

Szkolenie z wykorzystania technologii rzeczywistości rozszerzonej w wybranych obszarach budownictwa w UE

Dr inż. Aleksander Nicał, dr inż. Paweł Nowak, dr inż. Jerzy Rosłon, Wydział Inżynierii Lądowej, Politechnika Warszawska

1. Wprowadzenie

Branża budowlana odgrywa istotną rolę w gospodarce Unii Europejskiej. Sektor ten zapewnia 20 milionów bezpośrednich miejsc pracy i jest odpowiedzialny za około 10% Produktu Krajowego Brutto Unii Europejskiej. Dodatkowo budownictwo tworzy nowe miejsca pracy, napędza wzrost gospodarczy i zapewnia rozwiązania służące wyzwaniom społecznym, klimatycznym i energetycznym. Komisja Europejska wśród celów wymienia m.in. pomoc dla sektora budowlanego w osiągnięciu większej konkurencyjności, oszczędności zasobów i rozwoju koncepcji budownictwa zrównoważonego. Cele te wpisują się w ogólne tendencje w budownictwie dotyczące m.in. rozwoju technik informatycznych w procesach decyzyjnych, w tym BIM (*Building Information Modeling*), ograniczenia emisji szkodliwych odpadów i wsparcia dla aspektów środowiskowych [1, 2, 3, 4, 5]. Podkreśla się także dla budownictwa potrzebę rozwoju w zakresie:

- szkoleń specjalistycznych i uatrakcyjnienia sektora, w szczególności dla pracowników fizycznych, uczelni technicznych i uniwersytetów;
- innowacji, rozumianej poprzez bardziej aktywne przyjmowanie nowych technologii.

W zakresie tym opracowane już zostały publikacje odnoszące się do szkoleń dla menedżerów budownictwa [6], personelu budowlanego [7], w tym także prowadzonych w trybie nauczania zdalnego i hybrydowego [8]. Problematyka wdrażania innowacji w nauczaniu dla sektora budownictwa, w oparciu o techniki wirtualne, poruszona została także jeszcze przed wybuchem pandemii COVID-19 [9, 10]. Wśród kolejnych ważnych kwestii, z którymi mierzy się budownictwo jest m.in. jakość [11] oraz bezpieczeństwo i higiena pracy (BHP). Prace budowlane są jednym z najczęstszych źródeł poważnych, często śmiertelnych wypadków nie tylko w Polsce, ale w całej Unii Europejskiej. W związku z tym, że życie ludzkie jest najważniejszą wartością, istnieje ogromna potrzeba ciągłego podnoszenia poziomu BHP w budownictwie. Należy także zaznaczyć, że problem ten został poruszony w Dyrektywie Europejskiej 2001/45/WE, która zobowiązuje do podejmowania odpowiednich działań na rzecz poprawy bezpieczeństwa i higieny pracy.

2. Projekt ARSC

Projekt ARSC – Bezpieczny montaż okładzin kamiennych z wykorzystaniem rzeczywistości rozszerzonej (*Augmented Reality for Stone Cladding Safe Assembling Operation*) o numerze 2019-1-PL01-KA202-065001 jest realizowany w ramach Programu ERASMUS+ w okresie od 01.11.2019 do 31.10.2021. Głównym celem tego projektu jest poprawa bezpieczeństwa na placach budowy w trakcie prowadzenia montażu okładzin kamiennych, poprzez zapobieganie wypadkom w pracy, w szczególności upadkom z wysokości. Wypadki te są najczęstszą przyczyną śmiertelnych obrażeń wśród pracowników sektora budownictwa. W celu osiągnięcia tego celu, tj. zmniejszenia liczby wypadków, opracowywany jest system szkoleń, składający się z podręcznika i oprogramowania rzeczywistości rozszerzonej, który ma wspomóc pracowników budów w zapoznawaniu się z kluczowymi kwestiami odnoszącymi się do bezpieczeństwa, a także dokształcić w dziedzinie wykonywania okładzin z kamienia [12]. Projekt ten skierowany został do inżynierów budownictwa, studentów budownictwa, robotników budowlanych, ale także do uczelni technicznych, techników budowlanych oraz małych i średnich przedsiębiorstw (SME). Rezultaty projektu udostępnione zostaną dla wszystkich osób zainteresowanych, zgodnie z ideą Otwartych Zasobów Edukacyjnych. Logo i kod QR umożliwiający szybko dostęp do strony www. projektu pokazano na rysunku 1.



Rys. 1. Logo i QR kod projektu ARSC

Promotorem projektu jest Korporacja RADEX S.A., Polska (www.korporacjaradex.pl), a partnerzy to: University of Valencia, Hiszpania, (www.uv.es), Wydział Inżynierii Lądowej Politechniki Warszawskiej, (www.il.pw.edu.pl), Polskie Stowarzyszenie Menedżerów Budownictwa (www.psmb.pl), University of Granada, Hiszpania (www.ugr.es), Uniwersytet Techniczny w Darmstadt, Niemcy (www.tu-darmstadt.de).

Przewidywane rezultaty projektu obejmują:

- O1: Mapę podstawowych umiejętności monterów okładzin kamiennych,
- O2: Raport dotyczący technologii okładzin kamiennych i kosztów,
- O3: Podręcznik BHP oraz procedury montażu okładzin kamiennych,
- O4: Oprogramowanie Augmented Reality (AR) do montażu okładzin kamiennych (wybrane procedury),
- O5: Rozwój systemu szkoleniowego.

3. Projekt ARFAT

Projekt ARFAT – Szkolenie z montażu desekowań w rozszerzonej rzeczywistości (*Augmented Reality Formwork Assembly Training*) o numerze 2016-1-PL01-KA202-026102 był realizowany w ramach Programu ERASMUS Plus w okresie od 01.12.2016 do 30.11.2018. Głównym celem projektu było zmniejszenie wypadkowości podczas prac budowlanych, polegających na wykonywaniu desekowań i ustawianiu oraz montażu rusztowań. Projekt był odpowiedzią na oczekiwania pracowników budowlanych oraz pracodawców, którzy stwierdzili, że istnieje duże zapotrzebowanie na szkolenia budowlane z wykorzystaniem AR.



Rys. 2. Logo i QR kod projektu ARFAT

Osiągnięcie postawionych celów możliwe było poprzez przygotowanie systemu szkoleń. System szkoleń zawierał wiedzę na temat desekowań i rusztowań, ze szczególnym uwzględnieniem efektywności pracy i przepisów BHP. Dodatkowo projekt przyczynił się do poprawy mobilności personelu budowlanego, dzięki swojej międzynarodowej treści (prezentacja praktyk z krajów uczestniczących w projekcie) oraz wielojęzycznej formie (rys. 2). Przyczyniło się



Rys. 3. Poster projektu ARFAT w języku angielskim

to korzystnie w zakresie opanowania przez użytkowników słownictwa specyficznego dla desekowań i rusztowań. Promotorem projektu był Wydział Inżynierii Łądowej Politechniki Warszawskiej (www.il.pw.edu.pl), a partnerzy to: University of Valencia, Hiszpania (www.uv.es), Polskie Stowarzyszenie Menedżerów Budownictwa (www.psmb.pl), University of Valencia, Hiszpania (www.uv.es), Uniwersytet Techniczny w Darmstadt, Niemcy (www.tu-darmstadt.de), Fundación Laboral de la Construcción, Hiszpania (www.fundacionlaboral.org) oraz firma PERI, Polska (www.peri.com.pl). Szczegółowymi rezultatami intelektualnymi projektu są:

- O1: Potwierdzenie wyników nauczania,
- O2: System szkoleniowy ARFAT,
- O3: Podręcznik ARFAT (okładka pokazana na rys. 4),
- O4: Aplikacja ARFAT na urządzenia android OS i iOS,
- O5: Markery ARFAT AR,
- O6: Filmy instruktażowe ARFAT.

Rys. 4. Okładka podręcznika szkoleniowego opracowanego w ramach projektu ARFAT; wszystkie materiały z projektu ARFAT oraz jego rezultaty są dostępne dla wszystkich zainteresowanych, zgodnie z ideą Otwartych Zasobów Edukacyjnych



4. Projekt setAR

Projekt setAR – Szkolenie w zakresie bezpiecznego wykonywania robót ziemnych wspomaganie technologią rzeczywistości rozszerzonej (*Safe Earthworks Training with the use of Augmented Reality*) o numerze 2020-1-PL01-KA202-081555 jest realizowany w ramach Programu ERASMUS+ w okresie od 01.12.2020 do 30.11.2022 (rys. 5). Głównym celem projektu jest ograniczenie liczby wypadków występujących na placach budów w trakcie wykonywania robót ziemnych. Potrzeba realizacji projektu wynikała ze specyfiki wykonywania robót ziemnych, w tym m.in. obecności ciężkich maszyn budowlanych (koparki, spycharki, samochody samowypładowcze w urobkiem ziemnym), występujących przewyżeń w terenie oraz możliwości obsunięcia znacznych mas ziemnych. Ponadto, na podstawie wcześniej zrealizowanych projektów (ARFAT) z wykorzystaniem technologii rzeczywistości rozszerzonej, została potwierdzona przez grupy docelowe potrzeba dalszego wykorzystania tej technologii do szkoleń w budownictwie. Grupami docelowymi projektu są inżynierowie i technicy budowlani, pracownicy budowlani, operatorzy sprzętu budowlanego, uczelnie wyższe, technika oraz małe i średnie przedsiębiorstwa budowlane.



Rys. 5. Logo i QR kod projektu setAR

Projekt setAR przestrzega ram ET2020, opracowując aktualne kształcenie i szkolenie zawodowe, zapewniające dopasowanie rynku pracy do wymagań dotyczących umiejętności. Jest również zgodny z inicjatywą „edukacji otwierającej” poszerzającej dostęp do edukacji poprzez OER.

Rozwijanie umiejętności poprzez szkolenie setAR wspiera również polityki UE, takie jak „Komunikat z Burges”, „Kształcenie i szkolenie zawodowe na rzecz lepszego wzrostu umiejętności i zatrudnienia” oraz „Program na rzecz nowych umiejętności i zatrudnienia”.

Promotorem projektu jest Wydział Inżynierii Lądowej Politechniki Warszawskiej (www.il.pw.edu.pl), a partnerzy to: University of Valencia, Hiszpania (www.uv.es), Polskie Stowarzyszenie Menedżerów Budownictwa (www.psmb.pl), Uniwersytet Techniczny w Darmstadt, Niemcy (www.tu-darmstadt.de) oraz Fundación Laboral de la Construcción, Hiszpania (www.fundacionlaboral.org).

Szczegółowymi rezultatami intelektualnymi projektu są:

- O1: Potwierdzenie wyników nauczania,
- O2: System szkoleniowy setAR,
- O3: Podręcznik setAR,
- O4: Aplikacja setAR na urządzenia android OS i iOS,
- O5: Markery setAR AR,
- O6: Filmy instruktażowe setAR.

Szkolenie setAR będzie dostępne dla wszystkich zainteresowanych, a jego innowacyjna forma wpisuje się w wymagania ery digitalizacji.

5. Podsumowanie

Technologia rzeczywistości rozszerzonej stanowi przyszłość w zakresie szkoleń przy użyciu urządzeń mobilnych i komputerów. Wyniki ze zrealizowanego projektu ARFAT w Programie ERASMUS+ potwierdzają spełnienie oczekiwań użytkowników, którymi w tym przypadku są kadry inżynierskie, specjalizujące się w robotach budowlanych. Ponadto bardzo dobry odbiór wyników projektów przez grupy docelowe, tj. osoby związane z branżą budowlaną oraz instytucje zajmujące się kształceniem w tym obszarze i ich

dalsze oczekiwania kolejnych szkoleń, stanowią wyzwanie dla kolejnych i trwających obecnie projektów (ARSC i setAR). Zmieniające się okoliczności funkcjonowania branży budowlanej, w tym pandemia COVID-19 oraz wynikające z tego ograniczenia wpływają na coraz większe zapotrzebowanie na szkolenia w formule internetowej w sposób zdalny. Wydaje się, że okres po zakończeniu pandemii może w znaczący sposób wpłynąć na formułę prowadzenia nauczania. Ponadto, związana w branżą budowlaną praca w terenie, zwykle wiążąca się ze znaczną liczbą nadgodzin i ograniczoną mobilnością, będzie przyczyniać się do dalszego rozwoju takich narzędzi kształcenia. Zaznaczyć należy także pozytywny wpływ projektów w Programie ERASMUS+ na zacieśnianie współpracy pomiędzy instytucjami szkolnictwa wyższego i średniego oraz przedsiębiorstwami z sektora budownictwa.

BIBLIOGRAFIA

- [1] Foremny A., Nicał A., Building Information Modeling: stan obecny i kierunki rozwoju, *Autobusy: technika, eksploatacja, systemy transportowe* 14/2013, str. 1759–1766
- [2] Nowak P., Książek M., Draps M., Zawistowski J., (). Decision making with use of Building Information Modeling, *Procedia Engineering* 153/2016, str. 519–526
- [3] Böde K., Różycka A., Nowak P., Development of a Pragmatic IT Concept for a Construction Company, *Sustainability, Sustainability*, 12/2020
- [4] Książek M. V., Nowak P., Kivrak S., Rosłon J. H., Ustinovichius L., Computer-aided decision-making in construction project development, *Journal of Civil Engineering and Management* 21(2)2015
- [5] Ibadov N., Ecology of building solutions in the engineering of construction projects, *Arabian Journal of Geosciences*, tom 13, 13/2020, DOI:10.1007/s12517-020-05356-0
- [6] Książek M. V., Nicał A. K., Nowak P., Rosłon J., Europejskie podstawy nauczania menedżerów budowlanych, *Materiały Budowlane* 6/2016
- [7] Nicał A. K., Nowak P., Rosłon J., Innovations in Construction Personnel Education. MATEC Web of Conferences 86/2016
- [8] Nicał A. K., Książek M. V., Nowak P., Rosłon J., Foremny A. O., Distance Learning within Management in Construction – Polish, Norwegian and Icelandic Experiences in Blended Learning, *Procedia Engineering*, 2017
- [9] Rosłon J., Nowak P., Nicał A. K., Modern approach to education in construction industry, Gómez Chova L., López Martínez A., Candel Torres I. (red.), IATED Academy, *Edulearn Proceedings*, 2018
- [10] Nicał A. K., Rosłon J., Nowak P., Książek-Nowak M. V., New trends in construction education and training, Gómez Chova L., López Martínez A., Candel Torres I. (red.), IATED Academy, *Edulearn Proceedings*, 2018
- [11] Nicał A., Anysz H., The quality management in precast concrete production and delivery processes supported by association analysis, *International Journal of Environmental Science and Technology* 17(1)2020, str. 577–590
- [12] Frydrych M., Górka M., Laskowski-Słomianko A., Nowak P., Rosłon J., Dydaktyczne projekty ERASMUS+ realizowane na Wydziale Inżynierii Lądowej Politechniki Warszawskiej [w:] *Kwartalnik naukowo-gospodarczy Klastra COP 1/2020*

Serdecznie zapraszamy autorów do publikowania
w „Przeglądzie Budowlanym”

Za publikację w miesięczniku „Przegląd Budowlany” uzyskuje się 5 punktów