



DOI: 10.21005/pif.2023.56.B-04

EVALUATION OF USER EXPERIENCE AS A BASIS FOR THE DEVELOPMENT OF INNOVATIVE PEDAGOGY ON THE BIM E-LEARNING PLATFORM¹

BADANIA DOŚWIADCZEŃ UŻYTKOWNIKÓW JAKO PODSTAWA ROZWOJU INNOWACYJNEJ PEDAGOGIKI NA PLATFORMIE E-LEARNINGOWEJ BIM¹

Anetta Kępczyńska-Walczak

dr hab. inż. arch., prof. uczelni

Author's Orcid number: 0000-0003-4125-2012

Lodz University of Technology
Institute of Architecture and Urban Planning, Poland

ABSTRACT

This article presents the outcomes of the testing of the Clash Detection Module, which is part of an e-learning platform designed for BIM self-education of students in the AEC sector. This platform was created as part of the implementation of the BIMaHEAD EU-funded Project in 2021-2023. The author points to the validity of the chosen direction of developing new forms of learning addressed to the needs of Generation Z. This was confirmed by the user experience survey. The feedback collected from the students helped to develop solutions customised to the learners needs.

Key words: Building Information Modelling, BIM, Clash Detection, e-learning, micro credentials.

STRESZCZENIE

Artykuł prezentuje wyniki testowania Modułu Wykrywania Kolizji stanowiącego część platformy e-learningowej dedykowanej samokształceniu studentów w sektorze AEC z zakresu BIM. Platforma powstała w latach 2021-2023 w ramach projektu BIMaHEAD finansowanego ze środków UE. Autorka wskazuje na zasadność obranego kierunku rozwijania nowych form nauczania adresowanych do pokolenia Z. Potwierdziło to badanie doświadczenia użytkowników. Informacje zwrotne zebrane od studentów pomogły w opracowaniu rozwiązań dostosowanych do potrzeb osób uczących się.

Słowa kluczowe: modelowanie informacji o budynku, BIM, wykrywanie kolizji, e-learning, mikropoświadczenia.

¹ The article is a result of research conducted in the years 2021-2023 as part of the Project 2020-1-FR01-KA226-HE-095615 financed by the Erasmus+ Programme (Key Action: Cooperation for innovation and the exchange of good practices; Action Type: Partnerships for Digital Education Readiness).

Artykuł jest efektem badań przeprowadzonych w latach 2021-2023 w ramach Projektu 2020-1-FR01-KA226-HE-095615 finansowanego z Programu Erasmus+ (Akcja Kluczowa: Współpraca na rzecz innowacji i wymiany dobrych praktyk; Typ Akcji: Partnerstwa na rzecz gotowości do edukacji cyfrowej).

1. INTRODUCTION

The aim of the paper is to present the testing phase results being part of the outcomes of the BIMaHEAD² Project focused on building digital readiness in higher education institutions as well as supporting students in AEC related degrees to adjust to the new online education environment caused by the COVID-19 pandemic through integrating digital technologies with teaching and learning practices. The BIMaHEAD Project is multifaceted in nature so there is a variety of issues to present and discuss. Some of them have been already described in other publications (e.g.: Kepczynska-Walczak 2022, Lescop et al. 2023).

The idea for the project came from the ongoing discussion on the education of architects and the need to adapt university curricula in response to contemporary challenges, typical of the VUCA (volatility, uncertainty, complexity, ambiguity) times (Barber 1992). In this context, it should be stressed that education is the art of raising people for a certain purpose, where changes occur in knowledge, skills, attitudes, and values (Bayhan, Karaca 2020). What is more, the teaching process should be also compatible with changing student profiles. Thus, different educational needs among generations also should result in different educational models (Bates 2005). In the respect of architectural education, Salama (2016) argues that *there is increasing evidence that the gap between students, educational experiences, and the effectiveness of those experiences in implementing change in the built environment is growing greater and will possibly create even deeper chasms*. On the other hand, for many academics it is self-evident that higher education *involves preparing students in ways that will equip them to engage successfully with the world beyond university* (Spencer, Riddle and Knewstubb 2012). In this respect, the term “employability” is of crucial importance, as at its primary meaning it refers to *the development of a “combination” or “set of achievements” of skills, knowledge, understanding, and personal attributes that together make a graduate more likely to gain and remain in employment* (Blackmore et al. 2016, p.10).

In today’s rapidly changing academia, critical thinking and inquiry, creativity and innovation, research and investigation, collaboration and civic engagement, and environmental awareness and technical competence, are increasingly valued and are now being viewed as salient and integral qualities of contemporary design pedagogy (Salama 2016). In particular, the pace of change in communication and information technologies continues to accelerate, bringing with it opportunities and challenges in seemingly equal measure. The education should, therefore, keep up with new technologies, which opens potential innovations in teaching, learning, and research (Kepczynska-Walczak, Walczak 2003). It is of crucial importance in education of the “Instant Online” generation, who often experience individualization and isolation in real life where their virtual relationships may be stronger. What is more, their ability to communicate via virtual platforms is prone to lonelier, self-centred, and self-conscious lifestyles compared to previous generations. Therefore, the technology-oriented life of generation Z creates the demand for more interactive and technology-based education in architecture compared to the previous generations. (Bayhan, Karaca 2020). These phenomena have been reinforced by the COVID-19 pandemic and at the same time highlighted the necessity for the significant educational reform in architecture.

Building Information Modelling (BIM) is one of the key digital technologies used in the architectural, engineering, and construction (AEC) sector. It has been taking a lead role in the field of higher education in AEC domain (Wang et al. 2020). Academics or educators have the responsibility to update the AEC curriculum to provide students with the most recent digital skills and to foster their capacity for developing broader skills in the rapidly evolving environment, which is undergoing a radical and dynamic change toward raising efficiency in design and construction (Borkowski 2023). However, it is not only the content of the curriculum that counts, but also the form in which the information is provided.

The article focuses on the development of the open-access online platform created collectively by all partners of the BIMaHEAD Project from France, Germany, Sweden, North Macedonia and Poland. The platform is addressed to all interested in gaining practical knowledge and improving specialist

² BIMaHEAD - Building digital competencies of students and teachers in construction related degrees & increasing digital readiness of EU universities.

competences in the AEC sector, i.e. mainly students, architects, constructors and engineers related to the construction industry. BIMaHEAD Project partners developed five e-learning Modules on the following topics: (1) Form-finding in BIM based on environmental constraints; (2) BIM modelling; (3) Clash detection in BIM; (4) Cost estimation in BIM; (5) Calculation and energy assessment of the building in BIM. The team from the Lodz University of Technology was responsible for the Module focused on collision detection in BIM models, an extremely important stage in the design process, which should precede the construction phase.

2. METHODS AND PROJECT OUTLINE

The method adopted in designing the course Module meets the overall rules of Design Thinking, This is an iterative, non-linear process which focuses on a collaboration between designers and users. It brings innovative solutions to life based on how real users think, feel and behave. This human-centered design process consists of five core stages Empathize, Define, Ideate, Prototype and Test.

In this respect, the first phase of the project focused on an in-depth comparative analysis of selected 132 case studies of Building Information Modelling courses in a Higher Education sector in Europe. A great amount of data was collected, studied, and analysed. The benchmarking analyses were fundamental for understanding the state of the art in the area, defining gaps and deficiencies, and rethinking teaching and learning methodologies. The findings also revealed evident differences in curricula as well as in the roles and responsibilities of main actors in the AEC sector in European countries. Therefore, the study results allowed to specify prerequisites and outline a vision of an open-access online platform (Kępczyńska-Walczak 2022).



Fig. 1–2. The virtual environment for the BIM self-learning within the Clash Detection Module. Source: (BIMaHEAD 2023)

Ryc. 1–2. Wirtualne środowisko samokształcenia z zakresu BIM w ramach Modułu Wykrywania Kolidzji. Źródło: (BIMaHEAD 2023)

As it was mentioned above, the designed e-course was subdivided into five Modules. The team from the Lodz University of Technology was responsible for the Module on collision detection in BIM models. In response to the identified state-of-the-art and expectations of the “Instant Online” generation,

an interactive online Module was created, resembling a computer game in its structure (Fig. 1–2). The first user tests were conducted in December 2022. By collecting feedback from participants in the form of an online anonymous questionnaire adopting Likert scale (Likert 1932) and open questions at the end, and analysing the responses, the product was refined and tested again. For this purpose, a workshop was organized in March 2023, which provided an opportunity to experience the final effect in practice. The outcomes were integrated with modules developed by other project partners and made available online via the dedicated website (BIMaHEAD 2023).

3. RESULTS OF THE TESTING PHASE

The testing phase was one of the major milestones of the whole BIMaHEAD Project. Testing the product by users who had never seen it before was crucial for collecting genuine and accurate observations and reliable feedback from participants. It was predefined that each Module should be tested by at least 20 users. In fact, the Clash Detection Module was tested by 25 students that took part in the experiment at the same time. None of them had a prior knowledge in clash detection domain or specific software skills. All students were given the same time for the experiment. Additionally, at the end of the testing they were asked to fill an anonymous questionnaire that allowed for grading the experience and writing opinions.

3.1. Questionnaire description

From the product design and e-learning experience development perspectives, the questionnaire had a prominent value. That is why it had been designed and discussed in detail with other partners before the testing phase was launched, and adapted to each Module specifics. Here is the final shape of the questionnaire used for the Clash Detection Module:

Questionnaire instruction: You are going to be given a few statements about the Module you have completed. We want to know how much you agree or disagree with the statements.

Scale: I agree fully / I agree to some extent / I neither agree or disagree / I disagree to some extent / I disagree fully

In total, there were 21 questions or statements prepared, grouped as follows:

14 General questions (Q1_G1 – Q1_G14) – see Fig. 3 for details;

5 Module-specific questions (Q2_M15 – Q2_M19) – see Fig. 3 for details;

2 Open ended questions (Q3_O20 – Q3_O21). The open-ended questions were formulated as follows:

Q3_O20: Describe what could be improved with the Module: [non limited text];

Q3_O21: Describe what you think was the best with the Module: [non limited text].

3.2. The outcomes of the user experience evaluation

The overall outcomes of the user experience evaluation of the Clash Detection Module are shown in the Fig. 3. The numbers visible in the bars of the graphs indicate the number of students who selected a given answer. While the percentage distribution of responses is shown in Tab. 1. The detailed analysis of answers is given below.

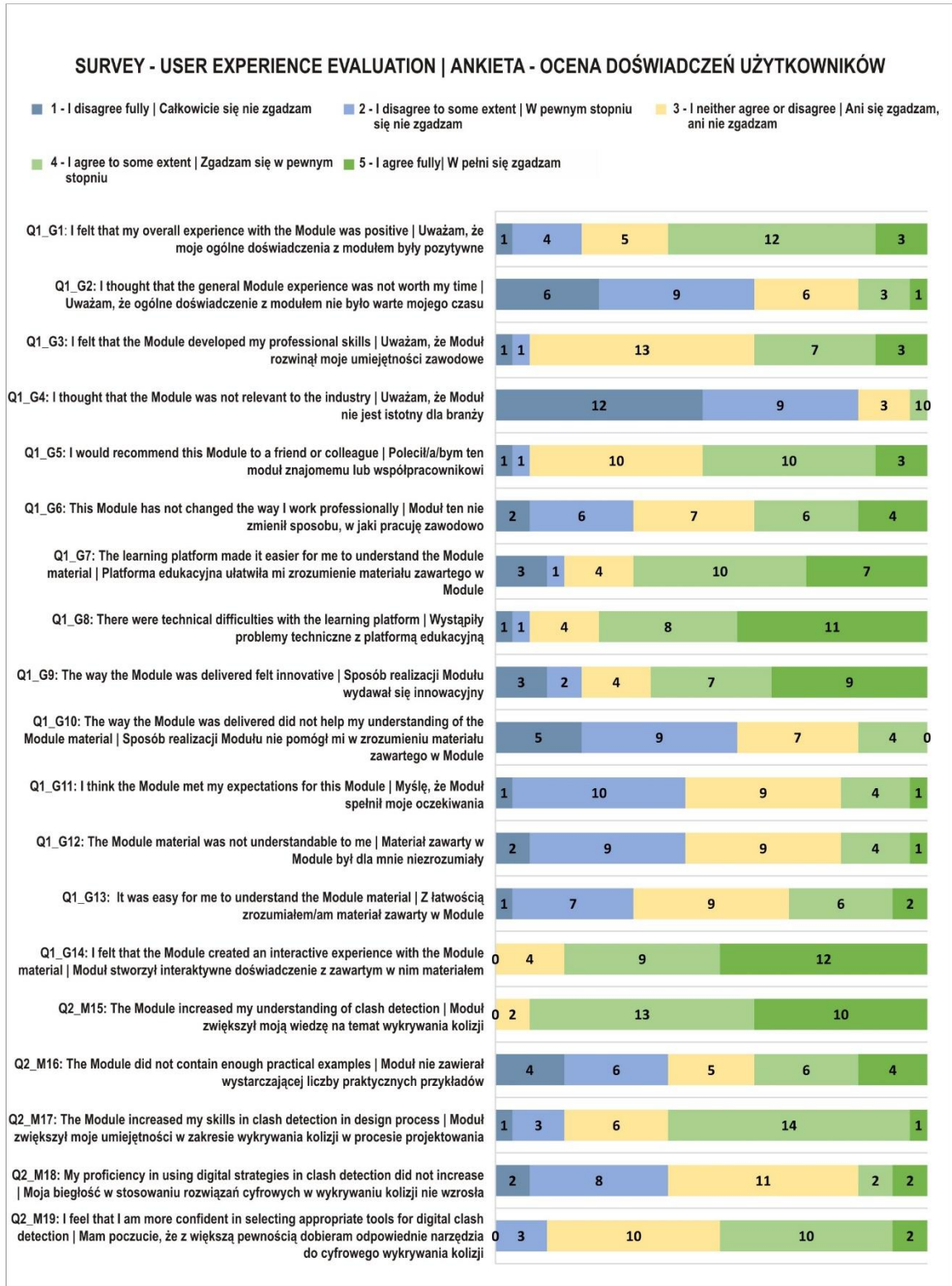


Fig. 3. Overall survey results of the User Experience Evaluation. Source: author (BIMaHEAD data)

Ryc. 3. Zbiorcze zestawienie wyników ankiety ewaluacji doświadczenia użytkownika. Źródło: opracowanie autorki (dane BIMaHEAD)

Tab. 1. Percentage distribution of responses in the User Experience Evaluation. Source: author (BIMaHEAD data)

Tab. 1. Procentowy rozkład odpowiedzi w ankiecie ewaluacji doświadczenia użytkownika. Źródło: opracowanie autorki (dane BIMaHEAD)

Question / Pytanie	Answers / Odpowiedzi				
	I agree fully / W pełni się zgadzam	I agree to some extent / Zgadzam się w pewnym stopniu	I neither agree or dis- agree / Ani się zga- dzam, ani nie zgadzam	I disagree to some extent / W pewnym stopniu się nie zga- dzam	I disagree fully / Całkowicie się nie zgadzam
Q1_G→1	12%	48%	20%	16%	4%
Q1_G→2	4%	12%	24%	36%	24%
Q1_G→3	12%	28%	52%	4%	4%
Q1_G→4	0%	4%	12%	36%	48%
Q1_G→5	40%	12%	40%	4%	4%
Q1_G→6	16%	24%	28%	24%	8%
Q1_G→7	28%	40%	16%	4%	12%
Q1_G→8	44%	32%	28%	4%	4%
Q1_G→9	36%	28%	16%	8%	12%
Q1_G→10	0%	16%	28%	36%	20%
Q1_G→11	4%	16%	36%	40%	4%
Q1_G→12	4%	16%	36%	36%	8%
Q1_G→13	8%	24%	36%	28%	4%
Q1_G→14	48%	36%	16%	0%	0%
Q2_M→15	40%	52%	8%	0%	0%
Q2_M→16	16%	24%	20%	24%	16%
Q2_M→17	4%	56%	24%	12%	4%
Q2_M→18	8%	8%	44%	32%	8%
Q2_M→19	8%	40%	40%	12%	0%

The majority of students considered their experience with the Module positive and disagreed with the statement that working at Module was a waste of their time. Only a few found the Module unhelpful in development of their professional skills. The vast majority disagreed with the statement that the Module was not relevant to the industry. Majority of the respondents would recommend the Module to a friend or colleague, most of them definitely. Most of the students agreed also with the opinion that the learning platform made it easier for them to understand the Module material. At the same time the vast majority of respondents indicated technical problems with the learning platform and considered the way of delivering the Module innovative. Furthermore, the overwhelming majority of students confirmed that the Module created an interactive experience with the Module material. Almost all students confirmed that the Module increased their understanding of clash detection. The majority also indicated that the Module to some extent had improved their skills in clash detection in the design process. A small minority definitely stated that the Module did not increase their proficiency in using digital strategies in clash detection. Almost half of the respondents felt that they were more confident in selecting appropriate tools for clash detection.

In the answers to the first open-ended question, students paid special attention to the problems with the surprising mechanics of movement in the spatial.io virtual space, some issues with handling the Solibri application, which they were unfamiliar with, as well as the way some multimedia materials

worked. They pointed out the need to supplement the text commands in the videos with voice comments, so that instructions appear in parallel. They would expect a more clear task list. In some interactive materials, students were not able to go back to parts they did not understand.

The answers to the second open-ended question contained praise for the idea of using the spatial.io virtual space, presenting 3D examples of collisions and tasks to be performed. The platform, although somehow distracting, made learning more attractive, introduced an element of fun and encouraged further exploration of the Module. Students compared learning in the Module to a video game. They pointed out that thanks to the Module they discovered new functionalities in the BIM software (ArchiCAD). They appreciated the theoretical part, which contained explanations of concepts. They also liked interactive, replayable videos, enriched with comments and questions because it kept learners focused. Students also found it sensible to start learning the Module with a knowledge pre-test. It appeared that the proposed option of obtaining a certificate upon completion of the course was welcome and much appreciated by students.

To sum up, participants delivered significant feedback that allowed to reflect upon user experience and to develop the Module, which after modifications was subject to further testing during a workshop aimed at presentation of the final product.

3.3. The final workshops

The workshop was organised at the Institute of Architecture and Urban Planning, Lodz University of Technology, and was addressed to all students studying in AEC area. It attracted over 70 participants. The workshop was intended to give an overview of the BIMaHEAD Project and provide hands-on learning experience with the aid of IT and exploration of the virtual world.

The first part of the workshop aimed at presenting the scope, process, and outcomes of the BIMaHEAD Project (Fig. 4). Besides, all five Modules' syllabuses were presented along with dedicated online platform for the course. Presentations concluded with a vibrant discussion. Participants were interested in the course, its availability for testing and learning out of the university infrastructure, and also the possibility of awarding certificates on successful completion of the BIMaHEAD course as well as particular Modules.



Fig. 4. A presentation of the BIMaHEAD Project during the workshop at TUL. Source: Bartosz Walczak

Ryc. 4. Prezentacja projektu BIMaHEAD podczas warsztatów na PŁ. Źródło: Bartosz Walczak



Fig. 5. The practical part of the BIMaHEAD workshop at TUL. Source: Michał Jarzyna

Ryc. 5. Część praktyczna warsztatów BIMaHEAD na PŁ. Źródło: Michał Jarzyna

During the second part of the workshop participants explored the Clash Detection Module in practice, at their own pace, with the assistance of BIMaHEAD TUL team when needed (Fig. 5.). The feedback was immense in terms of the way participants interacted with the Clash Detection Module. The most

engaging for them was to experiment learning process entirely designed in digital environment. Exploring examples of clashes in VR as well as interactive exercises were the most appreciated elements of the course.

4. DISCUSSION

4.1. Innovative pedagogy

The innovation of the Module was the use of self-study methods in the form of an online course based on active methods of learning that involve gamification and a unique way of user interaction with the course. This was the control of an animated character in a 3D world allowing the user to independently explore the pre-designed environment, analogous to various types of third-person perspective computer games. The knowledge of possible collisions in buildings was presented in the form of an interactive three-dimensional exhibition allowing the user to observe a problem from different views and, additionally, learn about it in the description. Links to further video tutorials were placed in the building and its surroundings. From observations made during the testing the Clash Detection Module, this explorative concept was very interesting and engaging for users.

4.2. Self-assessment knowledge achievement

The knowledge gained by studying provided materials on clash detection theory (named Book of Clashes) is checked in the form of an online test demanding answers in the form of closed-ended questions. Thanks to this, the system compares the answers with the template and the user is informed in real time about the correctness of the answers given and the possible need to repeat the theoretical part of the Module. The practical part includes tutorials in the form of interactive H5P videos. When an activity in the program is presented during the video, the video stops automatically and a task in the form of a closed-ended question appears on the screen. A user has to perform the task himself to answer the question. If the answer is correct, he can continue learning, and if the answer is wrong, the video is reversed, and the activity is presented again. As a result, it is not enough to just watch the video carefully, but a learner must also perform the activity. Only the correct answer lets the user through to further continue the Module.

4.3. Learning experience of the trainees

Learners are introduced to the theory of clash detection in an attractive computer game and interactive videos. For users, especially young ones, moving a character around the 3D world is a form well known from computer games. The Module can be completed at the user's own pace, which gives an added comfort. Apart from installing student free versions of the programs taught, the Module has no additional requirements, so it is affordable for users. The videos are narrated using text-box descriptions, so there is no need for speakers or headphones. Besides, those who like to listen to the music while learning, may appreciate this approach.

4.4. SWOT analysis

All the observations from the project implementation, user experience evaluation, and product testing were brought together and on this basis lessons were abstracted in the form of a SWOT analysis listed in Tab. 2.

4.5. Recommendations and guidelines for the future

Among the recommendation which could be formulated on the basis of the analysis of the project's outcomes in terms of continuous monitoring of the user experience, students should be given the opportunity not only to receive feedback on their work, but also to express their opinions on the course itself, which, despite the assumptions of time independence and independent use of the course, should be periodically reviewed by a dedicated "course supervisor" for possible improvements.

The final product - Clash Detection Module - can become a complement to the classes taught at the university. On the one hand, self-learning methods are then used, and on the other hand, a student has relatively easy access to a supervising teacher in case of doubt. Secondly, it can serve as an independent online offer, accessible globally. Besides, the interactive form of the Module as well as working in own pace and time are attractive to young people (Generation Z). The Clash Detection Module can also become training material introducing clash detection issues in industry.

Tab. 2. SWOT analysis of the Project results. Source: author (BIMaHEAD data)

Tab. 2. Analiza SWOT wyników projektu. Źródło: opracowanie autorki (dane BIMaHEAD)

Strengths / Mocne strony	Weaknesses / Słabe strony	Opportunities / Możliwości	Threats / Zagrożenia
explanation of important BIM issues / wyjaśnienie ważnych zagadnień BIM	questionable usefulness of the tutorials in a few years' time due to software changes / wątpliwa przydatność tutoriali za kilka lat ze względu na zmianę oprogramowania	development of the Module to explain additional clash detection programs / rozwój Modułu objaśniającego dodatkowe programy do wykrywania kolizji	non-self-reliant performance of tasks / niesamodzielne wykonywanie zadań
self-learning method / metoda samokształcenia	the need for computer equipment and a good internet connection / zapotrzebowanie na sprzęt komputerowy i dobre łącze internetowe /	expansion of the virtual world / ekspansja wirtualnego świata	the possibility of getting stuck on one task while not asking questions / możliwość utknięcia w jednym zadaniu, nie zadając pytań
Innovative interface / Innowacyjny interfejs			evolution of the software, especially the software interface, which may create differences between video tutorials and current clash-detection software version / ewolucja oprogramowania, a zwłaszcza interfejsu, co może powodować różnice pomiędzy samouczkami wideo a aktualnymi wersjami oprogramowania do wykrywania kolizji
user activity required / wymagana aktywność użytkownika			
no need for teacher involvement / brak konieczności zaangażowania nauczyciela			

5. FINAL CONCLUSIONS

The outbreak of the COVID-19 pandemic has caused a growing interest in various teaching models to be implemented in architectural studies around the world. This was also reflected in the works of Polish researchers (Kurek 2021). The pandemic situation was also an important starting point for the experiments carried out by the BIMaHEAD project. However, it seems that the digitization of the teaching process and solutions enabling self-education and asynchronous work are not only a response to the times of quarantine and social distance, but also a solution to the needs of Generation Z. Without doubt, the use of UX methods helped significantly in the process of designing a tailor-

made e-learning platform. Young people who spend a lot of time on the Internet and play computer games can easily find their way in the educational module created especially for this purpose. Enthusiastic reactions during the workshops as well as the feedback gathered through the questionnaires confirmed that this is a very effective and engaging form of learning.

The evolution of education towards a model based on microcredentials is also important. In the case of the architectural environment, there is a need for continuous further education to maintain competitiveness in the AEC industry (Barełkowski 2022).

To sum up, it seems that online self-learning platforms will become an indispensable element of the education process. It is therefore worth testing products and design them in a way they are customised and tailored to the learners needs.

ACKNOWLEDGEMENTS

The results presented in this paper are part of the BIMaHEAD Project that received funding from the European Union under the Strategic Partnerships Erasmus+ Programme. The author of this paper would like to acknowledge the BIMaHEAD Team at TUL as well as students of the Faculty of Civil Engineering, Architecture and Environmental Engineering for active engagement in the testing phase. The publication reflects only the researchers' view, and the European Commission is not responsible for any use that may be made of the information it contains.

BADANIA DOŚWIADCZEŃ UŻYTKOWNIKÓW JAKO PODSTAWA ROZWOJU INNOWACYJNEJ PEDAGOGIKI NA PLATFORMIE E-LEARNINGOWEJ BIM

1. WSTĘP

Celem artykułu jest przedstawienie wyników fazy testowej będącej częścią rezultatów projektu BIMaHEAD, który koncentruje się na budowaniu gotowości cyfrowej w instytucjach szkolnictwa wyższego, a także wspieraniu studentów kierunków związanych z AEC w dostosowaniu się do nowego środowiska edukacji online spowodowanego pandemią COVID-19 poprzez integrację technologii cyfrowych z praktykami nauczania i uczenia się. Projekt BIMaHEAD ma charakter wieloaspektowy, więc istnieje wiele kwestii wartych przedstawienia i omówienia. Niektóre z nich zostały już opisane w innych publikacjach (m.in.: Kepczynska-Walczak 2022, Lescop et al. 2023).

Pomysł na projekt zrodził się z toczącej się dyskusji na temat kształcenia architektów i potrzeby dostosowania programów nauczania w szkolnictwie wyższym w odpowiedzi na współczesne wyzwania, typowe dla czasów VUCA (volatility, uncertainty, complexity, ambiguity) (Barber 1992). W tym kontekście należy podkreślić, że edukacja jest sztuką wychowywania ludzi w określonym celu, w którym zachodzą zmiany w wiedzy, umiejętnościach, postawach i wartościach (Bayhan, Karaca 2020). Co więcej, proces nauczania powinien być również zgodny ze zmieniającymi się profilami studentów. W związku z tym różne potrzeby edukacyjne różnych pokoleń powinny również skutkować różnymi modelami edukacyjnymi (Bates 2005). W odniesieniu do edukacji architektonicznej Salama (2016) twierdzi, że *istnieje coraz więcej dowodów na to, że przepaść między studentami, doświadczeniami edukacyjnymi i skutecznością tych doświadczeń we wdrażaniu zmian w środowisku zbudowanym jest coraz większa i prawdopodobnie stworzy jeszcze głębsze przepaści*. Z drugiej strony, dla wielu naukowców oczywiste jest, że szkolnictwo wyższe *obejmuje przygotowanie studentów w sposób, który pozwoli im skutecznie angażować się w świat poza uczelnią* (Spencer, Riddle i Knewstubb

2012). Pod tym względem termin "zatrudnialność" ma kluczowe znaczenie, ponieważ w swoim podstawowym znaczeniu odnosi się do *rozwoju "kombinacji" lub "zestawu osiągnięć" umiejętności, wiedzy, zrozumienia i cech osobistych, które razem sprawiają, że absolwent ma większe szanse na zdobycie i utrzymanie zatrudnienia* (Blackmore et al. 2016, s.10).

W dzisiejszym szybko zmieniającym się środowisku akademickim krytyczne myślenie i dociekanie, kreatywność i innowacyjność, ponowne badania i dochodzenia, współpraca i zaangażowanie obywatelskie oraz świadomość ekologiczna i kompetencje techniczne są coraz bardziej cenione i są obecnie postrzegane jako istotne i integralne cechy pedagogiki współczesnego projektowania (Salama 2016). W szczególności tempo zmian w technologiach komunikacyjnych i informacyjnych nadal przyspiesza, przynosząc ze sobą możliwości i wyzwania w pozornie równym stopniu. Edukacja powinna zatem nadążać za nowymi technologiami, co otwiera potencjalną innowacyjność w nauczaniu, uczeniu się i badaniach (Kępczyńska-Walczak, Walczak 2003). Ma to kluczowe znaczenie w edukacji pokolenia "Instant Online", które często doświadcza indywidualizacji i izolacji w prawdziwym życiu, podczas gdy wirtualne relacje mogą być silniejsze. Co więcej, podatność tego pokolenia do komunikowania się za pośrednictwem platform wirtualnych wpływa na bardziej samotny, egocentryczny i świadomy siebie styl życia w porównaniu z poprzednimi pokoleniami. Dlatego też zorientowane na technologię życie pokolenia Z stwarza zapotrzebowanie na bardziej interaktywną i opartą na technologii edukację w dziedzinie architektury w porównaniu z poprzednimi pokoleniami. (Bayhan, Karaca 2020). Zjawiska te zostały wzmocnione przez pandemię COVID-19, a jednocześnie zwróciły uwagę na konieczność przeprowadzenia znaczącej reformy edukacyjnej w architekturze.

Modelowanie informacji o budynku (BIM) jest jedną z kluczowych technologii cyfrowych wykorzystywanych w sektorze architektonicznym, inżynieryjnym i budowlanym (AEC). Odgrywa ona wiodącą rolę w szkolnictwie wyższym w obszarze AEC (Wang et al. 2020). Nauczyciele akademicy lub edukatorzy są odpowiedzialni za aktualizację programu nauczania AEC, aby zapewnić studentom poznanie najnowszych umiejętności cyfrowych i wspierać ich zdolność do rozwijania szerszych umiejętności w szybko ewoluującym środowisku, które przechodzi radykalną i dynamiczną zmianę w kierunku zwiększenia wydajności projektowania i budowy (Borkowski 2023). Liczy się jednak nie tylko treść programu nauczania, ale także forma, w jakiej informacje są przekazywane.

Artykuł koncentruje się na rozwoju otwartej platformy internetowej stworzonej wspólnie przez wszystkich partnerów projektu BIMaHEAD z Francji, Niemiec, Szwecji, Macedonii Północnej i Polski. Platforma skierowana jest do wszystkich zainteresowanych zdobywaniem praktycznej wiedzy i doskonaleniem specjalistycznych kompetencji w sektorze AEC, tj. głównie studentów, architektów, konstruktorów i inżynierów związanych z branżą budowlaną. Partnerzy projektu BIMaHEAD opracowali pięć następujących tematycznych Modułów e-learningowych: (1) Poszukiwanie formy w BIM w oparciu o ograniczenia środowiskowe; (2) Modelowanie BIM; (3) Wykrywanie kolizji w BIM; (4) Kosztorysowanie w BIM; (5) Kalkulacja i ocena energetyczna budynku w BIM. Zespół z Politechniki Łódzkiej był odpowiedzialny za Moduł 3, skupiający się na wykrywaniu kolizji w modelach BIM, niezwykle ważnym etapie w procesie projektowania, który powinien poprzedzać fazę budowy.

2. METODYKA I OPIS PROJEKTU

Metoda przyjęta przy projektowaniu Modułu kursu spełnia zasady Design Thinking. Jest to iteracyjny, nieliniowy proces, który koncentruje się na współpracy między projektantami i użytkownikami. Wprowadza innowacyjne rozwiązania w życie w oparciu o to, jak myślą, czują i zachowują się prawdziwi użytkownicy. Ten skoncentrowany na człowieku proces projektowania składa się z pięciu podstawowych etapów: empatii, definiowania, tworzenia pomysłów, prototypowania i testowania.

W związku z tym pierwsza faza projektu skupiała się na dogłębnej analizie porównawczej wybranych 132 studiów przypadków kursów modelowania informacji o budynku w sektorze szkolnictwa wyższego w Europie. Zebrano, zbadano i przeanalizowano ogromną ilość danych. Analizy porównawcze miały fundamentalne znaczenie dla zrozumienia stanu wiedzy w tej dziedzinie, zdefiniowania luk i braków oraz ponownego przemyślenia metodologii nauczania i uczenia się. Wyniki analiz ujawniły również wyraźne różnice w programach nauczania, a także w rolach i obowiązkach głównych podmiotów w sektorze AEC w krajach europejskich. W związku z tym wyniki badania pozwoliły określić

warunki wstępne i nakreślić wizję ogólnodostępnej platformy internetowej (Kępczyńska-Walczak 2022).

Jak wspomniano powyżej, zaprojektowany e-kurs został podzielony na pięć Modułów. Zespół z Politechniki Łódzkiej był odpowiedzialny za Moduł dotyczący wykrywania kolizji w modelach BIM. W odpowiedzi na zidentyfikowany stan wiedzy i oczekiwania pokolenia "Instant Online" powstał interaktywny Moduł online, przypominający swoją strukturą grę komputerową (Ryc. 1-2). Pierwsze testy z udziałem użytkowników przeprowadzono w grudniu 2022 roku. Zbierając informacje zwrotne od uczestników w formie anonimowego kwestionariusza online, w którym zastosowano skalę Likerta (Likert 1932) i pytania otwarte na końcu, oraz analizując odpowiedzi, produkt został udoskonolony i ponownie przetestowany. W tym celu w marcu 2023 r. zorganizowano warsztaty, które były okazją do sprawdzenia efektu końcowego w praktyce. Wyniki zostały zintegrowane z Modułami opracowanymi przez innych partnerów projektu i udostępnione online za pośrednictwem dedykowanej strony internetowej (BIMaHEAD 2023).

3. WYNIKI TESTOWANIA

Faza testowania była jednym z najważniejszych etapów całego projektu BIMaHEAD. Testowanie produktu przez użytkowników, którzy nigdy wcześniej go nie widzieli, było kluczowe dla zebrania autentycznych i precyzyjnych obserwacji oraz wiarygodnych informacji zwrotnych od uczestników. Wstępnie ustalono, że każdy Moduł powinien zostać przetestowany przez co najmniej 20 użytkowników. W rzeczywistości Moduł wykrywania kolizji został przetestowany przez 25 studentów, którzy wzięli udział w eksperymencie w tym samym czasie. Żaden z nich nie posiadał wcześniejszej wiedzy w dziedzinie wykrywania kolizji ani konkretnych umiejętności w zakresie oprogramowania. Wszyscy studenci mieli ten sam czas na eksperymentalne testowanie. Dodatkowo, pod koniec testów zostali poproszeni o wypełnienie anonimowej ankiety, która miała na celu ocenę doświadczenia i napisanie opinii.

3.1. Opis ankiety

Z punktu widzenia rozwoju projektowania produktu i doświadczenia e-learningowego, kwestionariusz miał istotną wartość. Dlatego też został on zaprojektowany i szczegółowo omówiony z innymi partnerami przed rozpoczęciem fazy testowania i dostosowany do specyfiki każdego Modułu. Oto ostateczny zakres ankiety wykorzystanej w Module wykrywania kolizji:

Instrukcja: Otrzymasz kilkanaście stwierdzeń dotyczących ukończonego przez Ciebie Modułu. Chcemy dowiedzieć się, w jakim stopniu zgadzasz się lub nie zgadzasz z tymi stwierdzeniami.

Skala oceny: W pełni się z tym zgadzam / Zgadzam się w pewnym stopniu / Ani się zgadzam, ani się nie zgadzam / W pewnym stopniu się z tym nie zgadzam / Całkowicie się z tym nie zgadzam

W sumie przygotowano 21 pytań lub stwierdzeń, pogrupowanych w następujący sposób:

14 pytań ogólnych (Q1_G1 - Q1_G14) – szczegółowy opis na Ryc. 3;

5 pytań specyficznych dla Modułu (Q2_M15 - Q2_M19) - szczegółowy opis na Ryc. 3;

2 pytania otwarte (Q3_O20 - Q3_O21). Pytania otwarte zostały sformułowane w następujący sposób:

Q3_O20: Opisz, co można poprawić w Module: [tekst nieograniczony];

Q3_O21: Opisz, co Twoim zdaniem było najlepsze w Module: [tekst nieograniczony].

3.2. Wyniki ewaluacji doświadczeń użytkowników

Ogólne wyniki oceny doświadczenia użytkownika dla Modułu wykrywania kolizji przedstawiono na Ryc. 3. Liczby widoczne na paskach wykresów wskazują liczbę studentów, którzy wybrali daną odpowiedź. Procentowy rozkład odpowiedzi przedstawiono w Tab. 1. Szczegółowa analiza odpowiedzi znajduje się poniżej.

Większość studentów uznała swoje doświadczenia z pracy w Module za pozytywne i nie zgodziła się ze stwierdzeniem, że praca w Module była stratą czasu. Tylko nieliczni uznali Moduł za nieprzydatny dla rozwoju ich umiejętności zawodowych. Zdecydowana większość nie zgodziła się ze stwierdzeniem, że Moduł nie był istotny dla branży. Większość respondentów poleciłaby Moduł znajomym lub współpracownikom, w tym większość z nich zdecydowanie. Większość studentów zgodziła się również z opinią, że platforma edukacyjna ułatwiła im zrozumienie materiału Modułu. Jednocześnie zdecydowana większość respondentów wskazała na problemy techniczne z platformą edukacyjną, ale też uznała sposób realizacji Modułu za innowacyjny. Co więcej, zdecydowana większość studentów potwierdziła, że Moduł wytworzył interaktywne doświadczenie z zasobem Modułu. Prawie wszyscy studenci potwierdzili, że Moduł zwiększył ich zrozumienie wykrywania kolizji. Większość wskazała również, że Moduł w pewnym stopniu poprawił ich umiejętności wykrywania kolizji w procesie projektowania. Niewielka mniejszość zdecydowanie stwierdziła, że Moduł nie zwiększył ich biegłości w stosowaniu strategii cyfrowych w wykrywaniu kolizji. Prawie połowa respondentów uznała, że są bardziej pewni siebie w wyborze odpowiednich narzędzi do wykrywania kolizji.

W odpowiedziach na pierwsze pytanie otwarte uczestnicy zwracali szczególną uwagę na problemy z zaskakującą mechaniką poruszania się w wirtualnej przestrzeni *spatial.io*, pewne kwestie związane z obsługą aplikacji *Solibri*, której nie znali, a także sposób działania niektórych materiałów multimedialnych. Zwrócili uwagę na potrzebę uzupełnienia poleceń tekstowych w filmach komentarzami głosowymi, aby równolegle pojawiały się instrukcje. Oczekiwali by bardziej przejrzystej listy zadań. Ponadto w niektórych materiałach interaktywnych nie byli w stanie wrócić do fragmentów, których nie rozumieli.

Odpowiedzi na drugie pytanie otwarte zawierały pochwały dla pomysłu wykorzystania wirtualnej przestrzeni *spatial.io*, prezentującej trójwymiarowe przykłady kolizji i zadań do wykonania. Platforma, choć w pewien sposób rozpraszała, uatrakcyjniła naukę, wprowadziła element zabawy i zachęcała do dalszej eksploracji Modułu. Uczniowie porównywali naukę w Module do gry wideo. Wskazali, że dzięki Modułowi odkryli nowe funkcjonalności w oprogramowaniu BIM (ArchiCAD). Docenili część teoretyczną, która zawierała wyjaśnienia pojęć. Podobały im się również interaktywne, powtarzalne filmy, wzbogacone o komentarze i pytania, ponieważ utrzymywały koncentrację uczących się. Studenci uznali również za rozsądne rozpoczęcie nauki Modułu od wstępnego testu wiedzy. Okazało się, że zaproponowana opcja uzyskania certyfikatu po ukończeniu kursu była pożądana i bardzo doceniona przez studentów.

Podsumowując, uczestnicy dostarczyli istotnych informacji zwrotnych, które pozwoliły na refleksję nad doświadczeniami użytkowników i na dopracowanie Modułu, który po modyfikacjach został poddany dalszym testom podczas warsztatów mających na celu prezentację produktu końcowego.

3.3. Warsztaty końcowe

Warsztaty zostały zorganizowane w Instytucie Architektury i Urbanistyki Politechniki Łódzkiej i były skierowane do wszystkich studentów studiujących w obszarze AEC. Przyciągnęły one ponad 70 uczestników. Warsztaty miały na celu prezentację całościowego zarysu projektu BIMaHEAD, a także praktyczne doświadczenie uczenia się przy udziale technologii informatycznych i eksploracji wirtualnego świata.

Pierwsza część warsztatów miała na celu przedstawienie zakresu, procesu i wyników Projektu BIMaHEAD (Ryc. 4). Ponadto zaprezentowane zostały sylabusy wszystkich pięciu Modułów oraz dedykowana platforma internetowa zaprojektowana dla kursu. Prezentacje zakończyły się ożywioną dyskusją. Uczestnicy byli zainteresowani kursem, jego dostępnością do testowania i uczenia się poza infrastrukturą uczelni, a także możliwością przyznawania certyfikatów po pomyślnym ukończeniu kursu BIMaHEAD oraz poszczególnych Modułów.

Podczas drugiej części warsztatów uczestnicy eksperymentowali z Modułem wykrywania kolizji w praktyce, we własnym tempie, z pomocą zespołu BIMaHEAD PŁ w razie potrzeby (Ryc. 5). Informacje zwrotne były ogromne pod względem sposobu, w jaki uczestnicy wchodzili w interakcję z Modułem wykrywania kolizji. Najbardziej angażujące było dla nich eksperymentowanie z procesem

uczenia się w całości zaprojektowanym w środowisku cyfrowym. Odkrywanie przykładów kolizji w VR, a także interaktywne ćwiczenia były najbardziej docenianymi elementami kursu.

4. DYSKUSJA

4.1. Innowacyjna pedagogika

Innowacyjność Modułu polegała na wykorzystaniu metod samokształcenia w formie kursu online opartego na aktywnych metodach nauki obejmujących grywalizację i unikalny sposób interakcji użytkownika z zasobem kursu. Polegał on na sterowaniu animowaną postacią w trójwymiarowym świecie, pozwalając użytkownikowi na samodzielną eksplorację wcześniej zaprojektowanego środowiska, analogicznie do różnego rodzaju gier komputerowych z perspektywy trzeciej osoby. Wiedza o możliwych kolizjach w budynkach została przedstawiona w formie interaktywnej trójwymiarowej wystawy, pozwalającej użytkownikowi obserwować problem z różnych perspektyw i dodatkowo zapoznać się z jego opisem. Linki do dalszych samouczków wideo zostały umieszczone w budynku i jego otoczeniu. Z obserwacji poczynionych podczas testowania Modułu wykrywania kolizji wynika, że ta koncepcja eksploracyjna była bardzo interesująca i angażująca dla użytkowników.

4.2. Samoocena osiągnięcia wiedzy

Wiedza zdobyta dzięki zapoznaniu się z udostępnionymi materiałami dotyczącymi teorii wykrywania kolizji (nazwanymi Book of Clashes) jest sprawdzana poprzez test online skonstruowany w formie pytań zamkniętych. Dzięki temu system porównuje odpowiedzi z szablonem, a użytkownik w czasie rzeczywistym informowany jest o poprawności udzielonych odpowiedzi i ewentualnej konieczności powtórzenia części teoretycznej Modułu. Część praktyczna obejmuje samouczki w formie interaktywnych filmów H5P. Gdy podczas filmu prezentowana jest aktywność w programie, film zatrzymuje się automatycznie, a na ekranie pojawia się zadanie w formie pytania zamkniętego. Użytkownik musi samodzielnie wykonać zadanie, aby odpowiedzieć na pytanie. Jeśli odpowiedź jest poprawna, może kontynuować naukę, a jeśli odpowiedź jest błędna, wideo jest cofane, a aktywność jest prezentowana ponownie. W rezultacie nie wystarczy po prostu uważnie obejrzeć wideo, ale uczący się musi również wykonać ćwiczenie. Tylko poprawna odpowiedź pozwala użytkownikowi przejść do dalszej części Modułu.

4.3. Doświadczenie edukacyjne uczestników

Uczestnicy zapoznają się z teorią wykrywania kolizji poprzez atrakcyjną grę komputerową i interaktywne filmy. Dla użytkowników, zwłaszcza młodych, poruszanie się postacią po świecie 3D jest formą dobrze znaną z gier komputerowych. Moduł można ukończyć we własnym tempie, etapami, co daje dodatkowy komfort. Poza instalacją darmowych wersji studenckich nauczanych programów, Moduł nie ma żadnych dodatkowych wymagań, więc jest przystępny finansowo dla użytkowników. Narracja filmów odbywa się za pomocą opisów w polach tekstowych, więc nie ma potrzeby korzystania z głośników lub słuchawek. Poza tym ci, którzy lubią słuchać muzyki podczas nauki, mogą docenić to podejście.

4.4. Analizy SWOT

Wszystkie obserwacje z realizacji projektu, jak również oceny doświadczeń użytkowników i testowania produktu, zostały zebrane i na tej podstawie wyciągnięto wnioski w formie analizy SWOT, którą przedstawia Tab. 2.

4.5. Zalecenia i wytyczne na przyszłość

Wśród rekomendacji, które można sformułować na podstawie analizy wyników projektu w zakresie stałego monitorowania doświadczeń użytkowników, studenci powinni mieć możliwość nie tylko otrzymywania informacji zwrotnych na temat swojej pracy, ale także wyrażania opinii na temat samego kursu, który, mimo założeń niezależności czasowej i samodzielności korzystania z kursu, powinien być okresowo weryfikowany przez dedykowanego "opiekuna kursu" pod kątem możliwych ulepszeń.

Produkt końcowy - Moduł wykrywania kolizji - może stać się uzupełnieniem zajęć prowadzonych na uczelni. Z jednej strony wykorzystywane są wówczas metody samokształcenia, a z drugiej student ma stosunkowo łatwy dostęp do nadzorującego nauczyciela w razie wątpliwości. Po drugie, może służyć jako niezależna oferta online, dostępna globalnie. Ponadto, interaktywna forma Modułu oraz praca we własnym tempie i czasie są atrakcyjne dla młodych ludzi (Pokolenie Z). Moduł wykrywania kolizji może również stać się materiałem szkoleniowym wprowadzającym zagadnienia wykrywania kolizji w przemyśle.

5. WNIOSKI KOŃCOWE

Wybuch pandemii COVID-19 spowodował wzrost zainteresowania różnymi modelami nauczania wdrażanymi na studiach architektonicznych na całym świecie. Znalazło to również odzwierciedlenie w pracach polskich badaczy (Kurek 2021). Sytuacja pandemiczna była również ważnym punktem wyjścia dla eksperymentów prowadzonych w ramach projektu BIMaHEAD. Wydaje się jednak, że cyfryzacja procesu nauczania oraz rozwiązania umożliwiające samokształcenie i pracę asynchroniczną są nie tylko odpowiedzią na czasy kwarantanny i dystansu społecznego, ale także odpowiedzią na potrzeby Pokolenia Z. Bez wątplenia wykorzystanie metod UX znacząco pomogło w procesie projektowania platformy e-learningowej skrojonej na miarę. Młodzi ludzie, którzy spędzają dużo czasu w Internecie i grają w gry komputerowe, z łatwością odnajdą się w specjalnie stworzonym Module edukacyjnym. Entuzjastyczne reakcje podczas warsztatów, a także informacje zwrotne zebrane w ankietach potwierdziły, że jest to bardzo skuteczna i angażująca forma nauki.

Ważna jest również ewolucja edukacji w kierunku modelu opartego na mikrokwalifikacjach. W przypadku środowiska architektonicznego istnieje potrzeba ciągłego dokształcania się w celu utrzymania konkurencyjności w branży AEC (Barełkowski 2022).

Podsumowując, wydaje się, że internetowe platformy samokształceniowe staną się nieodzownym elementem procesu edukacji. Warto zatem testować produkty i projektować je w taki sposób, aby były spersonalizowane i dostosowane do potrzeb uczących się.

PODZIĘKOWANIA

Wyniki przedstawione w niniejszym artykule są częścią Projektu BIMaHEAD, który otrzymał dofinansowanie z Unii Europejskiej w ramach programu Partnerstwa Strategiczne Erasmus+. Autorka niniejszego artykułu chciałaby podziękować zespołowi BIMaHEAD na Politechnice Łódzkiej, a także studentom Wydziału Budownictwa, Architektury i Inżynierii Środowiska za aktywne zaangażowanie w fazę testowania. Publikacja odzwierciedla jedynie poglądy badaczy, a Komisja Europejska nie ponosi odpowiedzialności za jakiegokolwiek wykorzystanie zawartych w niej informacji.

BIBLIOGRAPHY

- Barber, H.F. (1992) 'Developing Strategic Leadership: The US Army War College Experience', *Journal of Management Development*, 11(6), pp.4–12. doi.org/10.1108/02621719210018208
- Bates, A.T. (2005) *Technology, e-learning and distance education*. Routledge: Psychology Press.
- Bayhan, H.G., Karaca, E. (2020) 'Technological innovation in architecture and engineering education – an investigation on three generations from Turkey', *International Journal of Educational Technology in Higher Education*, 17(33). doi.org/10.1186/s41239-020-00207-0
- Barełkowski, R. (2022) 'Design, design process and architect's position'. *Space & Form | Przestrzeń i Forma* no 50, pp.35-54. Doi 10.21005/pif.2022.50.A-02
- BIMaHEAD (2023) [online] <https://www.bimahead.eu/> (Accessed: 20-10-2023).
- Blackmore P., Bulaitis Z.H., Jackman, A.H. & Tan, E. (2016) *Employability in Higher Education: A review of practice and strategies around the world*, University of Exeter.
- Borkowski, A.S. (2023) 'Experiential learning in the context of BIM', *STEM Education*, 3(3), pp.190–204, doi.org/10.3934/steme.2023012

- Kepczynska-Walczak, A. (2022) 'Prerequisites for building an innovative online platform supporting BIM implementation in higher education'. *Architecture, Civil Engineering, Environment*, 3, pp.43–47. doi.org/10.2478/ACEE-2022-0029.
- Kepczynska-Walczak, A., Walczak, B.M. (2003) 'A Holistic Approach towards Teaching Architectural Conservation'. In A. Choutrajank (Ed.), *CAADRIA 2003: Proceedings of the 8th International Conference on Computer Aided Architectural Design Research in Asia*, Bangkok. doi.org/10.52842/conf.caa-dria.2003.411.
- Kurek, J. (2021) 'Architectural teaching technical subjects during a pandemic'. *Space & Form | Przestrzeń i Forma* no 45, pp. 25–38. Doi 10.21005/pif.2021.45.B-02
- Lescop, L., Dahlgrün, B. & Kępczyńska-Walczak, A. (2023) 'BIMaHEAD on the search of a social BIM'. In A. Kreutzberg (Ed.), *Envisioning Architectural Scales in the Analogue and Virtual Representation of Architecture: Proceedings of the 16th EAEA conference*, Copenhagen. doi.org/10.60558/eaea16-2023-106.
- Likert, R. (1932). 'A technique for the measurement of attitudes'. *Archives of Psychology*, 140, pp.5–55.
- Salama, A.M. (2016) *Spatial Design Education: New Directions for Pedagogy in Architecture and Beyond*, Routledge.
- Spencer, D., Riddle M. & Knewstubb, B. (2012) 'Curriculum Mapping to Embed Graduate Capabilities'. *Higher Education Research & Development*, 31(2), pp.217–231. doi.org/10.1080/07294360.2011.554387
- Wang, L., Huang, M., Zhang, X., Jin, R. & Yang, T. (2020) 'Review of BIM Adoption in the Higher Education of AEC Disciplines', *Journal of Civil Engineering Education*, 146(3), pp.1–6, doi.org/10.1061/(asce)ei.2643-9115.0000018

AUTHOR'S NOTE

Professor and Head of Digital Technologies in Architecture and Urban Planning Department at Lodz University of Technology in Poland. She obtained PhD at the University of Strathclyde, Glasgow UK, awarded by the Polish Minister of Infrastructure. Habilitation 2014. Director Commissioner at the National Heritage Board of Poland (NHB) for the implementation of the National Heritage Database, and a Representative of the NHB and the Ministry of Culture and National Heritage in the Council for the Implementation of INSPIRE Directive in Poland. Responsible for CARARE, European ICT-PSP project. In years 2021-2023 BIMaHEAD European Project Coordinator at Lodz University of Technology. Polish Language BIM Dictionary Team Leader. eCAADe Vice President, EAEA past President.

O AUTORZE

Profesor i kierownik Zakładu Technologii Cyfrowych w Architekturze i Urbanistyce na Politechnice Łódzkiej. Doktorat na University of Strathclyde, Glasgow UK, nagrodzony przez polskiego Ministra Infrastruktury. Habilitacja 2014. Pełnomocnik Dyrektora Narodowego Instytutu Dziedzictwa (NID) ds. wdrożenia Krajowej Bazy Danych o Zabytkach, przedstawiciel NID i Ministerstwa Kultury i Dziedzictwa Narodowego w Radzie ds. wdrożenia dyrektywy INSPIRE w Polsce. Odpowiedzialna za CARARE, europejski projekt ICT-PSP. W latach 2021-2023 koordynator europejskiego projektu BIMaHEAD na Politechnice Łódzkiej. Lider zespołu ds. polskiego słownika BIM. Wiceprezydent eCAADe, były prezydent EAEA.

Contact | Kontakt: anetta@p.lodz.pl