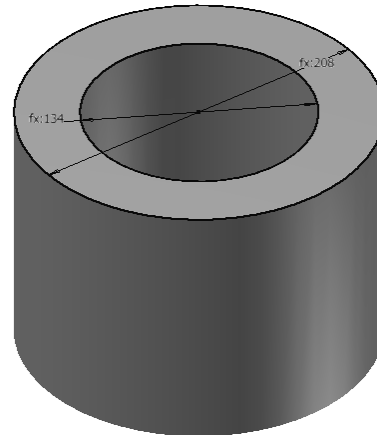
Szkic 2D jest podstawą do przekształcenia go w bryłę lub obiekt o znamionach powierzchni. Podstawowe techniki przekształcenia szkicu 2D w obiekt 3D (rys. 7) to: wyciągnięcie wzdłuż prostej prostopadłej do szkicu (ang. *Extrude*), obrót względem dowolnej osi (ang. *Revolve*), przeciągnięcie szkicu wzdłuż ścieżki 3D (ang. *Sweep*) i wyciągnięcie złożone polegające na połączeniu ze sobą wielu szkiców z uwzględnieniem zmiany kształtu profilu (ang. *Loft*). Istnieje szereg dodatkowych technik, ale ich opis wykracza poza ramy tego referatu. Wymienione wcześniej podstawowe przekształcenia są wystarczające dla większości konstrukcji i elementów z dziedziny inżynierii elektrycznej.



Rys. 7. Schematycznie przedstawione podstawowe techniki przekształcania szkicu 2D w model 3D

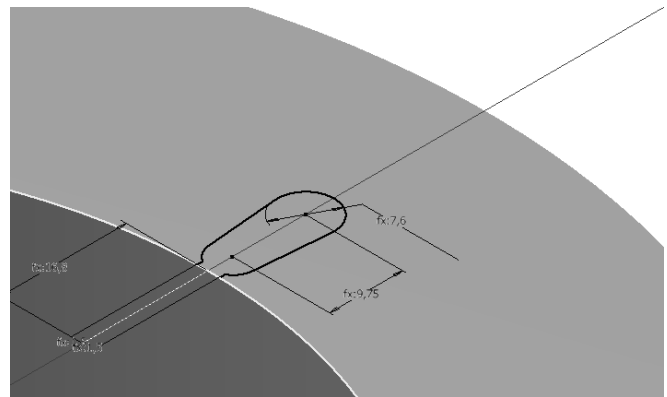
W tym punkcie przedstawione zostaną techniki wyciągnięcia prostego, obrotu i przeciągnięcia na trzech przykładach – rdzeń stojana silnika indukcyjnego, bieźnia wewnętrzna łożyska kulowego oraz cewka uzwojenia stojana. Przykłady te są wystarczająco reprezentatywne dla pokazania istoty modelowania 3D.

Konstrukcja rdzenia stojana jest przyjęta jako grubościenna tuleja wewnątrz uszłobkowana. Tuleja może powstać na skutek wyciągnięcia prostego szkicu 2D, na którym widnieją 2 współśrodkowe okręgi, jak pokazano na rys. 8.



Rys. 8. Wyciągnięcie proste profilu ze szkicu zawierającego dwa współśrodkowe okręgi

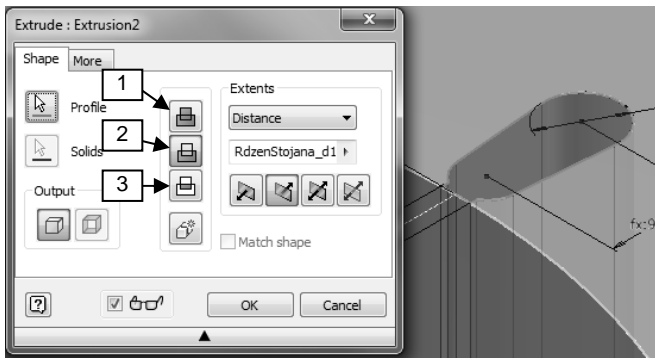
Kolejnym krokiem jest narysowanie drugiego szkicu na górnej podstawie tulei, jak pokazano na rys. 9.



Rys. 9. Szkic 2D żłobka na płaszczyźnie leżącej na górnej podstawie tulei

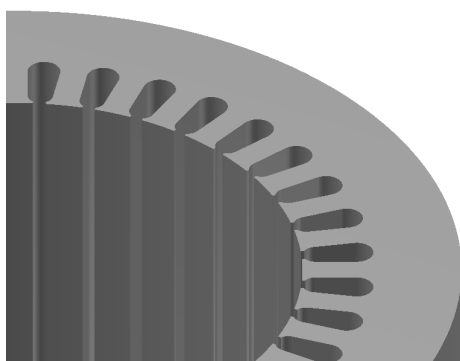
Profil żłobka następnie zostaje przekształcony w bryłę przy użyciu narzędzia wyciągnięcia prostego (*extrude*). Ponieważ na rysunku istnieje już inna bryła (tuleja), to możliwe jest zdefiniowanie operacji logiki Boole'a na bryłach (rys. 10). W opcjach narzędzia wyciągnięcia prostego do dyspozycji są następujące operacje logiczne: suma, różnica i część wspólna brył. W przypadku wycinania żłobka należy wybrać różnicę brył - wyciągany profil żłobka wytnie odpowiedni kształt w tulei.

W wyniku odjęcia brył powstaje pojedynczy żłobek. W silniku takich żłobków jest kilkadziesiąt. Ten problem rozwiązuje się efektywnie poprzez utworzenie szyku (w tym przypadku kołowego) na operacji 3D wycięcia pojedynczego żłobka jak pokazano na rysunku 11. Możliwość



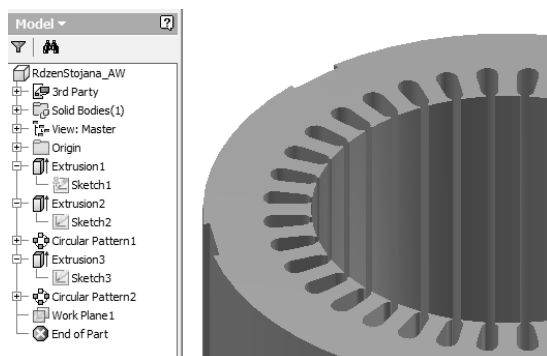
Rys. 10. Przekształcanie profilu żłobka w bryłę ze zdefiniowaniem operacji logiki Boole'a: (1) suma, (2) różnica, (3) część wspólna - w tym wypadku wybrano różnicę brył

zastosowania szyków kołowych i prostokątnych na obiektach 3D jest jedną z zalet programu AI. Szyk taki uwzględnia jednocześnie profil szkicu oraz jego przekształcenie w bryłę z jednoczesnym uwzględnieniem operacji logiki Boole'a.



Rys. 11. Wynik zastosowania szyku kołowego na operacji wyciągnięcia profilu pojedynczego żłobka

Wszystkie wykonane przez użytkownika programu czynności związane z opracowaniem modelu 3D przedstawione są na tzw. liście przeglądarki modelu (rys. 12). Lista ta zawiera szkice, ich przekształcenia, modyfikatory 3D, elementy konstrukcyjne itp. Prezentuje ona kolejność operacji graficznych ich hierarchię oraz adaptacyjność. Każdy element tej listy można edytować na dowolnym etapie modelowania, ale inżynier powinien sobie zdawać sprawę, jakie mogą być tego skutki.

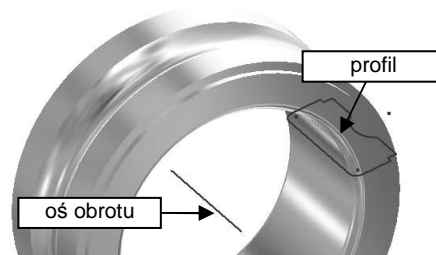


Rys. 12. Lista przeglądarki modelu zawierająca szkice, przekształcenia 3D, modyfikatory 3D, elementy konstrukcyjne itp.

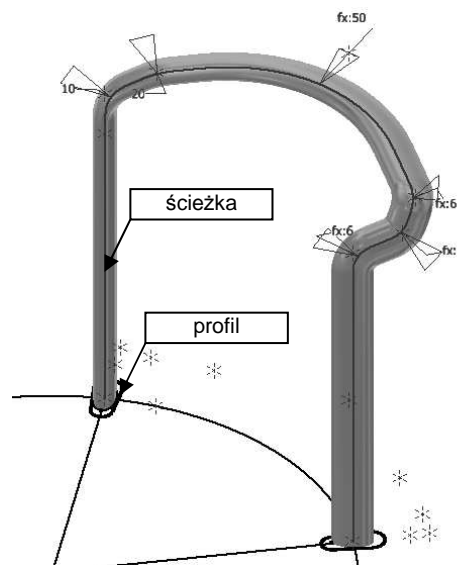
Dobłą zasadą jest modelowanie polegające na tworzeniu wielu prostych geometrycznie szkiców i ich

przekształceń w celu uzyskania złożonej geometrycznie konstrukcji. W przedstawionym powyżej przykładzie rdzenia stojan silnika może być narysowany jako jeden skomplikowany szkic obejmujący kompletny profil rdzenia w przekroju poprzecznym i następnie przekształcony na bryłę w operacji wyciągnięcia prostego. Ten sposób nie jest jednak zalecany ani w dokumentacji programu AI, ani przez autorów artykułu.

Poniżej przedstawiono dwie inne metody przekształcenia szkicu 2D w bryłę 3D. Wynik przekształcenia profilu wewnętrznej bieżni łożyska poprzez obrót przedstawiono na rysunku 13. Wynik przekształcenia profilu reprezentującego przekrój cewki uzwojenia poprzez przeciągnięcie profilu wzdłuż ścieżki 3D pokazano na rysunku 14.



Rys. 13. Sposób modelowania 3D poprzez obrót profilu ze szkicu 2D względem osi



Rys. 14. Sposób modelowania cewki uzwojenia poprzez przeciągnięcie profilu wzdłuż ścieżki 3D

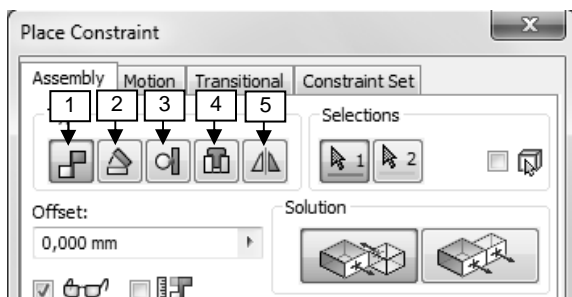
Części zapisywane są w plikach o rozszerzeniu IPT (ang. inventor part) i są składowymi elementami złożeń.

4. OPRAWYWANIE ZŁOŻEŃ CZĘŚCI

Składanie części w złożenie/zespół realizowane jest w osobnym module programu AI po wybraniu odpowiedniego formatu pliku. Plik złożenia posiada rozszerzenie IAM. Proces składania rozpoczyna się zazwyczaj od wstawienia tzw. części bazowej. Jest to pojęcie dyskusyjne, ale przy składaniu należy brać pod uwagę takie aspekty jak: różne wymiary i masę części, kolejność składania, technologię montażu itp. Dobrym przykładem części bazowej w złożeniu silnika indukcyjnego jest jego obudowa.

Kolejne części są zazwyczaj wstawiane w sposób swobodny, czyli nie muszą być na wstępie precyzyjnie osadzone w zespole. Tuż po wstawieniu charakteryzują się sześcioma stopniami swobody – w ruchu postępowym i obrotowym. Kolejna czynność to zazwyczaj wstępna transformacja (przemieszczenie lub obrót) części względem części bazowej lub istniejącego już fragmentu zespołu. Celem tej wstępnej transformacji jest takie ułożenie części, aby ułatwić działanie narzędzi do precyzyjnego pozycjonowania części.

Do precyzyjnego osadzania części złożenia względem siebie wykorzystuje się zaimplementowany w programie AI mechanizm wiązań części i podzespołów. Na rysunku 15 pokazano przyborek z narzędziami wiązań, który zawiera tzw. wiązania: zestawiające (ang. Mate), kątowe (ang. Angle), styczne (ang. Tangent), wstawiające (ang. Insert) oraz symetryczności (ang. Symmetry).



Rys. 15. Przyborek z narzędziami wiązań części i podzespołów, wiązanie: (1) zestawiające, (2) kątowe, (3) styczne, (4) wstawiające, (5) symetryczne

Należy w tym miejscu wyjaśnić, że wiązania nie stosują się do całych części, ale do ich niektórych elementów strukturalnych, czyli powierzchni (płaskich, walcowych i sferycznych), osi, krawędzi i punktów. Generalnie zatem wiązanie zestawiające wiąże równoległe ze sobą powierzchnie, osie i krawędzie różnych części z określoną wartością odsunięcia. Wiązanie kątowe umożliwia ustawienie elementów strukturalnych pod określonym kątem. Wiązanie styczności jest wygodne do pozycjonowania powierzchni walcowych i sferycznych, natomiast wiązanie wstawiające stosuje się zazwyczaj do osadzania ze sobą powierzchni walcowych.

Każde wiązanie ogranicza pewien stopień swobody części. Należy zadbać o to, aby wiązania nie były ze sobą sprzeczne oraz, żeby wartości parametrów pomiędzy różnymi typami wiązań nie były od siebie zależne.

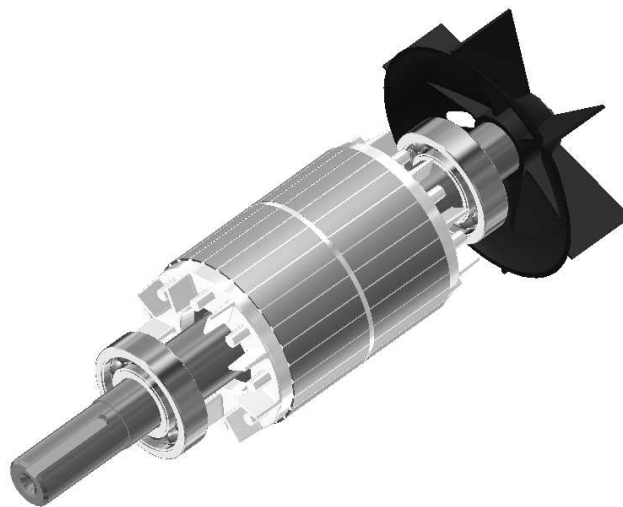
Na rysunku 16 pokazano złożenie łożyska kulkowego. Na rysunku 17 pokazano złożenie wirnika silnika klatkowego. Na rysunku 18 pokazano złożenie rdzenia stojana silnika indukcyjnego. Na rysunku 19 pokazano kompletne złożenie silnika indukcyjnego z wyłączoną widocznością jednej z tarcz łożyskowych w celu lepszej wizualizacji wnętrza silnika.

Mechanizm złożenia części i podzespołów w programie AI realizuje tzw. kinematykę odwrotną. Oznacza to, że transformacja pojedynczego obiektu wpływa na transformację innych połączonych z nim obiektów w zależności od zdefiniowanych typów wiązań.

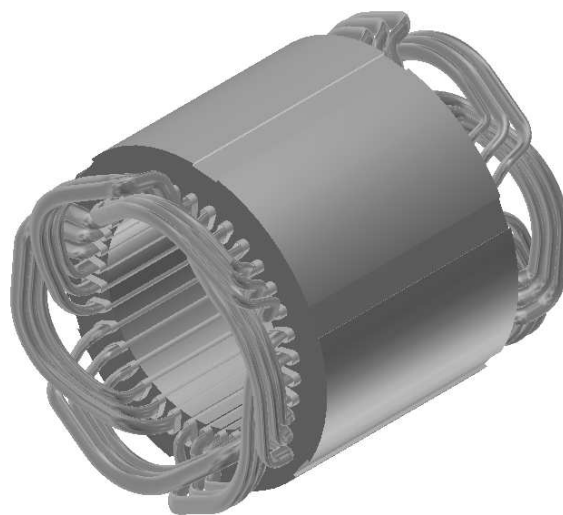
Plik zespołu złożenia może być wykorzystany w różnych analizach w celu sprawdzenia jego parametrów eksploatacyjnych oraz może być wykorzystany do opracowania animacji inżynierskiej w pliku o rozszerzeniu IPN.



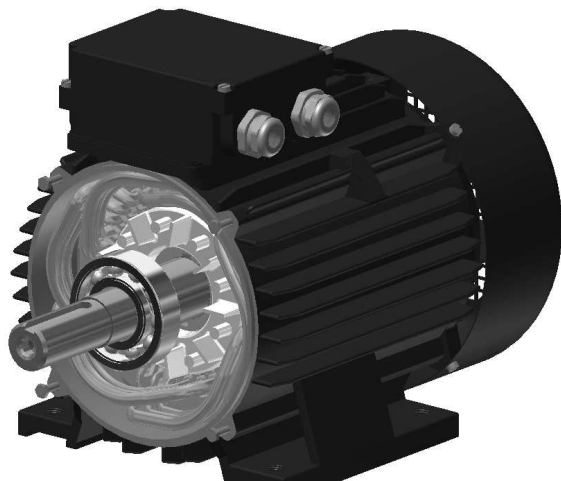
Rys. 16. Widok modelu 3D złożonego łożyska kulkowego



Rys. 17. Widok modelu 3D złożonego wirnika klatkowego silnika indukcyjnego

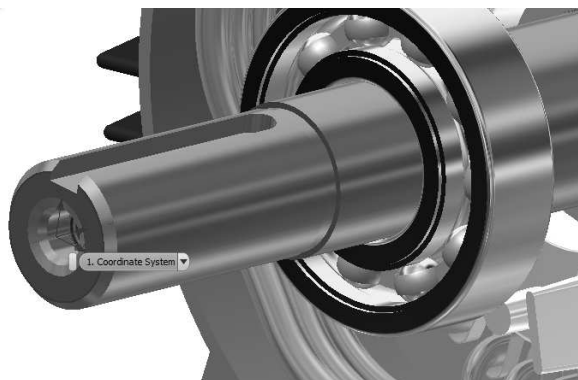


Rys. 18. Widok modelu 3D złożonego rdzenia stojana silnika indukcyjnego



Rys. 19. Widok modelu 3D kompletnego stojana silnika indukcyjnego z wyłączoną widocznością jednej z tarcz łożyskowych

promieniowe wirnika i tarczy łożyskowej. Widoczne są także trajektorie wskazujące tzw. tory montażu.

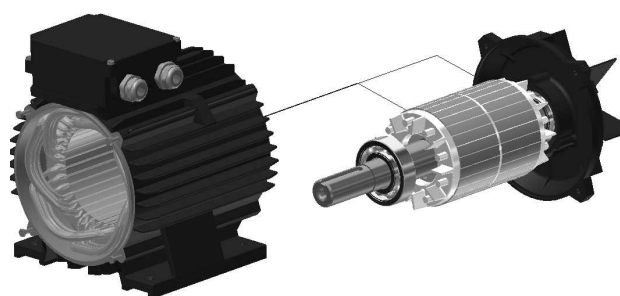


Rys. 21. Przykład zdefiniowania lokalnego układu współrzędnych na podstawie wyboru łuku czopa końcowego wałka

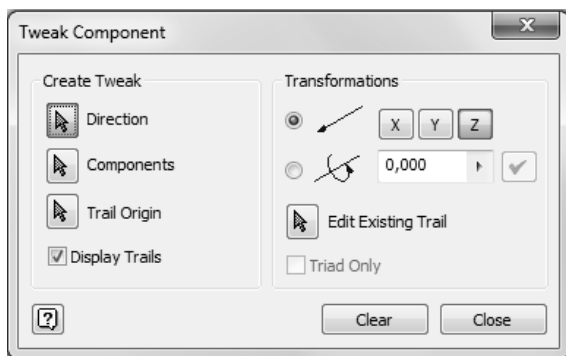
5. ZASADY OPRACOWYWANIA PREZENTACJI INŻYNIERSKICH

Prezentacja jest w zasadzie procesem animacji obiektów 3D, której celem jest pokazanie budowy urządzenia, procesu montażu lub demontażu części i podzespołów oraz pokazanie zasady działania (jeśli to możliwe) i współpracy elementów mechanicznych. Scenariusz prezentacji zależy zatem od postawionego celu, ale jego realizacja zawsze wymaga zdefiniowania zbioru sekwencji. Sekwencja to pojedyncza transformacja: przesunięcie lub obrót.

Techniczny sposób nagrywania pojedynczej sekwencji polega na wykorzystaniu narzędzi w oknie dialogowym rozsuniecie programu AI (rys. 20).



Rys. 22. Przykładowy wynik nagrania sekwencji transformacji z widocznymi tzw. torami montażu

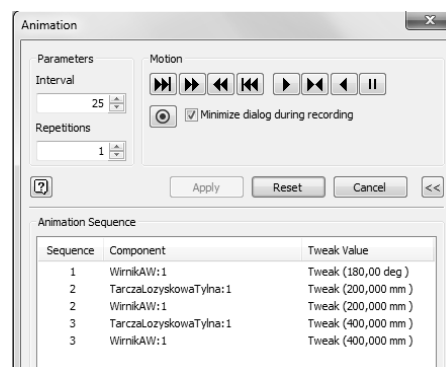


Rys. 20. Okno dialogowe z narzędziami wyboru: lokalnego wyboru układu współrzędnych, komponentów, rodzaju transformacji oraz ich parametrów przy definiowaniu sekwencji animacji

W pierwszej kolejności następuje wybór lokalnego układu współrzędnych (LUW). Realizuje się to poprzez wskazanie powierzchni lub krawędzi na dowolnej części (rys. 21).

Kolejnym etapem jest selekcja części lub podzespołów biorących udział w transformacji względem określonego LUW. Ostatnim etapem nagrywania sekwencji jest zdefiniowanie typu transformacji – tylko przesunięcie lub tylko obrót - oraz wartości parametrów. Na rysunku 22 pokazano wynik nagrania trzech sekwencji: obrót wirnika (nie jest widoczny), przesunięcie osiowe oraz przesunięcie

Transformacje występują jako samodzielna sekwencje, które mogą być przesuwane i grupowane na liście sekwencji (rys. 23). Pozwala to na uzyskanie złożonych trajektorii obiektów, które mogą być wymagane chociażby z wymogów procesu technologicznego.



Rys. 23. Lista sekwencji animacji wirnika i tarczy łożyskowej odpowiadająca transformacjom przedstawionym na rys.22

Należy stwierdzić, że animacja w pliku IPN może być podzielona na zadania, w skład których wchodzić poszczególne sekwencje. Dla każdej sekwencji może być zdefiniowany odpowiedni widok i przypisana szybkość jej odtwarzania. Ponadto każde zadanie i sekwencja mogą mieć opisy tekstowe, co jest niezwykle pomocne przy zapoznawaniu się z elementami projektu przez różnych inżynierów: projektantów, technologów, analityków itp. W programie AI istnieje także możliwość opracowywania animacji o tzw. charakterze marketingowym (moduł Inventor Studio) – głównie do celów prezentacji wyrobu.

Omówienie tego aspektu wykracza jednak poza ramy tej pracy.

6. PODSUMOWANIE

Większość oferowanych obecnie programów CAD zawiera wystarczające narzędzia i techniki modelowania 3D do tworzenia wirtualnej rzeczywistości w dziedzinie inżynierii elektrycznej. W tej pracy skupiono się na modelowaniu brył, które reprezentują elementy materialne o stałym kształcie, ale dostępne są także programy (np. 3D Studio MAX), które umożliwiają modelowanie obiektów o zmieniającej się strukturze geometrycznej (gazy, pyły, ciecze, efekty palenia się itp.). Pomimo wielu różnic pomiędzy programami CAD okazuje się, że część podstawowych narzędzi i technik modelowania 3D jest podobna w sensie funkcjonalnym.

Budowa modelu 3D złożonego urządzenia z podziałem na pliki części, pliki złożeń, pliki prezentacji oraz pliki dokumentacji technicznej ma szereg zalet, zwłaszcza przy pracy wielu inżynierów nad obszernym projektem. Implementacja w programie specjalistycznych modułów tzw. kreatorów komponentów (projektowanie wałków, sprężyn, połączeń gwintowanych, elementów z tworzywa sztucznego itp.) usprawnia opracowanie modelu 3D dedykowanych elementów. Mechanizm wiązań elementów na szkicach 2D i 3D oraz części i podzespołów w złożeniach jest efektywny, zwłaszcza przy wykorzystaniu elementów konstrukcyjnych.

Wybrane techniki CAD przedstawiono na przykładzie modelu 3D silnika indukcyjnego. Obszerność zagadnienia nie pozwoliła na omówienie zagadnień nakładania map i materiałów. W projektach o charakterze stricte inżynierskim jest to mniej istotne, natomiast w projektach o charakterze marketingowym może mieć zasadnicze znaczenie. Stąd większość programów CAD ma moduł do nakładania i edycji map oraz materiałów.

CAD TECHNIQUES IN ELECTRICAL ENGINEERING – SELECTED ISSUES

The paper presents different CAD techniques used in electrical engineering for 3D computer modeling of electromechanical transducers. Virtual 3D models of the various devices are useful not only in the technical documentation development but are also used in the engineering calculation: mechanical, electromagnetic, thermal, etc. The set of computer 3D modeling tools and methods and their functionality differ depending on the CAD program. This paper presents a modeling method and tools available in Autodesk Inventor (AI). The advanced CAD techniques for modeling induction motor parts have been presented. General principles of parts constraints to develop a motor assembly in regard to the inverse kinematics have been also described.

Keywords: electrical engineering, CAD, 3D modeling, induction motor.

7. BIBLIOGRAFIA

- [1] E. Chlebus, *Techniki komputerowe CAx w inżynierii produkcji*. Wydawn. Naukowo-Techniczne, 2000.
- [2] Z. Rudnicki, *Techniki informatyczne: Podstawy i wprowadzenie do CAD*. Wydawnictwa AGH, 2011.
- [3] M. Micielić and W. Wiśniewski, *Komputerowe wspomaganie projektowania procesów technologicznych*. Wydawnictwo Naukowe PWN, 2005.
- [4] W. Przybylski and M. Deja, *Komputerowo wspomagane wytwarzanie maszyn: podstawy i zastosowanie*. WNT, 2009.
- [5] W. A. Friess and M. P. Davis, "Development, implementation and assessment of a common first year end-of-semester engineering design project in an integrated curriculum," in *2013 IEEE Frontiers in Education Conference*, pp. 147–153, 2013.
- [6] W. P. Kowalski and M. Roman, "Autodesk inventor professional as common platform CAD for designer from mechanic and electromechanic profession," in *Modern Problems of Radio Engineering, Telecommunications and Computer Science, Proceedings of the International Conference*, 2004, pp. 303–305, 2004.
- [7] L. H. A. Carr, "The teaching of the principles of electrical machine design," *J. Inst. Electr. Eng. - Part II Power Eng.*, vol. 94, no. 41, pp. 443–455, Oct. 1947.
- [8] M. Ceccarelli, *Fundamentals of Mechanics of Robotic Manipulation*. Springer Science & Business Media, 2004.
- [9] A. Jaskulski, *Autodesk Inventor Professional 2015PL/2015+/Fusion/Fusion 360*. Wydawnictwo Naukowe PWN, 2014.
- [10] "Autodesk Inventor." [Online]. Available: <http://www.autodesk.pl/products/inventor/overview>. (DOA: 24-Feb-2015).

KSZTAŁCENIE NA ODLEGŁOŚĆ W UCZELNI. TEORIA I PRAKTYKA

Marta WOŹNIAK-ZAPÓR, Mariusz GRZYB, Sebastian RYMARCZYK

Krakowska Akademia im. Andrzeja Frycza Modrzewskiego,
Centrum e-Learnigu, 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 przedstawione zostaną zagadnienia związane z kształceniem na odległość, na przykładzie doświadczeń Krakowskiej Akademii im. Andrzeja Frycza Modrzewskiego. Przytoczone zostaną podstawy prawne oraz przepisy warunkujące wdrożenie blended – learningu w uczelni. Ukazane zostaną zagadnienia związane z Krajowymi Ramami Kwalifikacji w aspekcie funkcjonowania kształcenia na odległość. Przedstawione zostaną opinie studentów dotyczące zajęć prowadzonych w formie blended-learning.

Słowa kluczowe: blended-learning, kształcenie na odległość, e-learning akademicki, KRK.

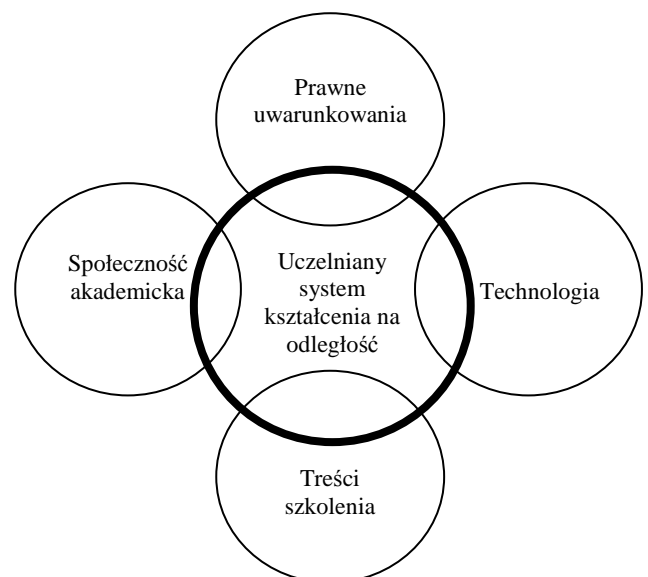
1. WSTĘP

W świetle obowiązujących przepisów, w przypadku uczelni możliwe jest prowadzenie kształcenia z wykorzystaniem metod i technik kształcenia na odległość. Należy jednak pamiętać, że kształcenie to może przybierać jedynie formę mieszaną tzw. blended-learning. W praktyce oznacza to, że określona część zajęć dydaktycznych powinna jednak odbywać się w formie tradycyjnej. Zasady prowadzenia zajęć dydaktycznych na odległość powinny być zatem dokładnie sprecyzowane. Każda osoba korzystająca w procesie dydaktycznym z metod i technik kształcenia na odległość powinna te zasady znać. Dzięki temu cały proces dydaktyczny nie budzi żadnych wątpliwości co do formy, zakresu, praw i obowiązków użytkowników. W związku z tym w Krakowskiej Akademii im. Andrzeja Frycza Modrzewskiego (KAAFM) wprowadzono Uczelniany system kształcenia na odległość KAAFAM, który reguluje proces prowadzenia zajęć z wykorzystaniem metod i technik kształcenia na odległość. W procesie kształcenia akademickiego największą rolę odgrywa student. W związku z tym bardzo ważne są ich opinie dotyczące kształcenia na odległość. Pozwala to bowiem nie tylko na postawienie diagnozy dotyczącej tego, w jaki sposób kształcenie na odległość jest postrzegane w chwili obecnej, ale również daje możliwość uzyskania wskazówek na temat koniecznych kierunków dalszego rozwoju kształcenia na odległość.

2. UCZELNIANY SYSTEM KSZTAŁCENIA NA ODLEGŁOŚĆ

Podczas tworzenia uczelnianego systemu kształcenia na odległość należy brać pod uwagę cztery połączone ze sobą obszary (rys.1). Pierwszy z nich to uwarunkowania

prawne prowadzenia kształcenia na odległość w uczelni. Drugi to obszar związany z dobraniem odpowiedniej technologii umożliwiających prowadzenie zdalnie zajęć dydaktycznych. Trzeci obszar to odpowiednie dobranie treści szkolenia. Ostatni, ale być może najważniejszy to społeczność akademicka.



Rys. 1. Uczelniany system kształcenia na odległość [1]

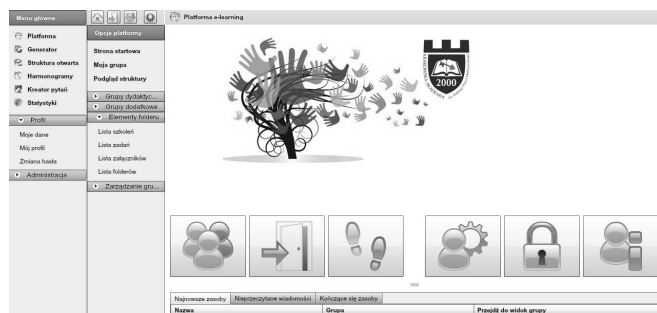
2.1. Uwarunkowania prawne

Obszar uwarunkowań prawnych to przede wszystkim trzy dokumenty: ustawa [2] pozwalająca na prowadzenie zajęć z wykorzystaniem metod i technik kształcenia na odległość, a także dwa rozporządzenia Ministra Nauki i Szkolnictwa Wyższego [3], [4]. Dodatkowo potrzebne są dokumenty, - uchwały i zarządzenia - które szczegółowo regulują proces kształcenia na konkretnej uczelni, w szczególności wymagań jakie powinny być spełnione aby możliwe było kształcenie na odległość, praw i obowiązków osób biorących udział w kształceniu na odległość.

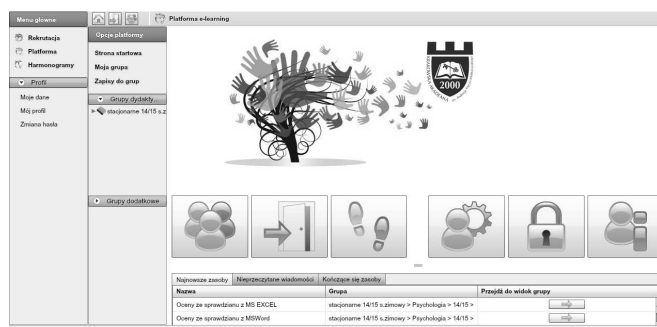
2.2. Obszar technologiczny

Z obszarem technologicznym kształcenia na odległość związane są zagadnienia dotyczące wyboru oprogramowania i sprzętu używanego w trakcie prowadzenia zdalnych zajęć. Konieczna jest w tym względzie analiza potrzeb i możliwości uczelni. Niezbędne jest również uwzględnienie

przy tym możliwości dalszego rozwoju, zarówno w aspekcie oprogramowania jak i sprzętu wykorzystywanego w procesie dydaktycznym. W efekcie pozwoli to na wybór najlepszego rozwiązania dotyczącego zarówno platformy e-learningowej, oprogramowania do tworzenia kursów jak i infrastruktury technicznej – np. serwer, czy też łącze internetowe. W przypadku KAAFm zdecydowano, że platforma e-learningowa będzie rozwiązaniem komercyjnym, dopasowanym przez producenta do potrzeb uczelni. Widok platformy po zalogowaniu przez nauczyciela i studenta widoczne są odpowiednio na rysunku 2 oraz rysunku 3.



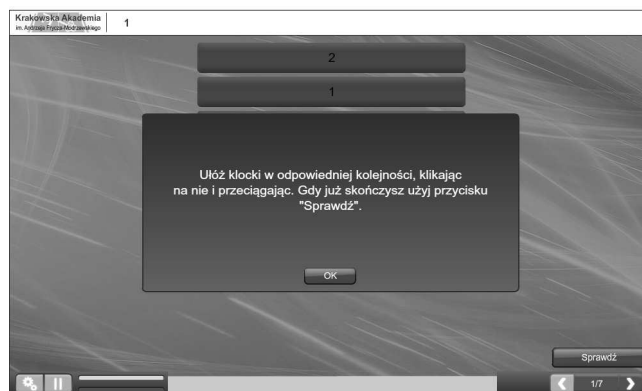
Rys. 2. Widok platformy po zalogowaniu na konto nauczyciela



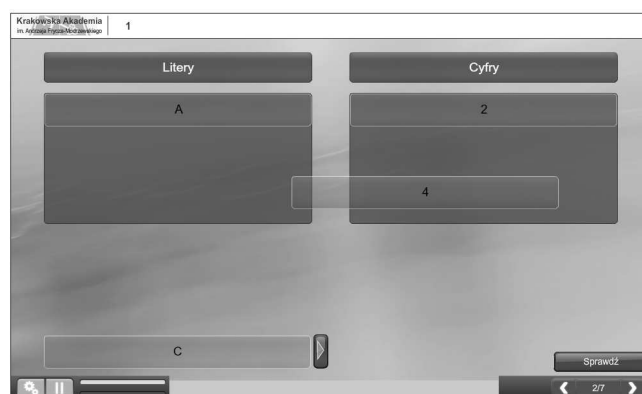
Rys. 3. Widok platformy po zalogowaniu na konto studenta

Platforma posiada wbudowany generator kursów e-learningowych. Pozwala to nauczycielom akademickim na samodzielne tworzenie kursów bogatych w elementy multimedialne, które bez problemów działają na platformie e-learningowej. Umożliwia to wzbogacanie wprowadzanego materiału dydaktycznego o elementy mające na celu sprawdzenie i ugruntowanie zdobytej wiedzy. Nauczyciel akademicki tworząc kurs ma możliwość wprowadzenia interakcji polegających m.in. na uzupełnianiu luk w tekście, łączeniu obrazków i tekstów, układaniu w odpowiedniej kolejności, przyporządkowywanie pojawiających się elementów do właściwej kategorii, zaznaczanie właściwych elementów na ekranie. Przy tworzeniu kursu należy szczególną uwagę zwrócić na jakość umieszczanych w kursie poleceń. Wyświetlane na ekranie zadania do wykonania przez studenta powinny być czytelne, przejrzyste i zrozumiałe. W trakcie uczenia się z materiałów dydaktycznych przygotowanych w formie kursu e-learningowego student nie ma możliwości bezpośredniego dopytania nauczyciela, czy dobrze zrozumiał polecenie. Dlatego należy dołożyć wszelkich starań do projektowania poleceń w taki sposób, aby osoba czytająca tekst na ekranie nie miała najmniejszych wątpliwości co do tego jak dane zadanie wykonać. W generatorze kursów zintegrowanym z platformą e-learningową KAAFm do każdej interakcji zostały zaplanowane domyślne polecenia. Niemniej jednak nauczyciel zawsze może wprowadzić tutaj modyfikacje

dostosowując treść polecenia do indywidualnych potrzeb. Przykłady interakcji wykorzystywanych do utrwalania wiedzy zdobywanej w czasie kursów pokazane są odpowiednio: na rysunku 4 – interakcja „kolejność”, na rysunku 5 – interakcja kategorie.

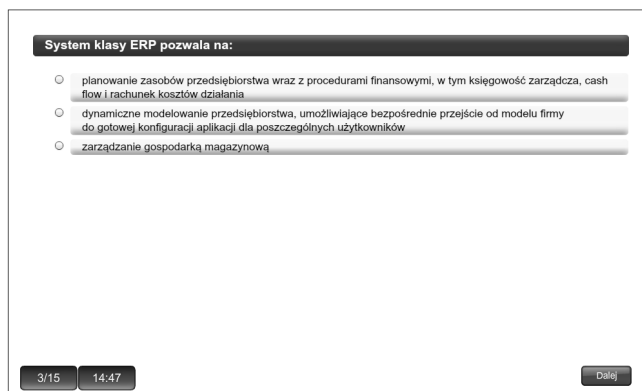


Rys. 4. Interakcja „kolejność” z instrukcją dotyczącą tego co należy wykonać na ekranie



Rys. 5. Interakcja „kategorie” – przykład działania

Nauczyciel ma również możliwość sprawdzenia wiedzy studentów poprzez zastosowanie testów końcowych, zliczających automatycznie prawidłowe odpowiedzi udzielone przez studentów. Przykład testu sprawdzającego pokazany jest na rysunku 6.



Rys. 6. Widok przykładowego testu sprawdzającego wiedzę

Podczas testu końcowego wyświetlana jest liczba pytań, numer pytania, na które student właśnie udziela odpowiedzi, czas pozostały do zakończenia testu – jeżeli test posiada ograniczenia czasowe ustawione przez nauczyciela. W ramach testu końcowego możliwe jest zadawanie pytań

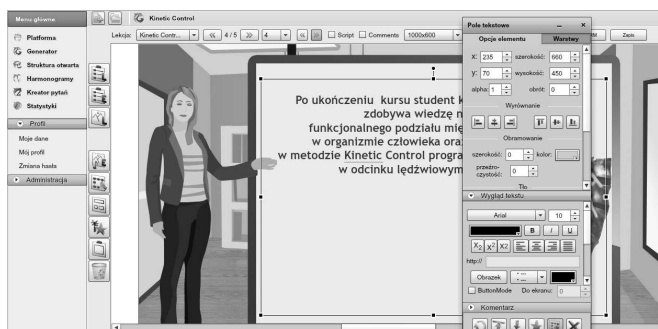
jednokrotnego i wielokrotnego wyboru, jak również zastosowanie tych samych interakcji, które są dostępne w ramach projektowania kursu, z tą jednak różnicą, że w teście końcowym każdej interakcji należy przyporządkować określoną liczbę punktów zależną od stopnia trudności. W teście końcowym student nie ma również możliwości sprawdzenia poprawności wykonania interakcji. Student może sprawdzić poprawność wykonywanych przez siebie interakcji jedynie w trakcie przechodzenia kursu (rys.4).

Po zakończeniu testu wyświetlany jest wynik i zależnie od woli prowadzącego również lista zawierająca wykaz odpowiedzi zaznaczonych przez studenta i odpowiedzi prawidłowych. Lista ta pozwala studentowi na sprawdzenie gdzie dokładnie popełnił błąd podczas udzielania odpowiedzi.

Na etapie projektowania kursu możliwe jest także ustawienie kolejności udostępniania materiałów i uzależnienie możliwości przejścia do kolejnej lekcji od tego, czy wcześniejsza lekcja została przez studenta odtworzona.

2.3. Dobór treści kształcenia

Kolejny ze wspomnianych wyżej obszarów to odpowiedni dobór treści kształcenia. Materiały udostępniane studentom mogą być przygotowane w różnej formie, np. tekst, animacje, podcasty, screencasty, gry edukacyjne. W przypadku platformy e-learningowej KAAFM nauczyciele akademicy mają intuicyjne narzędzie zintegrowane z platformą. Na rysunku 7 pokazany został widok generatora w trakcie tworzenia jednego z kursów. Po lewej stronie widoczny jest awatar, który w trakcie kursu się porusza. Jednocześnie odtwarzany jest plik dźwiękowy z nagraniem tekstem co sprawia wrażenie, iż przez cały kurs nauczyciel przeprowadza osobę uczącą się. W trakcie trwania kursu tekst mówiony wyświetlany jest również na dole ekranu dla osób niesłyszących lub odtwarzających kurs bez dźwięku. Wybór sposobu, w jaki przygotowane zostaną materiały edukacyjne zawsze powinien służyć realizacji założonych efektów kształcenia.



Rys. 7. Widok kursu w generatorze kursów e-learningowych

2.4. Społeczność akademicka

Ostatnim i najistotniejszym z wymienionych czynników jest społeczność akademicka. To czy kształcenie na odległość będzie mogło być realizowane w którejkolwiek uczelni zależy przede wszystkim od użytkowników. Duże znaczenie w motywowaniu studentów do pracy zdalnej mają sami nauczyciele. To od nauczycieli akademickich zależy jakość przygotowanych materiałów dydaktycznych, od nich również zależy motywowanie studentów do kontaktów i pracy w grupach na platformie e-learningowej i pozytywne

nastawienie studentów do dalszego zdobywania wiedzy z wykorzystaniem metod i technik kształcenia na odległość.

3. KRAJOWE RAMY KWALIFIKACJI W ODNIESIENIU DO KSZTAŁCENIA NA ODLEGŁOŚĆ

Krajowe Ramy Kwalifikacji dla Szkolnictwa Wyższego określają efekty kształcenia, czyli jakie kwalifikacje uzyskuje student w czasie studiów.

Z kolei nauczyciele akademicy, oprócz oczywistego rozwoju w zakresie dyscypliny naukowej, w obszarze której się poruszają, powinni rozwijać kompetencje w zakresie organizowania i prowadzenia procesu dydaktycznego. Kompetencje te powinny być rozwijane ze szczególnym uwzględnieniem nowoczesnych metod i technik kształcenia, w tym również z wykorzystaniem technologii informatycznej [5], np. platformy e-learningowej. Zadaniem nauczyciela jest zaprojektowanie kursów w sposób umożliwiający studentowi bycie aktywnym uczestnikiem procesu dydaktycznego. W dalszej perspektywie pozwoli to studentowi na wyrobienie nawyku poszukiwania nowych źródeł informacji, wiedzy i doświadczeń, a więc nabycie kompetencji społecznej związanej z potrzebą stałego doskonalenia się. Kształcenie na odległość wspomaga także rozwój kompetencji społecznych w zakresie organizacji pracy grupowej, podziału ról w grupie, wyborze lidera. Ponadto pozwala dostrzec własne ograniczenia, potrzebę szukania dróg rozwoju i w razie konieczności korzystania z pomocy osób o większej wiedzy i doświadczeniu. Zdobywanie wiedzy z wykorzystaniem metod i technik kształcenia na odległość wpływa również korzystnie na samodzielność w podejmowaniu decyzji, działań, zdobywanie i analizowanie informacji, wewnętrzną motywację i organizację pracy [1].

4. ZAJĘCIA NA PLATFORMIE E-LEARNINGOWEJ W OPINII STUDENTÓW

Istotne w kształceniu na odległość jest zapewnienie jakości kształcenia. Zastosowanie metod i technik kształcenia na odległość w taki sposób, iż zajęcia prowadzone zdalnie zastępują część zajęć prowadzonych tradycyjnie, nie powinno wpływać niekorzystnie na jakość kształcenia. Wręcz przeciwnie, możliwość zastosowania metod i technik kształcenia na odległość powinno tę jakość podnosić. Jednak to, co jest najważniejsze to opinie studentów. Badanie polegające na ocenie kształcenia przez studentów jest bardzo ważnym elementem umożliwiającym doskonalenie programów nauczania [6]. W związku z tym przeprowadzana jest ewaluacja zajęć prowadzonych na platformie e-learningowej.

Pierwsza ankieta ewaluacyjna dotycząca działania platformy e-learningowej przeprowadzona została w 2012 roku (czerwiec-wrzesień). W ankiecie wzięło udział trzystu studentów. Rok akademicki 2011/2012 był rokiem testowym dla wdrażanej platformy e-learningowej. Prowadzona ankieta dotyczyła zatem opinii o działaniu platformy, tego w jaki sposób postrzegane jest kształcenie na odległość i czy wsparcie w tym okresie udzielane użytkownikom ze strony Centrum e-Learningu było dla użytkowników satysfakcjonujące. Studenci mogli odpowiedzieć na osiem kluczowych w tym okresie pytań. W każdym z pytań studenci byli poproszeni o ocenę, w jakim stopniu zgadzają się z proponowanymi stwierdzeniami. Każde z pytań było

oceniane w siedmiostopniowej skali, gdzie jeden oznaczało iż student zupełnie się nie zgadza, a siedem oznaczało, że zgadza się całkowicie.

W roku 2015 ankieta składa się już z czterdziestu pięciu pytań podzielonych na pięć obszarów. Zmianie uległa również skala oceny, z siedmiostopniowej na pięciostopniową, gdzie jeden podobnie jak poprzednio oznacza najniższą ocenę, a pięć tym razem najwyższą. W 2015 roku w ankiecie wzięło udział pięćuset studentów. W dalszej części przedstawione zostaną poszczególne obszary prowadzonej ankiety.

4.1. Obszar obsługi platformy

Pierwszy z badanych w 2015 roku obszarów dotyczy obsługi platformy. Pozwala na uzyskanie od użytkowników informacji, o tym, czy sposób działania platformy jest zgodny z ich oczekiwaniami. Z uwagi na liczną grupę studentów zagranicznych, w tym m.in. odbywających zajęcia w ramach programu Erasmus czy innych projektów służących umiędzynarodowieniu uczelni, ankietowani zostali poproszeni o określenie preferencji językowych na platformie. Obecnie platforma działa w trzech językach: polskim, angielskim i rosyjskim, ale możliwy jest dalszy rozwój w tym zakresie, zależnie od potrzeb studentów. W kolejnych pytaniach studenci proszeni są o ocenę zagadnień czysto technicznych. W związku z tym mogą ocenić sposób logowania się do platformy, nawigację na platformie, sposób zapisywania się konkretnych grup dydaktycznych. Ocenie poddane są również elementy platformy związane z komunikacją między nauczycielami i studentami. Stąd też pytania dotyczące ogólnej oceny sposobów komunikowania się na platformie i oceny poszczególnych jej elementów czyli czatu i forum, które również są możliwe do uruchomienia w każdej grupie dydaktycznej. Ankietowani proszeni są również o opinię na temat korzystania z wideokonferencji i możliwości korzystania z platformy na urządzeniach mobilnych. W ramach tego obszaru studenci proszeni są także o określenie tego, co sprawia im największą trudność podczas korzystania z platformy.

Ta część ankiety umożliwia otrzymanie informacji na temat działania i obsługi samej platformy e-learningowej. Pozwoli to na wprowadzenie udoskonaleń w obszarach sprawiających trudności studentom, tak by w efekcie usunąć wszelkie bariery technologiczne, jakie mogą stać na drodze do skutecznego prowadzenia kształcenia na odległość w uczelni.

4.2. Obszar działania platformy

Drugi obszar zawiera pytania pozwalające ocenić działanie platformy. W tej części znajdują się pytania dotyczące prawidłowego otwierania się kursów, prawidłowego zaliczenia kursu na platformie. W tej części student może również wypowiedzieć się na temat opisu kursu – czy był on satysfakcjonujący, a także mógł opisać z jakimi problemami spotkał się podczas otwierania i przeglądania kursów przygotowywanych przez nauczycieli. Na platformie e-learningowej nauczyciele mogą również umieszczać zadania dla studentów. Po wykonaniu zadania student ma obowiązek załączyć odpowiedź i przedstawić ją prowadzącemu do oceny. W związku z tym w tej części student może się wypowiedzieć na temat obsługi zadań na platformie. Ankietowani byli również pytani o działanie załączników, czyli materiałów do pobrania przez studentów w formie plików przygotowanych przez prowadzących.

W tej części uzyskiwane są informacje na temat działania poszczególnych elementów służących procesowi dydaktycznemu. Ocenie poddane jest działanie kursów przygotowywanych w generatorze kursów bezpośrednio przez osoby prowadzące zajęcia, jak również zadań i załączników przez nich udostępnianych. Studenci wypowiadają się również na temat sposobów funkcjonowania komunikacji na platformie. Zdobyte w ten sposób informacje pozwalają na zapobieganie w przyszłości nieoczekiwanym błędom jakie mogą się zdarzyć podczas korzystania z wymienionych tutaj elementów, zarówno po stronie systemu, nauczycieli, jak i samych studentów.

4.3. Obszar metodyki tworzenia i prowadzenia zajęć na platformie

Trzeci obszar pozwala ocenić metodykę tworzenia i prowadzenia zajęć na platformie e-learningowej. W tej części studenci proszeni są o opinię na temat tego, czy informacje zawarte w kursie były przedstawione w sposób interesujący, jak również czy sposób przedstawienia zagadnień w kursie pozwolił na zrozumienie tematu. Ocenie podlega także sposób podziału materiału na fragmenty umożliwiające łatwiejsze przyswajanie wiedzy. W tej części studenci oceniają również kursy od strony graficznej. Ankietowani proszeni są o wyrażenie opinii na temat tego, czy elementy graficzne mogą wpływać korzystnie na atrakcyjność kursu, jaki wpływ mają interakcje, elementy graficzne i multimedialne użyte w kursie na przyswajanie wiedzy. Studenci zostali także poproszeni o określenie, który z elementów: filmy, dźwięki, animacje, historyjki obrazkowe, interakcje w największym stopniu wpływają na atrakcyjność kursów e-learningowych.

W wyniku przeprowadzonej ankiety udało się uzyskać opinie studentów na temat poszczególnych elementów kursów e-learningowych. Uzyskane opinie zostaną wykorzystane podczas tworzenia nowych i uzupełniania dotychczas prowadzonych kursów.

4.4. System wsparcia użytkowników platformy e-learningowej

Czwarty obszar prowadzonego badania ankietowego umożliwia ocenę systemu wsparcia użytkowników platformy e-learningowej. Studenci w tej części ankiety odpowiadają na pytania dotyczące tego, jaki sposób komunikacji z Centrum e-Learningu jest dla nich najlepszy. Oceniają również pomoc uzyskaną poprzez każdą z wymienionych w ankiecie form wsparcia, czyli: kontakt bezpośredni w siedzibie Centrum e-Learningu, pomoc drogą e-mailową, informacje na stronie internetowej i tablicy informacyjnej.

W tej części możliwe jest określenie, w jakim stopniu pomoc oferowana użytkownikom przez osoby pracujące w Centrum e-Learningu jest dla nich satysfakcjonująca, która forma kontaktu jest dla studentów najodpowiedniejsza i w efekcie, który kanał komunikacji z użytkownikami należy rozwijać.

4.5. Opinie studentów o kształceniu na odległość

Piąty obszar dotyczy opinii studentów na temat samego kształcenia na odległość. W tej części studenci wypowiadają się na temat tego, czy zajęcia prowadzone z wykorzystaniem metod i technik kształcenia na odległość uważają za wygodną i efektywną formę kształcenia. Określają również, czy chcieliby mieć w trakcie studiów więcej zajęć w formie kształcenia na odległość.

Na zakończenie studenci mają również możliwość wpisania własnych sugestii jakie chcieliby przekazać zespołowi zajmującemu się kształceniem na odległość.

Tak rozbudowana ankieta pozwala na uzyskanie pełnej opinii studentów na temat tego, który z obszarów jest przez nich postrzegany dobrze, a w którym należy wprowadzić zmiany pozwalającą na jego udoskonalenie. W efekcie pozwala to na uzyskanie pełnej diagnozy na temat obecnego stanu kształcenia na odległość w ramach prowadzonych zajęć, określenie obszarów, w których należy wprowadzić zmiany i wytyczenie kierunków dalszego rozwoju.

4.6. Porównanie wyników badania ankietowego z 2012 i 2015 roku

Porównanie wyników ankiety z 2012 roku [1] i z ankiety prowadzonej na przełomie stycznia i lutego 2015 roku pozwala także na sprawdzenie, czy realizacja założonej strategii rozwoju kształcenia na odległość w uczelni przynosi zamierzone efekty.

Założenia dotyczące ankiety przeprowadzonej wśród studentów:

- ankieta jest anonimowa,
- proces ankietowania przeprowadzony jest za pośrednictwem Internetu,
- wypełnienie ankiety zostali poproszeni studenci, którzy mają aktywne konto na Platformie e-Learningowej KA.

Analizie porównawczej poddane zostały następujące pytania zawarte w obu ankietach:

Pytanie 1: Czy treści zamieszczone na ekranach były dla Ciebie zrozumiałe

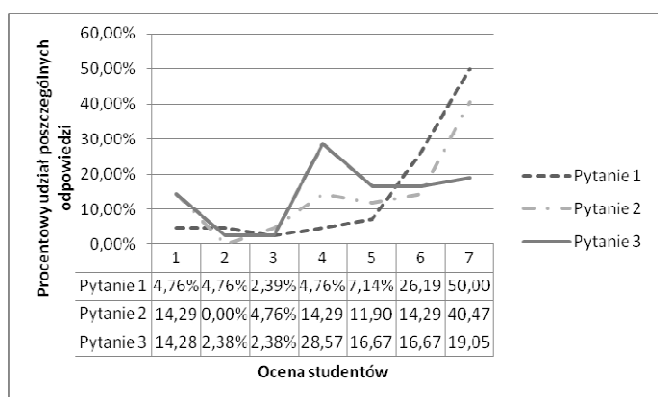
Pytanie 2: Czy zajęcia e-learningowe są bardzo wygodną formą uczenia się?

Pytanie 3: Czy zajęcia e-learningowe są bardzo efektywną formą uczenia się?

Pytanie 4: Czy korzystałeś z pomocy Centrum e-Learningu

Pytanie 5: Czy pomoc uzyskana w Centrum e-Learningu była dla Ciebie satysfakcjonująca.

Odpowiedzi studentów na pierwsze trzy pytania zadane w trakcie ewaluacji prowadzonej od czerwca do września 2012 roku pokazane zostały na rysunku 8.

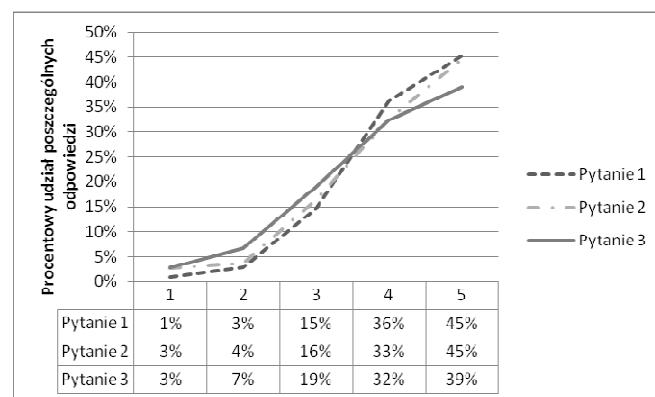


Rys. 8. Odpowiedzi studentów udzielone w 2012 roku na pierwsze trzy pytania zamieszczone w ankiecie

Podczas ewaluacji zajęć dydaktycznych prowadzonych na przełomie stycznia i lutego 2015 roku odpowiedzi studentów na pierwsze trzy pytania dotyczące kształcenia na odległość kształtowały się w sposób pokazany na rysunku 9.

Jak widać na rysunku 8 i rysunku 9 większość osób – 50% w 2012 roku i 45% w 2015 roku - odpowiedziała, że

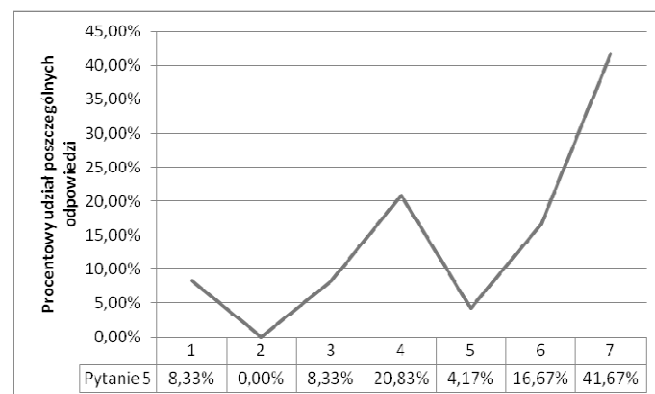
przedstawione w kursach treści były dla nich zrozumiałe. Udzielone odpowiedzi w obydwu badaniach ankietowych



Rys. 9. Odpowiedzi studentów udzielone w 2015 roku na pierwsze trzy pytania zamieszczone w ankiecie

przedstawiają się podobnie. Na pytanie, czy zajęcia e-learningowe są wygodną formą uczenia się, większość ankietowanych w obydwu badaniach wybrała odpowiedź oznaczającą, że bardzo się z tym zdaniem zgadzają. Znaczne różnice pojawiają się przy pytaniu trzecim dotyczącym efektywności kształcenia na odległość. Na pytanie czy zajęcia e-learningowe są efektywną formą kształcenia w 2012 roku najliczniejszą grupę ankietowanych stanowiły osoby niezdecydowane i te, które skłaniały się w stronę odpowiedzi twierdzącej. W roku 2015 większość ankietowanych uważa zdecydowanie, że kształcenie na odległość jest efektywne.

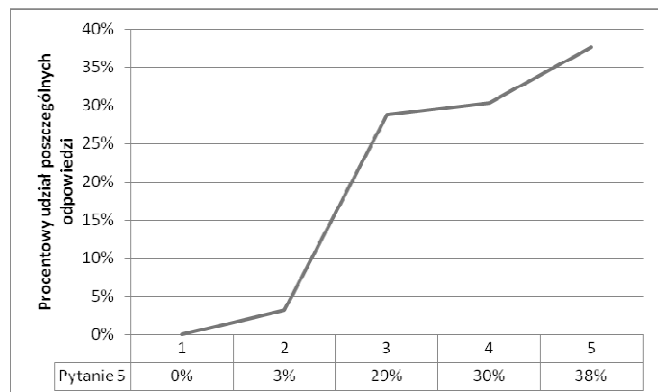
Badaniu poddana została również opinia studentów na temat wsparcia udzielanego przez Centrum e-Learningu. Rysunek 10 pokazuje wyniki uzyskane w 2012 roku, rysunek 11 - procentowe odpowiedzi studentów na to samo pytanie w 2015 roku.



Rys. 10. Odpowiedzi studentów udzielone w 2012 roku na piąte pytanie zamieszczone w ankiecie

Pomoc oferowana studentom w Centrum e-Learningu zarówno w 2012, jak i w 2015 roku została oceniona dobrze. Studenci są zadowoleni z uzyskiwanej pomocy. W roku 2012 z pomocy oferowanej przez Centrum e-Learningu skorzystało 57,14% ankietowanych, w roku 2015 – 37,14% ankietowanych. Mniejszy odsetek osób korzystających w 2015 roku z pomocy Centrum e-Learningu może być związany z faktem wprowadzenia - równolegle ze szkoleniem na platformie - szkolenia z obsługi platformy e-learningowej na zajęciach z przedmiotu Technologia informacyjna. Stąd studenci po pierwszym semestrze zajęć

rzadziej mają problemy z użytkowaniem platformy, niż studenci rozpoczynający pracę na platformie e-learningowej w roku 2012.



Rys. 11. Odpowiedzi studentów udzielone w 2015 roku na piąte pytanie zamieszczone w ankiecie

Pomoc oferowana studentom w Centrum e-Learningu zarówno w 2012, jak i w 2015 roku została oceniona dobrze. Studenci są zadowoleni z uzyskiwanej pomocy. W roku 2012 z pomocy oferowanej przez Centrum e-Learningu skorzystało 57,14% ankietowanych, w roku 2015 – 37,14% ankietowanych. Mniejszy odsetek osób korzystających w 2015 roku z pomocy Centrum e-Learningu może być związany z faktem wprowadzenia - równoległe ze szkoleniem na platformie - szkolenia z obsługi platformy e-learningowej na zajęciach z przedmiotu Technologia informacyjna. Stąd studenci po pierwszym semestrze zajęć rzadziej mają problemy z użytkowaniem platformy, niż studenci rozpoczynający pracę na platformie e-learningowej w roku 2012.

5. WNIOSKI

Prowadzenie działań związanych z rozwojem metod i technik kształcenia na uczelni wymaga wielu zabiegów i spełnienia licznych wymagań. Należy pamiętać, że najważniejszy w kształceniu jest odbiorca- student.

DISTANCE EDUCATION IN THE UNIVERSITY. THEORY AND PRACTICE

In order to implement distance education several issues need to be considered. The most important of them are the choice of the e – learning platform, and following the requirements imposed by appropriate regulations. All the people that concern the distance learning must remember that the most important in the education are students. Prepared teaching materials for them should support to obtain qualifications relevant to a particular field of study. Classes with the use of e-learning platforms are increasingly seen not only as more attractive than traditional classes because of the use of multimedia solutions, but also for the effective form of education.

The article presents the issues related to distance education, for example the experience of Andrzej Frycz Modrzewski Krakow University. The article presents the legal basis for the implementation of blended-learning at the university. Issues related to National Qualifications Framework for the functioning of distance learning are also shown. This article presents the feedback from students about classes in the form of blended learning.

Keywords: blended-learning, distance learning, e-learning in higher education, National Qualifications Framework.

Przygotowywane dla niego materiały dydaktyczne w ramach kształcenia na odległość powinny wspierać zdobywanie kwalifikacji właściwych dla danego kierunku studiów.

Wyniki uzyskane po przeprowadzeniu badań ankietowych pozwalają na stwierdzenie, że działania podejmowane w okresie pomiędzy przedstawionymi badaniami ankietowymi, zakładające rozwój metod i technik kształcenia na odległość w uczelni, przyniosły efekty m.in. w postaci zmiany sposobu myślenia o e-learningu. Zajęcia prowadzone z wykorzystaniem platformy zdalnego nauczania są coraz bardziej postrzegane nie tylko jako bardziej atrakcyjne od zajęć tradycyjnych z uwagi na stosowanie rozwiązań multimedialnych, ale również za efektywną formę kształcenia.

6. BIBLIOGRAFIA

1. Woźniak-Zapór M.: Uczelniany system kształcenia na odległość a KRK, w: Krajowe Ramy Kwalifikacji biurokratyczna konieczność czy szansa na poprawę jakości kształcenia w uczelniach? Red. M.Kapiszewska, KTE.sp.z o.o.-Oficyna Wydawnicza AFM, Kraków, s.121-127, 2013.
2. Ustawa z dnia 27 lipca 2005 r. Prawo o szkolnictwie wyższym z późn. zm. (Dz. U. 2005 Nr 164 poz. 1365), 2005.
3. Rozporządzenie Ministra Nauki i Szkolnictwa Wyższego z dnia 2 listopada 2011 r. w sprawie Krajowych Ram Kwalifikacji dla Szkolnictwa Wyższego, Dz.U. 2011 nr 253 poz. 1520, 2011.
4. Rozporządzenie ministra Nauki i Szkolnictwa Wyższego z dnia 25 września 2007 z późn. zm., 2007.
5. Kraśniewski, A.: Jak przygotować programy kształcenia zgodnie z wymaganiami Krajowych Ram kwalifikacji dla Szkolnictwa Wyższego?, Warszawa, s.82, 2011.
6. Gullickson Arlen R.: The need for student evaluation standards, Prepared by The Joint Committee on Standards for Educational Evaluation, May 2000, p.3 online: <http://www.jcsee.org/wp-content/uploads/2009/09/SESNeed.pdf>, 28-01-2015 .

SURVEY SIMULATOR – PLATFORMA VR DLA EDUKACJI W PRZEMYSŁE MORSKIM

Cezary ŻRODOWSKI

Politechnika Gdańska, Wydział Oceanotechniki i Okrętownictwa
tel.: 58 347 1512 e-mail: cezaryz@pg.gda.pl

Streszczenie: Artykuł przedstawia założenia, architekturę i główne funkcje programu DNVGL Survey Simulator. Program, bazujący na wizualizacji 3D okrętów i platform wiertniczych, został stworzony w celu wspomagania profesjonalnego szkolenia załóg pływających. Realizuje on model kształcenia w znacznej mierze odmienny od akademickiego, skoncentrowany przede wszystkim na problemach praktycznych i procedurach obowiązujących w przemyśle. Przedstawione zostały również pierwsze wyniki jego implementacji w procesie nauczania na Wydziale Oceanotechniki i Okrętownictwa Politechniki Gdańskiej.

Słowa kluczowe: rzeczywistość wirtualna, symulacja, grafika 3D, oceanotechnika, okrętownictwo, edukacja.

1. PROGRAM SURVEY SIMULATOR

1.1. Wprowadzenie

Rzeczywistość wirtualna (*Virtual Reality – VR*) stanowi popularną platformę do tworzenia symulacji dla celów rozrywki, edukacji i badań. Termin ten, jak się powszechnie uznaje, został wprowadzony przez Jaron'a Laniera i Steve'a Brysona, a zdefiniowany jako: „sposób użycia technologii komputerowej w tworzeniu efektu interaktywnego, trójwymiarowego świata, w którym obiekty dają wrażenie przestrzennej obecności” [1]. W potocznym rozumieniu VR oznacza program komputerowy, którego centralnym elementem jest trójwymiarowy (*3-Dimensional – 3D*) graficzny model otoczenia – istniejącego lub fikcyjnego. Jednak równie istotnym jego elementem jest wyposażenie realizujące interakcję użytkownika z programem. W najprostszej postaci może ono być ograniczone do standardowego interfejsu komputera, ale już od samego początku specjalne rozwiązania w tym zakresie stanowiły o różnicy pomiędzy systemami VR a pozostałymi programami graficznymi.

Pierwszymi wyspecjalizowanymi urządzeniami interfejsu użytkownika VR były miniaturowe wyświetlacze stereoskopowe, montowane w okularach, połączone z czujnikami pozycji głowy (*Head Mounted Display – HMD*), oraz urządzenia do manipulacji obiektami wirtualnymi, najczęściej w postaci rękawic (*VR Gloves*) często z siłownikami realizującymi sprzężenie zwrotne, generujące wrażenia dotykowe (*haptic*). Zadaniem tych urządzeń jest zapewnienie jak najbardziej realistycznego sposobu interakcji użytkownika z modelem i stworzenie wrażenia pełnego zanurzenia (*immersion*) w cyfrowym modelu – stąd często używane w języku angielskim sformułowanie *Immersive Multimedia*, stanowiące alternatywę dla terminu VR. W przypadku symulacji

obejmujących wielu użytkowników jednocześnie, wygodne okazuje się zastosowanie wspólnego wyświetlacza, co znacząco obniża niezbędną moc obliczeniową układu graficznego. Bardzo popularnym rozwiązaniem tego typu jest system znany pod nazwą CAVE (*Cave Automatic Virtual Environment*), wyświetlający obraz na kilku płaskich lub sferycznych ekranach otaczających użytkownika [2]. Przykład takiego urządzenia prezentuje rysunek 1.



Rys. 1. Przykład systemu wizualizacji CAVE (źródło: <http://scifundchallenge.org/firesidescience>)

Z kolei specyfika symulacji wymagających poruszania się na znaczne odległości spowodowała opracowanie technik śledzenia ruchu użytkownika w wirtualnej scenie. Najpopularniejsze z nich obejmują optyczne śledzenie pozycji użytkownika, a w zaawansowanych wersjach również orientacji i położenia jego kończyn. Odrębną grupę stanowią rozwiązania hybrydowe, łączące wirtualny świat z fizycznymi atrapami urządzeń sterujących, np. mostek statku lub kokpit samolotu. Dobór odpowiedniego interfejsu zależy od charakteru symulacji, liczby użytkowników oraz sposobu ich interakcji z modelem (*First Person Perspective – FPP, Third Person Perspective – TPP*).

Niebanalnym zagadnieniem jest również opracowanie samego programu symulacyjnego. W stosunku do innych programów graficznych, systemy VR charakteryzują się bardzo wysokimi wymaganiami wydajnościowymi, pozwalającymi na wyświetlanie złożonej grafiki w sposób płynny w czasie rzeczywistym. Aktualnie oczekuje się, że

program jest w stanie wygenerować przynajmniej 30 klatek na sekundę przy rozdzielczości 1920x1080 pikseli. W zależności od przeznaczenia symulatora oraz kompetencji twórców, wyraźnie widać 3 dominujące trendy w podejściu do sposobu jego budowy:

- a) Opracowanie własnego programu na bazie niskopoziomowych bibliotek graficznych (zwykle OpenGL lub DirectX). Takie podejście jest charakterystyczne dla wielu projektów studenckich, badawczych oraz we wczesnych fazach wdrożeń przemysłowych. Zazwyczaj ze względu na problemy z koniecznością pielęgnacji programu i dostosowywania go do nowych wersji systemów operacyjnych oraz sprzętu, programy takie umierają śmiercią naturalną lub przeradzają się w komercyjne projekty dostarczające programistom wysokopoziomowych bibliotek lub gotowych aplikacji VR.
- b) Opracowanie własnego programu na bazie bibliotek wysokopoziomowych. Na rynku dostępnych jest szereg narzędzi wspomagających pracę programistów na różnym poziomie. Najpopularniejsze z nich to platformy do wspomagania tworzenia gier komputerowych (*game engines*), z takimi liderami jak Cry Engine, Unreal Engine, Unity [3]. Ich zadaniem jest przede wszystkim minimalizacja wysiłku programistów, skoncentrowanie ich pracy na merytorycznej zawartości symulatora zamiast na niskopoziomowych szczegółach implementacyjnych, niewidocznych dla użytkownika.
- c) Wykorzystanie gotowego programu (*Commercial Off The Shelf – COTS*), jest domeną zespołów o stosunkowo niskich kompetencjach programistycznych. Zazwyczaj takie systemy pozwalają użytkownikowi na samodzielne tworzenie scen i scenariuszy za pomocą uproszczonych narzędzi, często ograniczając jego pracę do budowy lub importu geometrii modelu 3D oraz zdefiniowania prostych relacji między elementami modelu. Tego typu rozwiązania są szczególnie chętnie stosowane dla typowych zadań, dla których zakres niezbędnych funkcjonalności jest doskonale znany i zdefiniowany. Do tej grupy zaliczyć można symulatory do zastosowań przemysłowych takie jak: PTC Division, 3D Via, Worldviz, a przede wszystkim produkty światowego potentata w zakresie gotowych programów symulacyjnych, jakim jest kanadyjska firma PRESAGIS (STAGE, FlightSIM, Vega Prime i VAPS) [4].

Programy symulujące mogą zawierać również modele opisujące zachowanie fizyczne obiektów, a także stanowią pierwszy etap implementacji bardziej zaawansowanych zastosowań obejmujących zdalne sterowanie (*remote control*), teleobecność (*telepresence*) czy rzeczywistość rozszerzoną (*augmented reality*).

Prezentowany program Survey Simulator jest przykładem jednoosobowego symulatora, typu FPP, zbudowanego na bazie platformy Unity [5], zorientowanego na problemach fotorealisticznej wizualizacji obiektów o dużej złożoności w trybie stereoskopowym. Dodatkowo posiada moduły pozwalające na dołączenie danych zawartych w zewnętrznych bazach, i wykorzystanie geometrii modelu do ich wizualizacji. Szczegóły implementacji przedstawiono w kolejnych rozdziałach. Wykorzystanie rzeczywistości wirtualnej w przemyśle morskim posiada długą tradycję, jednak dwa główne nurty obejmują wspomaganie projektowania [6], [7], [8], [9] oraz symulacje manewrowe okrętów i platform [10], [11], [12], [13]. W tym kontekście program wspierający eksploatację

istniejących konstrukcji morskich, na poziomie wizualizacji wad i awarii jest unikatowym narzędziem, wymagającym nietypowych rozwiązań. Najważniejszą różnicą w stosunku do istniejących symulatorów jest wymagany bardzo wysoki poziom realizmu wizualizacji, przy niezwykle złożonych modelach. Krytyczne jest możliwe wierne odwzorowanie subtelności (kolor, detal, faktura), na podstawie których inspektor wykrywa i ocenia wadę. Dostępne dotąd symulatory, zapewniające poziom wizualizacji wyraźnie odbiegający od fotorealisticznego, są w tym przypadku nieprzydatne.

1.2. Historia

Program powstał w wyniku wieloletniej współpracy Politechniki Gdańskiej (PG) z polskim oddziałem towarzystwa klasyfikacyjnego Det Norske Veritas (DNV, obecnie po połączeniu z Germanischer Lloyd – DNV GL). Została ona zapoczątkowana w 1998 r., uruchomieniem na terenie uczelni ośrodka *Nauticus Modeling Centre*, zatrudniającego ok. 50 studentów i pracowników PG. Był to prawdopodobnie pierwszy na świecie projekt mający na celu systematyczne tworzenie dokumentacji obiektów pływających w postaci trójwymiarowych modeli (3D), głównie do celów symulacji wytrzymałościowych konstrukcji kadłuba. W efekcie powstał zbiór cennych danych, które pozwalały wspomagać szereg procesów związanych z eksploatacją statków i platform, wykraczających daleko poza ich pierwotne przeznaczenie. Pośród takich zastosowań znalazły się wizualizacje 3D dla celów ekspertyz w sporach sądowych.

Bardzo szybko okazało się, że sądowa ekspertyza powinna przede wszystkim spełniać funkcje edukacyjną, pozwalając przybliżyć prawnikom złożone problemy techniczne, co w naturalny sposób wyznaczyło kierunek dalszego rozwoju programu. W 2005 roku rozpoczęte zostały prace nad narzędziem typowo edukacyjnym, przeznaczonym przede wszystkim dla pracowników DNV. Prace te były realizowane w ścisłej współpracy z Wydziałem Elektroniki, Telekomunikacji i Informatyki Politechniki Gdańskiej, głównie w formie studenckich projektów grupowych i praktyk przemysłowych. W efekcie, w ciągu ok. 4 lat powstała pierwsza komercyjna wersja programu Survey Simulator, a większość studentów zaangażowanych w projekt znalazła zatrudnienie w firmie Det Norske Veritas Poland Sp. z o.o. i stała się trzonem zespołu będącego dzisiaj znaczącą częścią oddziału „DNV GL - Software” – jednego z głównych dostawców oprogramowania inżynierskiego dla przemysłu morskiego na świecie.

Początkowo program funkcjonował wyłącznie, jako część usługi szkoleniowej i był integralnym składnikiem centrum szkoleniowego *DNV Academy* w Gdyni, jednak wskutek potrzeb zgłaszanych przez kursantów, z czasem został przekształcony w samodzielny produkt i udostępniony, jako niezależna aplikacja. Od 2014 roku jest on również dostępny dla studentów i pracowników Politechniki Gdańskiej w ramach Centrum Komputerowego im. prof. Jerzego Doerffera.

1.3. Przeznaczenie

Początkowo program przeznaczony był wyłącznie do wspomaganie szkolenia inspektorów DNV, dokonujących odbiorów technicznych okrętów i platform. Jego podstawowym zadaniem była wizualizacja problemów technicznych, z jakimi można spotkać się na jednostkach pływających, z uwzględnieniem 150-letnich doświadczeń w

zakresie ich wykrywania i oceny. Główne założenia koncepcyjne obejmowały usprawnienie procesu kształcenia inspektorów poprzez:

- a) Podniesienie efektywności szkolenia, poprzez jego częściowe przeniesienie z jednostki pływającej do laboratorium, co ma zapewnić lepsze wykorzystanie czasu. W warunkach przemysłowych szereg czynności niezwiązanych bezpośrednio ze szkoleniem, takich jak dojazd do stoczni, procedury bezpieczeństwa na pokładzie statku czy dotarcie do trudno dostępnego miejsca inspekcji, znacząco skracają efektywny czas szkolenia. Dodatkowo należy wziąć pod uwagę ograniczenia organizacyjne – nie istnieją celowo uszkodzone statki przeznaczone dla celów szkoleniowych. Szkolenia inspektorów DNV GL są zawsze realizowane w trakcie standardowych prac komercyjnych, w ramach narzuconych limitów czasowych i lokalizacji przeglądu, np. w stoczni na innym kontynencie.
- b) Zapewnienie wizualizacji możliwie szerokiej gamy wad i uszkodzeń, z jakimi spotkali się różni inspektorzy. Co więcej, narzędzie ma kumulować również przyszłe doświadczenia, stanowiąc jeden z elementów ochrony wiedzy korporacyjnej i zabezpieczenia jej przed erozją wynikająca ze zmian personalnych.
- c) Skrócenie czasu uzyskania formalnych kwalifikacji, poprzez umożliwienie styczności z rzadko występującymi, a istotnymi problemami, które są wymagane w programie szkolenia, a np. ze względu na młody wiek floty i jej dobry stan techniczny mogą nie wystąpić przez kolejne kilkanaście lat.

Bardzo szybko okazało się również, że użytkownikami programu stawali się nie tylko inspektorzy, przez co rosła presja na nowe zastosowania i funkcjonalności. Obecnie program znajduje odbiorców również poza towarzystwem DNV GL, a jednym z nich jest również Wydział Oceanotechniki i Okrętownictwa Politechniki Gdańskiej. Studenci korzystający z niego mogą przede wszystkim zapoznać się z profesjonalną nomenklaturą okrętową w kilku językach oraz ze szczegółami konstrukcji kadłuba, do jakich nigdy nie zostaliby dopuszczeni w normalnych warunkach przemysłowych.

1.4. Architektura i funkcje

Program Survey Simulator powstawał początkowo, jako program graficzny opracowany całkowicie przez studentów. Jednak już pierwsze aktualizacje wskazały na potrzebę wykorzystania dojrzałej platformy graficznej, pozwalającej na skupienie się programistów na unikatowych funkcjach programu, zamiast na pielęgnacji standardowego kodu obsługującego funkcje graficzne programu. Po kilkumiesięcznych analizach i testach wybrana została platforma graficzna Unity, która do chwili obecnej rozwinęła się w dojrzałe środowisko programistyczne, pozwalające na budowę aplikacji pracujących pod kontrolą systemu Windows, MacOS i Android oraz jako aplikacja web, uruchamiana zdalnie w przeglądarce internetowej. Dodatkową zaletą jest dostępność tego rozwiązania dla studentów, bez ponoszenia żadnych kosztów. Pozwala to planować przyszłe wspólne projekty DNV GL i Politechniki Gdańskiej, związane z rozszerzaniem funkcjonalności programu.

Ponieważ początkowo był on ściśle zintegrowany z usługą szkoleniową, realizowaną w *DNV Academy*, jego architektura obejmowała również zagadnienia sprzętowe,

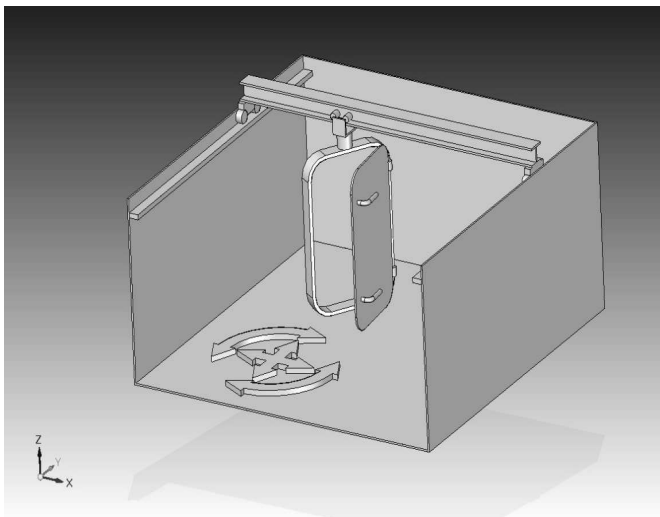
wynikające ze specyfiki i wyposażenia ośrodka. Najważniejsze z nich to: wyświetlanie stereoskopowe oraz system kontroli pracy kursantów. Wyświetlanie realizowane jest za pomocą systemu *Dolby 3D* (używanego w większości komercyjnych kin), co pozwala zaprezentować trójwymiarową symulację szerszej publiczności w standardowej sali kinowej. Laboratorium szkoleniowe zostało wyposażone w 6 stanowisk, pozwalających na indywidualną pracę z możliwością podglądu i zdalnego przejścia kontroli nad każdym stanowiskiem przez prowadzącego. Bardzo użyteczna jest również możliwość wyświetlenia obrazu z dowolnego monitora na wspólnym ekranie. Takie rozwiązanie pozwala na interakcję wykładowcy ze słuchaczem bez przeszkadzania innym uczestnikom szkolenia, ale przede wszystkim na możliwość prezentacji wszystkim kursantom nowych, nietypowych, poprawnych i niedopuszczalnych rozwiązań, jakie są generowane przez uczestników kursu, a jakie nie zostały przewidziane przez programistów. Dodatkowo możliwość ich rejestrowania powoduje, że zakres szkoleń wzbogaca się o wiedzę uzyskaną od kursantów. Komputery zostały umieszczone w sąsiednim pomieszczeniu, co zapewnia ciszę i wysoki komfort pracy. Laboratorium szkoleniowe *DNV Academy* zostało przedstawione na rysunku 2.



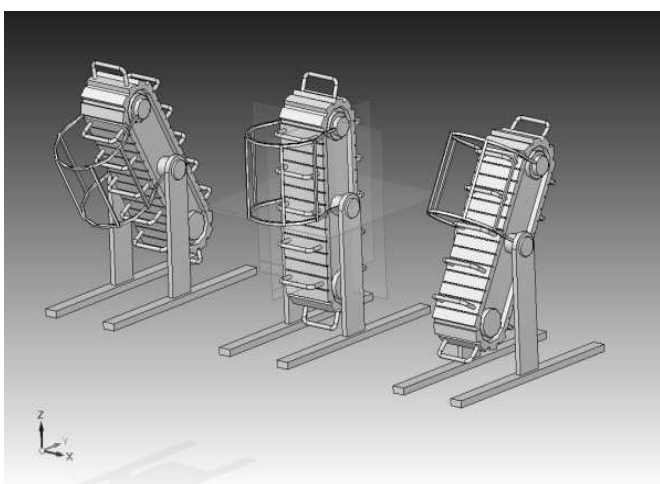
Rys. 2. Laboratorium szkoleniowe *DNV Academy*

Interakcja użytkownika z programem realizowana jest za pomocą standardowych urządzeń, jakimi są klawiatura i wskaźnik (mysz). W trakcie prac koncepcyjnych nad programem analizowano również możliwość zastosowania pełnej immersji, realizowanej za pomocą wyświetlacza HMD, zaawansowanej platformy wielomonitorowej CAVE czy nawet śledzenia pozycji ciała użytkownika wraz z wykorzystaniem specjalnie zaprojektowanej bazy sprzętowej, pozwalającej na bezpośrednią interakcję fizyczną z atrapami urządzeń występujących na statku. Rysunek 3 i rysunek 4 przedstawiają przykłady takich rozwiązań – atropa drzwi wodoszczelnych oraz drabiny. Rozwiązania te jak dotąd nie zostały wdrożone, jednak uwzględnienie ich na etapie projektowania systemu, pozwala na szybką implementację w przypadku wystąpienia takiej potrzeby.

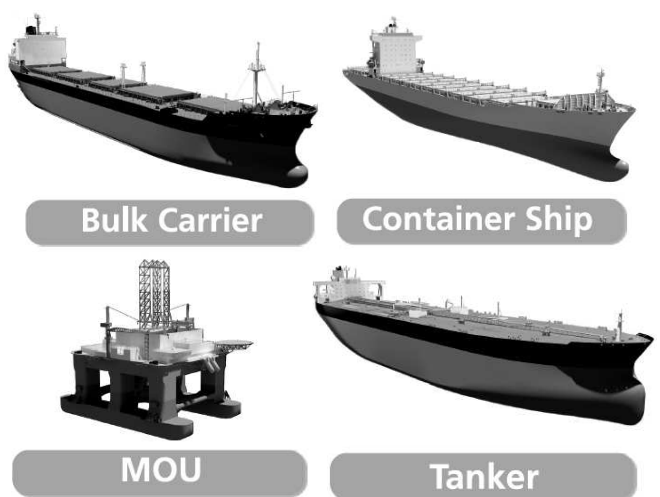
Program obejmuje szereg scenariuszy, które pozwalają na symulację inspekcji różnych typów i części jednostek pływających. W wersji systemu dostępnej dla studentów PG zawarto 4 typy jednostek pływających (rys. 5), przy czym dla każdej z nich istnieje od 4 do 8 scenariuszy inspekcji, obejmujących różne rejony – od pokładu poprzez dno podwójne po maszynownię.



Rys. 3. Ruchoma atrapa drzwi wodoszczelnych



Rys. 4. Symulator drabiny



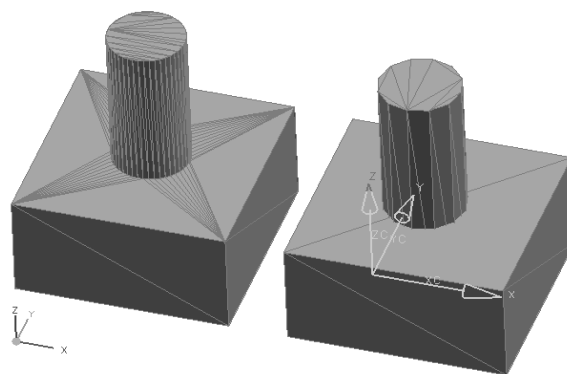
Rys. 5. Menu wyboru scenariusza inspekcji

Dane opisujące scenariusz zawierają przede wszystkim model geometrii 3D, i to właśnie procedura jego przygotowania jest jednym z najważniejszych składników całego systemu. Model 3D pochodzi z aplikacji inżynierskiej (oprogramowanie CAD/CAE – *Computer Aided Design, Computer Aided Engineering*), jednak grafika czasu rzeczywistego generuje inne wymagania niż grafika inżynierska, przez co konieczna jest konwersja modelu do

postaci przydatnej dla wizualizacji. Geometria CAD/CAE zorientowana jest na zapewnienie wysokiej dokładności odwzorowania kształtu, w przypadku wizualizacji priorytetem jest jej uproszczenie do postaci pozwalającej na uzyskanie złudzenia dokładności, przy zapewnieniu jak najwyższej wydajności systemu graficznego komputera. W największym skrócie, sprowadza się to do konwersji geometrii parametrycznej w siatkę trójkątów i minimalizacji liczby trójkątów w siatce. Cały proces obejmuje szereg etapów, z których najważniejsze to:

- Konwersja geometrii parametrycznej (CAD) do postaci siatki trójkątów, z zachowaniem logicznej struktury złożenia.
- Optymalizacja siatki pod kątem wydajności i efektów wizualnych.
- Modelowanie elementów, które nie występują w oryginalnej geometrii (uszkodzenia, uproszczenia *LOD - Level of Detail*).
- Przygotowanie i nakładanie tekstur.

Ze względu na bardzo wysokie wymagania odnośnie realizmu wizualizacji i bardzo duże modele liczące nawet kilka tysięcy elementów, część pracy związanej z optymalizacją geometrii wykonywana jest manualnie przez doświadczonych grafików komputerowych. Wprawdzie istnieje szereg programów pozwalających na automatyczne wykonanie takich operacji, jednak nie gwarantują one uzyskania odpowiedniego efektu wizualnego i estetycznego, jaki zapewnia regularna siatka wygenerowana manualnie. Rysunek 6 prezentuje efekty takiej redukcji, zmniejszającej liczbę trójkątów opisujących powierzchnię modelu, z ok. 160 do 48, przy czym po nałożeniu tekstur różnice są praktycznie niezauważalne.



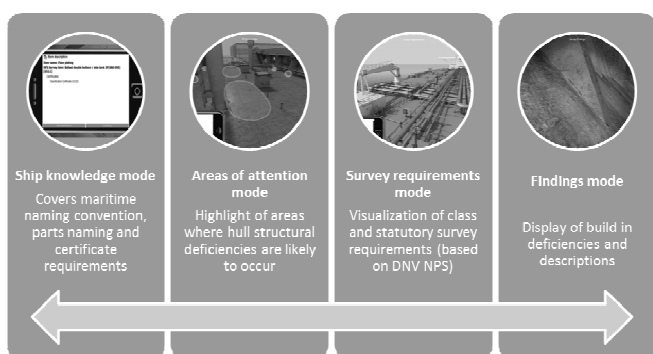
Rys. 6. Przykład prostej geometrii zoptymalizowanej pod kątem wyświetlania w czasie rzeczywistym

Na szczególną uwagę zasługuje proces przygotowania modelu przedstawiającego uszkodzenia i wady konstrukcji oraz urządzeń znajdujących się na pokładzie jednostki. Należy zdawać sobie sprawę, że typowe oprogramowanie inżynierskie świetnie sprawdza się w przypadku projektowania konstrukcji poprawnej, zgodnej z zasadami projektowania, ale bardzo trudne jest zamodelowanie w nim form „nietechnicznych”, jakimi są różnego rodzaju uszkodzenia (pęknięcia, wyboczenie, rozerwanie). Dlatego ta część pracy jest zazwyczaj wykonywana przez grafików komputerowych, w oparciu o dokumentację wad i konsultacje inżynierów. Warto zauważyć, że znaczna liczba (kilka tysięcy) zamodelowanych błędów, powoduje z jednej strony wzrost wielkości modelu i konieczność stosowania zaawansowanych mechanizmów zarządzania zawartością bazy, jednak z drugiej strony pozwala uzyskać pożądany

efekt szkoleniowy. Losowe wyświetlanie różnych błędów, w praktycznie niepowtarzalnych zestawach, nie pozwala kursantowi „nauczyć się na pamięć” całego scenariusza i zmusza do stałej koncentracji, a także pozwala na wielokrotne szkolenie i egzaminowanie tych samych kursantów, z wykorzystaniem tych samych scenariuszy.

Szkolenie realizowane w programie Survey Simulator może obejmować 4 różne poziomy, zależne od stopnia zaawansowania użytkownika (rys. 7), wszystkie w trybie treningu lub egzaminu:

- Zapoznanie z terminologią i rozpoznawanie części konstrukcji (*Ship knowledge mode*) jest pierwszym etapem w szkoleniach profesjonalnych, i jak dotąd jedynym wykorzystywanym w edukacji studentów.
- Obszary szczególnej uwagi (*Areas of attention mode*) – bardziej zaawansowane szkolenie, mające przełożyć na język praktyczny, wiedzę teoretyczną obejmującą mechanikę i wytrzymałość konstrukcji. Użytkownik uczy się praktycznego sposobu określania obszarów konstrukcji najbardziej obciążonych i wymagających szczególnej kontroli.
- Wymagania inspekcji (*Survey requirements mode*) to etap przeznaczony dla profesjonalistów, mający na celu ułatwienie organizacji pracy. Statek, jako konstrukcja niezwykle złożona, w praktyce nigdy nie jest kontrolowany w całości. Inspekcje obejmują zawsze jedynie wybrane systemy i obszary, dlatego znajomość zakresu przeglądu jest niezbędna dla szybkiego i dokładnego wykonania. Rysunek 8 prezentuje pokład zbiornikowca z zaznaczonymi na czerwono (na załączonej monochromatycznej ilustracji kolorem ciemnym) elementami podlegającymi kontroli w ramach inspekcji systemu przeciwpożarowego – wszystkie inne elementy zostały wyświetlone w konwencji czarno-białej.
- Wykrywanie uszkodzeń (*Findings mode*) – to ostatni etap szkolenia, symulujący prawdziwą inspekcję, w czasie której użytkownik musi sam realizować zadania jakich nauczył się w poprzednich etapach, przy ograniczonej pomocy ze strony programu i prowadzącego.



Rys. 7. Etapy szkolenia użytkownika

Program oprócz wizualizacji symuluje również podstawowe zjawiska fizyczne. Wykorzystywane one są przede wszystkim do kontroli kolizji poruszającego się użytkownika z otoczeniem. Kontrola kolizji zmusza użytkownika do poruszania się po obiekcie w odpowiedniej pozycji, co przybliża realne warunki pracy inspektora. Program pozwala na szybkie przełączanie się pomiędzy pozycjami: wspinającą się, stojącą, pochyloną, kłęczącą,



Rys. 8. Etap wymagań inspekcji – kontrola systemu przeciwpożarowego

pełzającą. Interakcja z otoczeniem może obejmować również symulację zachowania obiektów pływających, załamanie światła na obiektach przezroczystych, ale przede wszystkim manipulację elementami ruchomymi (drzwi, zawory, dźwignie, itp.) oraz dostępnymi narzędziami. W skład typowego zestawu inspekcyjnego wchodzi: latarka, młotek, puszka farby w sprayu, aparat fotograficzny (rys. 9) oraz smartfon. Użytkownik może nanosić oznaczenia farbą na wybranych miejscach konstrukcji (np. zaznaczać znalezione uszkodzenia), a także dokumentować wykonane czynności. Użycie wirtualnego aparatu fotograficznego generuje zrzuty z ekranu, które następnie można traktować w sposób identyczny jak prawdziwe zdjęcia.



Rys. 9. Wirtualny aparat fotograficzny

Wszystkie narzędzia są wykorzystywane identycznie jak w rzeczywistości, przy czym na szczególną uwagę zasługuje smartfon. Realizuje on kilka funkcji, zależnie od etapu szkolenia. W rzeczywistości pełni on funkcję interfejsu do bazy danych opisujących stan obiektu, pozwalającego na cyfrowy sposób dokumentowania inspekcji. Specjalna aplikacja pozwala na jej zaplanowanie, oraz na przesłanie wyników przeprowadzonych przeglądów do bazy danych umieszczonej na serwerze. Generalnie celem jest minimalizacja obciążenia inspektora, dlatego aplikacja zapewnia mu dostęp do najczęściej stosowanych komentarzy (zatwierdzony, odrzucony, rozpoczęty, w trakcie, itp.) za pomocą jednego kliknięcia. Dla nietypowych przypadków możliwe jest dołączenie zdjęcia, notatki głosowej lub zewnętrznego pliku w dowolnym formacie. Dostęp do serwera posiadają wszyscy inspektorzy zaangażowani w projekt, ale również armator, stocznia oraz wyznaczeni

przez nich przedstawiciele. Taki sposób prowadzenia nadzoru pozwala na natychmiastową reakcję wszystkich zaangażowanych stron, bez oczekiwania na końcowy dokument w formie papierowej, a przez to na wyraźne skrócenie czasu inspekcji. Wdrożenie takiego właśnie podejścia, całkowicie bazującego na cyfrowej formie dokumentu (*paperless document flow*) stanowi jeden z priorytetów DNV GL i głównych celów szkolenia.

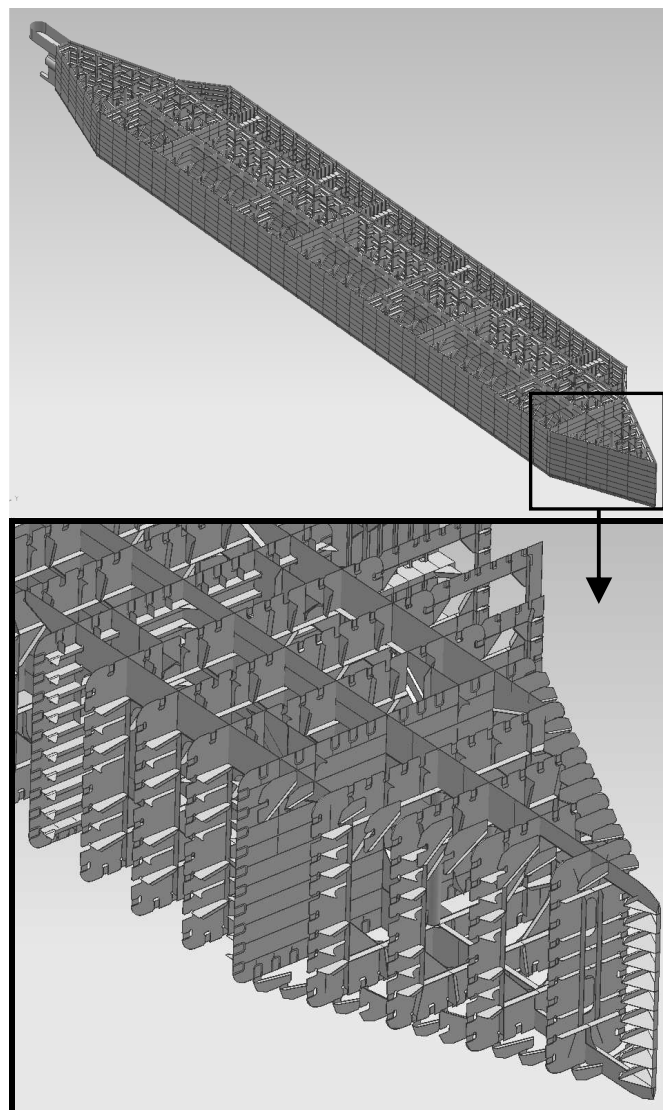
W przypadku symulatora wykorzystanie smartfona jest znacznie szersze. Pełni on funkcję interfejsu do wszystkich danych na dowolnym etapie szkolenia. Na etapie początkowym, symulowana jest aplikacja rzeczywistości rozszerzonej (*augmented reality*), wyświetlająca nazwę elementu, po nakierowaniu na niego obiektywu, jak to prezentuje rysunek 10. Ten sposób interakcji z programem może zostać w przyszłości rozszerzony o zastosowanie rzeczywistego urządzenia, łączącego się bezprzewodowo z symulatorem, jednak na obecnym etapie realizowanie wszystkich funkcji w ramach jednej platformy jest wygodniejsze. Z punktu widzenia metodyki nauczania, najważniejsze jest zaszczepienie nawyku stosowania dokumentacji w formie cyfrowej, najlepiej już na etapie studiów.



Rys. 10. Okno programu w trybie pracy ze smartfonem

1.5. Podsumowanie

Survey Simulator jest narzędziem unikatowym ze względu na połączenie wysokiego stopnia złożoności modelu (rys. 11) z bardzo wysokim poziomem realizmu wizualizacji (rys. 12) oraz wdrożeniem cyfrowego obiegu dokumentacji wykonanych prac. Stanowi doskonałą platformę edukacyjną oraz narzędzie do zabezpieczania wiedzy korporacyjnej w zakresie prowadzenia nadzoru nad jednostkami pływającymi różnego typu. Oparty jest na szeroko stosowanej platformie Unity, pozwalającej na łatwe rozszerzanie jego funkcjonalności w kolejnych etapach. Realizuje praktyczne podejście do szkolenia inżynierów, oparte na wiedzy jednego z największych towarzystw klasyfikacyjnych. Co szczególnie godne podkreślenia, powstał całkowicie w Polsce, w wyniku wspólnego projektu firmy i uczelni, a obecnie stanowi doskonałą bazę do dalszej współpracy.



Rys. 11. Przykład typowej konstrukcji kadłuba



Rys. 12. Typowy poziom realizmu wizualizacji w programie Survey Simulator

2. WDROŻENIE NA WYDZIALE OCEANTECHNIKI I OKRĘTOWNICTWA POLITECHNIKI GDAŃSKIEJ

2.1. Cel

Celem wdrożenia programu jest wzbogacenie oferty edukacyjnej wydziału oraz zacieśnienie współpracy pomiędzy uczelnią a towarzystwem klasyfikacyjnym DNV GL. W ramach działań edukacyjnych zależy nam przede wszystkim na praktycznym przybliżeniu problematyki związanej z konstrukcją jednostek pływających oraz zaszczepieniu idei cyfrowego obiegu dokumentacji. Udostępnienie studentom programu pozwala na ogromne rozszerzenie zdobywanej wiedzy, pokazanie im sytuacji, z jakimi nie mają szansy spotkać się w czasie praktyk przemysłowych, a przede wszystkim zmotywowanie poprzez bardzo atrakcyjną, podobną do gry komputerowej, formę. Z drugiej strony również DNV GL korzysta na takiej współpracy – przede wszystkim, jako jeden z największych pracodawców dla absolwentów WOiO PG. Studenci przeszkoleni za pomocą tego narzędzia są już wstępnie wdrożeni w procedury obowiązujące w firmie i znacznie szybciej adaptują się do warunków pracy. Również możliwość wykonywania projektów przejściowych oraz dyplomowych w kontekście wykorzystania ich w kolejnych scenariuszach Survey Simulatora, stanowi wymierną korzyść firmy.

2.1. Sposób wdrożenia

Program został wdrożony w charakterze pomocy dydaktycznej dla studentów studiów II stopnia, w ramach przedmiotu „Zastosowanie komputerów w projektowaniu okrętów”, oraz studiów I stopnia, w ramach przedmiotu „Podstawy projektowania okrętów i jachtów”. Jest również wykorzystywany przez studentów koła naukowego CAD/CAE PIKSEL. Ponieważ jest to dopiero pierwszy rok jego dostępności na uczelni, nie wypracowano jeszcze szczegółowych metod jego wykorzystania w ramach innych przedmiotów. Zainteresowanie wykładowców jak dotąd sprowadza się do funkcji pomocniczej, ilustracyjnej dla wykładów i ćwiczeń prowadzonych w tradycyjny sposób. Trwają również prace nad metodyką oceny skuteczności wykorzystania tego narzędzia w dydaktyce. Tutaj głównym problemem wydaje się konieczność porównania wyników grup korzystających i niekorzystających z programu. Budzi to pewne opory, ponieważ w ten sposób część studentów zostaje postawiona w gorszej pozycji niż ich koledzy.

Uczelnia dysponuje 25-cioma licencjami pływającymi programem, który może być zainstalowany na dowolnych komputerach będących własnością uczelni. Wydział Oceanotechniki i Okrętownictwa administruje serwerem licencji, jednak po uzgodnieniach dowolne jednostki organizacyjne Politechniki Gdańskiej mogą z niej korzystać. Obecnie studenci mają dostęp do programu w ramach zajęć, jak również poza nimi, w miarę dostępności laboratorium komputerowego w Centrum prof. Doerffera.

Co ciekawe, program już znalazł zastosowanie poza dydaktyką, w ramach prac badawczo-rozwojowych prowadzonych na wydziale, wraz z firmą Deep Ocean Technology. Projekt obejmuje koncepcję luksusowego hotelu z zanurzoną częścią mieszkalną, pozwalającą na bezpośrednią obserwację świata podwodnego i uprawianie turystyki nurkowej w wyjątkowych warunkach (rys.13 i 14). Survey Simulator, razem z laboratorium *DNV Academy*, wyposażonym w wyświetlacz stereoskopowy tylnej projekcji, został wykorzystany do wstępnej analizy

ergonomii zaprojektowanych wnętrz oraz oceny samopoczucia potencjalnych gości, dla różnych aranżacji konstrukcji wewnętrznej i meblowania.



Rys. 13. Koncepcja hotelu podwodnego (źródło: Deep Ocean Technology)



Rys. 14. Aranżacja sypialni hotelu podwodnego (źródło: Deep Ocean Technology)

3. WNIOSKI

Jak dotąd, w ocenie skuteczności programu, możemy opierać się głównie na opiniach zebranych po szkoleniach przemysłowych przeprowadzonych w siedzibie *DNV Academy* w Gdyni. Bardzo pozytywne reakcje klientów, potwierdzone regularnymi powrotami i znaczącymi opłatami za przeprowadzone kursy, wydają się najlepszą rekomendacją. Jednak jest jeszcze zbyt wcześnie na jednoznaczną ocenę skuteczności wdrożenia programu w praktyce akademickiej, chociaż już w tej chwili można zauważyć jego motywujące działanie. Wymiernym wskaźnikiem może być zwiększenie liczebności koła naukowego (z ok. 12 osób do ok. 30) oraz kilkukrotny wzrost liczby studentów korzystających z konsultacji – najczęściej pytających właśnie o szczegóły związane z obsługą programu. Widać również zwiększone zainteresowanie praktykami przemysłowymi w DNV GL.

Z drugiej strony należy pamiętać, że dostępne scenariusze, zostały opracowane na potrzeby szkoleń praktycznych, obejmujących zagadnienia związane głównie

z bezpieczeństwem statków i platform, a skierowane do inspektorów towarzystw klasyfikacyjnych i załóg pływających. Zagadnienia te nie są priorytetowe w programie dydaktycznym, a absolwenci uczelni są przygotowywani głównie do budowy okrętów, w mniejszym zaś stopniu do ich obsługi. Jednak praktyczna znajomość problemów związanych z eksploatacją jednostek pływających z całą pewnością odbija się korzystnie na ich projektowaniu i wytwarzaniu. Zaobserwowana skuteczność programu w szkoleniu praktycznym, nawet przy poziomie przygotowania kursanta znacznie niższym niż akademicki, pozwala oczekiwać dobrych rezultatów również na uczelni. Należy także pamiętać o dalszej ewolucji Survey Simulatora i możliwości przygotowania scenariuszy bardziej dopasowanych do specyfiki edukacji akademickiej. Oczywiście w tym miejscu można polemizować, czy to właściwy kierunek, czy może rozsądniej byłoby zmodyfikować przeładowany teorią program dydaktyczny w kierunku bardziej praktycznym, zbliżonym do standardów szkolenia w przemyśle.

Prace nad kolejnymi wersjami programu obejmują również umożliwienie samodzielnego przygotowania modeli i scenariuszy przez użytkowników oraz wersję obsługiwaną przez urządzenia mobilne. Planowana jest publikacja szczegółowych efektów wdrożenia po kilku latach obecności programu na uczelni.

4. BIBLIOGRAFIA

1. Wikipedia: http://en.wikipedia.org/wiki/Virtual_reality/.
2. Wikipedia: http://en.wikipedia.org/wiki/Cave_automatich_virtual_environment/.
3. Wikipedia: http://en.wikipedia.org/wiki/List_of_game_engines/.

4. Strona domowa Presagis: <http://www.presagis.com/>.
5. Strona domowa Unity: <http://unity3d.com/>.
6. Fernandez R. P., Alonso V.: Virtual Reality in shipbuilding environment, *Advances in Engineering Software*, 03/2015.
7. Qiu S., Wu D., Fan X., Hu Y.: Ship Ergonomics Evaluation Based on Virtual Human Real-Time Driven Modeling Technology, *Journal of Shanghai Jiaotong University*, 09/2012.
8. Lodding H., Friedewald A., Heining M., Schleusener S.: Virtual Reality Supported Assembly Planning in the Shipbuilding Industry, *Journal of Ship Production and Design*, vol. 27, 08/2011.
9. Zeng H., Zhang J., Yao W., Zhang X.: CAVE Based Visual System Design and Implementation in Marine Engine Room Simulation, *The 19th International Conference on Industrial Engineering and Engineering Management*, Springer-Verlag Berlin Heidelberg, 2013.
10. Lei S., Lin Z.: Human-machine Engineering Simulation and its Application in Bridge Design, *4th International Conference on Intelligent Human-machine Systems and Cybernetics*, IEEE, 2012.
11. Wang S. B.: Command Ships Driving Simulation System Based on Virtual Reality Technology Teaching Model Research, *Applied Mechanics and Materials*, s.1231-1236, 08/2013.
12. Yin Y., Jin Y., Ren H., Zhang X., Liu X., Ren J.: Reserach on Key Technologies of Full Mission Navigation Simulation System, *Virtual Reality and Augmented Reality in In dustry*, s. 133-146, Springer-Verlag Berlin Heidelberg, 2011.
13. Varela J. M., Soares C. G.: Interactive 3D desktop ship simulator for testing and training offloading maneuvers, *Applied Ocean Research*, 03/2015.

SURVEY SIMULATOR – VR EDUCATIONAL PLATFORM FOR MARITIME INDUSTRY

The paper presents history, architecture and functionality of Survey Simulator – an innovative solution helping to train in carrying out visual inspections in more comprehensive, efficient and safe way. Various utilities offered by Survey Simulator help trainees with gaining practical knowledge in order to become self-reliant in their future daily tasks. It makes practical training possible without leaving classroom. The second important problem presented in this paper is an implementation of Survey Simulator at Faculty of Ocean Engineering and Ship Technology, Gdansk University of Technology. Using teaching tool based on practical approach, quite different than theoretical one, dominating at universities, generates new expectations as well as new opportunities for students, researchers and commercial software vendor. Different aspects of cooperation between academia and industry were described as well as first conclusions after few months of intensive usage of the program by students.

Keywords: virtual reality, simulation, 3D graphics, off-shore, shipbuilding, education.

LABORATORIUM WIRTUALNE W DYDAKTYCE I BADANIACH NAUKOWYCH

Bogdan GALWAS, Elżbieta PIWOWARSKA, Marcin GODZIEMBA-MALISZEWSKI

Ośrodek Kształcenia na Odległość „OKNO” Politechniki Warszawskiej

e-mail: bgalwas@okno.pw.edu.pl, epiwowar@okno.pw.edu.pl, m.maliszewski@okno.pw.edu.pl

Streszczenie: W dzisiejszych czasach rozwój technologii komputerowej otwiera coraz to nowe perspektywy przed twórcami współczesnych systemów pomiarowo-sterujących oraz platform umożliwiających zdalny dostęp do nich. W dziedzinie badań naukowych, laboratorium wirtualne należy traktować przede wszystkim jako element ułatwiający gromadzenie i przetwarzanie wyników pomiarów oraz platformę do pracy grupowej. W dydaktyce, wirtualne laboratorium jest elementem wspomagającym proces kształcenia, dostępnym w sposób ciągły zarówno w sensie miejsca, jak i czasu, oferującym funkcje platformy LCMS oraz możliwość dostępu do rzeczywistego sprzętu pomiarowo-sterującego. W referacie omówiono problemy, cele i zasady prowadzenia eksperymentu z wykorzystaniem platformy wirtualnego laboratorium. Zaprezentowana zostanie architektura platformy.

Słowa kluczowe: wirtualne laboratorium, zdalny dostęp do urządzeń naukowo-badawczych, wirtualny przyrząd pomiarowy, wirtualne laboratorium naukowo-badawcze.

1. WSTĘP

Rozwój techniki komputerowej otwiera coraz to nowe perspektywy przed twórcami współczesnych systemów pomiarowo-sterujących. Coraz większego znaczenia nabierają nowoczesne technologie internetowe i komunikacyjne umożliwiające użytkownikom zdalny dostęp do oprogramowania urządzeń naukowo-badawczych oraz funkcji pomiarowych i sterowania z dowolnego miejsca i w dowolnym czasie. Otwiera to zupełnie nowe możliwości wykorzystania ICT (ang. Information and Communication Technologies), w badaniach naukowych oraz procesach dydaktycznych i kształceniu na odległość. Wykorzystanie platform edukacyjnych (typu LCMS – ang. Learning Content Management System) wzbogaconych dodatkowo o funkcje zdalnego dostępu do urządzeń naukowo-badawczych, pozwala pojedynczym użytkownikom bądź grupie, przeprowadzać i analizować wspólnie eksperyment pomimo rozproszenia terytorialnego obiektów badań, aparatury naukowo-badawczej, wyników pomiarów, jak i ich samych [1]. Oprogramowaniem wspomagającym tradycyjny proces kształcenia czy kształcenia na odległość oferującym zarówno funkcje platformy LMS czy LCMS oraz zdalnego dostępu do urządzeń naukowo-badawczych, jak i symulacji jest platforma wirtualnego laboratorium (PWL).

W dziedzinie badań naukowych laboratorium wirtualne należy traktować przede wszystkim jako element ułatwiający gromadzenie i przetwarzanie wyników pomiarów oraz platformę do pracy grupowej. Nie oczekuje się od niej

możliwości prowadzenia zdalnych eksperymentów a jedynie możliwości zdalnego dostępu do specjalistycznego oprogramowania urządzeń naukowo-badawczych celem chociażby przeglądania i analizy danych lub możliwości zdalnego monitorowania przebiegu długotrwałych procesów badawczych.

W dydaktyce, platforma wirtualnego laboratorium [1][2] jest nie tylko elementem niezwykle atrakcyjnym z punktu widzenia studenta czy elementem wspomagającym proces kształcenia, ale przede wszystkim jest narzędziem pozwalającym na integrację rozproszonych zasobów sprzętowych. Pozwala to na zebranie rozproszonych zasobów sprzętowych znajdujących się w wielu jednostkach organizacyjnych czy wręcz uczelniach w jedną wirtualną strukturę umożliwiającą ich wykorzystanie w trakcie prowadzonych zajęć zdalnych czy w ramach stacjonarnego laboratorium. Coraz popularniejsze są procesy dydaktyczne [2] realizowane przy użyciu nowoczesnych technik internetowych i multimedialnych, w tym wykorzystujących techniki wzbogaconej rzeczywistości, w których użytkownik uzyskuje dostęp do wiedzy, zasobów informatycznych i aplikacyjnych za pomocą specjalistycznego interfejsu użytkownika dostępnego często z poziomu przeglądarki internetowej czy urządzenia mobilnego. Od użytkownika wirtualnego laboratorium wymagane jest jedynie posiadanie komputera lub urządzenia mobilnego z dostępem do sieci Internet. Za pomocą przeglądarki internetowej użytkownik uzyskuje dostęp do kursów i treści edukacyjnych, może komunikować się z innymi uczestnikami, a przede wszystkim może uzyskiwać zdalny dostęp do zasobów sprzętowych laboratorium, w tym do urządzeń naukowo-badawczych. Warto podkreślić fakt że ani nowoczesne techniki symulacyjne, ani zdalny dostęp do laboratoriów czy e-kształcenie nie wyeliminują konieczności prowadzenia rzeczywistych eksperymentów, obsługi rzeczywistych przyrządów pomiarowych oraz borykania się z problemami natury sprzętowej.

Wirtualne laboratorium (WL) [1] można zdefiniować jako heterogeniczne, rozproszone środowisko umożliwiające osobie lub grupie osób zarządzanie, integrację oraz zdalny dostęp do zasobów laboratorium w sposób ciągły zarówno w sensie miejsca, jak i czasu. Jako zasób wirtualnego laboratorium należy rozumieć zarówno proces dydaktyczny, treści dydaktyczne, jak i systemy i obiekty pomiarowe czy urządzenia naukowo-badawcze.

2. CELE I ZASADY METODYCZNE PROWADZENIA EKSPERYMENTU W ZDALNYM LABORATORIUM

Zajęcia laboratoryjne prowadzone w tradycyjnym modelu kształcenia [2] są poprzedzone przygotowaniem studenta do prowadzenia badań i doświadczeń poprzez dostarczenie odpowiedniej wiedzy dziedzinowej w trakcie wykładu czy wprowadzenia do laboratorium. Są one bardzo ważnym elementem procesu nauczania, zdobywania wiedzy i doświadczenia przez studenta. Platforma wirtualnego laboratorium realizuje cykl kształcenia w oparciu o model mieszany pozwalający połączyć teoretyczne przygotowanie studenta za pośrednictwem platformy LCMS z możliwością uzyskania praktycznych umiejętności w rzeczywistym laboratorium z wykorzystaniem zdalnego dostępu do urządzeń naukowo-badawczych lub w trakcie fizycznej obecności w laboratorium. Wirtualne laboratorium działa na poziomie wiedzy dziedzinowej [2]. Ma za zadanie rozwinąć w studencie umiejętności sformułowania problemu oraz umiejętność znalezienia rozwiązania w ramach danej dziedziny wiedzy, z którą został zapoznany we wcześniejszych etapach cyklu nauczania. Wiedza ta może zostać dostarczona poprzez odpowiednie wykłady dostępne w ramach platformy bądź jako materiały dostępne bezpośrednio w ramach danego ćwiczenia. Wirtualne laboratorium powinno umożliwiać też wykształcenie umiejętności analizy na podstawie nabytej wiedzy teoretycznej. Wirtualne laboratorium może być używane też w stacjonarnych procesach dydaktycznych, gdzie do przygotowania studenta do pracy w laboratorium rzeczywistym często wystarczy użycie symulacji układów i zjawisk fizycznych oraz dostarczenie niezbędnej wiedzy dziedzinowej z zakresu prowadzonych badań. Pozwoli to na skrócenie czasu fizycznej obecności studenta w laboratorium. Student, przed przystąpieniem do wykonania ćwiczenia w rzeczywistym laboratorium, nabyte niezbędne umiejętności z zakresu obsługi urządzeń naukowo-badawczych, jak i konfiguracji układów pomiarowych zastosowanych w danym ćwiczeniu. Symulacje układów i zjawisk powinny być przygotowane w ten sposób, aby odzwierciedlały zachowanie rzeczywistych przyrządów lub układów i przekazywały istotę prezentowanego zjawiska. Symulacje takie mogą opierać się o model matematyczny bądź wykorzystywać wcześniej zebrane wyniki pomiarów. Chodzi o to, aby przede wszystkim zapewnić studentowi możliwość zrozumienia istoty zachodzących zjawisk [2][3], zapoznania się z układami i technikami pomiarowymi użytymi później w rzeczywistym laboratorium. Należy przy tym zapewnić studentowi pewien stopień swobody w konfiguracji układu symulacyjnego czy pomiarowego, a nawet pozwolić na wprowadzenie błędnych danych czy na zbudowanie błędnego układu, blokując jedynie sytuacje mogące doprowadzić do uszkodzenia sprzętu pomiarowego lub obiektu. Po przeanalizowaniu danych pomiarowych student będzie mógł wyciągnąć należyte wnioski i zweryfikować schemat swojego systemu pomiarowego. Pozwoli to na lepsze poznanie i zrozumienie badanych zjawisk. Ma to szczególne znaczenie wszędzie tam, gdzie złożone zjawiska nie dają się w prosty sposób opisać matematycznie [2][3]. Zdalny dostęp do laboratorium rzeczywistego oraz do symulacji układów i przyrządów pomiarowych ma też duże znaczenie [4] dla studentów ostatnich lat studiów, realizujących projekty przejściowe, prace inżynierskie czy magisterskie. Wirtualne laboratorium oferujące zdalny

dostęp do urządzeń naukowo-badawczych pozwala na przetestowanie tworzonych rozwiązań na potrzeby pracy bez konieczności fizycznej obecności w laboratorium i bez nadmiernego angażowania pracowników i zasobów uczelni, a do tego z dowolnego miejsca i w dogodnym czasie. Nie oznacza to wcale, że tradycyjny model kształcenia czy proces dydaktyczny ulega transformacji w proces e-kształcenia a jedynie coraz częściej wykorzystuje media elektroniczne i technologie informatyczne w procesie uczenia się. Warto podkreślić różnicę pomiędzy uczeniem się (słuchacz sam zdobywa wiedzę) a nauczaniem (przekazywanie wiedzy przez wykładowcę). Połączenie procesu nauczania z elementem poznawczym i procesem samo uczenia się [2][4] znacznie podnosi efektywność przyswajania wiedzy. Oddzielnym problemem występującym na platformie wirtualnego laboratorium jest temat i cel zajęć. Powinien on mieć odzwierciedlenie w wiedzy teoretycznej i proceduralnej, a proporcje pomiędzy nimi powinny być określone przez specjalistów z dziedziny pedagogiki i metodyki nauczania. W projektowaniu materiałów do ćwiczeń powinien zostać uwzględniony fakt, że materiały i wirtualne przyrządy pomiarowe będą udostępniane przez platformę wirtualnego laboratorium i powinny umożliwiać poznanie właściwości danego zjawiska fizycznego. Materiał powinien być podzielony tak, aby jeden moduł wymagał poświęcenia od 10 do 20 minut uwagi studenta [3][4]. Przy odpowiednim skonstruowaniu cyklu szkoleniowego, treści edukacyjnej i ukierunkowaniu studenta, efekty tradycyjnego procesu dydaktycznego wzbogaconego o elementy e-kształcenia znacznie podwyższają stopień przyswajania wiedzy przy skróceniu czasu udziału w fizycznych zajęciach. Proces dydaktyczny z wykorzystaniem platformy wirtualnego laboratorium jest to ściśle określony zespół czynności i procesów szkoleniowych przypadających na pewien odcinek czasu, tworzących zamkniętą całość, opierający się o gromadzenie i przepływ informacji zarówno w kierunku nauczyciel – słuchacz, jak i odwrotnie (informacja zwrotna - często bagatelizowana). Na podstawie informacji zwrotnej pochodzącej od studenta istnieje możliwość dostosowania materiału do potrzeb i poziomu wiedzy studentów, a zarazem udoskonalenia samego kursu. Ze względu na fakt, że w kursach mogą uczestniczyć osoby o różnym przygotowaniu, platforma powinna udostępniać szereg materiałów pozwalających na uzupełnienie wiedzy z danej dziedziny.

Głównym celem dydaktycznym [4][5] platformy wirtualnego laboratorium jest więc realizacja procesu dydaktycznego, w którym student uzyskuje zaplanowany przyrost wiedzy oraz nabywa określonych umiejętności praktycznych w zakresie rozwiązywania problemów z danej dziedziny. W zależności od dziedziny wiedzy, w której jest realizowany proces dydaktyczny, wirtualne laboratorium musi wspierać odpowiednie modele i scenariusze realizacji celów edukacyjnych. Inne problemy, narzędzia i modele istnieją np. dla laboratorium z podstaw informatyki, a inne dla problematyki związanej z teorią obwodów elektrycznych. Całość procesu dydaktycznego wymaga więc zastosowania rozwiązań technologicznych, które go zalgorytmizują i usprawnią. Oprogramowaniem wspomagającym prowadzenie tego procesu, jest platforma wirtualnego laboratorium oferująca poza funkcjami udostępniającymi typowe treści statyczne i zasoby plikowe, także funkcje systemu zarządzania, rozszerzone o możliwość dostępu do rzeczywistego sprzętu naukowo-badawczego.

Podsumowując, platforma wirtualnego laboratorium musi spełniać trzy podstawowe zadania a mianowicie, umożliwić prowadzenie procesu dydaktycznego, zarządzać treścią edukacyjną oraz umożliwić integrację i zdalny dostęp do rozproszonych zasobów pomiarowo-sterujących. W proponowanym przez autorów modelu wirtualnego laboratorium cykl kształcenia jest realizowany w trybie mieszanym. Pozwala on połączyć teoretyczne przygotowanie studenta za pośrednictwem platformy edukacyjnej z możliwością uzyskania praktycznych umiejętności w rzeczywistym laboratorium z wykorzystaniem zdalnego dostępu do ćwiczeń laboratoryjnych.

3. PLATFORMA WIRTUALNEGO LABORATORIUM

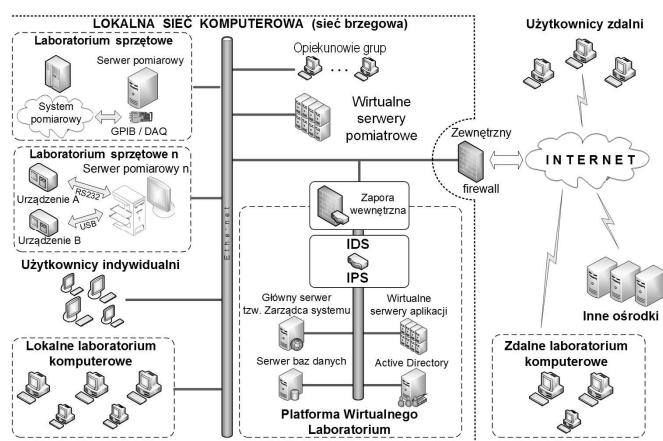
Proces kształcenia realizowany z wykorzystaniem platformy wirtualnego laboratorium jest wspomagany specjalistycznym oprogramowaniem, sprzętem komputerowym, aparaturą naukowo-badawczą oraz odpowiednimi mediami telekomunikacyjnymi i technologiami łączącymi strukturę wirtualnego laboratorium, pozwalającymi na uwolnienie studenta od ograniczeń związanych z miejscem oraz czasem nauczania i prowadzenia eksperymentu. Od użytkownika wirtualnego laboratorium jest wymagane posiadanie komputera oraz dostępu do sieci Internet. Za pomocą przeglądarki internetowej użytkownik wirtualnego laboratorium uzyskuje dostęp do kursów i treści edukacyjnych, może komunikować się z innymi uczestnikami, a przede wszystkim uzyskuje zdalny dostęp do urządzeń naukowo-badawczych.

Do głównych zadań [5][6] stawianych platformie wirtualnego laboratorium należą:

- pełnienie funkcji strategicznych w zakresie prowadzonych laboratoriów i kursów
 - przechowywanie i zarządzanie bieżącą konfiguracją laboratorium,
 - zarządzanie prawami użytkowników oparte na grupach,
 - możliwość definiowania dowolnych grup powiązanych z uprawnieniami specjalnymi, np. obsługa techniczna, dziekanat, manager itp.,
 - możliwość grupowania osób i zarządzania nimi w oparciu o grupę,
 - udostępnianie i zarządzanie komunikacją pomiędzy uczestnikami zarówno w trybie synchronicznym, jak i asynchronicznym,
 - zarządzanie treściami edukacyjnymi
- zarządzanie i przydzielanie użytkownikom dostępu do konkretnych urządzeń naukowo-badawczych,
- udostępnianie trybu symulacyjnego,
- umożliwienie użytkownikowi pracy w trybie offline (dostarczanie kursów, szkoleń, podręczników, dokumentów w formie elektronicznej, plików),
- archiwizujące i synchronizujące dane z serwerem lustrzanym,
- dostarczanie treści edukacyjnych, elementów weryfikujących wiedzę i postępy uczestników, dostarczanie programów zajęć, instrukcji oraz dokumentacji na temat przeprowadzanych eksperymentów i symulacji (funkcje typowe dla systemów LCMS),
- rejestrowanie przebiegu procesu nauczania i satysfakcji uczestników,

- umożliwienie automatycznego generowania treści podręcznika elektronicznego na podstawie repozytorium materiałów dydaktycznych,
- obsługa standardu SCORM (ang. Sharable Content Object Reference Model) do eksportu i importu treści edukacyjnych.

Strukturę opracowanego modelu wirtualnego laboratorium podzielić można na dwa funkcjonalne bloki: główny serwer tzw. zarządca systemu oraz serwer pomiarowy. Serwerów pomiarowych w systemie wirtualnego laboratorium może być dowolna liczba. Najważniejszym elementem prezentowanego systemu jest platforma wirtualnego laboratorium posadowiona na głównym serwerze (zarządcy systemu), a jej podstawowymi zadaniami jest umożliwienie komunikacji między zdalnym laboratorium a jego użytkownikami, zarządzanie konfiguracją struktury wirtualnego laboratorium, zapewnienie dostępu do zasobów (systemów i urządzeń pomiarowych) oraz zarządzanie cyklem kształcenia i udostępnianymi zasobami. Architektura budowanego systemu z podziałem na bloki funkcjonalne została przedstawiona na rysunku 1.

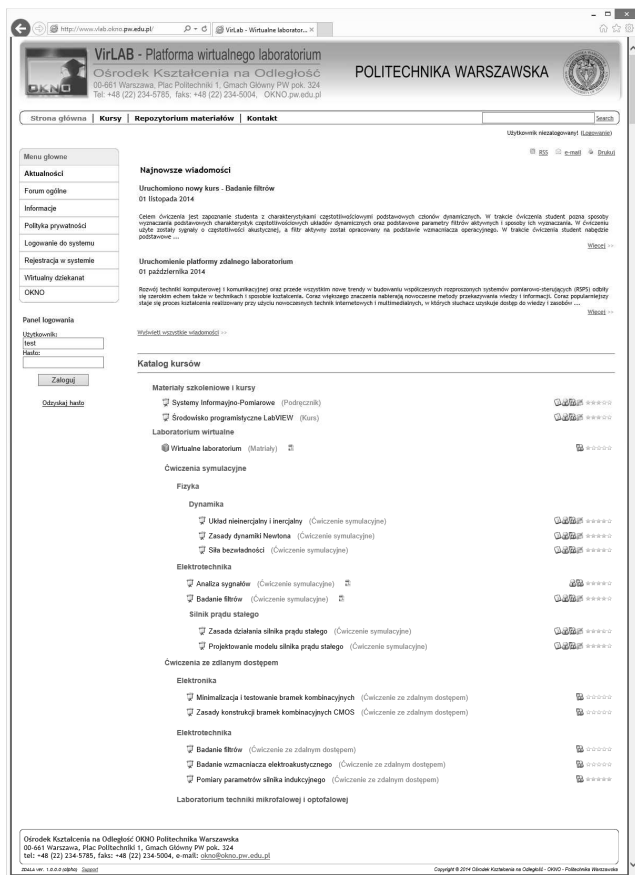


Rys. 1. Architektura wirtualnego laboratorium

Aplikacja zarządzająca (platforma dostępową) wirtualnego laboratorium została wykonana w technologii ASP.NET (ang. Microsoft's Active Server Page based framework for running .NET code on web servers) z wykorzystaniem rozszerzenia AJAX (ang. Asynchronous JavaScript and XML) i jest posadowiona na serwerze Microsoft IIS (Internet Information Services). Do zdalnego udostępniania wirtualnych przyrządów pomiarowych w przeglądarce wykorzystano aplet napisany w technologii SilverLight lub java w połączeniu z usługami umożliwiającymi przechwycenie okna aplikacji oraz jego sterowania z wykorzystaniem wirtualnej klawiatury i myszy. Opracowana platforma ma budowę modułową i jest sterowana przepływem danych. Jako serwer baz danych został wykorzystany Microsoft SQL Server. Silnik platformy zdalnego laboratorium został zaprojektowany tak, aby umożliwiał zbudowanie dowolnego interfejsu w oparciu o zainstalowane w systemie moduły. Modułowa budowa systemu oraz XMLowy mechanizm opisu konfiguracji modułów pozwala na dołączanie dowolnych modułów zaprojektowanych i oprogramowanych w przyszłości. Głównym założeniem przy projektowaniu i implementowaniu platformy było zachowanie modułowości oraz jak najszerszej uniwersalności i skalowalności [5][9]. Platforma dostępową spełnia funkcje

systemu LCMS uzupełnionego o moduły realizujące zdalny dostęp do urządzeń naukowo-badawczych. Zaproponowany model systemu wirtualnego laboratorium wymaga jednego serwera zarządzającego synchronizującego wszystkie działania i kierującego użytkownikami systemu do odpowiednich serwerów pomiarowych. Ze względu na zachowanie odpowiedniej odporności na uszkodzenia wskazane jest, aby serwer zarządzający posiadał serwer lustrzany mogący w każdej chwili przejąć zadania w przypadku wystąpienia awarii. Jak już zasygnalizowano wcześniej, oprogramowanie posiada budowę modułową a każdy z modułów może zostać przeniesiony na oddzielny serwer w zależności od potrzeb i wymaganej wydajności systemu.

Przykładowa fasada platformy wirtualnego laboratorium została zaprezentowana na rysunku nr 2 - „Fasada platformy wirtualnego laboratorium”.



Rys. 2. Fasada platformy wirtualnego laboratorium

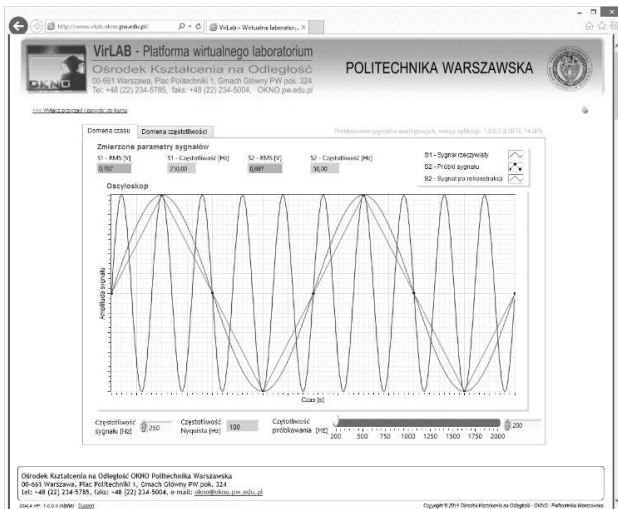
Poza platformą dostępową na serwerze zarządcy jest uruchomionych kilka dodatkowych modułów – usług sieciowych umożliwiających komunikację pomiędzy użytkownikiem a serwerem pomiarowym. Jest to rozwiązanie uniwersalne ze względu na możliwość integracji z innymi systemami. Używanie usług sieciowych ma też swoje wady [6][7] polegające na braku determinizmu a tym samym braku możliwości komunikacji w czasie rzeczywistym z wykorzystaniem sieci Internet. Można jednak założyć pewne ramy czasowe, w których pakiet powinien zostać dostarczony z punktu A do punktu B, co pozwala na budowanie interfejsów graficznych aplikacji działających w „łagodnym czasie rzeczywistym” [8][9]. Określenie łagodny czas rzeczywisty w przypadku współdziałania urządzeń z aplikacjami wyposażonymi w graficzne interfejsy użytkownika jest w literaturze

rozumiane, jako złudzenie dające użytkownikowi odczucie polegające na płynnej interakcji użytkownika ze zdalnym przyrządem czy obiektem. Wykorzystanie usług sieciowych pozwala komponentom programowym współdziałać ze sobą poprzez sieć Internet, niezależnie od swojej lokalizacji szczegółów implementacyjnych. Projekt wirtualnego laboratorium zakłada korzystanie z jak najmniejszej liczby zewnętrznych adresów IP oraz portów. W modelowym rozwiązaniu używany jest jedynie jeden adres IP, pod którym jest widziana platforma dostępowa oraz przeznaczony jest jeden port 80 zarówno do komunikacji modułów, jak i przesyłania obrazu z kamer nadzoru nad stanowiskami laboratoryjnymi. Ograniczenie liczby portów wynika z faktu, że w większości akademickich sieci komputerowych stanowiska laboratoryjne nie zawierają publicznych adresów IP, co powoduje konieczność wykorzystywania oprogramowania realizującego pomost pomiędzy odwołaniami klienta z zewnętrznej sieci komputerowej. Realizuje to odpowiedni moduł Proxy uruchomiony na głównym serwerze zawierającym publiczny adres IP. Oczywiście może być to postrzegane jako wada czy wąskie gardło systemu. Projektując strukturę wirtualnego laboratorium oraz poszczególne moduły i dobierając technologię starano się uzyskać jak największą uniwersalność i zapewnienie możliwości skalowania poziomego. Struktura umożliwia stosowanie większej liczby portów i adresów IP, dzięki czemu usługi można rozpraszać bez utraty spójności całej platformy.

W projekcie wirtualnego laboratorium struktura systemu odzwierciedlona jest pod postacią drzewa, gdzie wszystkie urządzenia i serwery pomiarowe dostępne są za pośrednictwem odnośnika w drzewie. Moduł Proxy umożliwia dołączenie do drzewa struktury wirtualnego laboratorium dowolnego urządzenia czy podsystemu. Moduł został tak zaprojektowany, aby można było nim sterować, także poprzez usługę sieciową. Pozwala to na zainstalowanie modułu Proxy w innej zewnętrznej czy lokalnej sieci, którą chcemy podłączyć do zasobów wirtualnego laboratorium. Zasoby zostaną dołączone do struktury drzewa w określonym miejscu istniejącej struktury. Pozwala to na zbudowanie przejrzystej struktury organizacyjnej sieci wirtualnego laboratorium oraz łatwy dostęp do wybranych elementów w jego strukturze. Drzewo jest aktualizowane na bieżąco utrzymując aktualną konfigurację zdalnego laboratorium.

Elementem odróżniającym platformę wirtualnego laboratorium [7][9] od innych platform LMS i LCMS jest możliwość udostępniania funkcji zdalnego dostępu do urządzeń naukowo-badawczych. Funkcjonalność ta została zrealizowana pod postacią autorskiej usługi przechwytyjącej ekran aplikacji uruchomionej na serwerze pomiarowym wraz z przekierowaniem sterowania (obsługi klawiatury i myszy) umożliwiającej publikację wirtualnego przyrządu pomiarowego (WPP) bezpośrednio na stronie WWW. Zastosowano tutaj technologię MJPEG do przesyłania strumienia przychwyconego ekranu. W ustawieniach aplikacji zarządzającej ustawia się parametry transmisji takie jak częstość przechwytywania ekranów aplikacji wirtualnego przyrządu pomiarowego w zakresie od 1 do 50 klatek na sekundę, rozdzielczość obrazu oraz stopień kompresji. Osoba osadzająca w kursie aplet wirtualnego przyrządu pomiarowego w zależności od wydajności serwera aplikacji lub serwera pomiarowego może określić te parametry. Aplet WPP komunikuje się

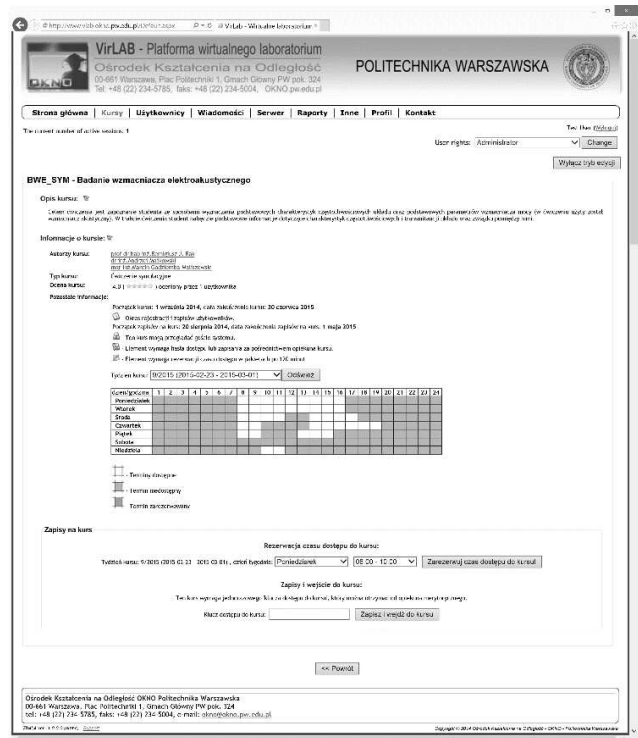
z usługą przechwytywania na zasadzie pytanie-odpowiedź. W zależności od dostępnej przepustowości łącza prędkość odświeżania obrazu apletu WPP jest zmieniana dynamicznie. Jednocześnie niezależnie jest przesyłana z apletu informacja o położeniu wskaźnika myszy i naciskanych klawiszach, co pozwala na zdalne sterowanie aplikacją WPP.



Rys. 3. Przykład osadzenia apletu wirtualnego przyrządu pomiarowego na platformie wirtualnego laboratorium

Link do eksperymentu, umiejscowiony w drzewie struktury zdalnego laboratorium, może być statyczny prowadząc zawsze do tego samego zasobu lub jest tworzony dynamicznie na czas trwania eksperymentu. W trakcie tworzenia łącza do eksperymentu uwzględniane są informacje pozwalające na wstępną identyfikację klienta i są połączone ze stanem sesji w ramach danej instancji. Dynamicznie utworzony link do eksperymentu obowiązuje jedynie w ramach przyznanego użytkownikowi okna czasowego. Platforma umożliwia rezerwację czasu dostępu do WPP w ramach kursu.

Projektant kursu ma możliwość określenia liczby dostępnych WPP oraz czasu trwania ćwiczenia. Grafik dostępności opiera się o układ tygodniowy. Elementem wyróżniającym autorski system zdalnego dostępu do urządzeń w wirtualnym laboratorium jest wykorzystanie systemu wirtualnych pulpitów uruchomionych na jednej instancji systemu operacyjnego. Maksymalna liczba wirtualnych pulpitów dostępna w ramach opracowanych modułów dla systemów Windows 8.1 lub 7 w wersji Professional wynosi 256. W ramach wirtualnego pulpitu można uruchomić dowolną liczbę wirtualnych przyrządów pomiarowych. Aplikacja przechwytyująca okna WPP została zaprojektowana i wykonana tak, aby można było przechwytywać zminimalizowane i nakładające się na siebie okna różnych aplikacji. Każda z aplikacji posiada wirtualną mysz i klawiaturę pozwalającą na zdalne sterowanie. Liczba uruchomionych WPP w dużej mierze zależy od wydajności maszyny serwera pomiarowego oraz od złożoności aplikacji. Dzięki tej technice można w ramach jednego serwera pomiarowego uruchomić kilka aplikacji WPP oraz je udostępniać. Mogą to też być symulacje. Moduły odpowiedzialne za uruchamianie i przechwytywanie okna aplikacji zostały napisane jako usługi sieciowe w języku C# na platformę .NET. Zastosowanie usług sieciowych oraz XML pozwala na uniezależnienie modułów od szczegółów implementacyjnych i ułatwia integrację z innymi systemami dostępnymi w ramach jednostki organizacyjnej.



Rys. 4. Przykład rezerwacji czasu dostępu do wirtualnego przyrządu pomiarowego

Algorytm uruchamiania przez użytkownika apletu WPP zaczyna się od wysłania żądania zdalnego dostępu. Po spełnieniu warunków przez użytkownika (rezerwacja czasu) zarządca systemu wysyła żądanie do modułu, który startuje aplikację WPP na wolnym wirtualnym pulpicie. W pierwszej kolejności zapełniane są puste (bez uruchomionych WPP) wirtualne pulpity. Po uruchomieniu aplikacji odsyła informację zwrotną do zarządcy wraz z wygenerowanym kluczem dostępu. Zarządca systemu uruchamia moduł (wraz usługą sieciową) przechwytyjący okno aplikacji i generuje link dostępowy do usługi przechwytyjącej i sterującej (wirtualna klawiatura i mysz) dla apletu WPP. Następuje uruchomienie apletu WPP osadzonego na stronie WWW. Moduł przechwytyjący pilnuje okna czasowego przyznanego użytkownikowi. W zależności od konfiguracji ćwiczenia informuje on użytkownika o kończącym się czasie sesji. Po upływie przyznanego okna czasowego aplikacja WPP jest automatycznie wyłączana i zwalniane są zasoby. Użytkownik może uruchomić tylko jedną instancję aplikacji WPP.

W ramach modułu przechwytyjącego zaimplementowano dodatkowe funkcjonalności umożliwiające rejestrację sesji ze zdalnym przyrządem pomiarowym, wraz z wirtualną klawiaturą i myszą (pozycja i czas) oraz strumieniem przechwytywanego obrazu. Dostępne są dwie opcje rejestracji. Pierwsza z nich to rejestracja pełnego strumienia z maksymalną liczbą klatek ustawioną w konfiguracji ćwiczenia wraz z zapisem z wirtualnej klawiatury i myszy. Drugą z nich jest zapis klatki w momencie wystąpienia zdarzenia związanego z wirtualną klawiaturą i myszą. Rozwiązanie to zapewnia możliwość odtworzenia eksperymentu przy jednoczesnej redukcji wielkości zapisywanego pliku sesji użytkownika. Moduł zapewnia możliwość ustawienia parametrów zapisywanego obrazu (rozdzielczość oraz stopień kompresji klatek). Zmiana parametrów rejestrowanego obrazu

w stosunku do parametrów przesyłanych do apletu WPP zwiększa obciążenie serwera pomiarowego.

Kolejnym elementem szczególnie przydatnym zarówno w edukacji, jak i badaniach naukowych jest możliwość udostępniania specjalistycznego oprogramowania [7][9] dostępnego na serwerach pomiarowych współpracujących z aparaturą naukowo-badawczą.



Rys. 5. Przykład udostępniania specjalistycznego oprogramowania w ramach platformy wirtualnego laboratorium

Funkcjonalność tą można uzyskać zarówno wykorzystując autorski moduł zdalnego udostępniania wraz z rezerwacją czasu dostępu lub za pośrednictwem serwerów aplikacji i tradycyjnych usług terminalowych (RDC z ang. **Remote Desktop Connection**) również umożliwiających osadzenie w ramach okna przeglądarki. Zastosowanie serwerów aplikacji i usług terminalowych, które umożliwiają konfigurację strumienia, jak i rozdzielczości wirtualnego ekranu zwiększają komfort pracy użytkownika.

Platforma wirtualnego laboratorium była opracowywana pierwotnie przez autora pod kątem zdalnej obsługi systemów pomiarowo-sterujących. Serwer pomiarowy może być wyposażony w oprogramowanie do graficznego projektowania aplikacji oraz w LabVIEW Web Serwer pozwalający na publikację interfejsu aplikacji napisanej w języku G bezpośrednio na stronie WWW [9][10]. Umożliwia to wgranie i uruchomienie aplikacji np. przez studenta realizującego zadany przez prowadzącego projekt. Może to być aplikacja skompilowana lub w postaci paczki kodów źródłowych. Zastosowanie tej technologii może być wykorzystane przy prowadzeniu zajęć w lokalnych bądź zdalnych laboratoriach komputerowych nieposiadających dostępu do sprzętu pomiarowego. Innymi słowy jest to grupa, znajdująca się w jednym z laboratoriów komputerowych uczelni, wykonująca zadania objęte programem nauczania, w obecności osoby prowadzącej zajęcia. Studenci programują zadane funkcje w środowisku LabVIEW wykorzystując np. symulator karty lub przyrządu pomiarowego dostępny w NI Max (NI Measurement & Automation). Następnie za pośrednictwem platformy wirtualnego laboratorium publikują wirtualny przyrząd pomiarowy, który jest dystrybuowany do odpowiedniego serwera pomiarowego (spełniającego warunek dostępności sprzętu) a następnie jest on uruchamiany. Student może zdalnie przeprowadzić pomiary zbudowanym WPP przy wykorzystaniu fizycznego sprzętu. Taka organizacja

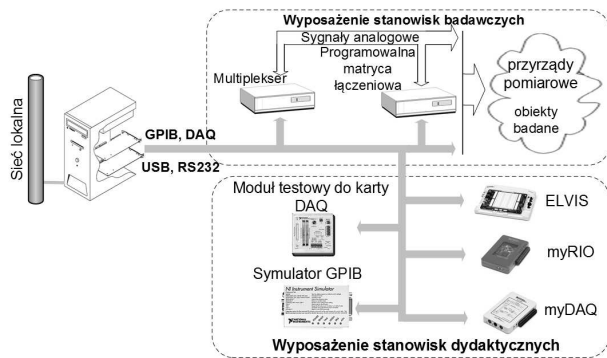
laboratorium pozwala na „zebranie” rozproszonych zasobów stanowisk dydaktycznych [5][9] wyposażonych w odpowiedni sprzęt pomiarowy i wykorzystanie ich w trakcie zajęć. Użytkownicy zgrupowani w lokalnym laboratorium mogą też znajdować się w bezpośrednim kontakcie ze sprzętem kontrolno-pomiarowym, a system zdalnego laboratorium mogą używać jako element uzupełniający tradycyjne zajęcia. Takie zastosowanie systemu pozwala na korzystanie z dobrodziejstw oferowanych przez zdalne laboratorium (automatyczne wykonywanie cyklu pomiarowego, archiwizacja wyników pomiarów, wizualizacja itp.), a tym samym nie zabiera możliwości fizycznego kontaktu z systemem pomiarowym.

Funkcjonalność ta ma też duże znaczenie w przypadku wykonywania przez studentów projektów czy prac dyplomowych. Zastosowanie takiego rozwiązania w połączeniu z autonomicznym sprzętem naukowo-badawczym pozwala na nie angażowanie obsługi laboratorium, ale w razie problemów, pytań czy potrzeby konsultacji online, system wirtualnego laboratorium „udzieli” dostępu do mentora grupy, opiekuna laboratorium lub innej predysponowanej do tych zadań osoby, za pomocą aplikacji komunikatora umożliwiającego przesyłanie dźwięku i obrazu. System umożliwia też komunikację typową dla platform asynchronicznych, w których odchodzi się od komunikacji w czasie rzeczywistym na rzecz komunikacji elektronicznej w trybie off-line, polegającej na prowadzeniu grup dyskusyjnych i wymianie poczty elektronicznej. Metody asynchroniczne w przypadku ćwiczeń online są zazwyczaj niewystarczające z powodu powstającego opóźnienia w komunikacji. W projekcie wirtualnego laboratorium nie zdecydowano się na użycie technologii oferowanej przez National Instruments w pakiecie LabVIEW do zdalnego udostępniania aplikacji jako podstawowej metody dostępu do aparatury naukowo-badawczej ze względu na praktycznie brak możliwości implementacji zabezpieczeń zdalnego dostępu.

Innym rozwiązaniem zwiększającym uniwersalność serwera pomiarowego jest zastosowanie sterowanej matrycy łączeniowej do automatycznego łączenia układów pomiarowych lub multiplexera umożliwiającego współużywanie jednego przyrządu pomiarowego przez wielu użytkowników [5][9]. Zastosowanie multiplexera pozwala na podział czasu dostępu do konkretnego urządzenia (często unikatowego) pomiędzy wielu użytkowników pracujących w danej chwili na platformie wirtualnego laboratorium. Konfiguracja urządzenia może być indywidualna dla każdego z nich i będzie wczytywana do przyrządu w czasie przydzielania dostępu do niego konkretnemu użytkownikowi.

Zmiany konfiguracji układu pomiarowego „zdalny” użytkownik dokonuje przy użyciu programowalnej matrycy łączeniowej lub multiplexera oraz odpowiedniego oprogramowania zarządzającego. Dzięki temu możliwa jest realizacja kilku czy nawet kilkunastu różnych układów pomiarowych przy wykorzystaniu sprzętu podłączonego do serwera pomiarowego. Oprogramowanie realizujące proces łączeniowy musi uwzględniać tabelę dozwolonych (lub niedozwolonych) połączeń, tak aby nie dopuścić do uszkodzenia przyrządów pomiarowych i obiektów badanych. Ćwiczenie opracowane z wykorzystaniem matrycy łączeniowej musi posiadać stosowny plik konfiguracyjny zawierający dopuszczalne lub zabronione połączenia.

Jak już wspomniano w poprzednim rozdziale na platformie wirtualnego laboratorium w zależności



Rys. 6. Architektura serwera pomiarowego

od posiadanej wiedzy należy dać studentowi pewną swobodę w konfiguracji układu pomiarowego, a nawet pozwolić na zbudowanie błędnego układu, blokując jedynie sytuacje mogące doprowadzić do uszkodzenia sprzętu pomiarowego. Swoboda w budowaniu układu pomiarowego pozwoli na lepsze poznanie i zrozumienie problemu. Możliwość zbudowania nadmiarowego czy wręcz nieprawidłowego układu pomiarowego oraz przeprowadzenia w nim pomiarów daje studentowi bardzo ważną możliwość „uczenia się na błędach”. Po przeanalizowaniu otrzymanych danych student będzie mógł wyciągnąć należyte wnioski i zweryfikować schemat zbudowanego systemu pomiarowego. Pozwoli to na lepsze poznanie i zrozumienie badanych zjawisk. Ma to szczególne znaczenie wszędzie tam, gdzie złożone zjawiska nie dają się w prosty sposób opisać matematycznie. Eksperymentalne badanie zjawisk fizycznych i obiektów drogą pomiarów oraz budowanie ich modeli ułatwia przyswajanie wiedzy na temat samych procedur i układów pomiarowych. Jednakże możliwość samodzielnego kształcenia i rozwiązywania problemów ma duży wpływ na stopień przyswajania wiedzy, a poziom swobody przydzielony użytkownikowi powinien być zwiększany wraz ze wzrostem jego doświadczenia i umiejętności.

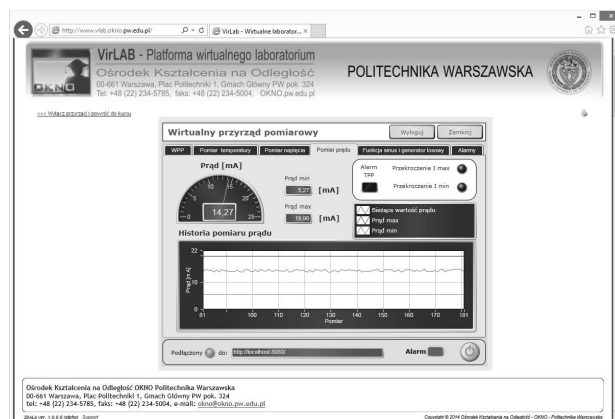
Wśród szerokiego wachlarza aplikacji pomiarowo-sterujących można wyróżnić jeszcze jedną grupę aplikacji, które warto uwzględnić w projekcie wirtualnego laboratorium. Są to aplikacje typu klient-serwer dostarczone przez producentów aparatury naukowo-badawczej [7][9]. Aplikacje te są wyposażone w interfejsy sieciowe oraz protokół komunikacyjny opracowany przez producenta. Nierzadko są to protokoły zamknięte, a interfejsy sieciowe nie posiadają możliwości dowolnego wyboru portów komunikacyjnych lub wręcz wykorzystują dynamicznie przydzielane porty.

Powoduje to ograniczenie bezpośredniego użycia na platformie wirtualnego laboratorium ze względu na konieczność używania statycznych numerów portów przez aplikację klient-serwer. Jest to ograniczenie związane poniekąd z założeniami projektu i opracowanym systemem Proxy, który ze względu na minimalizację wykorzystania adresów IP i portów nie wspiera dynamicznie przydzielanych numerów portów. Rozwiązaniem tego problemu jest wykorzystanie WL do uruchomienia na serwerze pomiarowym zarówno aplikacji serwera, jak i klienta i udostępnienie okna aplikacji klienta i ewentualnie serwera z wykorzystaniem technologii RDC bądź autorskiego modułu przechwytyjącego. W przypadku przyrządów pomiarowych wyposażonych w WebServer [9] udostępniających wewnętrzną aplikację internetową do zarządzania przyrządem czy systemem pomiarowym lub

wyposażonych w usługę sieciową proces uzyskiwania zdalnego dostępu jest realizowany w analogiczny sposób do opisanego powyżej przypadku przyrządu z apilem z tą różnicą że zamiast apletu SilverLight jest osadzony aplet dostarczony przez producenta aparatury.

Ostatnią grupą aplikacji udostępnianych za pośrednictwem platformy wirtualnego laboratorium są symulacje zjawisk, urządzeń naukowo-badawczych, jak i układów pomiarowych. Wyniki symulacji mogą być generowane na podstawie modelu matematycznego bądź na podstawie bazy rzeczywistych wyników pomiarów. Możliwość symulowania prostych eksperymentów może być też używana w celu wygodnej prezentacji zagadnienia np. w czasie wykładu. Symulacja eksperymentów jest szczególnie przydatna dla początkującego użytkownika, pozwalając na zaobserwowanie podstawowych zjawisk zachodzących w badanym obiekcie oraz ułatwiając zapoznanie się z przyrządami, jak i obsługą platformy wirtualnego laboratorium, zanim przystąpi do wykonywania ćwiczeń w rzeczywistym laboratorium.

Na potrzeby platformy wirtualnego laboratorium opracowano bibliotekę funkcji dla środowiska LabVIEW oraz platformy .NET umożliwiającą przechwytywanie obrazu z kamer USB, publikację obrazu jako usługi systemu windows oraz aplet w SilverLight umożliwiający wyświetlanie przechwyconego obrazu w oknie przeglądarki [10]. Przykład wirtualnego przyrządu pomiarowego urządzenia podlegającego monitorowaniu przedstawiono na rysunku 7.



Rys. 7. Wirtualny przyrząd pomiarowy urządzenia podlegającego monitorowaniu z wykorzystaniem kamery USB

Bibliotekę funkcji do przetwarzania obrazu oparto na bibliotece OpenCV opartej na otwartym kodzie i zapoczątkowaną przez firmę Intel.

Opracowana biblioteka umożliwia przechwytywanie obrazu z kamer USB z określoną rozdzielczością i liczbą klatek na sekundę. Zastosowano tutaj także technologię MJPEG do przesyłania strumienia wideo z kamery USB. W ustawieniach aplikacji zarządzającej ustawia się parametry transmisji takie jak częstość przechwytywania klatek w zakresie od 1 do 50 klatek na sekundę, rozdzielczość obrazu oraz stopień kompresji. Osoba osadzająca w kursie aplet wirtualnej kamery w zależności od wydajności serwera aplikacji lub serwera pomiarowego może wykonać przeskalowanie, zmianę stopnia kompresji oraz dodatkowe operacje na obrazie takie jak: nakładanie informacji tekstowej, rozjaśnianie, zwiększanie kontrastu. Opracowanie bibliotek było podyktowane koniecznością redukcji kosztów dystrybucji oprogramowania WPP wytworzonych

z wykorzystaniem oprogramowania LabVIEW oraz wykorzystujących funkcje związane z rejestracją i przesyłaniem obrazu pozyskanego z kamer nadzoru podłączonych za pośrednictwem portu USB lub kamer IP.



Rys. 8. Przykład działania apletu z podglądem z kamery USB

4. WNIOSKI KOŃCOWE

Osadzenie wirtualnego przyrządu pomiarowego w rozproszonym systemie zlokalizowanym w sieci Internet daje niespotykaną do tej pory możliwość tworzenia zaawansowanych i elastycznych systemów, które mogą służyć zarówno prowadzeniu eksperymentów na odległość, jak i wspomagać proces kształcenia czy samokształcenia. Warto podkreślić, że w prowadzeniu badań czy eksperymentów ani nowoczesne techniki symulacyjne, ani zdalny dostęp do laboratoriów czy laboratorium wirtualne nie wyeliminują konieczności prowadzenia rzeczywistych eksperymentów, obsługi rzeczywistych przyrządów pomiarowych oraz borykania się z problemami natury sprzętowej. Eksperymenty praktyczne mają niezwykle duże, może nawet rosnące znaczenie, w procesie zdobywania wiedzy w zakresie nowoczesnych, złożonych technologii, prowadzonego metodą „prób i błędów”.

Wirtualne laboratorium można więc zdefiniować jako heterogeniczne, rozproszone środowisko umożliwiające osobie lub grupie osób zarządzanie, integrację oraz zdalny dostęp do zasobów laboratorium w sposób ciągły zarówno w sensie miejsca, jak i czasu. Jako zasób wirtualnego laboratorium należy rozumieć zarówno proces dydaktyczny, treści dydaktyczne, jak i systemy i obiekty pomiarowe. Głównym celem dydaktycznym platformy wirtualnego laboratorium jest realizacja procesu dydaktycznego w którym student uzyskuje zaplanowany przyrost wiedzy oraz nabywa określonych umiejętności praktycznych w zakresie rozwiązywania problemów z danej dziedziny wiedzy. Platforma wirtualnego laboratorium musi spełniać

trzy podstawowe zadania, a mianowicie umożliwić prowadzenie procesu dydaktycznego, zarządzać treścią edukacyjną oraz umożliwić integrację i zdalny dostęp do rozproszonych zasobów aparatury naukowo-badawczej.

5. BIBLIOGRAFIA

1. Hesselink L., Rizal D., Bjornson E.: CyberLab: Remote access to laboratories through the world-wide-web, International Conference on Advances in Infrastructure for Electronic Bussiness, Science, and Education on the Internet SSGRR'2000, L'Aquila, Italy 2000.
2. Kusztna E., Różewski P., Zaikin O.: Modele i metody zarządzania procesem Otwartego nauczania zdalnego. Warszawa - Szczecin 2008.
3. Penarrocha V., Battaler F., Escudero B., Nogueira V.: Virtual Laboratories in Electronic Engineering Education.: Valencia, Spain, International Conference on Network Universities and e-Learning, 2003.
4. Rak R., Galwas B., Godziemba-Maliszewski M.: Virtual Laboratory: the E-learning Tool Supporting Distance Learning, EDEN - Fourth EDEN Research Workshop. Castelldefels, Spain 2006, Research Into Online Distance Education And E-Learning Making the Difference, 27 October 2006.
5. Rak R., Godziemba-Maliszewski M., Majkowski A.: A proposal of Virtual Laboratory structure.: Sorrento, Italy 24-27 April 2006, Instrumentation and Measurement Technology Conference, IMTC, 2006.
6. Davoli F., Meyer N., Pugliese R., Zappatore S.: Remote Instrumentation and Virtual Laboratories, Service Architecture and Networking, Springer, 2010.
7. Orduña, P. ; Botero Uribe, S. ; Hock Isaza, N. ;Sancristobal, E.: Generic integration of remote laboratories in learning and content management systems through federation protocols, IEEE Frontiers in Education Conference, 23-26 Oct., Oklahoma City, USA, pp.1372 – 1378, 2013.
8. Chen X. Song G., Zhang Y.: Virtual and Remote Laboratory Development, A Review, Earth and Space pp. 3843-3852, 2010.
9. Godziemba-Maliszewski M., Majkowski A., Rak R.: Platforma zdalnego laboratorium jako nowoczesny element wspomagający proces kształcenia, PRZEGLĄD ELEKTROTECHNICZNY, R. 87 NR 9a/2011.
10. Możdżyński K., Gąska M., Godziemba-Maliszewski M., Rak R.: Zdalne stanowisko laboratoryjne do badania parametrów silnika indukcyjnego, Kongres metrologii, Kielce-Sandomierz, 2013.
11. OpenCV – www.opencv.org .

VIRTUAL LABORATORY IN TEACHING AND RESEARCH

Nearly avalanche expansion of the information and communication technology (ICT) strongly influenced many domains of our lives and opened up new prospects for the creators of modern measuring and control systems, platforms for remote access and didactic process. In order to build a remote laboratory an appropriate software and hardware must be used, in conjunction with the relevant telecommunication media. In the field of metrology the goal of using a remote laboratory in teaching process is that it releases a course participant from the constraints of place and time of the experiment. Remote laboratory offers the functions of managing the process of teaching and managing the educational content. It also enables the access to real-measuring equipment. Students can access virtual instruments via a computer network and carry out real experiments directly by using a standard Web browser. The object of this paper is to present a structure of remote laboratory.

Keywords: virtual laboratory, virtual instrument, distance learning, distributed control and measurement systems.

II Konferencja

eTechnologies in Engineering Education eTEE'2015

Politechnika Gdańska, 30 kwietnia 2015

WSPOMAGANIE ZAJĘĆ DYDAKTYCZNYCH Z MATEMATYKI NA KIERUNKACH TECHNICZNYCH KURSEM E-LEARNINGOWYM

Magdalena ŁAPIŃSKA¹, Agata GOŁASZEWSKA²

1. Politechnika Gdańska, Centrum Nauczania Matematyki i Kształcenia na Odległość
tel.: +48 58 348 61 90 e-mail: maglapin@pg.gda.pl
2. Politechnika Gdańska, Wydział Fizyki Technicznej i Matematyki Stosowanej
tel.: +48 347 17 17 e-mail: agata@gda.pl

Streszczenie: W artykule przedstawiono doświadczenia w zakresie wspomaganie przedmiotu matematyka na pierwszym roku studiów inżynierskich kursem e-learningowym. Wykonano analizę wyników testów przeprowadzonych podczas e-zajęć. Przedstawiono również wyniki ankiet ewaluacyjnych obrazujących stosunek studentów do wprowadzania kształcenia matematyki z wykorzystaniem blended learning.

Słowa kluczowe: blended learning, e-learning, matematyka, platforma Moodle.

1. WSTĘP

W ostatnim czasie znacznie zmniejszyła się liczba godzin przeznaczonych na realizację programu nauczania matematyki na pierwszym roku studiów inżynierskich. Wymagania stawiane studentom są nadal wysokie.

Co roku w październiku za pomocą krótkich testów sprawdzamy matematyczne umiejętności studentów pierwszego roku. W zależności od kierunku studiów od 40 do 50 proc. studentów nie zdobywa połowy możliwych punktów. Wyniki te są niepokojące zważywszy że wszyscy studenci kilka tygodni wcześniej pisali maturę z matematyki. Jedną z przyczyn jest fakt iż na studia techniczne przyjmowane są osoby z maturą podstawową i rozszerzoną. Na kierunku studiów na którym zostały przeprowadzone kursy e-learningowe ponad 25 proc. studentów zdawała tylko maturę podstawową z matematyki.

Wiąże się to często z większym nakładem pracy, ale i czasu jakiego studenci potrzebują do opanowania danego materiału.

Bardzo dobrym rozwiązaniem na poprawę jakości kształcenia matematyki jest wspomaganie tradycyjnych wykładów i ćwiczeń kursami e-learningowymi, czyli wprowadzenie blended learning. Swoboda czasowa, lepsze dopasowanie treści programowych, nieograniczona możliwość powtarzania poznanych zagadnień to atuty e-zajęć. Pytania kontrolne po każdej partii materiału umożliwiają wykładowcy monitorowanie wiedzy studentów i ich postępów w nauce, a studentom w szybki sposób wskazują braki. Co więcej, fora oraz konsultacje online z nauczycielem pozwalają pokonać strach oraz nieśmiałość, które czasami pojawiają się między studentem, a wykładowcą.

W poniższym artykule przedstawiamy nie tylko wyniki studentów jakie uzyskali podczas wspomaganie wykładu z Matematyki kursem e-learningowym, ale również wyniki ankiet ewaluacyjnych pokazujących zadowolenie studentów z przeprowadzonych kursów.

2. INFORMACJE OGÓLNE O KURSACH

W kursach e-learningowych na platformie Moodle wzięli udział studenci kierunku Inżynieria Mechaniczno-Medyczna. Pierwszy kurs przeprowadzony był pod koniec semestru zimowego, a drugi na początku semestru letniego. Zadaniem e-zajęć było wspomaganie wykładu Matematyka 1 oraz Matematyka 2.

Pierwszy kurs obejmował podstawowe pojęcia z liczb zespolonych i był obowiązkowy dla wszystkich studentów. Tematyka liczb zespolonych nie została wprowadzona na wykładzie. Drugi kurs, z równań różniczkowych liniowych niejednorodnych, był kursem tylko dla osób chętnych. Przedstawione zagadnienia zostały częściowo wprowadzone na wykładzie.

Studenci na pierwszych zajęciach w semestrze otrzymali informację, że przedmiot będzie prowadzony w systemie blended learning. Szczegółowe zasady zaliczenia kursów zostały przedstawione już w harmonogramie e-zajęć.

W kursie z liczb zespolonych oraz równań różniczkowych zostały wykorzystane te same narzędzia.

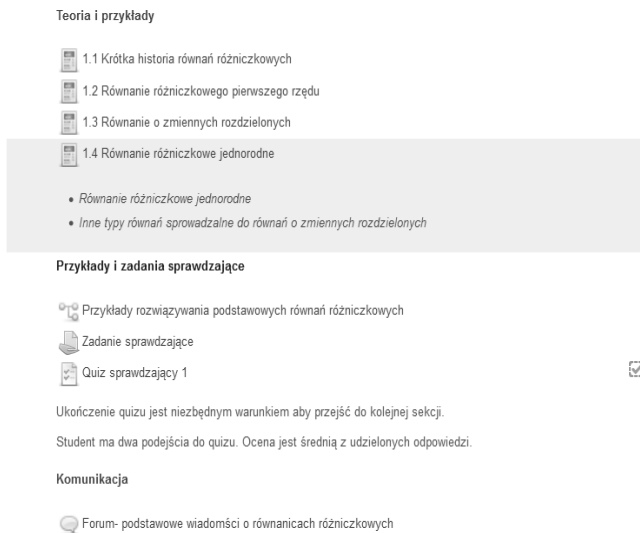
Pierwszy moduł poświęcony jest sprawom organizacyjnym. Studenci mają w nim jasno zdefiniowane zasady zaliczenia przedmiotu. W tym module zawarty jest również czat wykorzystywany jako e-konsultacje w czasie określonym przez wykładowcę.

Kolejne moduły to tematycznie uporządkowane zagadnienia. Każdy z nich składa się z następujących sekcji (rys. 1):

- strony z teorią, w których zostały przedstawione niezbędne definicje, twierdzenia, ilustracje graficzne, schematy oraz kilka przykładów rozwiązań podstawowych problemów,
- lekcje, składające się z przykładów posegregowanych tematycznie; w trakcie lekcji student ma możliwość samodzielnego wykonania przykładów w formie

quizów wielokrotnego wyboru, quiz ten nie wpływa na ocenę końcową,

- nieobowiązkowe zadania otwarte; zadania wysyłane są do wykładowcy, który w ciągu dwóch tygodni sprawdza zadania i odsyła komentarz do studenta,
- krótkie quizy podsumowujących dane zagadnienia; czas wykonania quizu jest nieograniczony, student ma cztery podejścia do quizu, zapamiętywany jest najwyższy wynik,
- forum wykorzystywane do komunikacji między studentami a wykładowcą; poruszane są na nim problemy merytoryczne, ale także techniczne związane z funkcjonalnością platformy Moodle.



Rys. 1. Konstrukcja kursu

W ostatnim module znajdziemy test końcowy oraz ankietę ewaluacyjną kursu. Test końcowy składa się z pytań wielokrotnego wyboru; czas jest nieograniczony, ale możliwe jest tylko jedno podejście. Aby uzyskać ocenę pozytywną, student musi uzyskać w sumie z quizów i testu końcowego minimum 60 procent. Za poprawne rozwiązania zadania otwartego, student nagradzany jest dodatkowymi punktami za aktywność doliczanymi do egzaminu końcowego z przedmiotu Matematyka. Wynik uzyskany z kursu stanowi 5 proc. oceny końcowej, tym niemniej ukończenie kursu z liczb zespolonych jest warunkiem koniecznym do uzyskania zaliczenia z przedmiotu. Ukończenie kursu z równań różniczkowych jest nieobowiązkowe, ale w przypadku pozytywnego wyniku student uzyskuje dodatkowe punkty doliczane do egzaminu końcowego.

3. ANALIZA WYNIKÓW TESTÓW

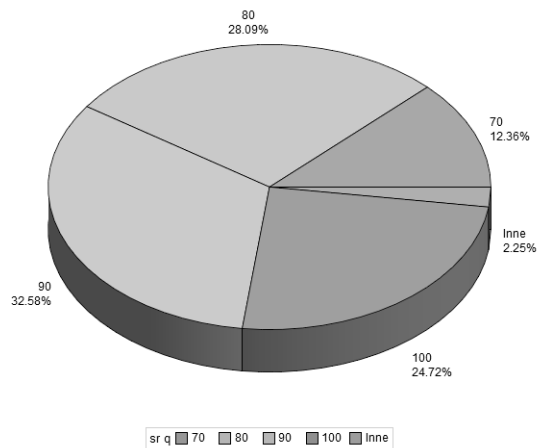
W kursie z liczb zespolonych wzięło udział 89 osób, nieobowiązkowy kurs liczył 40 osób. Oba kursy ukończyło 100 proc. użytkowników.

W kursie z równań różniczkowych uczestniczyli głównie studenci uzyskujące najlepsze wyniki podczas kolokwium. Grupa uczestników jest zdecydowanie mniejsza. Warto jednak wziąć ją pod uwagę, ponieważ lepsi studenci według statystyk są bardziej zaangażowani w naukę przedmiotu.

Studenci na ukończenie kursów mieli ponad dwa tygodnie. 40 proc. ankietowanych ukończyło kurs w

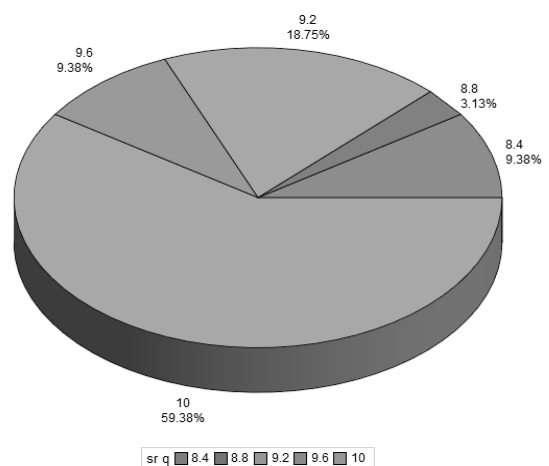
pierwszym tygodniu. Większość osób na realizację e-zajęć wybrało weekend.

Analizę rozpoczniemy od przedstawienia wyników krótkich quizów. Zaliczenie do oceny końcowej najwyższego wyniku z spośród czterech podejść ma być czynnikiem motywującym studentów do nauki. Większość studentów wykorzystowało możliwość powtórzenia quizów. Prawie 30 proc. studentów skorzystało z dwóch prób, 30 proc. z trzech prób, 10% z jednej próby. Najwięcej prób wykonali studenci, którzy ukończyli kurs w ostatnich dniach. Podobny rezultat zaobserwowano też w [2].



Rys. 2. Średnia uzyskana w quizach z liczb zespolonych

Na rysunku 2. przedstawiono średnie wyniki jakie uzyskali studenci z trzech krótkich quizów. W związku z różną maksymalną punktacją wyniki przedstawione są w procentach. W przypadku kursu z liczb zespolonych widzimy duże zróżnicowanie wyników powyżej 70 proc., tym niemniej tylko około 2 procent studentów uzyskało wynik gorszy niż 70 procent. Ponad 50 proc., uzyskało wynik lepszy niż 90 procent.

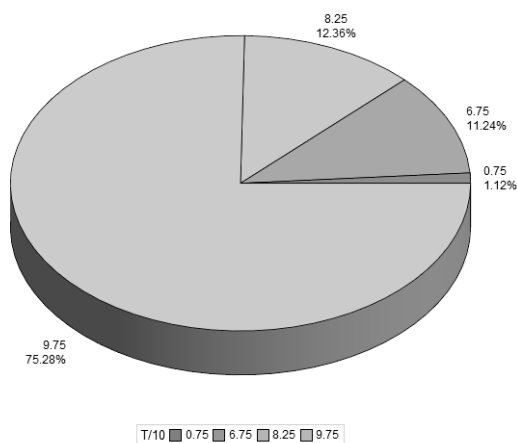


Rys. 3. Średnia uzyskana w quizie z równań różniczkowych

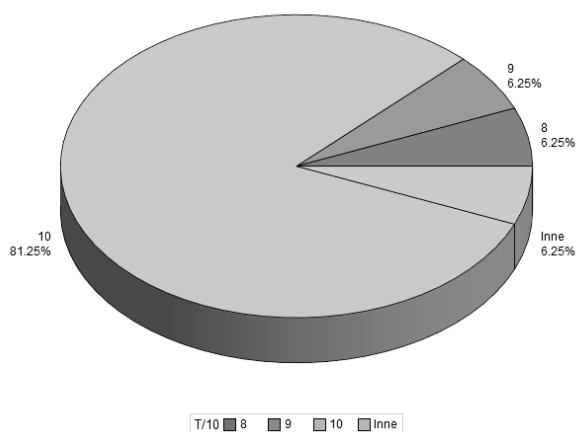
Na rysunku 3. przedstawiono średni wynik uzyskany z dwóch quizów z równań różniczkowych. Maksymalna ilość punktów jaką mógł uzyskać student to 10. Widzimy, że prawie 60 proc. studentów uzyskało wynik maksymalny, a 40 proc. wynik dobry (80-90 proc. maksymalnej punktacji). W obu kursach wyniki są bardzo zadowalające. Średni czas jaki studenci spędzili w obu kursach, aby odpowiedzieć na 10 pytań to 20 minut.

Można przypuszczać, że na tak dobre wyniki uzyskane przez studentów wpływa liczba podejść, co pozwala studentowi na poprawienie wyniku i możliwość osiągnięcia lepszego rezultatu.

Na rysunku 4. oraz na rysunku 5. przedstawiono wyniki jakie uzyskali studenci w teście końcowym. Oba testy składały się z 10 pytań, zawierały pytania zarówno teoretyczne jak i obliczeniowe.



Rys. 4. Wyniki testu końcowego z liczb zespolonych



Rys. 5. Wyniki testu końcowego z równań różniczkowych

W teście końcowym z liczb zespolonych 75 proc. studentów osiągnęło wynik bliski maksymalnemu, 24 proc. uzyskało wynik mniejszy niż maksymalny ale większy niż 60 proc. maksymalnej punktacji, a 1 procent uzyskało wynik mniejszy niż 10 procent.

Z tematyki równań różniczkowych liniowych niejednorodnych ponad 81 proc. uzyskało wynik maksymalny, ponad 14 procent mniejszy niż maksymalny ale większy niż 80 proc. maksymalnej punktacji, a około 6 procent uzyskało wyniki gorsze.

Z powyższych wykresów widzimy, że niezależnie czy kurs jest obowiązkowy, czy tylko dla osób chętnych z testu końcowego uzyskujemy bardzo zadawalające wyniki. 70 proc. studentów uzyskało wynik bliski maksymalnemu.

Wyniki sprawdzianów i egzaminów często układają się według krzywej normalnej, w naszym przypadku tak nie jest. Trzeba zadać sobie pytanie jaka jest tego przyczyna. Można by postawić tutaj kilka hipotez:

- zbyt mała baza pytań (20 pytań) oraz nieograniczony czas ukończenia testu powodują, że studenci komunikują się między sobą w celu przekazania sobie prawidłowych odpowiedzi lub sprawdzają poprawność odpowiedzi korzystając z Internetu na przykład ze strony <http://www.wolframalpha.com>, gdzie student może wpisać równanie różniczkowe w poprawnej formie i otrzymuje jego rozwiązanie, taka sama funkcjonalność jest dla liczb zespolonych,
- brak stresu, który pojawia się przy pisaniu kolokwium, student znajduje się w przyjaznym dla siebie otoczeniu,
- zbyt proste pytania podczas testu,
- duża ilość przykładów, twierdzenia i dowody, do których student może wracać wielokrotnie, 90 minut wykładu nie daje takiej możliwości.

Aby stwierdzić, która hipoteza jest prawdziwa, należy przede wszystkim przetestować kursy na innych wydziałach uczelni technicznych. Baza pytań powinna być proporcjonalna co najmniej do ilości studentów biorących udział w kursie na danym wydziale.

Poza quizami oraz testem końcowym w naszych kursach pojawiła się też możliwość składania online rozwiązania zadań otwartych. Tylko 30 proc. studentów skorzystało z tej funkcjonalności. Studenci mieli możliwość wpisania rozwiązania online za pomocą edytora matematycznego lub wysłania pliku w formacie PDF. Wszyscy studenci wybrali to drugie rozwiązanie argumentując swój wybór dużym nakładem pracy jaki jest konieczny do poprawnego wpisywania wzorów. Istnieje możliwość wpisywania też wzorów matematycznych w formacie TeX. Studenci pierwszego roku nie posiadają takiej umiejętności.

Aktywność studentów na forum była niewielka, dotyczyła głównie problemów technicznych. Studenci swoje pytania kierowali przeważnie drogą mailową lub podczas konsultacji.

4. ANALIZA ANKIET EWALUACYJNYCH

Opinie studentów zostały zebrane za pomocą jednej ankiety zawartej w ostatnim module kursów. W ankietyzacji wzięli udział wszyscy studenci - był to warunek konieczny aby uzyskać zaliczenie.

W ankietach studentom zostały postawione następujące pytania:

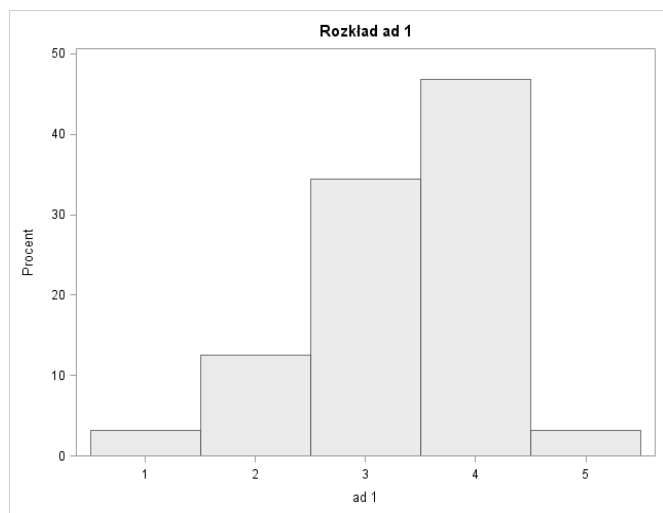
1. Jak oceniasz treści prezentowane na e-zajęciach? (rys. 6)
2. Jakie zagadnienia wymagają dokładniejszego omówienia?
3. Czy e-zajęcia były dla Ciebie bardziej interesujące niż tradycyjne ? (rys. 7)
4. Jak oceniasz nawigację e-zajęć i korzystanie z ich aktywności? (rys. 8).
5. Napisz swoje uwagi, które pozwolą na podniesienie jakości następnej edycji e-zajęć.

Skala ocen była określona od 1-5, określono że 1 jest oceną najniższą, a 5 oceną najwyższą.

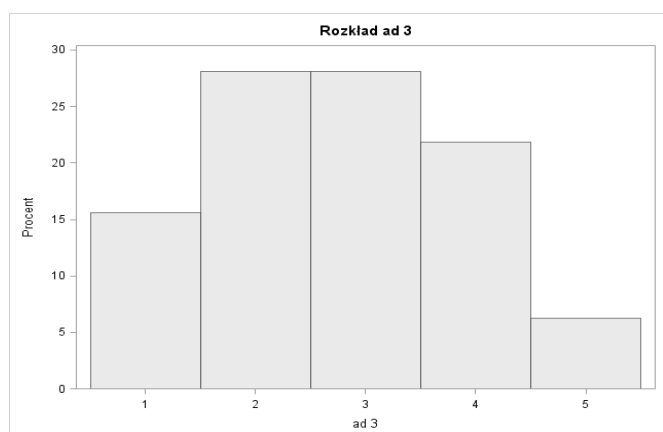
Wyniki otrzymane z kursu z równań różniczkowych są niemiarodajne ze względu na liczbę studentów oraz poziom jaki reprezentowali. Szczegółowo przedstawimy tylko wyniki z kursu obowiązkowego.

50 proc. studentów oceniło dobrze oraz bardzo dobrze treści zawarte w kursie e-learningowym (rys. 6.). 35 proc. wystawiło ocenę dostateczną. 15 proc. osób było

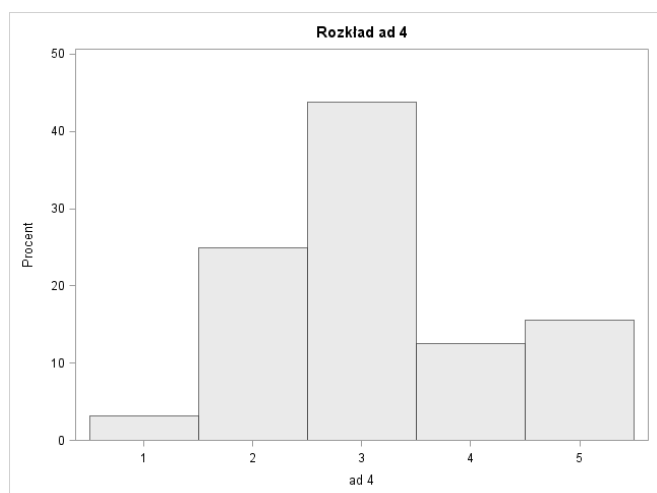
niezadowolonych z treści przedstawionych na kursie, co więcej negatywnie nastawione były przede wszystkim osoby, które kończyły kurs w ostatnich dniach jego dostępności.



Rys. 6. Jak oceniasz treści prezentowane na e-zajęciach?



Rys. 7. Czy e-zajęcia były dla Ciebie bardziej interesujące niż tradycyjne?



Rys. 8. Jak oceniasz nawigację e-zajęć i korzystanie z ich aktywności?

W dodatkowych uwagach odnoszących się do treści wykładów studenci przede wszystkim zwracali uwagę na:

- brak filmów z komentarzem wykładowcy,
- brak limitów czasowych na zapoznanie się z treścią,
- przystępny język w prezentacji schematów rozwiązań oraz przykładów.

W 2008 roku Uniwersytet Warszawski przeprowadził badania na reprezentatywnej grupie dorosłych Polaków pokazujące, że 69 proc. respondentów, jeśli miałoby się kształcić wybrałoby zajęcia w tradycyjnej formie. Co ciekawe aż 25,1 proc. odrzuciło całkowicie nową formę kształcenia [1]. Przeprowadzono następujące próby: próbę ogólnopolską, wśród mieszkańców miast do 50 tys., wśród osób niepełnosprawnych oraz matek z dziećmi.

Wyniki te nie budzą aż tak dużego zdziwienia ze względu na wiek ankietowanych, do 55 roku życia. Główne motywy podejmowania nauki przez osoby starsze to chęć pozyskania nowych kompetencji w celu zmiany pracy.

W naszych badaniach niecałe 30 proc. uważa, że e-zajęcia były ciekawsze niż zajęcia w tradycyjnej formie (rys. 7.). Niecałe 30 procent jest nastawionych neutralnie, a 40 proc. negatywnie. 20 proc. studentów zwróciło uwagę, że wybrało studia tradycyjne, a nie w Internecie, dlatego oczekuje wykładów w tradycyjnej formie. Takie wnioski widzimy też w [4]. Ponad 50 proc. studentów uważa, że treści prezentowane na wykładzie powinny być wspomagane przez wykład e-learningowy, jednak nie powinny stanowić odrębnej całości jak liczby zespolone. E-zajęcia powinny dotyczyć tematyki trudniejszej, której wykładowca nie jest w stanie w pełni przedstawić podczas 90 minut wykładu. Za przykład podano funkcje cyklometryczne, rachunek różniczkowy i całkowy.

Średnia ankietyzacji z kursu z liczb zespolonych to 3,14, średnie z poszczególnych pytań przedstawione są w tabelicy 1.

Tabela 1. Średnie wyniki dla pytań z ankietyzacji kursu z liczb zespolonych

Zmienna	Średnia	Odch. std.	Min	Max
Pyt.1.	3,37	1,02	1,00	5,00
Pyt.3.	2,77	1,26	1,00	5,00
Pyt.4.	3,30	1,22	1,00	5,00

Średnia z ankietyzacji z kursu z równań różniczkowych to 3,29 (tab. 2).

Tabela 2. Średnie wyniki dla pytań z ankietyzacji kursu z równań różniczkowych

Zmienna	Średnia	Odch. std.	Min	Max
Pyt.1.	3,34	0,85	1,00	5,00
Pyt.3	2,90	1,16	1,00	5,00
Pyt.4.	3,65	1,03	1,00	5,00

W dodatkowych uwagach 60 procent ankietowanych wyraziło opinię, że kurs z równań różniczkowych podobał im się bardziej niż kurs z liczb zespolonych ponieważ treści przedstawione podczas e-zajęć zostały w części wprowadzone na wykładzie. Podkreślono też, że kurs z równań różniczkowych był wprowadzony w drugiej kolejności. Wobec czego nie występowały problemy z

obsługą kursu. Pozostałe uwagi były bardzo podobne do kursu z liczb zespolonych.

5. PODSUMOWANIE

Podsumowując wyniki przeprowadzonych ankiet obserwujemy, że studenci mają raczej obojętne podejście do wspomagania przedmiotu Matematyka e-zajęciami. Chwalą jednak dużą ilość przykładów oraz quizy sprawdzające. Brak ram czasowych stanowi zarówno czynnik motywujący, jak i również zniechęcający.

Otrzymane wyniki ankiet wskazują również na dużą potrzebę kontaktu z wykładowcą i możliwość zadawania pytań na bieżąco podczas realizacji przedmiotów ścisłych. Na forum studenci dostają zawsze odpowiedź z kilku godzinnym opóźnieniem.

Wpływ na średni wynik ma też fakt, iż kurs z liczb zespolonych był pierwszym kursem e-learningowym z przedmiotu ścisłego w jakim studenci wzięli udział.

Podczas pierwszych tygodni studiów studenci w formie e-zajęc realizują szkolenie BHP oraz kurs biblioteczny.

Minimalnie lepsze wyniki ankietyzacji widzimy już w kursie z równań różniczkowych, który był realizowany w drugiej kolejności.

Dobrym pomysłem jest wprowadzenie na samym początku pierwszego semestru zajęć w postaci e-learnigowej

wyrównujących różnice programowe pomiędzy podstawową a rozszerzoną maturą.

Zgodnie z sugestią studentów warto też w formie e-zajęc zrealizować trudniejsze zagadnienia z programu pierwszego semestru, na przykład całki podwójne i potrójne. W tym celu można by wykorzystać różne narzędzia do graficznego przedstawienia powierzchni oraz obszarów.

Warto też nagrać kilka krótkich filmów i w kolejnych ankietach sprawdzić satysfakcję studentów.

Przedmiot Matematyka zyskałby zdecydowanie na swojej atrakcyjności gdyby za pomocą krótkich e-zajęc przedstawić studentom zastosowania wybranych zagadnień matematycznych wprowadzonych na wykładzie. Kurs powinien ściśle nawiązywać do teorii przedstawionej w formie tradycyjnej, zaś zastosowania powinny być dobrane odpowiednio do kierunku studiów.

6. BIBLIOGRAFIA

1. A. Drzewińska, D. Król, M. Wilkin, J. Zajęc: Raport z badania potrzeb w zakresie kształcenia na odległość, COME UW, Warszawa 2008.
2. K. M. Klimczak: Narzędzia interaktywne- od quizów po warsztaty, E-mentor, nr 4 (26), 2008.
3. J. Krasodomska: E-learning w nauczaniu rachunkowości - wyniki badań ankietowanych, E-mentor, nr 1 (43), 2012.

BLENDLED LEARNING IN TEACHING MATHEMATICS AT THE TECHNICAL STUDIES

The paper presents the results of teaching mathematics using blended learning at the first year of technical studies. Students after completing the main part of an e-course took part in quizzes designed to test their knowledge. They also participated in completing evaluation questionnaires. Polls show the students' satisfaction of blended learning method in the teaching mathematics. The data analysis is presented in this paper.

Keywords: blended learning, e-learning, mathematics, Moodle.

Indeks autorów

Author index

Baran	Janusz	57
Drewnowski	Jakub	11
Galwas	Bogdan	85
Gesella	Grzegorz	45
Godziemba-Maliszewski	Marcin	85
Gołaszewska	Agata	93
Grabowska	Anna	15
Grzyb	Mariusz	71
Kaczmarek-Kacprzak	Agnieszka	21
Kiepiela	Katarzyna	27
Korniejenko	Kinga	33
Kucharczyk	Zygmunt	57
Łapińska	Magdalena	93
Lewicki	Jacek	21
Michna	Michał	63
Morawska-Walasek	Dorota	57
Moryń-Kucharczyk	Elżbieta	57
Muc	Adam	45
Muczyński	Bartosz	21
Murawski	Lech	45
Naruk	Arkadiusz	39
Piwowarska	Elżbieta	85
Rymarczyk	Sebastian	71
Słowikowski	Marcin	15
Sokół	Magdalena	51
Sokół	Marcin	51
Szarmach	Arkadiusz	45
Szeleziński	Adam	45
Szreniawa-Sztajnert	Aleksandra	21
Tuszyńska	Agnieszka	11
Urbancikova	Natasa	15
Walasek	Tomasz A.	57
Wata	Marcin	27
Wilk	Andrzej	63
Woźniak-Zapór	Marta	71
Żarek	Dorota	27
Zieliński	Jacek	15
Żrodowski	Cezary	77

Redaktor: dr hab. inż. Dariusz Świsulski
e-mail: dswis@ely.pg.gda.pl
tel. +48 48 347 13 97
Wydział Elektrotechniki i Automatyki
Politechnika Gdańska
ul. Narutowicza 11/12
80-233 Gdańsk
Strona domowa: <http://ely.pg.gda.pl/zn>

Skład: Artur Opaliński, WEiA, Politechnika Gdańska
Wydanie I
Nakład 200 egzemplarzy

Wydano za zgodną Dzielnicą Wydziału Elektrotechniki i Automatyki Politechniki Gdańskiej na podstawie materiałów dostarczonych przez autorów

Published with the consent of the Dean of the Faculty of Electrical and Control Engineering of the Gdansk University of Technology, based on material provided by authors

ISSN: 2353-1290
Copyright © by Politechnika Gdańska, Wydział Elektrotechniki i Automatyki