

Edukacja BIM – czego uczyć i jak uczyć studentów

BIM education – what to teach and how to teach students

dr inż. Andrzej Szymon Borkowski (ORCID: 0000-0002-7013-670X), Wydział Geodezji i Kartografii, Politechnika Warszawska

DOI 10.5604/01.3001.0053.6991

Streszczenie: BIM jest różnie pojmowany i rozumiany w zależności od zawodu i branży. Jako technologia, proces lub metodologia staje się codziennością w pracy wielu inżynierów, którzy mają do czynienia z przestrzenią. W formalnym procesie edukacji na studiach stacjonarnych, niestacjonarnych, podyplomowych czy doktorskich kształcą się setki tysięcy obecnych i przyszłych przedstawicieli szeroko rozumianej branży budowlanej (AECOO), która odpowiada mniej więcej za 1/10 polskiego PKB. Na różnych kierunkach studiów przekazuje się wiedzę związaną z BIM. W wielu publikacjach pojawia się temat BIM-u w edukacji. Skupiają one jednak swoją uwagę na tym – CZEGO uczyć. To niewątpliwie bardzo ważne, aczkolwiek często zapomina się JAK ważny jest sposób przekazywania tej wiedzy.

W artykule dokonano głębokiego przeglądu literatury pod kątem treści nauczania teorii i praktyki BIM oraz sposobów ich przekazywania. Celem pracy jest synteza najnowszych trendów w dydaktyce BIM oraz zaprezentowanie najnowszych metod i technik uczenia na podstawie doświadczenia. Przedstawione w pracy dobre praktyki mogą zostać wykorzystane przez szerokie spektrum dydaktyków: nauczycieli akademickich, trenerów czy BIM menadżerów.

Dotychczasowa forma monologicznych wykładów musi zostać porzucona na rzecz interaktywnych wykładów formułujących problemy. Z kolei laboratoria czy projekty powinny stać się miejscem rozwiązywania problemów i przekraczania ograniczeń, które stawia nam dotychczasowa dojrzałość BIM. Prowadzący powinien tworzyć przyjazną przestrzeń uczenia się, która w połączeniu z umiejętną facylitacją będzie prowadziła do kreatywnego tworzenia koncepcji, odkrywania czy przełamywania istniejących dogmatów.

Słowa kluczowe: edukacja inżynierów, BIM, modelowanie informacji o budynku, studenci, tematyka zajęć dydaktycznych, formuła zajęć dydaktycznych.

Abstract: BIM is conceived and understood differently depending on the profession and industry. As a technology, process or methodology, it is becoming an everyday part of the work of many engineers who deal with space. Hundreds of thousands of current and future representatives of the broadly defined construction industry (AECOO), which accounts for roughly 1/10 of Poland's GDP, are educated in the formal education process in full-time, part-time, postgraduate or doctoral programmes. BIM-related knowledge is imparted in various fields of study. Many publications mention the topic of BIM in education. However, they focus their attention on – WHAT to teach. This is undoubtedly very important, yet it is often forgotten HOW important it is to convey this knowledge.

This paper undertook an in-depth literature review of the content of teaching BIM theory and practice and the ways in which it is taught. The aim of the paper was to synthesise the latest trends in BIM didactics and present the latest methods and techniques for experiential learning. The good practices presented in the paper can be used by a wide spectrum of didacticians: university teachers, trainers or BIM managers.

The previous form of monologue lectures must be abandoned in favour of interactive problem-formulating lectures. Labs or projects, on the other hand, should become a place for problem-solving and pushing the limits of BIM maturity to date. The presenter should create a friendly learning space which, combined with skilful facilitation, will lead to creative concept formation, discovery or breaking through existing dogmas.

Keywords: engineering education, BIM, building information modelling, students, teaching topics, teaching formula.

1. Wprowadzenie

Literatura BIM (Modelowanie Informacji o Budynku) skupia swoją uwagę na tym, czego uczyć. Pojawiają się nowe zawody związane z BIM, które wymuszają naukę konkretnych umiejętności. Programy na studiach nafaszerowane są nazwami znanych aplikacji BIM, a mimo to studenci nie potrafią obsługiwać w dobrym stopniu poznawanego oprogramowania. Pracodawcy narzekają nie tylko na braki kompetencyjne w projektowaniu, ale też w umiejętnościach cyfrowych. Za dużą część tego problemu odpowiadają nauczyciele – dydaktycy i wychowawcy. Nie sposób tych dwóch funkcji

oddzielić od siebie, zwłaszcza w kształceniu elitarnym studentów, gdzie kontakt na linii mistrz-uczeń powinien być oparty na szczerej i pełnej szacunku relacji. W języku angielskim funkcjonuje dobre pojęcie łączące obie funkcje – facylitacja (ang. *facilitate*). W Polsce facylitator kojarzy się z osobą, która stoi z boku procesu. Niezależnie od definiowania osoby prowadzącej zajęcia – nauczyciel, dydaktyk, facylitator, mentor, trener itd. – osoba ta, może, a nawet powinna łączyć funkcję osoby przekazującej wiedzę i umiejętności, z osobą kształtującą postawy. Nauczyciele akademicy zapominają, że są dla studentów wzorami do naśladowania – prezentują im wartości, charakter, uczciwość i autentyczność.

2. Edukacja BIM

Uczenie się jest najważniejszym procesem ludzkiego przystosowania. Mieszczą się w nim inne, bardziej ograniczone pojęcia adaptacyjne, takie jak metoda naukowa, procesy twórcze, rozwiązywanie problemów, podejmowanie decyzji czy zmiana nastawienia [1]. Uczenie kojarzy się ze szkołą czy uczelnią – z miejscem przekazywania wiedzy. Transfer wiedzy następuje od prowadzących do studentów. Takie podejście jednak ogranicza jednych i drugich. Kiedy nauczyciel „uczy”, to zwykle ten transfer odbywa się w jedną stronę. Kiedy student „uczy się” podczas zajęć, transfer jest obustronny, z korzyścią dla obu stron. Jednostronny transferowy model edukacji wydaje się nie słabnąć, mimo wielu badań i studiów przypadków, że tzw. „koncepcja bankowa” (wszechwiedzący nauczyciel przekazuje studentom fragment wiedzy dziedzinowej) czy „model pruski” (oddani, posłuszni i ławni do zastąpienia uczniowie słuchają jedynego słusznego autorytetu) nie działają. W rezultacie nadal większość studentów siedzi nieruchomo godzinami po godzinie, dzień po dniu, tydzień po tygodniu, rok po roku i oczekuje się od nich odbierania wiedzy, a następnie powtarzania i odtwarzania. Jakubowski zaznacza, że nauczyciel powinien tworzyć tzw. sytuację edukacyjną, w której ludzie się uczą, a nie są uczeni. Uczą się, czyli doświadczają i opracowują to doświadczenie na poziomie emocjonalnym i poznawczym. Są podmiotami i jednocześnie twórcami własnej aktywności. Największe znaczenie w tworzeniu sytuacji edukacyjnej ma osoba nauczyciela. To, kim jest, w jakie relacje wchodzi, co potrafi i co wie, nadaje sytuacji edukacyjnej podstawowy wyraz. Dlatego edukacja jest sztuką, a prawdziwy nauczyciel twórcą, w najgłębszym tego słowa znaczeniu [2].

Badania mózgu dowodzą, że cztery podstawowe funkcje związane z uczeniem się to: odczuwanie, zapamiętywanie, teoretyzowanie i działanie. Mózg jest przede wszystkim stworzony do rozwiązywania problemów [3]. Z kolei w dydaktyce zbyt dużo czasu i uwagi poświęca się zapamiętywaniu, a potem odtwarzaniu tego, co zapamiętane. Nauczyciele przedmiotów związanych z BIM, mają zwykle dużo szerszy kontekst związany z BIM, stąd wydaje im się, że student musi wiedzieć „to i to”. Na wczesnym etapie uczenia się nowej dziedziny student styka się zazwyczaj z dużą liczbą nowych dla niego faktów. Informacje te są często dla niego pojęciowo wyizolowane, ponieważ o ile ekspert lub nauczyciel może postrzegać je jako element struktury schematycznej, o tyle student najprawdopodobniej nie będzie automatycznie dostrzegał tego typu wzajemnych powiązań. Informacje przyswajane na wczesnym etapie nauki są raczej konkretne niż abstrakcyjne i wiążą się z konkretnym kontekstem. Aby student mógł zrozumieć przedstawiane pojęcie, ważne jest, aby doświadczył go w konkretnych sytuacjach. Przykładem w BIM mogą być pojęcia: dane i informacje. Kiedy prowadzący pokaże

zastosowania na konkretnych przykładach w modelu BIM student szybko zrozumie obie definicje i dostrzeże różnicę pomiędzy wymienionymi pojęciami.

W prowadzeniu zajęć nauczyciele skupiają się na konkretnym doświadczeniu, które rzadko kończy się refleksją, eksperymentowaniem czy konceptualizacją. Nauczyciele zapominają, że są dla studentów wzorami do naśladowania – prezentują im wartości, przekonania i postawy. Tym samym celem artykułu było wyekstrahowanie najlepszych znanych metodyk uczenia się, wskazanie kluczowych narzędzi i technik uczenia się oraz ich zaprezentowanie w kontekście nauczania BIM. W głębokim studium literaturowym więcej miejsca poświęcono aspektowi uczenia się, niż treściom dydaktycznym, które będą ulegać ciągłym zmianom, wraz z dalszą ewolucją BIM.

3. Treści dydaktyczne

Słynne stwierdzenie Kurta Lewina, że nie ma nic bardziej praktycznego niż dobra teoria, ponieważ nie istnieje czysta, wolna od teoretycznych uwarunkowań „praktyka” [4], w świecie BIM powinno mocno wybrzmieć. Praktycy BIM w swojej codziennej pospiesznej pracy, zapominają, że teoria porządkuje, pozwala tworzyć i odkrywać nowe. Ciągłe śledzenie zmieniającego się rynku umożliwiłoby zachowanie przewagi konkurencyjnej, którą od dwóch dekad daje BIM. Praktyk powinien, a nawet musi adaptować najnowsze rozwiązania technologiczne, które zwiększają jego efektywność i produktywność. Z kolei teoretycy, choćby nauczyciele akademicki, nie konfrontując swoich teorii z praktyką nie nadążają za trendami i nie posiadają szerszego kontekstu. Bo dane pojęcie nabiera znaczenia i wartości właśnie poprzez swój związek z bezpośrednim, subiektywnym doświadczeniem. Uczelnie preferują często abstrakcyjny i logiczny biegun dialektyki poznawania, a mało uwagi poświęcają subiektywnym doświadczeniom studentów. Nawet jeśli ćwiczenia czy projekty mają charakter praktyczny, często opierają się na przekazaniu konkretnych materiałów czy wykonaniu studium przypadku, które kończy się pewnym wynikiem i często jedynym słusznym komentarzem prowadzącego.

Znany od wielu lat [5] model Wiedza-Umiejętności-Postawy (ang. *Knowledge, Skills, Attitude, KSA*) w BIM będzie obejmował różne zagadnienia w zależności od zawodu i branży. Stan wiedzy BIM dynamicznie się zmienia i za 5 lat, wymienione tu zagadnienia zapewne ulegną znaczącym transformacjom. Definicje i koncepcje ciągle ulegają zmianom. Wystarczy spojrzeć, ile w literaturze jest definicji BIM. Podobnie jest w przypadku umiejętności. Dziś umiejętność modelowania czy współpracy branżowej to podstawa pracy tzw. BIM modelera. Natomiast pojawiają się już aplikacje oparte na sztucznej inteligencji (ang. *Artificial Intelligence*), które na podstawie rysunków 2D potrafią budować modele 3D. Tym samym, nauczyciel ciągle musi śledzić

trendy w zakresie wiedzy – umiejętności, aby przekazywać możliwie najnowsze know-how i jednocześnie wspomagać studentów w kształtowaniu ich postaw. W dużym badaniu ilościowym po analizie słów kluczowych zidentyfikowano kilka trendów badawczych, takich jak potrzeba włączenia BIM na poziomie programu poprzez rozszerzenie z pojedynczego kursu, np. geodezja ilościowa, na integrację BIM z innymi technologiami cyfrowymi np. dronem [6]. Inne szerokie badanie literatury wyróżnia sześć kategorii koncepcyjnych, w które pogrupowano wysiłki edukatorów i badaczy BIM:

- identyfikacja potrzeb BIM w nauczaniu wyższym,
- identyfikacja niezbędnych zestawów umiejętności BIM dla edukacji BIM,
- rozwój ram edukacyjnych BIM,
- rozwój programów nauczania BIM,
- eksperymentowanie z kursami BIM oraz
- rozwój strategii w celu przezwyciężenia problemów edukacyjnych BIM [7].

Wymienione kategorie koncepcyjne będą inne dla architekta, konstruktora, geodety czy zarządzającego obiektem. Ważne jest, by władze wydziałów i koordynatorzy kierunków studiów regularnie dokonywali przeglądu potrzeb pracodawców, analizowali sylwetki absolwentów i podejmowali bieżące decyzje dotyczące przedmiotów, specjalności, kursów itd. [8].

Podczas ćwiczeń czy projektów warto dbać o niehomogeniczne grupy oraz o możliwie jak największą różnorodność i inkluzywność. Wiele badań dowodzi, że takie grupy notują lepsze wskaźniki rezultatu niż ich homogeniczne odpowiedniki [9]. Jeśli edukator przekazuje treści na podstawie instrukcji, powinien ją przekazać studentowi dopiero po zakończeniu zajęć. Zbyt wczesne przekazanie instrukcji czy nagrań może na starcie osłabić motywację dalszego uczenia się. Wymagania pracodawców w zakresie wiedzy i umiejętności będą ulegały dalszym zmianom. Jednakże postawy, które są wymagane od potencjalnych pracowników zapewne pozostaną takie same: asertywność, samoświadomość, uważność itd. Nauczyciel jednocześnie powinien zachęcać swoich studentów do czytania książek i ciągłego uczenia się. W kształceniu BIM listę literatury mogą otwierać znane pozycje, takie jak praca [10] czy [11]. Podręczniki tutoringowe do nauki oprogramowania pomogą studentom dobrze opanować narzędzia, nawet jeśli czas zajęć uniemożliwił przekazanie wszystkich umiejętności. Oprócz przedstawienia wszystkich pozycji na pierwszych zajęciach czy umieszczeniu ich w sylabusie, dobrą praktyką jest przyniesienie ich na zajęcia. Czytanie książek o BIM może być nawet ważniejsze od refleksji nad osobistym doświadczeniem, ponieważ poszerza możliwości i perspektywy. Wiedza z drugiej ręki jest bardziej uogólniona i może wykraczać poza to, co znane z doświadczenia. Miarą edukacji jest stopień, w jakim pozwala ona wszystkim ludziom dotrzeć do obiektywnej zawartości

myśli, do systemów teoretycznych, zagadnień i idei, których implikacje jeszcze nie są znane [12]. Studenci powinni mieć wpływ na literaturę przedmiotu. Jeśli w toku zajęć czy doksztalcania się poza nimi, student zauważy ciekawą pozycję bibliograficzną, powinien zostać zachęcony przez prowadzącego do podzielenia się swoim osobistym doświadczeniem. Jeśli oboje uznają, że warto wprowadzić pozycję do sylabusu, to warto to zrobić. Nauczyciel może wysyłać studentom linki lub pdf-y artykułów naukowych do przeczytania dla chętnych. Taka fakultatywność bardzo często działa proaktywnie, kiedy student wie, że ma prawo do uczenia się, a nie jest do uczenia zmuszany.

Student powinien być motywowany do wchodzenia na coraz wyższe poziomy zaawansowania, aż po antycypowany neotypyczny poziom, który może prowadzić do ekstatycznej satysfakcji. Jeśli student zostanie odpowiednio zainteresowany tematem, będzie drążył dalej i eksplorował frapujące go wątki. W wyniku refleksji, późniejszego tworzenia i odkrywania może wpaść w tzw. spiralę uczenia się, która będzie go prowadzić coraz głębiej i głębiej. Z czasem być może będzie podważał dogmaty, które wcześniej miał wpajane, nawet przez wybitnych i inspirujących nauczycieli. Aby uczenie się mogło zachodzić na wyższych poziomach, wiedza, którą nabył student musi być umieszczona w ponadindywidualnym repozytorium, aby inni mogli mieć do niej dostęp. Stąd warto zachęcać studentów do publikowania swoich wyników prac czy badań. Koncepcje i prace projektowe mogą swobodnie stać się artykułem popularnonaukowym zaprezentowanym na portalach branżowych, a ciekawe wyniki badań mogą zostać opublikowane w czasopiśmie naukowym. Prestiż czasopisma w tym wypadku nie ma znaczenia, chodzi o pokazanie studentowi, że ma możliwość tworzenia i dawania wartości innym.

4. Uczenie na podstawie doświadczenia

Piaget zauważył, że dzieci konstruują swój kognitywny świat poprzez dwa odrębne, ale jednocześnie nierozzerwalne powiązane procesy adaptacyjne: akomodację i asymilację [13]. Asymilacja zachodzi wówczas, gdy nowe doświadczenie zostaje włączone do uprzednio posiadanej wiedzy. Akomodacja zachodzi, kiedy dana jednostka strukturalnie dostosowuje się do nowo uzyskanych informacji. Bardzo często zachodzą one jednocześnie, bądź bezpośrednio po sobie. Asymilacja w BIM często dotyczy uzyskanych umiejętności np. w obsłudze oprogramowania. Akomodacja z kolei może prowadzić do zmiany zachowania w przypadku np. odkrycia nowej koncepcji czy reguły działania. Niezależnie od okoliczności człowiek nabywa nową wiedzę lub umiejętności jednocześnie kształtując swoje postawy. Prowadzi to do rozwoju, który nie ma końca.

Uczenie na podstawie doświadczenia, często nazwane cyklem Kolba, bazuje na dwóch dialektycznie powiązanych

trybach uchwytowania doświadczeń: Konkretnym Doświadczeniu i Abstrakcyjnej Konceptualizacji oraz dwóch skorelowanych trybach przekształcania doświadczeń: Refleksyjnej Obserwacji i Aktywnym Eksperymentowaniu. Wykorzystanie wszystkich trybów, budowanie i rozwiązywanie pomiędzy nimi napięć, powoduje rozwój uczących się [1]. Bandura z kolei twierdzi, że proces uczenia się może zachodzić również poprzez zwykłe obserwowanie. Zachodzi ono w czterech krokach:

- skierowanie uwagi na obserwowane zachowanie,
- zapamiętanie tego zachowania,
- umiejętność powtórzenia, samodzielnego zachowania,
- motywacja do tego, żeby zachowanie powtarzać [14].

Student podczas wykładów BIM często obserwuje, jak zachodzi dany proces np. współpracy interesariuszy i być może powtórzy go w przyszłości, o ile zajdzie taka potrzeba. Do przećwiczenia wybranego procesu można zachęcić wysyłając film instruktażowy czy „manual” prezentujący krok po kroku dane zagadnienie. Nie wszystkie tematy na zajęciach da się omówić, te czasochłonne lub wykraczające poza program można zasygnalizować i zachęcić do samodzielnego przestudiowania.

Łącząc nasze doświadczenia, jako bogatsze istoty ludzkie, wchodzimy w nowe doświadczenie, ponownie dajemy samych siebie i zawsze poprzez dawanie wznosimy się ponad swoje dawne ja. Najtrudniej jest zapisać doświadczenia w pamięci długotrwałej, ale jeśli to się uda, mogą być bez trudu odtwarzane podczas bieżących wyzwań czy planowanych działań. Nauczyciel powinien stanowić swego rodzaju „rusztowanie” dla studenta. Strategia rusztowania zasadniczo polega na tym, że edukator kontroluje te elementy zadania, które początkowo przekraczają możliwości studenta, pozwalając mu tym skupić się na tych częściach, które leżą w jego zakresie kompetencji. Z powodzeniem zrealizowane zadanie generuje chęć jego kontynuowania lub wyznaczania sobie kolejnych celów [15]. W BIM fragment zajęć może zostać poświęcony modelowaniu konkretnej konstrukcji, a następnie należy zasygnalizować, że w przypadku innej konstrukcji wymagane będą większe kompetencje. Taka sugestia zachęca do dalszego eksplorowania zagadnienia.

4.1. Przyjazna przestrzeń uczenia się

Efektywny proces uczenia się może zachodzić jedynie w przyjaznej przestrzeni. David Kolb w swoich publikacjach wymienia czynniki mające wpływ na tworzenie tzw. przyjaznej przestrzeni uczenia się: miejsce, stan psychologiczny uczniów, relacja prowadzący-uczeń, warunki instytucjonalne czy ograniczenia czasowe. Wśród wymiarów przestrzeni uczenia się wymienia: wymiar psychologiczny, społeczny, instytucjonalny, kulturalny i fizyczny. Na każdy wymiar nauczyciel ma wpływ – mniejszy lub większy. Tak jak na ograniczenia czasowe czy standardy wyposażenia sali może mieć mniejszy wpływ, tak na relację, która powstaje pomiędzy nim a studentem ma ogromny. W nauczaniu

BIM nauczyciel buduje swój autorytet nie tylko w oparciu o szeroką, wykraczającą poza pewne ramy, wiedzę, ale też poprzez swoją uprzejmość czy autentyczność.

Podstawowymi warunkami stworzenia przyjaznej przestrzeni uczenia się są: bezpieczeństwo psychologiczne, istotny cel oraz wzajemny szacunek [1]. W bezpieczeństwie psychologicznym student musi być pewien, że ma prawo do nauki, ma prawo wygłaszać swoje zdanie, zmieniać je i wyrażać emocje. W bezpieczeństwie psychologicznym nie chodzi o bycie miłym czy obniżanie standardów. Wręcz przeciwnie chodzi o uznanie, że wysoka wydajność wymaga otwartości, elastyczności i współzależności, które mogą być rozwijane tylko w bezpiecznym środowisku. Bezwarunkowy szacunek, który prowadzący powinien wyrażać od pierwszego spotkania, buduje atmosferę zaufania i rozwija możliwości współpracy. W pracy nauczyciela korzystnie jest witać studentów z grzecznością i z uwagą poświęconą każdemu z osobna. Najprostszym sposobem okazania studentom zainteresowania jest znajomość ich imion i używanie ich podczas zajęć. Rogers zaznacza, że okazywanie wszystkim bezwarunkowego szacunku jest ekstremalnie trudne, ale pozostaje kluczowe dla propagowania pozytywnych zmian i rozwoju [16]. Nie chodzi tu o tolerancję, czyli przyzwolenie czy cierpliwe znoszenie, chodzi o akceptację każdego takim jakim jest. Niestety duża część nauczycieli stosuje zamiast tego szacunek warunkowy, okazywany wtedy, gdy student spełnia oczekiwania lub osiąga znakomite wyniki. Warunkowy szacunek zachęca studentów do pokazywania tylko najkorzystniejszego oblicza przy jednoczesnym ukrywaniu słabości i błędów. Natomiast szacunek powinien być okazywany zawsze i wszędzie niezależnie od okoliczności. Budowana, np. w krajach skandynawskich, tzw. kultura uczenia się na błędach pokazuje, że każdy ma prawo błędy popełniać, ważne by wyciągać na ich podstawie wnioski i poprawiać działanie czy postępowanie.

Istotny cel zajęć powoduje chęć poznawania i uczenia nowych rzeczy. Edukator powinien wyznaczać wysokie standardy i stawiać ambitne cele nauczania. Jednak w ostatecznym rozrachunku to uczeń musi zdecydować się na podjęcie wyzwania. Nie można go do tego zmusić. BIM-em łatwo zainteresować, ponieważ zalet i korzyści wynikających z jego stosowania jest wiele. Trudniej będzie przekonać studenta, że to dobra droga rozwoju, zwłaszcza że w BIM jest wiele ograniczeń, podobnie jak zagrożeń i wynikających z nich ryzyk. Cele edukacyjne postawione przez nauczyciela powinny być jasne, jawne, ambitne i powinny wykraczać poza uczenie się tylko szczegółów danego przedmiotu. Na pewno jednym z celów jest przekazanie zgromadzonej wiedzy dziedzinowej (np. projektowanie architektoniczne w BIM), ale takim celem może być też formułowanie problemów, które aktualnie w danej tematyce występują. Takie sygnalizowanie ważnych problemów umożliwi rozwijanie umiejętności dogłębnego dociekania i doskonalenia zdolności rozumowania.

Nauczyciel może wyznaczyć sobie również cele wspierające, takie jak np. budowanie i podtrzymywanie motywacji ucznia się czy utrzymywanie optymalnego poziomu energii w grupie [17].

4.2. Świadomy trening

Chen, Darst i Pangrazi opracowali skalę zainteresowania sytuacyjnego, która identyfikuje 5 wymiarów: nowość, wyzwanie, chęć eksploracji, natychmiastową przyjemność i egzekwowanie uwagi [18]. W nauczaniu BIM często stosuje się tzw. tutoring czy metodę 3P (powiedz, pokaż, przećwicz) do nauki obsługi oprogramowania projektowego. Dobrze prowadzony tego typu trening może zaspokajać pierwszy z wymienionych wymiarów: nowość. Z reguły studenci entuzjastycznie przyjmują treści i z chęcią powtarzają czynności, bo wiedzą, że to konkretne umiejętności. Taki proces nazywany jest świadomym treningiem. Natomiast by zaszczepić w studencie chęć dalszej eksploracji tematu, trzeba postawić przed nim wyzwanie. Może to być praca domowa. Ważne, żeby była pracą dla chętnych – fakultatywną. Zmuszając do eksplorowania tematu, który nie zainteresował studenta, może zostać on jedynie zniechęcony do postawionego problemu. Obecnie istnieją już poważne opracowania badaczy z Danii, Wielkiej Brytanii i USA, które dowodzą, że obowiązkowe prace domowe są kontraproduktywne i hamują postępy w nauce, zamiast je wspierać [19]. Natomiast w przypadku zadania takiej fakultatywnej pracy domowej dobrze jest od razu wyznaczyć nagrodę np. plus za aktywność. W edukacji nie powinno stosować się minusów ani innych form karania za brak aktywności, ponieważ może on wynikać z różnych, nieznanych nawet nauczycielowi przyczyn. Jeżeli student podejmie wyzwanie i zmierzy się z nim, bardzo możliwe, że uda się zachować jego uwagę i postawić przed nim kolejne być może trudniejsze wyzwania.

Rozwijanie u studentów zdolności intelektualnych powinno bazować na problemach ustrukturyzowanych jak i nieustrukturyzowanych [20]. Problemy ustrukturyzowane mogą być opisane ze znaczną dokładnością i pewnością, a eksperci zgodzą się co do ich rozwiązania. Takie zadania w BIM łatwo sformułować wskazując na wybrany aspekt modelowania (projektowanie instalacji) czy analizowania (analiza przesłania) danej inwestycji. Problemy nieustrukturyzowane nie mogą być opisane w taki sposób, a eksperci będą się spierać co do sposobu ich rozwiązywania. W BIM przykładem może być integracja z systemami GIS, która jest rozważana na różnych poziomach (aplikacyjnym czy bazodanowym) i w różnych wymiarach (2D, 3D). W przypadku problemów nieustrukturyzowanych celem jest nauczenie się jak konstruować racjonalne rozwiązania i bronić ich. Podczas projektów czy ćwiczeń warto używać ustrukturyzowanej dyskusji w niewielkich grupach, by stworzyć studentom przestrzeń eksplorowania własnych i cudzych idei.

Ciekawym narzędziem stosowanym przez Kolba i jego uczniów jest tzw. odwrócona lekcja. To lekcja, w której nauczyciel

zamienia się w ucznia, a uczeń w nauczyciela. Przed taką odwróconą lekcją nauczyciel sugeruje, jaki będzie temat kolejnych zajęć i zaznacza, że to studenci muszą dany temat opanować i pokazać nauczycielowi jak wykonać daną czynność prawidłowo. W BIM może to być wybrany aspekt pracy projektanta, np. przygotowanie arkusza z konkretnym elementem dokumentacji do wydruku. Studenci przygotowując się do odwróconej lekcji, eksplorują dane zagadnienie i próbują sprostać wyzwaniu. To, czy im się uda zrobić to dobrze, ma drugorzędne znaczenie. Liczy się sama aktywność twórcza i być może chwilowa refleksja, że uczenie z perspektywy nauczyciela wcale nie jest takie proste.

4.3. Uczenie poprzez rozmowę

Im prawdziwsza rozmowa, tym mniej jej prowadzenie zależy od uczestników. Prawdziwa rozmowa może prowadzić do uczenia się obu stron – nauczyciela i studenta. W rozmowie często włączane są: refleksja i logika. To powoduje dyskurs, który przekształca się w aktywizm. Obie strony chcą działać. Bez rozmowy, prowadząc monolog, np. podczas wykładu, pozbywamy się możliwości uczenia się jako prowadzący. Nieaktywizowanym studentom coraz trudniej zachować uważność. Owszem wykład w dużej części zawsze pozostanie w dominującej części polem działania edukatora, ale choćby zadawanie refleksyjnych, trudnych pytań, może całkowicie zmienić przebieg procesu uczenia się. Prosta technika wprowadzająca 5-sekundową pauzę po zadaniu pytania może znacząco zwiększyć interaktywność, w porównaniu do przerwy 1-sekundowej [21]. Najlepszymi refleksyjnymi pytaniami będą takie, na które nie ma dobrej, jednoznacznej odpowiedzi np. „Czy BIM jest technologią, procesem czy metodyką?”.

Zarówno podczas wykładów, jak i zajęć ćwiczeniowych czy projektowych można zainicjować tzw. głębokie uczenie (ang. *deep learning*), które jest przeciwieństwem tzw. uczenia powierzchniowego (ang. *surface learning*). Głębokie uczenie może powstać tylko w czasie burzliwych dyskusji i następującej po niej refleksji. Podczas dyskusji grupowych warto czasami odpuścić kontrolę i pozwolić studentom samodzielnie wybierać temat i kierunek rozmów. W takich przypadkach często okazuje się, że wybierają mądrze i z sensem.

5. Dyskusja

Najgłębszą samorealizacją jest znalezienie własnej drogi polegającej na nieustannym uczeniu się [2]. I w tym kierunku powinien zmierzać student, z pomocą świadomego nauczyciela. Edukator budując przyjazną przestrzeń uczenia się, ułatwia sobie stosowanie różnych narzędzi i technik dydaktycznych, w tym świadomego treningu i uczenia się poprzez rozmowę. Wykorzystanie ich wspiera studenta, który doświadcza, nie ukrywając swoich emocji i spostrzeżeń. Dzięki temu aktywnie się nimi dzieli z grupą, uruchamiając

Rys. 1. Wymiary uczenia się BIM

u siebie procesy odpowiedzialne za refleksję i abstrahowanie. To z kolei prowadzi do głębokiego uczenia się, które skutkuje odkrywaniem i tworzeniem (rys. 1). Bo to właśnie odkrywanie i tworzenie odpowiadają za satysfakcję i rozwój osobisty uczącego się.

Projektowane zajęcia z tematyką BIM powinny koncentrować się na rozwoju kompetencji w zakresie pisania, komunikacji werbalnej, umiejętności krytycznego myślenia przy jednoczesnym respektowaniu etyki nauki. Edukator z kolei musi być świadomy wszelkich form ekspresji stanów psychicznych studentów – zdziwienia, znużenia, biegłości, pojawiania się nowych idei, udawanej uwagi itd. Musi reagować na nie dojrzałe, z szacunkiem dla studenta. W obecności wrażliwego i empatycznego nauczyciela jego podopieczni biorą odpowiedzialność za swoje wyniki, wyznaczając swoją indywidualną ścieżkę rozwoju. Tym samym najbardziej efektywną nauką będzie nauka wypływająca z własnej chęci uczenia się. Stworzone i dostarczone przez edukatora środowisko wpłynie pozytywnie na ucznia, który stając się samoukiem, będzie kontynuował edukację przez całe życie [22].

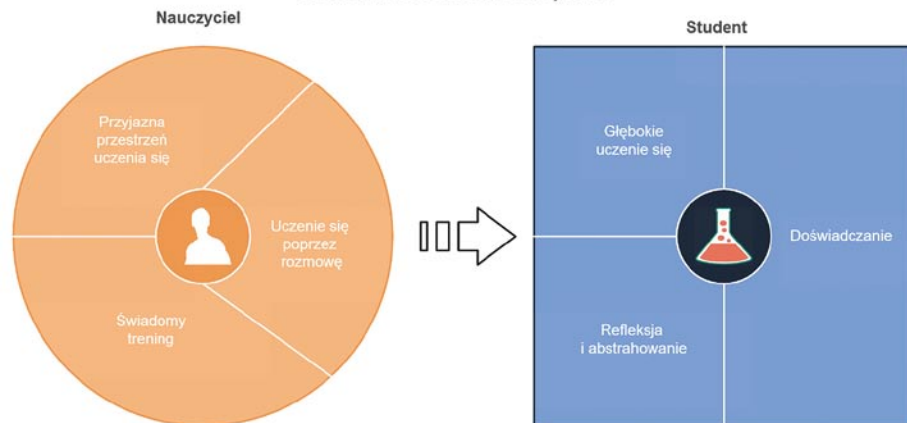
6. Podsumowanie

Konwencjonalna ocena osiągnięć uczniów historycznie koncentrowała się na odtwarzaniu wiedzy faktograficznej i proceduralnej ze szczególnym uwzględnieniem wyszukiwania faktów oraz stosowania rutynowych formuł i procedur. W przeciwieństwie do tego koncepcja uczenia się na podstawie doświadczania pozwala uczniom na rozwijanie myślenia wyższego rzędu poprzez rozwiązywanie problemów w świecie rzeczywistym, zamiast przyswajania faktów i odtwarzania instrukcji. Wszelkocenna koncepcja oceny studentów i dzielenie ich na zwycięzców i przegranych powinna ustąpić empatycznej, pełnej szacunku i wsparcia idei współpracy na linii edukator – uczeń. Dzięki przyjaznej przestrzeni uczenia się, uczą się zarówno nauczyciele, jak i studenci, wchodząc na coraz wyższe poziomy zaawansowania. Nauczanie BIM nie jest proste, ale może dawać mnóstwo satysfakcji obu stronom, jeśli uznają, że synergia ich wspólnych wysiłków może prowadzić do odkrywania i tworzenia.

BIBLIOGRAFIA

- [1] Kolb A., Kolb D., *The Experiential Educator, Principles and Practices of Experiential Learning*, Experience Based Learning System Inc, 2017
- [2] Jakubowski J., *Sytuacja edukacyjna*, Warszawa: Grupa TROP, 2022, 142 strony

WYMIARY UCZENIA SIĘ BIM



- [3] Hüther G., *Kim jesteśmy – a kim moglibyśmy być?*, Grupa Wydawnicza Literatura Inspiruje, 2015, 205 stron
- [4] Lewin K., *Field Theory in Social Sciences*, New York: Harper & Row, 1951
- [5] Banathy B., *Instructional Systems*, Palo Alto: Fearon Publishers, 1968, str. 24–26
- [6] Wang L., Huang M., Zhang X., Jin R., Yang T., *Review of BIM Adoption in the Higher Education of AEC Disciplines*, *Journal of Civil Engineering Education*, tom 146, 3/2020 [https://doi.org/10.1061/\(asce\)ei.2643-9115.0000018](https://doi.org/10.1061/(asce)ei.2643-9115.0000018) (dostęp z dnia 21 marca 2023)
- [7] Chegu Badrinath A., Chang Y. Hsieh S., *A review of tertiary BIM education for advanced engineering communication with visualization*, *Visualization in Engineering* 4, 9(2016), <https://doi.org/10.1186/s40327-016-0038-6> (dostęp z dnia 21 marca 2023)
- [8] Waszkiewicz M., *Projekt edukacyjny BIM w nowej koncepcji kształcenia Wydziału Zarządzania Politechniki Warszawskiej*, *Studia i Prace Kolegium Zarządzania i Finansów*, 159, 2018, str. 207–227
- [9] Kayes D. C., *Experimental Learning in Teams: A Study in Learning Style, Group Process and Integrative Complexity in Ad Hoc Groups*. PhD thesis, 2001, Case Western Reserve University
- [10] Eastman C., Eastman C. M., Teicholz P. et al., *BIM Handbook: A Guide to Building Information Modeling for Owner, Manager, Designer, Engineers and Contractors*, Hoboken, NJ: John Wiley & Sons, 2011, 680 stron
- [11] Holzer D., *The BIM Manager's Handbook – Guidance for Professionals in Architecture, Engineering and Construction*, John Wiley & Sons Inc., 2016, 224 strony
- [12] March J. G., *Toward the Essence of Adult Experimental Learning*. Jyväskylä: SoPhi, 2010
- [13] Piaget J., *Play, dreams and Imitation in Childhood*. New York: W. W. Norton, 1962
- [14] Bandura A., *Teoria społecznego uczenia się*, tłum. Radzicki J., Kowalczywska J. Wydawnictwo Naukowe PWN, Warszawa, 2007
- [15] Bruner J. S., *Actual Minds. Possible Worlds*. Cambridge: Harvard University Press, 1986
- [16] Rogers C., *O stawaniu się sobą*. Przekład Karpiński M. Poznań, Rebis, 2000
- [17] Matras J., *Żak R., Trener w rolach głównych*, Wydawnictwo Naukowe PWN, Warszawa, 2018, 378 stron
- [18] Chen A., Darst P. W., Pangrazi R. P., *What Constitutes Situational Interest? Validating a Construct in Physical Education*, *Measurement in Physical Education and Exercise Science*, 3(3)2009, str. 157–180
- [19] Jull J., *Kryzys szkoły*, Wydawnictwo MiND, Kraków, 2014, 164 strony
- [20] King P., Kitchner K., *Developing Reflective Judgement*. San Francisco: Jossey-Bass, 1994
- [21] Rowe M.B., *Pausing Phenomena: Influence of the Quality of Instruction*, *Journal of Psycholinguistic Research* 3(3)1974, str. 203–224
- [22] Dryden G., Vos J., *Rewolucja w uczeniu*, Poznań: Zysk i S-ka Wydawnictwo, 2022, 516 stron