

I-TRACE

Immersive TRAIning for aerospace

ID 2018-1-IT01-KA202-006836
CUP G84D18000120006



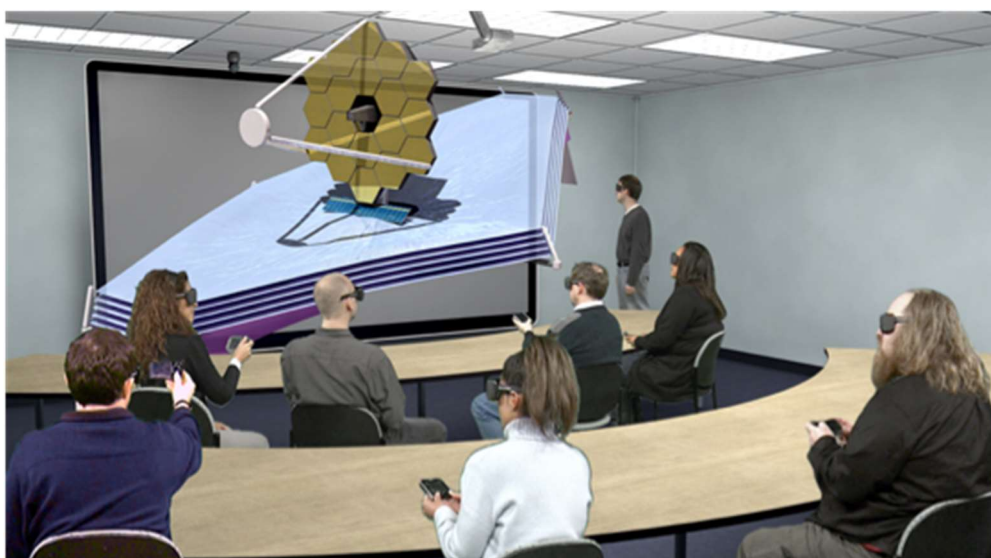
Co-funded by the
Erasmus+ Programme
of the European Union



PROJEKT I-TRACE - OUTPUT3

I03 - UDOSTĘPNIONE WYTYCZNE DOTYCZĄCE SZKOLENIA IMMERSYJNEGO.

ANALIZA WARUNKÓW TECHNICZNYCH WDRAŻANIA TECHNOLOGII VR W
DYDAKTYCE WE WŁOSZECH, HISPANII, POLSCE, NORWEGII I INNYCH KRAJACH
NA POZIOMIE EUROPEJSKIM



Wsparcie Komisji Europejskiej dla powstania tej publikacji nie oznacza poparcia dla treści, które odzwierciedlają jedynie poglądy autorów, a Komisja nie może być pociągnięta do odpowiedzialności za jakiegokolwiek wykorzystanie informacji w niej zawartych.



Spis treści

1. Wprowadzenie	5
1.1. Wirtualna rzeczywistość a Zdrowie i Bezpieczeństwo	6
1.2. Immersyjne metody uczenia się w szkoleniach przemysłowych na lądzie i na morzu	6
2. Środowisko programistyczne do tworzenia aplikacji VR	8
2.1. Silniki oprogramowania do gier i aplikacji VR	10
2.1.1. Unity, zintegrowane środowisko programistyczne	11
2.1.2. Unreal, zintegrowane środowisko programistyczne	12
2.1.3. Blender 3d, środowisko graficzne	13
3. Zalety i wady korzystania z wirtualnej rzeczywistości	13
4. Analiza i wskazówki dotyczące wdrażania technik VR w procesie nauczania	16
4.1. VR/AR w książkach szkolnych i edukacyjnych	19
4.2. VR/AR w nauce szkolnej	20
4.3. Wytyczne dotyczące odpowiedniego środowiska pracy	22
4.4. Wytyczne dotyczące przygotowania kadr do wdrażania edukacji w technologii VR	23
4.5. Umiejętności i kompetencje osiągnane poprzez szkolenie immersyjne	25
4.6. Wytyczne do oceny możliwości zastosowania elementów VR w procesie edukacyjnym	28
4.7. Przykłady szkolenia VR w wybranym module dydaktycznym Politechniki Rzeszowskiej (Polska)	29
4.7.1. Szczegóły realizowanej procedury szkoleniowej	29
4.7.2. Procedura ćwiczenia	31
4.8. Przykładowe szkolenie VR w wybranych modułach nauczania Ies Dels Banyols – El Prat del Llobregat (Hiszpania)	34
4.8.1. Interaktywny kurs CFM56 – PC	34
4.8.2. Interaktywny kurs CFM56 – AR	38
4.8.3. Interaktywny kurs CFM56 – VR	38
4.9. Wybrane szkolenia VR we Włoszech	40
5. Analiza i ocena wyników lokalnego szkolenia w projekcie I-Trace	48
5.1. Analiza i ocena wyników lokalnego szkolenia w Rzeszowie (17-21 luty 2020)	48
5.1.1. Analiza wyników wstępnej ankiety	54
5.1.2. Analiza wyników ankiety po szkoleniu	55
5.2. Analiza i ocena wyników szkolenia w Ies Dels Banyols – El Prat del Llobregat, Hiszpania (29 wrzesień - 2 październik 2020)	65
5.2.1. Wprowadzenie	65
5.2.2. Rozwój szkolenia wirtualnego	65
5.2.3. Program Szkoleniowy	66

5.2.4.	Analiza szkolenia PRE (studenci)	68
5.2.5.	Czy uważasz, że kurs jest interesujący?	68
5.2.6.	Czy uważasz, że kurs przyniesie Ci nową wiedzę?	69
5.2.7.	Czy uważasz, że program osiągnie szczegółowe cele kursu?	69
5.2.8.	Co sądzisz o jakości kursu?	70
5.2.9.	Czy długość kursu wystarczy aby przekazać obszerną treść?	71
5.2.10.	Czy masz wiedzę na temat turbiny CFM56?	71
5.2.11.	Analiza szkolenia PRE (firmy)	72
5.2.12.	Analiza szkolenia POST (studenci)	73
5.2.13.	Analiza szkolenia POST (firmy)	74
5.2.14.	Wnioski	74
5.3.	Analiza i ocena wyników lokalnego szkolenia we Włoszech (29 wrzesień – 6 październik 2020)	75
5.3.1.	Kluczowe cele szkolenia lokalnego pod względem oczekiwanych wyników	75
5.3.2.	Struktura lokalnego szkolenia we Włoszech	77
5.3.3.	Analiza i ocena lokalnego szkolenia we Włoszech	78
5.3.4.	Analiza wstępnych wyników kwestionariusza	79
5.3.5.	Analiza wyników ankiety po szkoleniu	81
6.	Podsumowanie	91
7.	Bibliografia	92

1. Wprowadzenie

W ostatnich latach branża lotnicza śledzi uważnie, w jaki sposób nowe technologie, takie jak rzeczywistość wirtualna i rozszerzona, mogą pomóc w dokładniejszym i szybszym szkoleniu mechaników i personelu naziemnego, bez kosztów i zagrożeń związanych z ćwiczeniami na prawdziwych samolotach. VR zapewnia pracownikom bezpieczne środowisko do doskonalenia umiejętności, umożliwiając im wielokrotne przechodzenie przez scenariusz konserwacji, aż pracownik całkowicie opanuje ten proces. Ważną kwestią jest również szkolenie w zakresie obsługi technicznej samolotu. Jednym z wyzwań związanych ze szkoleniem personelu obsługi technicznej jest potrzeba wykorzystania prawdziwych statków powietrznych i ich części w procesie szkolenia i certyfikacji. Student (pojęcie studenci / trenerzy odnosi się do szkół i uniwersytetów, ale także ogólnie do dostawców VET) wykonuje naprawy i konserwację pod okiem doświadczonego instruktora. Ta część szkolenia, choć skuteczna, może być kosztowna ze względu na koszt dostępu do samolotów i materiałów oraz niebezpieczna ze względu na brak doświadczenia uczestnika szkolenia.

Stażysta, który jest przeszkolony wyłącznie na zajęciach teoretycznych, nie znając fizycznych aspektów pracy, może w przyszłości nieefektywnie używać materiałów, uszkodzić, a nawet zniszczyć samolot. W takim przypadku rozwiązanie oparte na technologii VR może odpowiednio wspierać proces uczenia się i przyczynić się do eliminacji tych zagrożeń [1]. W artykule [1] przedstawiono wiele przykładów zastosowań VR i AR w przemyśle lotniczym, np. System szkolenia VR dla Boeinga 737, w którym mechanicy ćwiczą odwracanie ciągu z wykorzystaniem procedur zawartych w instrukcji obsługi samolotu.

Innym przykładem jest system opracowany przez Aerosim, który oferuje oparte na symulacji produkty szkoleniowe używane przez komercyjnych przewoźników lotniczych i ogólne organizacje szkoleniowe. Obejmuje to narzędzia dla pilotów i techników korzystających z nauczania na odległość w szkoleniu lotniczym, np. Wirtualny system wsparcia dla Embry-Riddle. Ponadto w 2012 roku centrum Aerosim wspólnie z LATAM Airlines pracowało nad wdrożeniem platformy „Aerosim Virtual Maintenance Trainer” do szkolenia techników lotniczych w zakresie lokalizacji wybranych podzespołów samolotów Airbus A320 i A330 oraz procedur testowych. do usuwania wad tych elementów [2].

1.1 Wirtualna rzeczywistość a Zdrowie i Bezpieczeństwo

Powszechne jest przypisywanie aż 90% poważnych wypadków w produkcjach wysokiego ryzyka błędowi ludzkiemu, ale szkolenie techniczne i praktyczne stwarza kilka trudności, od kosztów związanych ze szkoleniem przy użyciu prawdziwych maszyn po ryzyko dla zdrowia i bezpieczeństwa, które takie szkolenie może stwarzać. Technologia uczenia się w rzeczywistości wirtualnej zapewnia cenną możliwość uczestniczenia w szkoleniu praktycznym w wygodniejszy, bezpieczniejszy i bardziej elastyczny sposób oraz, w przeciwieństwie do innych metod alternatywnych, pozwala na utrzymanie wysokiego poziomu interakcji z treścią nauczania.

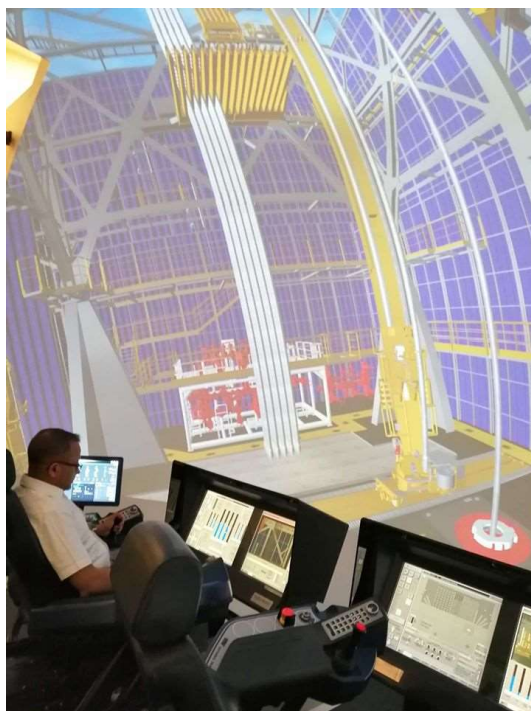
Badanie przeprowadzone przez Virtual Human Interaction Lab na Uniwersytecie Stanforda, „Wpływ w pełni immersyjnej rzeczywistości wirtualnej na uczenie się zadań fizycznych” [11], podkreśla pozytywny wpływ, jaki rzeczywistość wirtualna może mieć na

szkolenie techniczne. Jego ustalenia pokazują, że technologia wirtualnej rzeczywistości uzyskała lepsze wyniki niż tradycyjne metody wideo w nauce praktycznych zadań, a uczestnicy badania zgłaszali również, że czują większą obecność społeczną w środowisku wirtualnym.

Z tych powodów wirtualna rzeczywistość jest używana w wielu scenariuszach szkoleniowych, ponieważ zapewnia szeroki zakres korzyści zarówno dla środowiska akademickiego, jak i przemysłu.

1.2 Immersyjne metody uczenia się w szkoleniach przemysłowych na lądzie i na morzu

Podjęcia obsługiwane przez immersyjne symulacje cyfrowe pozwalają uczniom zdobyć znaczną ilość wiedzy w stosunkowo krótszym czasie w realistycznym kontekście poprzez naukę przez doświadczenie. Praktyki przemysłowe w Norwegii ujawniły, że najskuteczniejsze doświadczenia edukacyjne często obejmują opanowanie zadań w rozumieniu osobistych i praktycznych sytuacji. Na przykład umiejscowione nauczanie w dobrze zaprojektowanych środowiskach cyfrowych umożliwiło powielanie wymaganych zachowań określonych w lokalnych wymaganiach regulacyjnych, a także w przepisach/standardach na poziomie krajowym/międzynarodowym, określonych w wytycznych w świecie rzeczywistym. Rysunek 1 pokazuje, jak szkolono z zakresu operacji wiertniczych na morzu przy użyciu immersyjnych metod uczenia się.



Rys. 1. Immersyjne środowisko do szkolenia w operacjach wiertniczych na morzu.

Szkolenie pracowników w zakresie przestrzegania przepisów bezpieczeństwa i znormalizowanych procedur operacyjnych zawsze stanowi wyzwanie. Obecnie metody immersyjnego uczenia się (tj. VR) są szeroko stosowane do zapewniania procedur operacyjnych dla instalacji morskich i lądowych. Zapewnienie wystarczającej ilości doświadczenia w zakresie bezpieczeństwa w systemach przemysłowych jest wielkim wyzwaniem. Rysunek 2 ilustruje, w jaki sposób praktykant może zdobyć doświadczenia przemysłowe w czasie rzeczywistym na poziomie klasy. System szkoleniowy został opracowany z wystarczającą ilością dźwięków, aby stworzyć rzeczywiste doświadczenie.



- (a) Szkolenie w zakresie bezdotykowej obsługi zaworów
- (b) Weryfikacja działania zaworu

Rys. 2. Wykorzystanie środowisk VR do szkolenia w zakresie obsługi zaworów.

Dysponując dźwiękami i podobnym środowiskiem pracy, jak w trudnych warunkach, stażyci nabierają pełnej pewności siebie podczas wykonywania czynności, gdy faktycznie ich uwaga jest rozproszona w realnym środowisku przemysłowym. Tego typu szkolenia immersyjne pozwalają nam również zweryfikować procedury operacyjne.

Obecnie istniejące środowiska pozbawione wrażliwości dotykowej umożliwiają uczestnikom szkolenia i trenerom aktywną interakcję w celu dostarczenia znacznej ilości wiedzy w stosunkowo krótszym czasie. Rysunek 3 przedstawia możliwe szkolenie operacyjne bez stosowania dotyku w warunkach przemysłowych.



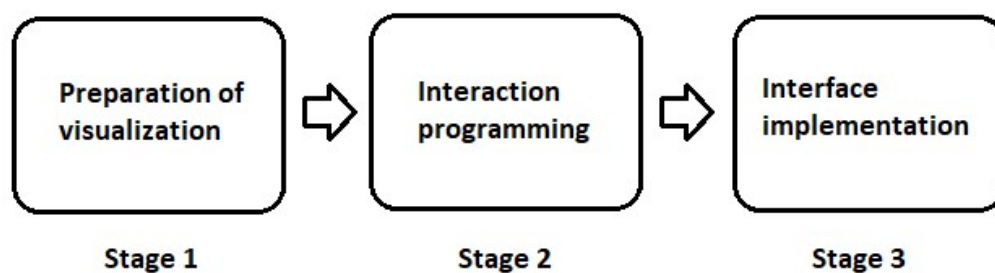
a) Pozwalając na wzajemne wskazówki b) Szkolenie z obsługi innych systemów

Rys. 3. Wzajemne porady eksperckie wraz z immersyjnym wsparciem środowiskowym.

Trening bezdotykowy, polegający na wykonywaniu ruchów wolną ręką, umożliwił większą interakcję w szkoleniach przemysłowych i rozpowszechnianiu wiedzy.

2. Środowiska programistyczne do tworzenia aplikacji VR

Aby szkolenie w wirtualnej rzeczywistości było efektywne, należy pamiętać o realizmie prezentowanych zjawisk i symulacji. Stworzone scenariusze symulacyjne lub scenariusze zajęć dydaktycznych muszą odtwarzać procesy, obiekty i środowiska w możliwie najdokładniejszy sposób, podobnie jak w świecie rzeczywistym. Wysoki poziom i jakość doświadczenia, obraz otaczający użytkownika ze wszystkich stron oraz nowa perspektywa pozwolą na skuteczną realizację założonego celu edukacyjnego. Ponieważ VR/AR umożliwia mapowanie praktycznie każdego procesu i każdego zdarzenia w dowolnym momencie, rozwiązania szkoleniowe oparte na technikach Immersive Learning (IL) nie mają prawie żadnych ograniczeń. Etapy prawidłowego zastosowania VR przedstawiono na rysunku 4.



Rys. 4. Etapy budowy aplikacji VR [3].

Istotnym elementem systemu VR/AR jest aplikacja VR, która w sensie programistycznym, logistycznym i praktycznym ma stanowić zamkniętą całość. Aplikacja powinna działać jako program wykonywalny, wymagający jedynie systemu operacyjnego i odpowiedniego sprzętu VR. Głównym zadaniem twórców takich aplikacji jest stworzenie interaktywnego, trójwymiarowego środowiska, zapewniającego użytkownikowi immersję, realizm symulacji, a przede wszystkim interakcję z elementami cyfrowymi. Istnieją dwa podstawowe typy aplikacji VR. Są to aplikacje zorientowane na pojedynczy obiekt (wirtualny model określonego obiektu) lub na środowisko (scena).

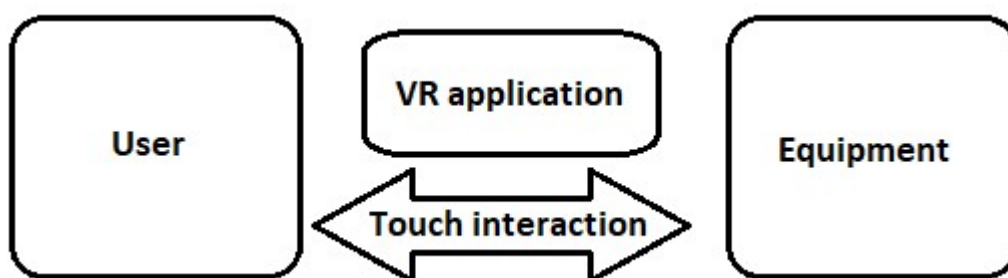
W aplikacji VR użytkownik jest centralną postacią. Aby osiągnąć właściwy poziom zanurzenia i interakcji, system VR/AR powinien dostarczać użytkownikowi jak najwięcej sygnałów ze świata rzeczywistego, aby zastąpić wrażenia zmysłowe, takie jak dotyk, wzrok i słuch.



Rys. 5. Przykład aplikacji VR.

Warto pamiętać, że wzmacnianie wirtualnych doznań (tj. rysunek 5) za pomocą technologii, może również angażować inne ludzkie zmysły. Jest to wciąż niedoceniana dziedzina badań, stanowiąca prawdziwe wyzwanie dla podniesienia atrakcyjności VR w szkoleniu przeprowadzonym w zrekonstruowanym środowisku. Do tej pory istnieją nawet wstępne przykłady urządzeń zdolnych do odtwarzania zapachów, rzeczywistych fizycznych warunków powietrza i wibracji, aczkolwiek takie urządzenia są nadal dalekie od osiągnięcia celu, jakim jest całkowite odizolowanie użytkownika od realnego świata.

Obraz generowany jest zwykle przez urządzenia stereoskopowe, natomiast za przekazywanie bodźców dotykowych odpowiedzialne są systemy dotykowe. Czasami stosuje się dodatkowe zachęty w postaci zapachów lub ruchu powietrza. Za komunikację ze światem wirtualnym odpowiedzialne są systemy rozpoznawania i śledzenia gestów, a czasem nawet systemy rozpoznawania mowy. Są one wykrywane przez kontrolery i czujniki, a następnie interpretowane przez komputer.



Rys. 6. Model systemu szkoleniowego.

Przykładowy model systemu szkoleniowego przedstawiono na rysunku 6. Zawiera on dwa główne elementy: użytkownika oraz sprzęt. Zadaniem użytkownika jest realizacja zaprogramowanego scenariusza symulacyjnego. Podczas zajęć, dzięki aplikacji VR,

użytkownik musi wejść w interakcję dotykową z elementami wirtualnej sceny i doświadczyć fizycznych właściwości założonych modeli.

2.

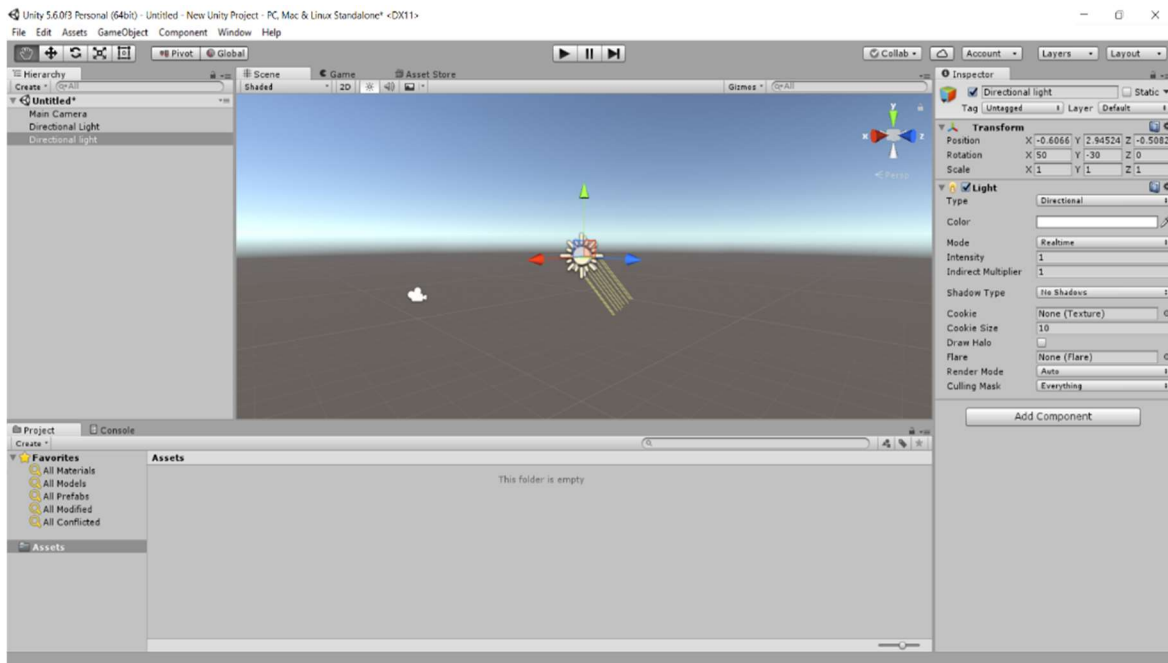
2.1. Silniki oprogramowania do gier i aplikacji VR

Silnik gier (ang. game engine) jest jednym z polecanych narzędzi do tworzenia aplikacji VR/AR. Jest to oprogramowanie do tworzenia aplikacji i gier na różne platformy. Zapewnia symulację rzeczywistych zjawisk fizycznych, tworząc realistyczną grafikę, aż po implementację sztucznej inteligencji. Silniki graficzne są odpowiedzialne za renderowanie grafiki, definiowanie i wykrywanie kolizji, zarządzanie wydajnością, wybór docelowej platformy sprzętowej i wiele innych opcji. Są bardzo często używane ze względu na łatwość tworzenia aplikacji i wygodę użytkownika. Nawet początkujący deweloperzy nie powinni mieć problemów z korzystaniem z takiego środowiska. Zazwyczaj takie rozwiązania zawierają co najmniej pięć głównych elementów [4, 5]: logikę aplikacji, silnik graficzny, silnik audio, silnik fizyczny do implementacji „symulowanych” praw fizyki oraz moduł sztucznej inteligencji.

2.1.1. Unity, zintegrowane środowisko programistyczne

Wielu programistów uważa środowisko Unity za jeden z bardziej dostępnych silników gier, głównie ze względu na intuicyjny i prosty interfejs. Jedną z podstawowych funkcjonalności oferowanych przez to środowisko jest tworzenie gier na różne platformy (Android, iOS i Windows). Unity ma dużą i aktywną społeczność programistów, twórców dodatków, materiałów i zasobów. Przykładem jest Unity Asset Store, w którym można znaleźć modele 3D / 2D, biblioteki dźwięków, skrypty, gotowe projekty, samouczki itp. Użytkownicy tworzą bogatą bazę danych zarówno bezpłatnych, jak i niedrogich zasobów do wykorzystania w tym silniku. Zaletą Unity są również darmowe licencje dla szkół, które mogą być wykorzystywane do nauki programowania, szkolenia oraz prac badawczo-rozwojowych bez komercyjnego wdrażania [4, 6]. Samo oprogramowanie jest oparte na

języku C ++, ale użytkownicy mogą tworzyć własne skrypty do interakcji z obiektami w C # i JavaScript. Rysunek 7 przedstawia główny interfejs środowiska Unity 3D.

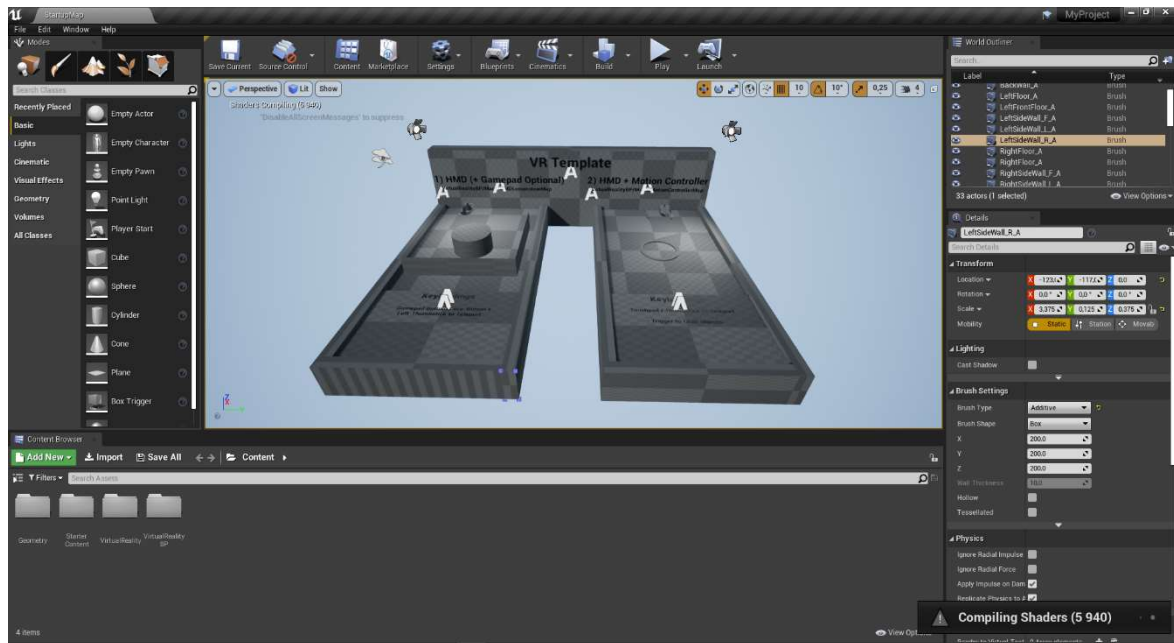


Rys. 7. Silnik gry Unity - główny interfejs.

2.1.2. Unreal, zintegrowane środowisko programistyczne

Innym rozwiązaniem wśród najpopularniejszych obecnie silników gier jest silnik Unreal. Jego zaletą jest prostota w tworzeniu aplikacji i gier, co jest szczególnie istotne dla osób z niewielkim doświadczeniem programistycznym. Jego popularność wynika głównie z szerokiego wachlarza możliwości: konfiguracji, obsługi wielu platform oraz tworzenia wysokiej jakości gier. Główną zaletą silnika Unreal Engine jest wirtualna scena, która pozwala na szybkie tworzenie prototypów, a nawet całych gier i aplikacji z wykorzystaniem gotowych planów. Silnik zawiera szeroki zestaw narzędzi i może obsłużyć ogromne zasoby stworzone przez społeczność programistów Unreal, co zwiększa możliwości samego silnika. To środowisko zapewnia bezpłatne licencje edukacyjne dla szkół, umożliwiając uczniom tworzenie programów do gier i obiektów 3D. Ponadto szkoły i uczniowie otrzymują regularne aktualizacje i materiały szkoleniowe, dzięki czemu mogą łatwo śledzić najnowsze osiągnięcia w tworzeniu gier, dostępne zasoby i możliwości wizualizacji w czasie rzeczywistym. Użytkownicy silnika mogą tworzyć swoje skrypty, moduły i uzyskiwać dostęp do silnika za

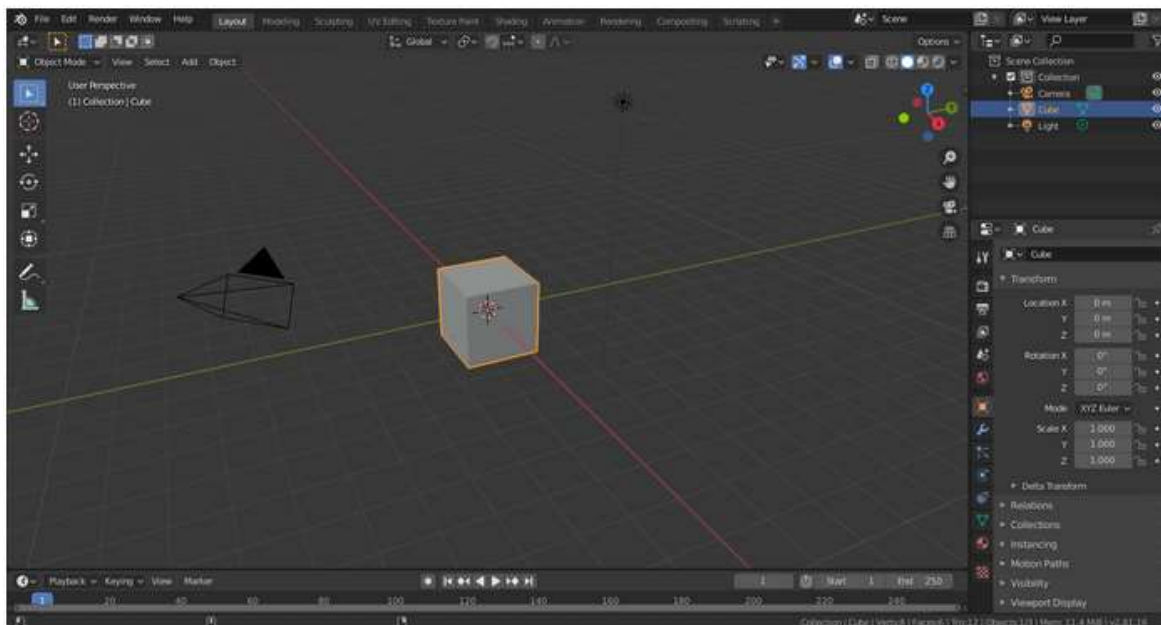
pomocą C ++. Narzędzie Unreal Engine to dobry punkt wyjścia dla osób tworzących gry i modele 3D [4, 7]. Rysunek 8 przedstawia główne okno interfejsu Unreal Engine.



Rys. 8. Silnik gry Unreal - główny interfejs.

2.1.3. Blender 3D – środowisko graficzne

Innym rozwiązaniem wśród najpopularniejszych obecnie silników gier jest również środowisko Blender 3D. Blender 3D to darmowe narzędzie do tworzenia trójwymiarowej grafiki, zarówno statycznej, jak i animacji. To unikalne narzędzie, z jednej strony minimalne rozmiary i dostępność za darmo, z drugiej autentyczna konkurencja dla takich pakietów jak 3DS MAX. Zaletą pakietu jest jego uniwersalność. Blender wyposażony jest w narzędzia do modelowania 3D. Oprócz tworzenia modeli 3D możliwe jest również tworzenie animacji, tekstur, a nawet gier. Program pozwala na tworzenie gier i aplikacji 3D, które mogą być podstawą wszystkich symulacji i aplikacji przeznaczonych dla VR/AR. Dlatego też wymagane jest nawet nabycie umiejętności wstrzykiwania schematów 2d / 3d podstawowych elementów otaczającego świata [8]. Rysunek 9 przedstawia główne okno interfejsu Blender 3D.



Rys. 9. Blender 3D - główny interfejs.

3. Zalety i wady korzystania z wirtualnej rzeczywistości

Wirtualna rzeczywistość wpływa na nasze życie w różnych obszarach, takich jak praca, relacje społeczne, rozrywka, styl życia itp. Zgodnie z nazwą VR istnieje absolutna sprzeczność, czyli z jednej strony mówimy o rzeczywistości, czyli o istniejącym środowisku, a z drugiej strony mamy do czynienia ze światem wirtualnym, czyli „nierealnym”. Takie zestawienie pojęć pozwala poszerzyć ograniczenia percepcji świata i komunikować się z nim poprzez różne bodźce (wizualne, dźwiękowe itp.), ale jednocześnie wiąże się z bezpośrednim lub pośrednim oddziaływaniem na wymienione obszary. życia. Wpływ może być zarówno pozytywny, jak i negatywny. Biorąc pod uwagę znaczenie procesu edukacyjnego i jego konsekwencje dla przyszłych profesjonalistów, relacji społecznych, a nawet rodzinnych, konieczne jest zestawienie potencjalnych zalet i wad wykorzystania tej technologii w dydaktyce. Oczywiście autorzy raportu odnieśli się jedynie do aspektów wspierających proces dydaktyczny i możliwości wykorzystania VR w edukacji na wybranych kierunkach, tj. Informatyka i automatyka oraz robotyka, pomijając obszary oddziaływania tej technologii socjologicznej. natury emocjonalnej lub psychologicznej. Zalety i wady analizowanej technologii przedstawia tabela 1.

Tabela 1. Zalety i wady wykorzystania technologii VR w edukacji.

Zalety	Wady
Umożliwia tworzenie złożonych scenariuszy testowych, doświadczeń i eksperymentów, które są trudne do wdrożenia w rzeczywistych warunkach.	Koszty związane z utworzeniem odpowiedniego stanowiska edukacyjnego w oparciu o technologię VR opartą o profesjonalny sprzęt i oprogramowanie.
Pozwala na uzyskanie zaufania do realizacji procedur i działań technicznych.	Stworzenie środowiska wirtualnego z wieloma scenariuszami testowymi i szczegółami wymaga dużo pracy.
Pozwala na wielokrotne powtarzanie doświadczeń, eksperymentów lub sytuacji.	Ograniczony zakres scenariuszy nauczania.
Oszczędza czas i pieniądze związane z organizacją samych stanowisk testowych.	Brak rzeczywistych konsekwencji błędów i pomyłek. Brak uczucia trzymania lub posiadania materialności (uczucia).
Umożliwia wykonywanie ćwiczeń w dowolnym miejscu i czasie.	Może uzależniać użytkowników od wirtualnego świata.
Zapewnia skalowalność zajęć dydaktycznych.	Ogranicza kontakty i doświadczenia międzyludzkie.
Zmniejsza zużycie realnych zasobów.	Wysokie prawdopodobieństwo uzyskania rutyny w podejmowanych działaniach.
Zapewnia bezpieczeństwo wykonywanych	Możliwe problemy zdrowotne użytkowników

czynności.	
Może dostosowywać się i stosować w różnych dziedzinach i obszarach edukacji.	Możliwość przeoczenia podstawowych praw fizyki.
Zwiększa możliwości komunikacji i współpracy z ludźmi w odległych miejscach	Odtwarza lepiej lub gorzej daną rzeczywistość, ale nie jest w stanie jej całkowicie zastąpić.

Wirtualna rzeczywistość charakteryzuje się bardzo wysokim poziomem zaangażowania użytkownika w czynności przez niego wykonywane. W wielu przypadkach bardzo dobrze oddaje rzeczywiste sytuacje, zapewniając jednocześnie interakcje podobne do tych znanych z realnego świata. Dzięki wysokiemu poziomowi immersji dostrzegane przez użytkownika doświadczenie zwiększa efektywność procesu edukacyjnego. Taka forma edukacji może przyczynić się do lepszego zapamiętywania i zrozumienia przekazywanej w niej wiedzy, a także zdobycia doświadczenia w realizacji złożonych działań, procedur i doświadczeń. Zaletą technologii VR jest możliwość tworzenia złożonych scenariuszy testowych, których wdrożenie w rzeczywistych warunkach byłoby trudne.

W wielu przypadkach wiąże się to z kosztami i ograniczonym dostępem do zróżnicowanych technologicznie rozwiązań. Co więcej, stosunkowo łatwo jest przetestować bardzo różne scenariusze, a także sytuacje krytyczne, które nie mogłyby wystąpić podczas tradycyjnych zajęć w środowisku wirtualnym. Wiąże się również z eliminacją fizycznego zagrożenia dla użytkowników (np. ewentualne obrażenia, oparzenia itp.), a także z eliminacją potencjalnego zagrożenia dla rzeczywistego sprzętu lub oprogramowania wynikającego z nieprawidłowej konfiguracji i nieprawidłowego wykonania procedury przez studentów podczas zajęć. Wykorzystanie technologii wirtualnej rzeczywistości w edukacji nie tylko ogranicza, ale nawet pozwala uczniom popełniać (nawet wielokrotne) błędy i pomyłki bez konsekwencji finansowych, zdrowotnych i prawnych. Jedną z głównych zalet wykorzystania tej technologii w dydaktyce jest możliwość przeprowadzania eksperymentów w dowolnym miejscu i czasie, a także umożliwia zaangażowanie innych osób nawet z bardzo odległych miejsc. Sprzyja to współpracy między różnymi ośrodkami edukacyjnymi i otwiera szerokie perspektywy wymiany doświadczeń z najwyższej klasy specjalistami z poszczególnych

dziedzin. Zwykle mogą brać udział w tradycyjnych formach zajęć tylko w ograniczonym zakresie. Poza tym podczas ćwiczeń i eksperymentów wykonywanych w wirtualnym świecie instruktor lub grupa instruktorów może w nich uczestniczyć i kontrolować, a także korygować poczynania uczniów. Koncepcja wykorzystania VR w samym procesie edukacyjnym znacznie ogranicza zużycie zasobów fizycznych (np. Przedmiotów konsumpcyjnych). W ten sposób wpisuje się w ideę bardziej ekologicznego środowiska pracy. Należy również pamiętać, że technologia ta cechuje się skalowalnością i elastycznością w odtwarzaniu i łączeniu różnych środowisk testowych.

Pomimo wielu zalet, korzystanie z technologii wirtualnej rzeczywistości niesie ze sobą również pewne zagrożenia i ograniczenia. Jedną z barier związanych z upowszechnieniem tej technologii w edukacji są wysokie koszty zaawansowanych i profesjonalnych rozwiązań technicznych, a także cena i pracochłonność stworzenia odpowiedniego środowiska wirtualnego. Wiąże się to z zaangażowaniem szerokiego grona specjalistów, takich jak graficy komputerowi, programiści i inżynierowie z różnych dziedzin. Obecnie na rynku dostępnych jest bardzo niewiele gotowych rozwiązań, które można by bezpośrednio dostosować do aktualnych wymagań i zagadnień podnoszonych w procesach edukacyjnych. To, co jest dużą zaletą na etapie edukacji, czyli brak konsekwencji pomyłek i pomyłek, z jednej strony może stanowić istotne zagrożenie dla rozwoju poczucia odpowiedzialności uczniów za podejmowane przez nich decyzje. Również takie doświadczenia nieuchronnie towarzyszą działaniom podejmowanym w prawdziwym świecie. Częste i długotrwałe funkcjonowanie w środowisku wirtualnym może powodować uzależnienie od niego. Wtedy świat wirtualny wydaje się być bardziej przyjazny, lepszy, w którym człowiek czuje się bardziej krytyczny, spełniony itp.

Co więcej, ograniczony kontakt z innymi ludźmi może spowodować pogorszenie umiejętności faktycznego nawiązywania kontaktów interpersonalnych czy pracy w zespole. Należy pamiętać, że cały czas odwołujemy się do środowiska wirtualnego, które mimo wielu swoich zalet nie jest w stanie w pełni oddać rzeczywistości, zwłaszcza pod względem ilości szczegółów i wszystkich praw fizyki. Dlatego postrzeganie przez użytkownika impulsów, które wydają się bardzo realne, ogranicza się do tych przewidywanych i modelowanych przez programistów. Funkcjonowanie w wirtualnej rzeczywistości może skutkować nabyciem pewnego rodzaju rutyny, której skutki w tym środowisku są niewielkie, a wręcz mogą prowadzić do błędów, uszkodzeń i zaniedbań, które znacząco wpływają na funkcjonowanie realnego systemu, jego efektywność zdolność do kontynuowania działalności. Potencjalny negatywny wpływ tej technologii na zdrowie jej użytkowników należy wziąć pod uwagę przy

opracowywaniu programów edukacyjnych. Dotyczy to między innymi tzw. Choroby symulacyjnej, która objawia się takimi samymi objawami, jak wypadek samochodowy. Jest to związane z zaburzeniem wskaźnika błędów, wynikającym z braku ruchu fizycznego, gdy ruch pojawia się przed oczami na ekranie.

4. Analiza i wskazówki dotyczące wdrażania technik VR w procesie nauczania

Wirtualna rzeczywistość może mieć bardzo szerokie zastosowanie w aspekcie edukacyjnym. Wdrożenie nowej, innowacyjnej formy zajęć na uczelniach lub u innych placówek oświatowych może być w przyszłości kluczowym aspektem procesu dydaktycznego nie tylko z punktu widzenia nowoczesnych technik kształcenia, ale także jako jeden z elementów promujących edukatorów w skali kraju . Dodatkowo może się to również przełożyć na wzrost liczby potencjalnych studentów. Nowoczesna edukacja wymaga zbudowania aktywnego, wielopoziomowego systemu uczenia się przez całe życie. Jest to szczególnie ważne w przypadku nowych trendów technologicznych i nowej klasy usług. Koncepcja ta wiąże się z rozwojem globalnych sieci przemysłowych, z którymi będą połączone procesy projektowania, produkcji i zarządzania różnych firm. Integracja produkcji powinna osiągnąć poziom, który pozwoli wytworzonemu produktowi na interakcję z dowolnym powiązaniem obiektem w globalnej sieci. Środowisko przemysłowe promuje ścieżkę edukacyjną opartą na ideach integracji i globalizacji oraz zasadach uczenia się przez całe życie, w tym rozwoju mobilności i wzajemnego uznawania dokumentów edukacyjnych na całym świecie.

Obecnie idee te są tylko częściowo wdrażane, a nowe trendy są sukcesywnie wdrażane w formalnych i nieformalnych procesach edukacyjnych. Jedną z krytycznych zmian w wyglądzie rynku edukacyjnego firm zorientowanych na ICT, które aktywnie promują ideę „szybkiego uczenia się technologii”. Kształcenie zawodowe musi zmierzyć się z nową konkurencją, czyli z międzynarodowymi uniwersytetami online, które oferują kursy online i mogą zdalnie szkolić wielu studentów, którzy mają utrudniony dostęp do klasycznych szkół. Wśród nowych form nauczania wyróżnia się szkolenia masowe, spersonalizowane, specjalistyczne szkolenia na terenach niezamieszkałych (szkolenia niezamieszkałe) z wykorzystaniem nowych rozwiązań technologicznych, w tym sztucznej inteligencji, która przejmuje rolę nauczyciela. Dlatego kosztowna, intensywne edukacja z nauczycielem będzie

oparta na osobistej interakcji z wysoko wykwalifikowanymi specjalistami, zbiorowej pracy twórczej oraz budowaniu i rozwoju zespołu. Postępująca komputeryzacja wyznaczyła nowe kierunki rozwoju edukacji, która koncentruje się na tworzeniu nowych kompetencji z wykorzystaniem nowoczesnych metod nauczania. Nastąpiła zmiana paradygmatu z uczenia się opartego na wiedzy i treści na **nauczanie w oparciu o kompetencje praktyczne**. W tym drugim przypadku podręcznik i nauczyciel tracą pozycję podstawowego źródła wiedzy i informacji. Treści są aktualizowane i prezentowane w interaktywnych formach multimedialnych, a obszerne zbiory ekspertyz udostępniane w formatach medialnych zastępują klasyczne biblioteki [9].

Celem kształcenia akademickiego, jak i zawodowego, jest usystematyzowanie wiedzy, znajomości techniki oraz transfer kompetencji wymaganych od przyszłych pracowników wykonujących swoje obowiązki w warunkach przemysłowych. Oznacza to ujednolicenie kompetencji (wiedzy, technologii, postaw) niezbędnych do zapewnienia wysokiej efektywności pracy w środowisku przemysłowym. Skuteczne wdrażanie najwyższego poziomu kompetencji wśród uczniów jest niezbędne dla podniesienia poziomu przydatności kształcenia, szkolenia i kwalifikacji do pracy [9].

Wdrożenie VR w systemie edukacyjnym zapewnia bardziej interaktywną wizualizację i doświadczenie interakcji. W tym procesie kluczowe jest, aby uczniowie przeprowadzali eksperymenty i angażowali się w praktyczną pracę. Czasami nie jest to możliwe ze względu na wysoki koszt sprzętu i odczynników lub niebezpieczeństwo niektórych eksperymentów. W rzeczywistości wirtualnej takie eksperymenty można przeprowadzać tak długo, jak sobie tego życzy użytkownik. Wszyscy uczniowie mogą wtedy przeprowadzić swoje eksperymenty i lepiej przyswoić materiał. Oprócz tradycyjnych scenariuszy zajęć z wykorzystaniem wirtualnej rzeczywistości, atrakcyjnym rozwiązaniem wspomagającym proces szkoleniowy w wielu przypadkach mogą okazać się innowacyjne narzędzia edukacyjne w postaci gier i symulacji komputerowych. Pozwalają wyeliminować wady tradycyjnych zajęć. Odpowiednio zaprojektowana gra szkoleniowa może zwiększyć zaangażowanie i motywację uczestników, a jednocześnie umożliwi im obserwację ich prawdziwych i autentycznych kompetencji. Celem takich szkoleń i wykładów jest zapewnienie możliwości przeniesienia zdobytych w grze umiejętności na codzienną pracę. Wymaga to od trenerów prowadzących grę nie tylko sporych umiejętności merytorycznych i warsztatowych, ale także trenerów. Uczestnicy wykonujący zadania związane z celem gry, pozornie niezwiązane z ich codzienną pracą, nabywają umiejętność twórczego zastosowania wypracowanych w grze umiejętności. Z punktu widzenia procesu edukacyjnego gry

szkoleniowe można podzielić ze względu na kryteria: czas, treść lub cel gry (dydaktyczna lub integracyjno-rozrywkowa). Gry szkoleniowe mogą być głównym punktem szkolenia, elementem szkolenia, podstawą merytoryczną i organizacyjną szkolenia, fundamentem czysto korporacyjnym, na którym odbywa się całe szkolenie, czy docelowo jedynie atrakcją polegającą na spędzaniu czasu wolnego. Wykorzystanie gier VR podczas treningów znacząco podnosi efektywność procesu nauczania, a szkolenie ma atrakcyjną, motywującą i angażującą wszystkich uczestników formę.

Dodatkowo szkolenie staje się oryginalne, ciekawsze i użyteczniejsze, co bezpośrednio przekłada się na efektywność procesu nauczania. Zastosowanie takich technik w szkoleniach jest nowatorskim i niestandardowym rozwiązaniem. VR / AR jest wykorzystywane w wielu kwestiach treningowych, zarówno twardych, jak i miękkich.

4.1. VR/AR w książkach szkolnych i edukacyjnych

Papier drukowany, najpopularniejsza technologia wspierająca komunikację (od książek po plakaty) jest nadal w przeważającej mierze „mono-medialnym i jednokierunkowym” kanałem komunikacji. Nawet po zintegrowaniu z AR za pomocą kamery i algorytmu, który może rozpoznać zawartość strony i powiązanego z platformą wyszukiwania powiązanych danych cyfrowych, staje się w stanie połączyć przekaz, statyczny i niezależny, z różnymi trybami percepcji z istotnymi, dynamicznymi i multimedialnymi dodatkowymi treściami, które poprawiają zrozumienie.

Kilku wydawców, torując drogę w erze cyfrowej nowemu rodzajowi konsumpcji treści poprzez wzbogacenie trwałej konsystencji zadrukowanego papieru natychmiastowością cyfrową, próbuje nadać jednemu z najstarszych nośników nową witalność, pozwalając mu w ten sposób stać się bardziej interaktywne, angażujące i przydatne. Połączenie i zestawienie systemu AR z drukowaniem może zapewnić dodatkową wartość w komunikacji, w której „całość” staje się bardziej wpływowa i znacząca niż suma poszczególnych części.

W kontekście edukacyjnym, wśród możliwych zastosowań dotyczących treści drukowanych i VR/AR można sklasyfikować i wyróżnić: książki naukowe, encyklopedie dla dzieci, książki do nauczania różnych dyscyplin oraz w zamówieniach wielokrotnych, podręczniki techniczne szkoły zawodowe, podręczniki, przewodniki po miastach itp. Google eksperymentuje również z nowymi sposobami publikowania tak zwanych „rodzimych książek cyfrowych”, ewolucji eBooka zaprojektowanego tak, aby oferował oryginalną literacką,

interaktywną i łatwą w użyciu formę. Książki te są publikowane bezpośrednio w Internecie i stają się interaktywnym doświadczeniem, które nadaje nowy wymiar tradycyjnemu tekstowi papierowemu. Niedawną innowacją w branży poligraficznej są książki rozszerzone (patrz rysunek 10), w których klasyczna książka papierowa jest proponowana jako interfejs dla AR (wizualna metafora). Możesz powiązać interaktywne elementy multimedialne z drukowanym tekstem za pomocą wyświetlaczy AR. Tego typu książki mogą być również przeznaczone dla wielu użytkowników, ponieważ mogą być używane jednocześnie przez wielu uczniów, którzy mogą wchodzić w interakcje i komunikować się ze sobą.



Rys. 10. Przykłady VR/AR w książkach szkolnych i edukacyjnych.

Wiele osób jest przekonanych, że w najbliższej przyszłości książki papierowe będą nadal miały miejsce w naszych salach lekcyjnych, a ewolucja podręcznika będzie napędzana przez AR, która zintegruje płaską stronę z obrazami 3D, filmami i interaktywnością. Ponadto AR umożliwi aktualizację treści w czasie i wzbogacanie o funkcje interaktywne. Na przykład wyobraź sobie podręcznik do anatomii w liceum, który wykorzystuje zdjęcie ręki, aby rozpocząć doświadczenie AR, w którym model 3D kości ramienia jest pokazany nad stroną książki lub nawet nad fizycznym ramieniem ucznia i gdzie można go obracać w dowolnym kierunku lub pod dowolnym kątem. Podsumowując, wszystkie różne media związane z drukowaniem można „rozszerzyć”, prowadząc w ten sposób do wciągających doświadczeń, które angażują użytkowników i sprawiają, że są bardziej wrażliwi i zainteresowani przesłaniem lub informacjami, które chcesz przekazać.

4.2. VR/AR w nauce szkolnej

Korzystanie z IT i jego narzędzi na stałe wpisało się w codzienne życie uczniów, a połączenie rzeczywistości z cyfryzacją środowiska, w którym funkcjonują, powoduje, że często uczniowie (i nie tylko oni) nie mają już świadomości, że w rzeczywistości używają „narzędzia cyfrowego”, które współdziała z otaczającym ich światem, to znaczy „interfejsu komputerowego”, który integruje się z rzeczywistym światem, dopóki nie zostanie z nim pomyłony. I to właśnie w tym wirtualnym zanurzeniu, całkowitym lub częściowym, postrzegane rzeczywistości mieszają się aż do punktu, w którym nie można ich już odróżnić. Nowość technologiczna, jaką wnosi VR/AR wymaga wprowadzenia odpowiednich, innowacyjnych zasad i procedur w zakresie edukacji i szkoleń, ponieważ pozwala na stworzenie nowego potencjału do wykorzystania w klasie, ponieważ może dodawać nowe treści edukacyjne do realnego świata a także rozwijać nowe i ekscytujące doświadczenia edukacyjne dla uczniów poprzez możliwość interakcji z otoczeniem. Technologie VR/AR stają się coraz bardziej zaskakujące dzięki rozwojowi coraz bardziej kreatywnych funkcji, które mogą oferować użytkownikom coraz bardziej angażujące doświadczenia. W tym kontekście badania edukacyjne muszą również uwzględniać i wzmacniać tę nową ewolucję cyfrową, a poprzez badania i wdrażanie operacyjne muszą być w stanie zaoferować uzasadnione sugestie i wskazówki dotyczące możliwych konsekwencji zastosowania. Zastosowanie AR może otworzyć, nawet w dziedzinie edukacji i szkoleń, nowe, ekscytujące i nieoczekiwane scenariusze. Zapewnienie uczniowi „wzbogaconego” wkładu wizualnego poprzez AR pozwala nauczycielowi zastosować podejście oparte na doświadczeniu, polegające na bardziej angażujących, stymulujących i dynamicznych doświadczeniach uczenia się.

Technologia AR - która pozwala w kontekstach edukacyjnych dodawać, jak powiedzieliśmy powyżej, treści wirtualne i tryby interaktywne do środowiska fizycznego - ułatwia i upraszcza osiągnięcie bardziej efektywnego uczenia się poprzez różnorodne doświadczenia edukacyjne. Nawet immersyjna, związana z możliwością silnej interakcji w czasie rzeczywistym, która daje możliwość bezpośredniego eksperymentowania i testowania w terenie oraz głębiej angażuje uczących się, także w zakresie percepcji sensorycznej i wglądu. Można ją zatem zdefiniować jako technikę uczenia się na żądanie, w której środowisko uczenia się jest dostosowywane do potrzeb i wkładu samych uczniów. VR/AR, poprzez wszechstronność ich wykorzystania w odniesieniu do celów do osiągnięcia (komunikacyjnych, edukacyjnych), pozwala nam stworzyć z naszymi uczniami całkowicie innowacyjne, zachęcające i stymulujące środowisko uczenia się, w którym „cyfrowe” treści

edukacyjne przyczyniają się do wzbogacenia percepcja interakcji oraz „łączenie się i mieszanie” z przedmiotami, narzędziami lub doświadczeniami, które są już częścią zwykłej działalności edukacyjnej i rzeczywistości otaczającej naszą zewnętrzną przestrzeń fizyczną. Wszystko to, jak wcześniej przewidywano, można również zdefiniować jako „rzeczywistość mieszaną”, w której zawartość holograficzna 3D jest zintegrowana z zawartością naszego fizycznego świata w jednym środowisku, umożliwiając tworzenie hologramów w kontekście przestrzennym, a tym samym umożliwiając interakcję zarówno poprzez cyfrowe treści i otaczającego nas świata. Wykorzystanie technologii VR/AR pozwala na przejście od podejścia „ucz-słuchaj” do bardziej aktywnej, partycypacyjnej i angażującej metody nauki, w której uczniowie biorą odpowiedzialność za swoją naukę i stają się bardziej zaangażowanymi uczestnikami niż biernymi obserwatorami. Wprowadzenie VR/AR do szkolnej praktyki dydaktycznej można zaklasyfikować jako działalność edukacyjną zgodnie z zasadami teorii konstruktywistycznej, ponieważ stawia uczących się w centrum ich własnego uczenia się i stawia ich w pozycji do weryfikacji i kontroli własnego nabywania procesu (metapoznanie) poprzez silną interakcję i połączenie z otaczającym je wirtualnym lub rzeczywistym środowiskiem. VR / AR skraca czas potrzebny na przekazywanie informacji, dając czas na zrozumienie, rozumowanie, porównywanie, zrozumienie relacji systemowych, multidyscyplinarność. Ten tryb nauki, który promuje aktywną rolę ucznia, może znacznie zwiększyć, nawet na poziomie emocjonalnym, zdolność uczniów do „nurkowania” i „angażowania się” w odniesieniu do identycznych treści nauczania (na przykład szkolenie zawodowe na temat bezpieczeństwa lub anatomia, instrukcje obsługi aparatów fotograficznych i kody QR, badanie dzieł sztuki lub przedmiotów w muzeach, aktywne książki w bibliotekach, zwiedzanie miejsc lub zabytków, symulacje lotów, jazda itd.). Ten sposób wdrażania i podejście do nauczania umożliwia osiągnięcie tego, co jest również nazywane „uczeniem się rozszerzonym”, poprzez wspieranie i wzmocnianie kreatywnych i komunikacyjnych umiejętności uczniów.

4.3. Wytyczne dotyczące odpowiedniego środowiska pracy

Podstawowym oprogramowaniem zainstalowanym w laboratorium VR mogą być dwa silniki graficzne: Unreal Engine i Unity 3D. Blender 3D może być używany do modelowania obiektów 3D. Otaczające obrazy tworzą przestrzenne zanurzenie. Wówczas użytkownik może poczuć, że świat wirtualny jest „autentyczny” i „prawdziwy”, ponieważ

wokół niego tworzy się wirtualne środowisko. Wraz ze zmianą rzeczywistej pozycji użytkownika zmienia się jego pozycja w środowisku wirtualnym. Różne czujniki mogą być wbudowane w akcesoria używane przez uczestników, takie jak rękawiczki i kombinezon, aby zapewnić informację zwrotną o pozycji lub gesty w czasie rzeczywistym.

Optymalna sala laboratoryjna powinna zapewniać swobodę pracy z maksymalnie 12 osobową grupą laboratoryjną. Zaproponowano rozwiązanie oparte na audytorium VR. Na zajęciach prowadzonych w formie wykładu student może za pomocą gogli VR przenieść się na określony czas do wirtualnej rzeczywistości w oddzielnych lub wspólnych sesjach VR. Prowadzący może poprosić uczestników o przeniesienie się do wirtualnego świata w celu zaprezentowania wydzielonej części materiału z wykorzystaniem technologii VR. W zależności od wybranego typu zestawu VR konieczne jest zastosowanie dedykowanych stacji bazowych, które można zawiesić pod sufitem lub przymocować do stojaka. Aula powinna mieć minimum 40-45 m², aby umożliwić prowadzenie wykładów i ćwiczeń. W przypadku korzystania z mobilnych zestawów VR obszar roboczy o minimalnych wymiarach min. 3,5 x 4 metry, aby umożliwić użytkownikom bezpieczne poruszanie się podczas korzystania z technologii VR.

4.4. Wytyczne dotyczące przygotowania kadr do wdrażania edukacji w technologii VR

Technologie VR/AR to potężne podejście do doskonalenia e-learningu, które może prowadzić do znacznego rozwoju procesu uczenia się i osiągnięcia podstawowych celów edukacyjnych. Głównym celem tej strategii jest zbudowanie interaktywnego środowiska, w którym uczniowie angażują się w proces uczenia się. To narzędzie, które przenosi uczniów w najbardziej praktyczne sytuacje, w których mogą bez ograniczeń zdobywać wiedzę i umiejętności. Pomaga odtworzyć możliwe scenariusze i uczyć uczniów konkretnych technik. Rola wykładowcy jest nadal znacząca. Jego rola powinna sprowadzać się nie tylko do roli mentora, profesjonalnego doradcy, ale także organizatora pracy, znawcy wiedzy i aktywnego uczenia się. Wykładowca/trener powinien posiadać znaczną wiedzę z przedmiotu oraz doświadczenie na kursie.

Model SAMR jest zwykle używany do oceny wykorzystania nowych technologii edukacyjnych w nauczaniu. Pierwsze litery SAMR (ang. Substitution, Augmentation,

Modification, Redefinition) oznaczają: Substytucję; Powiększenie; Modyfikację; Prze definiowanie. Model SAMR opisuje cztery poziomy wprowadzania nowych technologii edukacyjnych w dydaktyce. Proponowane kursy/szkolenia powinny spełniać kryteria zawarte w tym modelu. Model ten ma pomóc nauczycielom/trenerom w integracji technologii z procesem nauczania i uczenia się. Model ten został spopularyzowany przez dr Rubena Puenturę. Celem modelu jest wspieranie działań nauczycieli i umożliwienie projektowania, rozwijania i wprowadzania cyfrowych doświadczeń edukacyjnych przy użyciu technologii i przekształcania doświadczeń edukacyjnych na wyższe poziomy osiągnięć uczniów. Model opisuje różne sposoby wykorzystania technologii w nauczaniu. Pokazuje konstruktywną zmianę w procesie szkolenia. Prowadzenie zajęć z wykorzystaniem nowych technologii zwiększa efektywność uczenia się, ponieważ aktywuje w równym stopniu obie półkule mózgu: lewą, która przyswaja to, co werbalne, odpowiedzialną za analityczne myślenie i liczenie, oraz prawą, która odbiera emocje, obrazy i odpowiada za kreatywność, wyobraźnia przestrzenna i rozumowanie abstrakcyjne [10].

Za pomocą urządzeń VR/AR pobudzana jest wyobraźnia odbiorcy przenosząc go w wirtualną rzeczywistość, ułatwiając wejście w nowe środowisko. Student nie zawsze jest w stanie wyobrazić sobie, jak będzie w stanie zachowywać się w danym miejscu pracy na podstawie samych obrazów. Kluczem do optymalnego wykorzystania każdej dostępnej technologii w celach edukacyjnych jest wiedza wykładowcy/trenera oraz jego doświadczenie z narzędziami, które może wykorzystać w procesie nauczania. Wykładowca/trener powinien zaoferować studentom odpowiednie zadanie za pomocą narzędzia. W związku z ciągłym rozwojem technik informacyjnych oraz bogactwem i dostępnością narzędzi edukacyjnych, wykładowca musi stale pogłębiać swoją wiedzę, aby być na bieżąco z aktualnymi technologiami. Wdrożona technologia VR / AR pozwala na zbudowanie własnego zestawu narzędzi, które będą wykorzystywane przez uczniów do wykonywania określonych czynności, obejmujących główne funkcje edukacji: zapamiętywanie - rozumienie; podanie; analiza; ocena; kreacja.

Trenerzy to osoby, które tworzą sytuację edukacyjną. W środowisku VR/AR trener jest również odpowiedzialny za przygotowanie przypadku edukacyjnego. Ważną kwestią jest odpowiednie rozwijanie narzędzi dostępnych podczas kursu. Bardzo często w szkoleniach opartych na VR za realizację szkolenia odpowiada cały zespół ludzi: ekspert, metodolog, czasem moderator, programista, grafik, help desk. Dobry nauczyciel musi mieć cechy wszystkich tych zawodów. Tym samym rola trenera ulega modyfikacji w stosunku do tradycyjnego nauczania, który musi wziąć odpowiedzialność za jakość i efektywność procesu

szkoleniowego. Trener musi nie tylko zarządzać treningiem, analizować postępy ucznia, ale także podtrzymywać proces nauczania, stymulować rozwój, badać efektywność szkolenia.

Trener musi więc być nie tylko kompetentny technicznie, ale także umieć przygotować atrakcyjny świat wirtualny, poprawny merytorycznie, a jednocześnie umieć udzielić informacji zwrotnej, przygotować dodatkowe ćwiczenia i zadania dla ucznia. Należy również pamiętać o stworzeniu atmosfery sprzyjającej nauce, dlatego ważne są również cechy interpersonalne.

Obecnie rośnie zapotrzebowanie na pracowników z sektora STEM (nauki ścisłe, technologia, inżynieria, matematyka). Kluczowymi mechanizmami uczenia się w STEM są procesy skupiające się na percepcji, uwagach i metodach pamięci, rozumowaniu i myśleniu, modelowaniu i analogii, konstruowaniu i transferze znaczeń w procesach poznania i uczenia się oraz kompetencjach cyfrowych, a także nowe technologie (AR, VR, IoT). Najnowsze trendy w edukacji pokazują odejście od STEM do STEAM poprzez dodanie słowa „sztuka” - mającego na celu zmianę klasycznych modeli szkoleniowych w kierunku tworzenia kreatywnych środowisk uczenia się i umiejętności. W szczególności w tym przypadku zastosowanie technologii VR może nadać nowatorski charakter. Edukacja XXI wieku łączy w sobie chęć uczniów do zdobywania umiejętności wyszukiwania, weryfikowania, a następnie wykorzystywania istniejącej i powszechnie dostępnej wiedzy, która jest podstawą kreatywności. Nowoczesna edukacja ma więc prowadzić do kształtowania świadomości, twórczej postawy i dokonywania wyborów przybliżających cele, zgodnych z celem i potrzebami każdego przedmiotu, a to wymaga od prowadzącego lub trenera odpowiednich predyspozycji i zmysłu artystycznego.

4.5. Umiejętności i kompetencje osiągalne poprzez szkolenie immersyjne

Udział w szkoleniach VR jest całkowicie bezpieczny. Pozwala na symulację w pełni realistycznych warunków podczas dowolnej produkcji, umieszczenie człowieka w takim środowisku i bez ryzyka popełnienia dowolnej liczby błędów w procesie edukacji. Umożliwia zdobycie odpowiednich kompetencji, zarówno miękkich, jak i twardych. Kompetencja to zbiór wiedzy teoretycznej, umiejętności praktycznych i określonych zachowań, które skutecznie ułatwiają zapewnienie jakości postawionych zadań. Według J. Coolahana kompetencja to ogólna zdolność (zdolność) oparta na wiedzy, doświadczeniu, wartościach i skłonnościach nabytych podczas szkolenia VR / AR.

Uczestnicy mogą wykonać najbardziej skomplikowane i niebezpieczne operacje. Dzięki temu pracownik, który przećwiczy dowolne niebezpieczne scenariusze w świecie VR, doskonale wie, jak zachowywać się w podobnych okolicznościach w realnym świecie.

Kompetencje są zróżnicowane w zależności od zajmowanego stanowiska i obszaru działalności wykonywanej przez pracowników. Istnieje wiele klasyfikacji kompetencji, takich jak model IPMA Competency Baseline opracowany przez International Project Management Association czy Professional Competency Standards for Project Management - model kompetencji opracowany przez Australian Institute for Project Management. Najpopularniejszym podziałem kompetencji jest pogrupowanie ich według rodzaju zadań wykonywanych przez pracowników. Podział ten promuje między innymi R.L. Katz. W tej klasyfikacji istnieją trzy główne grupy:

- *kompetencje techniczne,*
- *kompetencje koncepcyjne,*
- *kompetencje społeczne.*

Kompetencje techniczne związane są z aktywnością wykorzystywania narzędzi, metod i technologii w wybranym obszarze działalności. Kompetencja koncepcyjna to umiejętność tworzenia i koordynowania działań zmierzających do wytworzenia dóbr materialnych lub niematerialnych. Kiedy pracownik zajmuje stanowisko kierownicze, jest to umiejętność całościowego spojrzenia na firmę i relacje między jej częściami oraz zrozumienie, jak określone zmiany mogą wpłynąć na jej pozycję rynkową. W tym przypadku kompetencja pojęciowa jest ściśle związana z podejmowaniem właściwych decyzji. Kompetencje społeczne są związane ze zdolnością do współpracy z innymi ludźmi, zrozumienia ich działań i wpływania na ich decyzje.

Każde szkolenie musi wykorzystywać pomoce dydaktyczne. Są to przedmioty materialne działające na zmysły człowieka, wykorzystywane w procesie edukacyjnym, których zadaniem jest ułatwienie poznania wybranych aspektów rzeczywistości. Techniczne pomoce dydaktyczne, takie jak VR/AR, są częścią klasyfikacji zaproponowanej przez E. Fleminga i J. Jacoby'ego, którzy wyróżniają następujące grupy pomocy dydaktycznych:

- naturalne (będące fragmentami rzeczywistości naturalnej),
- symboliczne (przedstawianie elementów rzeczywistości za pomocą symboliki),

- techniczne (pośrednio oferujące elementy rzeczywistości).

Środkami przyrodniczymi są przede wszystkim różnego rodzaju eksponaty, których użycie ułatwia zrozumienie funkcjonowania niektórych części środowiska naturalnego. Środki symboliczne to podręczniki, rysunki techniczne, wykresy, mapy lub zestawy znaków, które mają na celu poprawę analizy, syntezy i porównania rzeczy, zjawisk oraz formułowania uogólnień, w tym pojęć, które są istotnymi składnikami wiedzy. Środki techniczne to obiekty techniczne o różnym stopniu złożoności, oddziałujące na zmysły człowieka. Istnieją cztery główne grupy takich miar: wizualne, słuchowe, wizualno-słuchowe i automatyczne.

Systemy rzeczywistości rozszerzonej to automatyczne techniczne pomoce dydaktyczne. Jest to technologia wykorzystująca techniki cyfrowego przetwarzania i analizy obrazu, łącząca świat rzeczywisty z rzeczywistością wirtualną. Zastosowanie rozszerzonej rzeczywistości może znacząco podnieść umiejętności projektowe, ułatwiając kursantowi przedstawienie efektów podjętych działań lub złożonych konstrukcji, np. Lokalizacji poszczególnych elementów. Jeżeli rzeczywistość rozszerzona jest wykorzystywana do wzmacniania kompetencji koncepcyjnych w zakresie koordynacji procesów, aplikacje mogą obejmować procesy związane z funkcjonowaniem poszczególnych systemów, np. Produkcją czy podejmowaniem decyzji. W przyszłości powinny pojawić się aplikacje symulujące zachowanie określonych osób lub grup.

Przykładem jest symulacja zachowania się grupy ludzi podczas ewakuacji z miejsc zagrożonych (np. statek). Stażysta mógł obserwować, jak jego decyzje wpływają na zachowanie tłumu, stojącego w miejscu, w którym ma realizować zadania związane z koordynacją takich działań w przyszłości. Zastosowanie rozszerzonej rzeczywistości znacznie poprawia umiejętności związane z komunikacją z innymi ludźmi. Przykładem może być prezentacja informacji werbalnej w postaci tłumaczenia z jednego języka na inny przy postaci osoby, z którą prowadzony jest dialog lub prezentacja zachowań podczas spotkań.

Podnoszenie kompetencji technicznych polega na wdrożeniu modelu szkolenia pozwalającego na wykonywanie czynności związanych z utrzymaniem, naprawami i serwisowaniem urządzeń i procesów technicznych. Główną zaletą takiego systemu i podobnych rozwiązań jest skrócenie czasu szkolenia i udziału trenera. Użytkownik widząc obraz urządzenia wraz z wygenerowanymi podpowiedziami, może samodzielnie wykonywać czynności, do których wcześniej nie był przeszkolony. Wdrażanie systemów rzeczywistości rozszerzonej w podnoszeniu kompetencji zawodowych może w przyszłości być niezbędnym

elementem zwiększającym efektywność metod szkoleniowych. Szybki postęp technologiczny sprzyja powstawaniu innowacyjnych rozwiązań technicznych, takich jak rzeczywistość rozszerzona, usprawniających proces uczenia się. Rola technicznych pomocy dydaktycznych w procesie podnoszenia kompetencji stale rośnie, głównie ze względu na potrzebę jak najszybszego transferu wiedzy i umiejętności do uczniów. Szkolenia VR mają funkcje poznawcze (przybliżają złożone aspekty rzeczywistości i ułatwiają bardziej szczegółowe poznanie analizowanego zagadnienia), dydaktyczne (służą do rozwiązywania złożonych problemów i weryfikacji wyników wypracowanych rozwiązań), motywujące (rozwijają zainteresowania, postawy i wykazują efekt zainteresowania tematyką uczenia się). Wymienione powyżej funkcje technicznych pomocy dydaktycznych są zwykle łączone ze sobą, czego efektem jest efekt synergii [12].

4.6 Wytyczne do oceny możliwości zastosowania elementów VR w procesie edukacyjnym

Początkowy etap analizy możliwości wykorzystania technologii VR w procesie edukacyjnym powinien opierać się na dokładnym przeglądzie programów nauczania. Aby przeprowadzić ocenę, należy opracować spójny zestaw uniwersalnych kryteriów oceny.

Pierwszym kryterium oceny jest ocena możliwości doboru odpowiednich technik wspomagających proces uczenia się: Virtual Reality (VR), E-learning (EL), Resource Virtualization (V). Każda uczelnia lub ośrodek szkolenia zawodowego powinny ponownie przeanalizować istniejące plany kształcenia i wszystkie dostępne tam przedmioty i moduły kształcenia, aby zastosować innowacyjne formy uczenia się. Każdy moduł szkoleniowy charakteryzuje się innym stopniem podatności na wykorzystanie technik wspomagających proces edukacyjny. Wywiady przeprowadzone z doświadczoną kadrą dydaktyczną i naukową wykazały, że najczęściej stosowaną formą wsparcia tradycyjnych zajęć jest e-learning i wirtualizacja zasobów laboratoryjnych. Dlatego właśnie porównano technologię VR z tymi formami. Każda technika była oceniana w kontekście danego modułu szkoleniowego w skali od 0 do 5 (0 - brak podatności, 5 - duża podatność).

Kolejnym ważnym kryterium do oceny przy analizie istniejących planów treningowych jest czas potrzebny na wdrożenie technologii VR w ramach danego modułu szkoleniowego. Istnieje możliwość dokładnego oszacowania czasu potrzebnego do realizacji

danego scenariusza dydaktycznego dla poszczególnych technik w tzw. godzinach pracy. Na tym etapie działanie to jest zbyt czasochłonne i bezcelowe. Dlatego do określenia czasochłonności przyjęto bezwymiarową skalę od 1 do 5, gdzie 5 oznacza bardzo długi czas realizacji i jeden stosunkowo krótki czas potrzebny na wdrożenie technik VR dla danego modułu.

Ze względu na dużą dynamikę pojawiania się nowych technologii, rozwiązań czy zmian procedur w poszczególnych branżach, niezbędne jest określenie średniej długości życia scenariuszy VR przygotowanych w ramach danego modułu szkoleniowego. Kryterium to określa przewidywany czas, w którym dany scenariusz VR może być obsługiwany bez zmian. Będzie oceniany za pomocą skali: krótka (s), średnia (m), długa (l).

4.7. Przykład szkolenia VR w wybranym module dydaktycznym Politechniki Rzeszowskiej (Polska)

Celem przykładowej aplikacji szkoleniowej w środowisku VR było zapoznanie studentów z podstawowymi elementami samolotu szkoleniowego Socata TB-9 „Tampico”. (Rysunek 11), z których 7 jest własnością Ośrodka Kształcenia Lotniczego Politechniki Rzeszowskiej. Oprócz odwzorowania wnętrza, na podstawie wykonanych wcześniej zdjęć, zaprogramowano ćwiczenie ułatwiające zapamiętanie przedstartowej procedury sprawdzania kokpitu.



Rys. 11. Samolot Socata TB-9 "Tampico" zlokalizowany w Ośrodku Kształcenia Lotniczego Politechniki Rzeszowskiej.

Liczba uczestników ograniczona jest dostępnością sprzętu VR. Należy pamiętać, że trener powinien czuwać nad przebiegiem szkolenia, czasem moderować i zmieniać scenariusz kursu, aby liczba słuchaczy nie była zbyt duża. Proste procedury mogą być ćwiczone przez studentów samodzielnie, ale na dalszych etapach szkolenia niezbędna jest informacja zwrotna od trenera, ocena zachowania ucznia itp., co wymaga ciągłej obserwacji ze strony trenera. Ze względów zdrowotnych czas spędzony w okularach VR nie może być od razu zbyt długi.

4.7.1. Szczegóły realizowanej procedury szkoleniowej

Procedura wybrana do prezentacji nosi nazwę „Inspekcja wstępna - kokpit”. Składa się z sześciu kroków, jak pokazano w tabeli 2. W trzeciej kolumnie opisano każdy z nich.

Tabela 2. Lista zadań procedury „Inspekcja wstępna - kokpit” dla statku powietrznego Socata TB-9 „Tampico”.

Element kokpitu	Status elementu kokpitu	Opis aktywności
Wyłącznik zapłonu	OFF	Sprawdzenie, czy wyłącznik zapłonu jest w pozycji wyłączonej
Blokada sterowania	REMOVED / CONTROLS FREE	Sprawdzenie, czy blokada steru została usunięta/czy ster kierunku można ruszyć
Wyłącznik główny	ON	Włączanie wyłącznika głównego
Woltomierz	CHECKED	Sprawdzenie wyświetlacza woltomierza (wyświetlacz zielonego pola)
Ilość paliwa	CHECKED	Sprawdzenie poziomu paliwa w

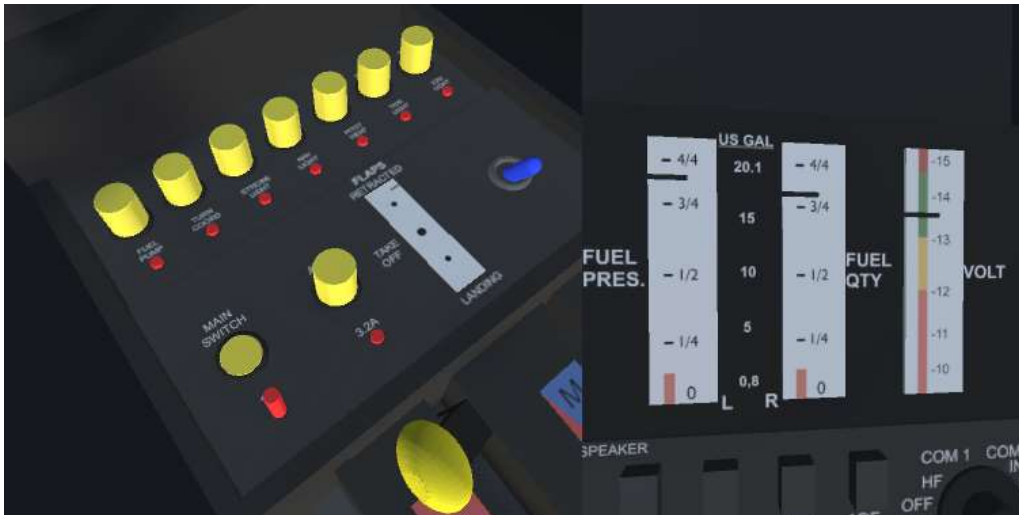
		obu zbiornikach
Trymer	CHECKED / SET	Sprawdzenie kalibracji steru kierunku

Modelowanie poszczególnych elementów kokpitu wykonano za pomocą narzędzia Blender 2.80 dystrybuowanego na licencji GPL. Porównanie wirtualnego kokpitu z rzeczywistym kokpitem przedstawiono na rysunku 12.



Rys. 12. Model kokpitu z teksturami (po lewej) i zdjęcie prawdziwego kokpitu, na którym oparto model (po prawej).

Każde naciśnięcie przycisku uruchamia również odtwarzanie dźwięku imitującego tę czynność, co wymaga dodania komponentu „Audio Source” (Rysunek 13).



Rys. 13. Włącznik główny (po lewej) i jego wskaźniki (po prawej).

Zdecydowano, że lista zadań do wykonania przez użytkownika zostanie umieszczona jako element kokpitu tuż przed jego twarzą tak, aby była widoczna. Wewnątrz znajdują się przygotowane wcześniej grafiki z listą zadań oraz symbolem wskazującym, że czynność została zakończona (Rysunek 14).

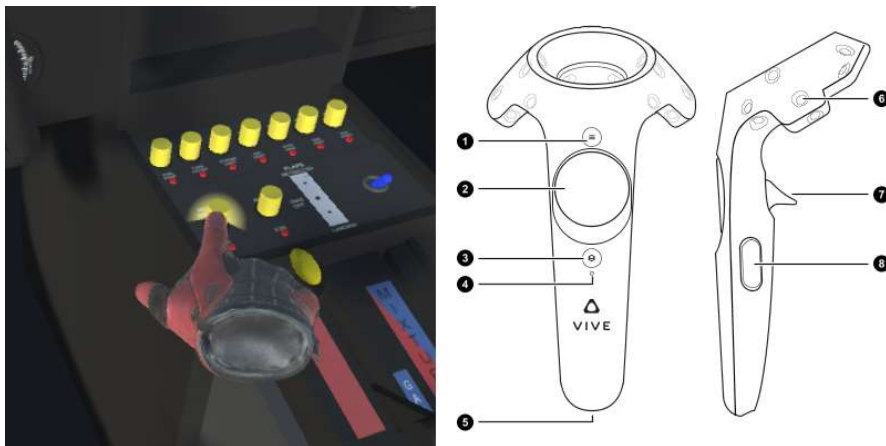


Rys. 14. Obiekt typu „Canvas” zawierający listę zadań.

4.7.2. Procedura ćwiczenia

Ćwiczący po założeniu okularów VR widzi wnętrze wirtualnego kokpitu. Celem szkolenia w tym przypadku jest procedura przedstartowa. Czynności do wykonania

wyświetlane są w formie planszy umieszczonej nad instrumentami przed graczem. Wirtualne rękawiczki służą do interakcji z otoczeniem i są kontrolowane przez kontrolery HTC Vive. Naciśnięcie określonego przycisku na kontrolerze powoduje wykonanie odpowiedniego gestu palcami. Ze względu na niewielkie rozmiary elementów kokpitu wskazane jest wykonanie wirtualnego gestu w rękawiczce, w którym prostuje się tylko palec wskazujący (Rysunek 15). Próba interakcji otwartą ręką może skutkować kontaktem z wieloma elementami jednocześnie.



Rys. 15. Gest rękawicy z wyprostowanym palcem wskazującym oraz schemat kontrolera z zaczepem za nim oznaczonym numerem 8.

W trakcie procedury są czynności, które tak naprawdę polegają na wizualnej ocenie elementu. Ze względu na konieczność rozpoznania przez logikę aplikacji, czy dana akcja została wykonana, kontrolę wizualną należy dodatkowo potwierdzić poprzez dotknięcie elementu. W drugim zadaniu, w którym należy sprawdzić możliwość manipulacji sterem, dotknięcie steru uruchamia animację, która go rusza (Rysunek 16).



Rys. 16. Obiekt steru kierunku podczas animacji.

Czynności 1, 2, 3 i 6 można wykonać w dowolnej kolejności. Czwarte i piąte zadanie wymaga zaliczenia pierwszego kroku nr. 3, aby przejść poprawnie. Jest to związane z aktywacją woltomierza i wskaźników poziomu paliwa dopiero po włączeniu wyłącznika głównego. Wyłączenie głównego wyłącznika nie tylko anuluje zadanie nr. 3, ale także zadania nr. 4 i 5 (Rysunek 17).



Rys. 17. Lista czynności wykonywanych bez sekwencji, przed i po wyłączeniu wyłącznika głównego.

Pomimo niemal całkowitej swobody w przechodzeniu przez procedurę, elementy oznaczone są pulsującym podświetleniem w kolejności zapisanej na tablicy. Światło zmienia swoją średnicę (Rysunek 18), co przykuwa uwagę użytkownika, dzięki czemu szybciej odnajduje poszukiwany obiekt.



Rys. 18. Stany animacji zmiany poświaty.

Utworzona aplikacja została pomyślnie przetestowana. Użytkownicy pozytywnie ocenili efektywność wykorzystania techniki VR. Zgodnie z sugestią, po przedłużeniu chętnie nauczyłoby się innych procedur. Zauważono pewne problemy w obsłudze kontrolerów i interakcji z małymi komponentami, zwłaszcza tymi znajdującymi się blisko siebie. Jest to niewątpliwie aspekt, który należy wziąć pod uwagę przy tworzeniu aplikacji i ograniczaniu możliwych aplikacji.

4.8. Przykładowe szkolenie VR w wybranych modułach nauczania Ies Dels Banyols - El Prat del Llobregat (HISZPANIA)

W celu realizacji szkolenia zaplanowano wykonanie 3 różnych typów kursów: kurs CFM56 Interactive - PC, kurs CFM56 Interactive - AR, kurs FCM56 Interactive - VR. Ważne jest, aby zachować kolejność, w jakiej te kursy są zaawansowane, ponieważ, jak widać, szkolenie przechodzi z kursu, na którym znajdujesz się tylko przed ekranem, do VR, gdzie uczeń może już wchodzić w interakcję i wchodzić głębiej do silnika.

4.8.1. Interaktywny kurs CFM56 - PC

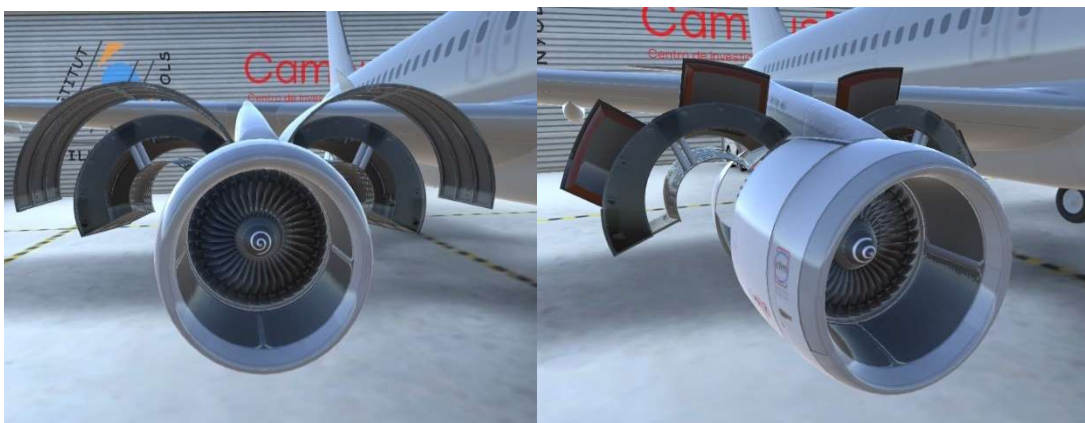
Interaktywny kurs komputerowy to czysto teoretyczny kurs szkoleniowy. Na tym kursie nauczyciel specjalizujący się w silnikach turbinowych wyjaśnia różne komponenty i procesy silnika CFM56 (rys. 19). Przed rozpoczęciem szkolenia nauczyciel wyjaśnia aplikację, która ma zostać wykonana, wspominając o różnych ruchach, które można wykonać,

o różnych dostępach, z którymi można wchodzić w interakcje itp. W tym miejscu uczniowie zwracają uwagę na projekcja i nie masz jeszcze dostępu do swojego komputera.



Rys. 19. Kurs interaktywny CFM56 - PC.

Dla formacji PC ważne jest, aby ruch odbywał się w ustalonym punkcie i w tym miejscu był wykonywany zwrot. Z drugiej strony uczeń może wchodzić w interakcje z silnikiem, otwierając i zamykając osłony. Klikając na turbinę, można obserwować, jak wyświetlane są osłony, a nawet osłony odwrotne, patrz rys.20.



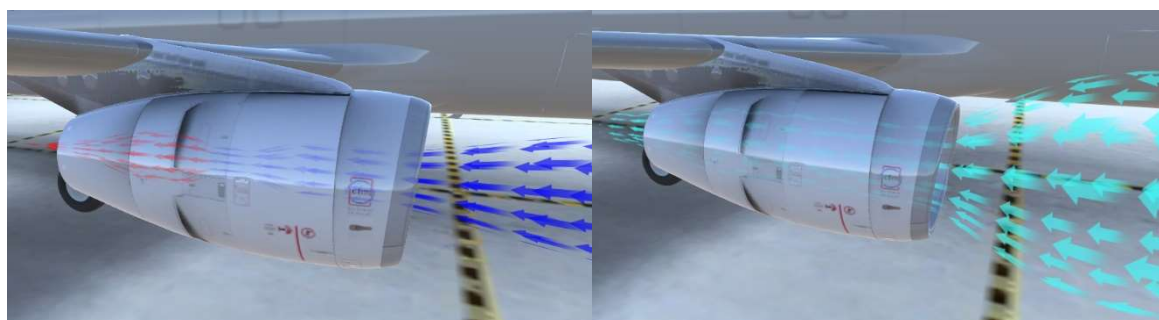
Rys. 20. Współpraca z silnikiem, otwieranie i zamykanie osłon.

Pionowy pasek po prawej stronie odpowiada powiększeniu lub **paskowi rozmiaru** (rys. 21 po lewej). Ten pasek pozwala nam przybliżać lub oddalać nasz silnik. Jest to wygodny drążek w użyciu, ponieważ w niektórych momentach treningu trener będzie musiał dokonać ogólnego lub konkretnego wyjaśnienia utworu.



Rys. 21. Interakcja z silnikiem: rozmiar (po lewej), montaż (po prawej).

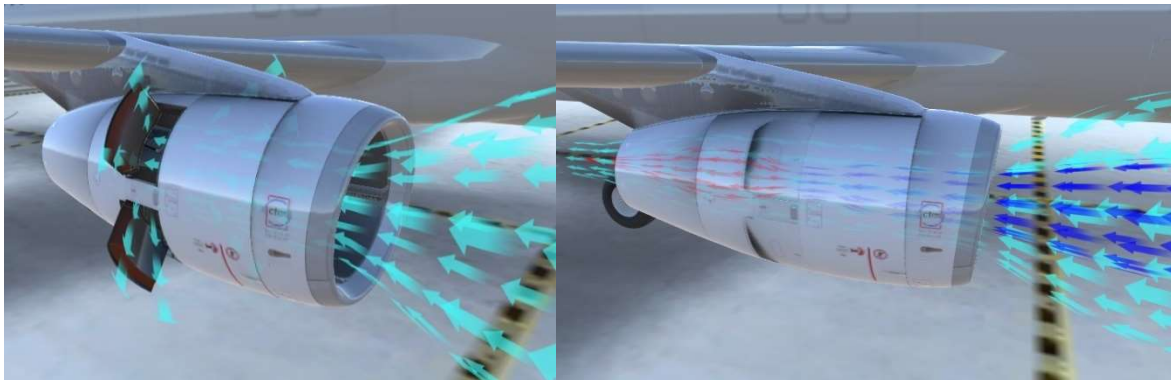
Listwa montażowa to poziomy pręt, którego funkcją jest rozłożenie silnika na różne części (Rys. 21 po prawej). W ten sposób uzyskuje się widok silnika w stanie rozłożonym, tak aby student mógł zidentyfikować i zrozumieć różne części silnika. Nauczyciel wyjaśni każdą część i jej różne cechy.



Rys. 22. Interakcja z silnikiem: przepływy powietrza - opcja wewnętrzna/zewnętrzna.

Dwa inne interesujące wejścia to przepływy powietrza. Te ikony mogą aktywować lub dezaktywować symulację pierwotnego i wtórnego przepływu powietrza (obejście).

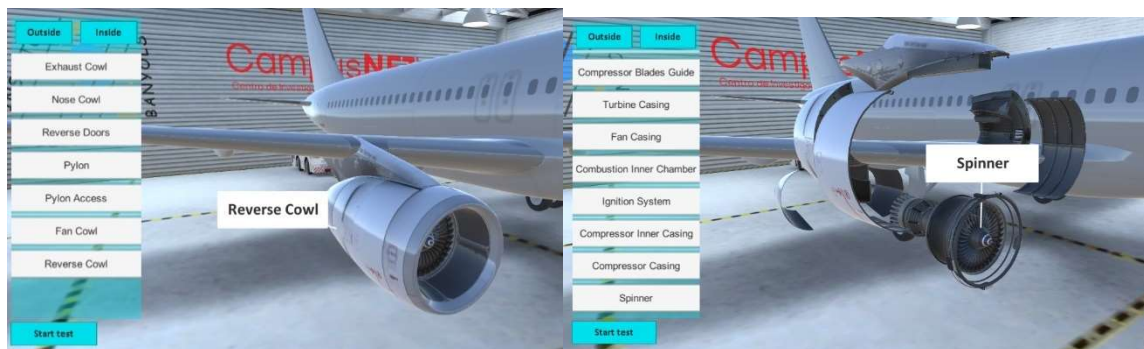
Ikona czerwona odpowiada przepływowi pierwotnemu, na którym można zobaczyć, jak powietrze przepływa wewnątrz silnika (rys. 22 po lewej). Niebieska ikona odpowiada przepływowi wtórnemu, na którym można zobaczyć, jak powietrze przepływa przez wentylator (rys. 22 po prawej). Z drugiej strony, jeśli włączony jest bieg wsteczny, zmianę przepływu można zaobserwować jako układ hamulcowy.



Rys. 23. Interakcja z silnikiem: przepływy powietrza - opcja wewnątrz / na zewnątrz.

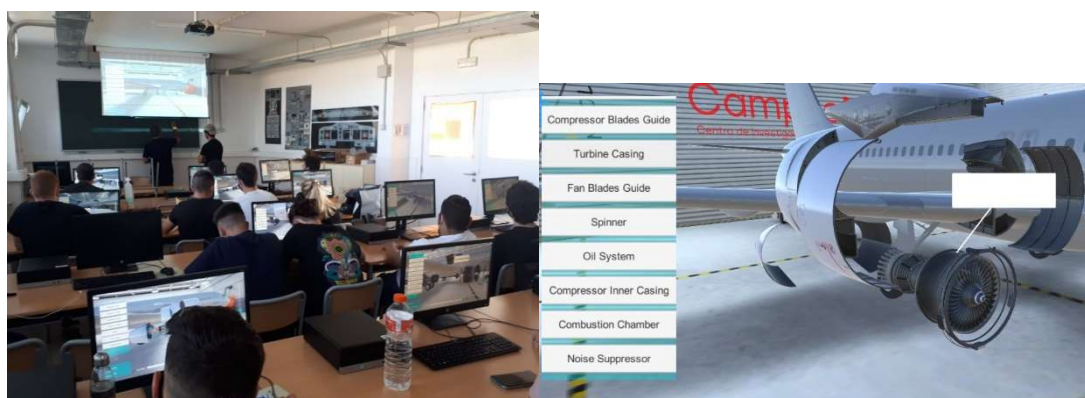
Jeśli obie ikony są aktywne, oba przepływy mogą być reprezentowane jednocześnie (rys. 23). Podczas szkolenia instruktor może skorzystać z opcji etykiety. Ta opcja umożliwia wyświetlanie nazw części silnika na etykiecie. Aplikacja została zaprogramowana w taki sposób, że silnik podzielony jest na 2 części, wewnętrzną (zewnątrzną) i zewnętrzną (wewnętrzną).

Po kliknięciu opcji Na zewnątrz (Rys. 24 po lewej) zostanie wyświetlona lista części silnika, a po wybraniu jednej z nich można zobaczyć, jak etykieta pojawia się na silniku. Analogicznie jak w opcji Na zewnątrz, po wybraniu opcji wewnętrznej (Rys. 24 po prawej) wyświetlana jest lista części silnika, a po wybraniu jednej z nich można zobaczyć, jak etykieta pojawia się na silniku. Należy dodać, że do użycia wnętrza wymagane jest rozbicie silnika, ponieważ nie demontując silnika nie można prawidłowo zidentyfikować części.



Rys. 24. Interakcja z silnikiem: opcja zewnętrzna / wewnętrzna.

Po przedstawieniu silnika, jego różnych opcji dostępu i przenoszenia, uczniowie mogą już uzyskać dostęp do swojego folderu TMA p:\tma-alumne, w którym można uruchomić aplikację. W tym momencie odbywa się wspólne szkolenie ucznia i nauczyciela (rys. 25).



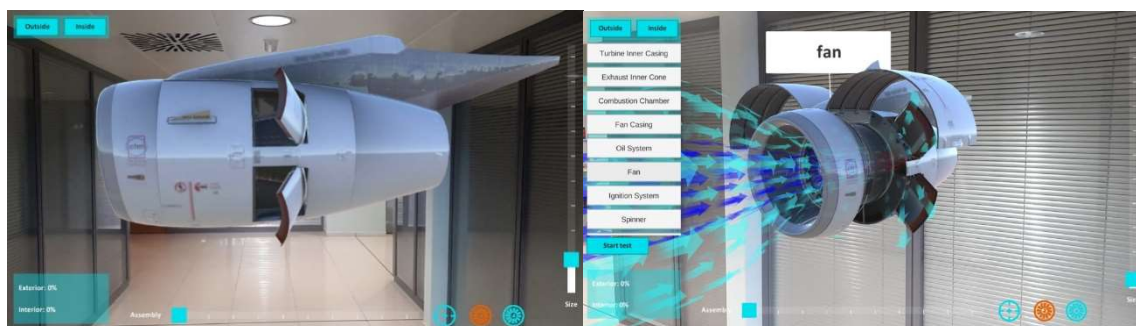
Rys. 25. PC - sesja szkoleniowa.

Po zakończeniu szkolenia i opanowaniu wszystkich pojęć można przeprowadzić test wiedzy. Tę opcję można znaleźć u dołu menu rozwijanych Na zewnątrz lub Wewnątrz. W takim przypadku podczas uruchamiania testu etykiety, które wcześniej opisywały część silnika pojawiają się w kolorze białym i wtedy student musi wybrać z rozwijanej listy odpowiednią opcję.

Po zakończeniu testu łączna liczba trafień pojawi się w lewym dolnym rogu ekranu.

4.8.2. Interaktywny kurs CFM56 - AR

Po szkoleniu z komputerem kolejnym interaktywnym kursem jest szkolenie w rozszerzonej rzeczywistości (AR). Ten kurs jest podobny do tego na PC, z tymi samymi opcjami opisanymi w poprzednim punkcie, ale tym razem różnica polega na wykorzystaniu rzeczywistości rozszerzonej, gdzie student musi poruszać się po silniku, aby zlokalizować części wskazane na etykietach (rys. 26). Ta opcja pomaga studentowi lepiej poznać silnik i uzyskać ogólną koncepcję wymiarów (rys. 27). Aby student mógł uzyskać dostęp do aplikacji APK, musi pobrać ją z folderu współdzielonego TEAMS OFFICE.



Rys. 26. Kurs interaktywny CFM56 - AR.



Rys. 27. Kurs interaktywny CFM56 - szkolenie AR.

4.8.3 Interaktywny kurs CFM56 - VR

Ten kurs jest ostatnim punktem szkolenia. Dzięki wiedzy zdobytej na PC i AR student może już rozpocząć szkolenie z Wirtualną Rzeczywistością (VR) - rys. 28. Duża różnica w stosunku do poprzednich kursów polega na odwzorowaniu silnika w rzeczywistych wymiarach. W tym celu konieczne jest przeprowadzenie szkolenia w obszarze o wystarczająco dużej przestrzeni, aby uczeń mógł bez problemów poruszać się po silniku (Rys. 28 po prawej). Materiał użyty w tym kursie to para okularów Oculus (rys. 28 po lewej) i odpowiadające im elementy sterujące.



Rys. 28. Kurs interaktywny CFM56 - szkolenie VR

Jeśli chodzi o ruch, można to zrobić swobodnie i bez problemów. Podobnie jak w poprzednich kursach, ta wersja korzysta z tych samych dostępów i ikon, ale zamiast tego można aktywować lub dezaktywować sterowanie ręczne.

4.9. Wybrane szkolenia VR we Włoszech

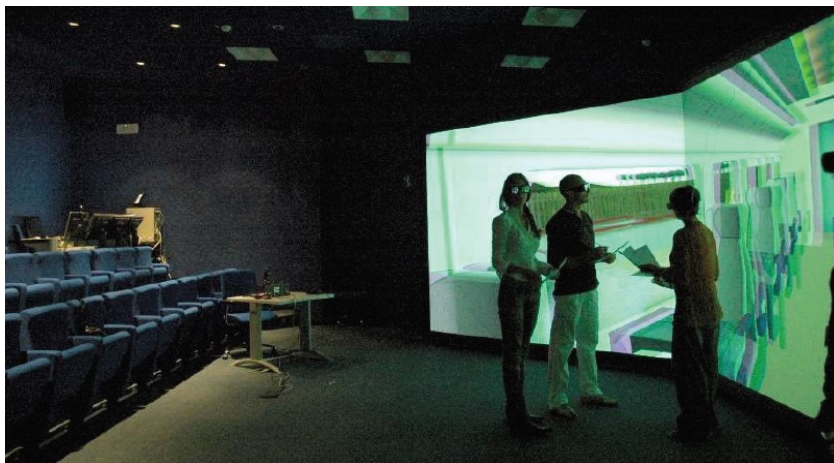
Nazwa modułu szkoleniowego	Wizyta w Cetma's Labs i CVRC - Cetma Virtual Reality Center
Cele modułu szkoleniowego	Moduł ten miał na celu przedstawienie studentom ogólnego przeglądu działań prowadzonych na CETMA oraz bardziej szczegółowych informacji o działalności Centrum Wirtualnej Rzeczywistości .
Treści	Wycieczka z przewodnikiem po:

- Laboratorium Technologii Materiałów

- Laboratorium szybkiego prototypowania i ergonomii



- Virtual Reality Center (CVRC), laboratorium zaawansowanej wizualizacji i systemów immersyjnych Konsorcjum CETMA. CVRC jest przeznaczony do wciągającej, opartej na współpracy i interaktywnej wizualizacji scenariuszy 3D w obszarach przeglądu projektu, symulacji, szkolenia, rozrywki i komunikacji.



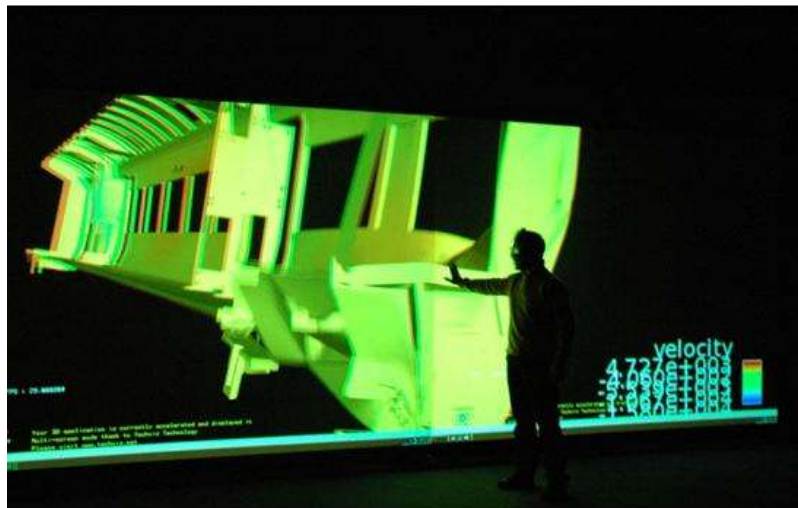
System wizualizacji jest obsługiwany przez technologię MoVE firmy

BARCO; składa się z 3 pół ruchomych ekranów (każdy ekran ma

powierzchnię 3,2 m x 2,4 m, co daje łącznie 9,6 m długości i 2,40 m wysokości), których ściany boczne mogą obracać się z konfiguracji CADWALL do konfiguracji CAVE. Ta szczególna cecha umożliwia tworzenie różnych scenariuszy i symulacji zarówno wewnątrz, jak i stylów.

System składa się z 3 projektorów, które zapewniają wizualizację MONO i aktywną 3D STEREO. System obliczeniowy zawiera klaster oparty na ORAD składający się z 12 DVG-10, łącznie 24 węzłów renderujących opartych na nVidii oraz klaster stacji roboczych z kartą graficzną nVidia Quadro.

Laboratorium umożliwia wyświetlanie wciągających i współpracujących aplikacji oprogramowania z wieloma widokami (aplikacje są projektowane i rozwijane przez CETMA) przy użyciu przewodowych i bezprzewodowych urządzeń śledzących.



Miejsce i forma szkolenia

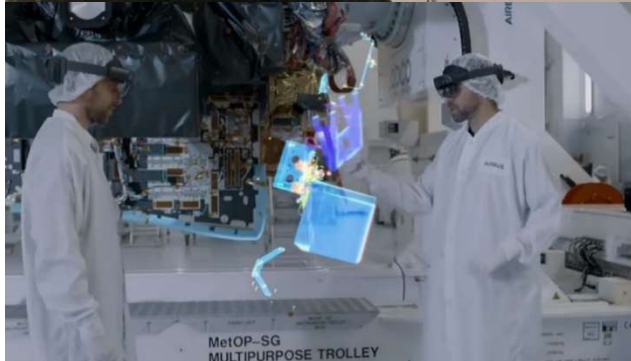
Obecność na żywo: wycieczka edukacyjna po laboratoriach CETMA

Metody szkoleniowe

Wycieczka z przewodnikiem miała na celu promowanie aktywnej komunikacji między tymi, którzy „transmitowali” (eksperci CETMA) a tymi, którzy

	<p>„otrzymywali” (studenci) za pośrednictwem „medium” (urządzenia obecne w laboratoriach).</p> <p>Dzięki kompetencjom ekspertów z obszaru VAM doświadczenie uczenia się zostało zaprojektowane tak, aby pasowało zarówno do kontekstu, w którym miało miejsce, jak i do faktycznej wiedzy podstawowej posiadanej przez uczniów, mając na celu stymulowanie ich aktywnego uczestnictwa i informacji zwrotnej.</p>
Ewaluacja	<p>Ocena merytoryczna aktywnego udziału studentów podczas wizyty w laboratoriach.</p>

Nazwa modułu szkoleniowego	Wprowadzenie do Przemysłu 4.0 i technologii immersyjnych
Cele modułu szkoleniowego	<p>Celem tego modułu było przedstawienie studentom przeglądu wykorzystania wirtualnej i rozszerzonej rzeczywistości w firmach oraz uświadomienie im, w jaki sposób te technologie mogą przynieść znaczące korzyści firmie, nie tylko poprzez optymalizację czasu i kosztów, ale także usprawnienie pracy warunków ich pracowników.</p>
Treści	- Przegląd projektu



- Szkolenie i bezpieczeństwo






- Pomoc techniczna



Miejsce i forma szkolenia

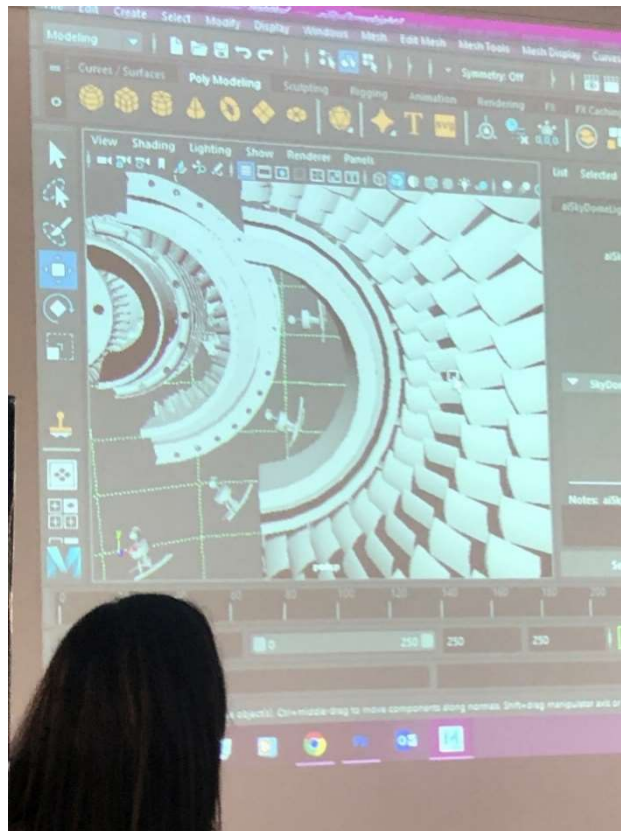
Szkolenie w sali multimedialnej

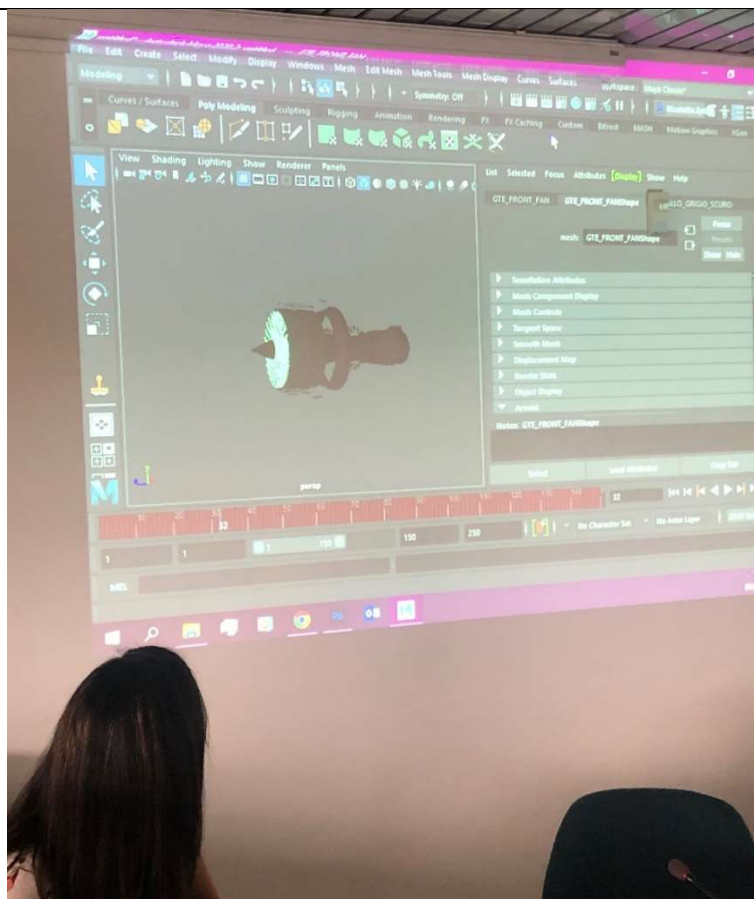
	
Metody szkoleniowe	<p>- 1-godzinna lekcja twarzą w twarz.</p> <p>- Materiały audio i wideo oraz slajdy udostępnione w ramach wirtualnego kursu na platformie G Suite Classroom udostępnionej przez szkołę.</p>
Ewaluacja	<p>Ocena merytoryczna aktywnego udziału uczniów podczas lekcji oraz dyskusji nad poruszonymi tematami i zagadnieniami.</p>

Nazwa modułu szkoleniowego	Zasady modelowania 3D (oświetlenie, teksturowanie, renderowanie i animacja wideo)
Cele modułu szkoleniowego	<p>Celem tego modułu było przedstawienie studentom ogólnego przeglądu różnych technik grafiki komputerowej 3D poprzez lekcję opartą na metodzie <i>uczenia się przez działanie</i> przy użyciu oprogramowania Autodesk Maya.</p>
Treści	<p>- Przegląd architektury i poleceń programu Autodesk Maya:</p> <ul style="list-style-type: none"> • Interfejs i zarządzanie obiektami: Przegląd interfejsu - Zarządzanie oknami i dostosowywanie ich - Tworzenie i zarządzanie prostymi obiektami, narzędziami do transformacji i pozycjonowania - Zarządzanie scenami, hierarchie obiektów,

rodzicielstwo i grupowanie - Zarządzanie warstwami (widoczność i wybór obiektów).

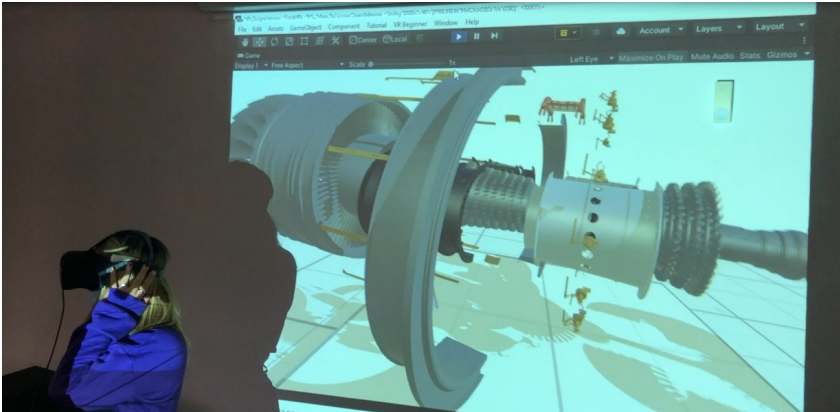
- Modelowanie: Analiza węzłów konstrukcji obiektów -
Modelowanie wielokątów - Modelowanie NURBS - Modelowanie podpodziałowe - Modelowanie hybrydowe NURBS / POLY -
Korzystanie z deformatörów

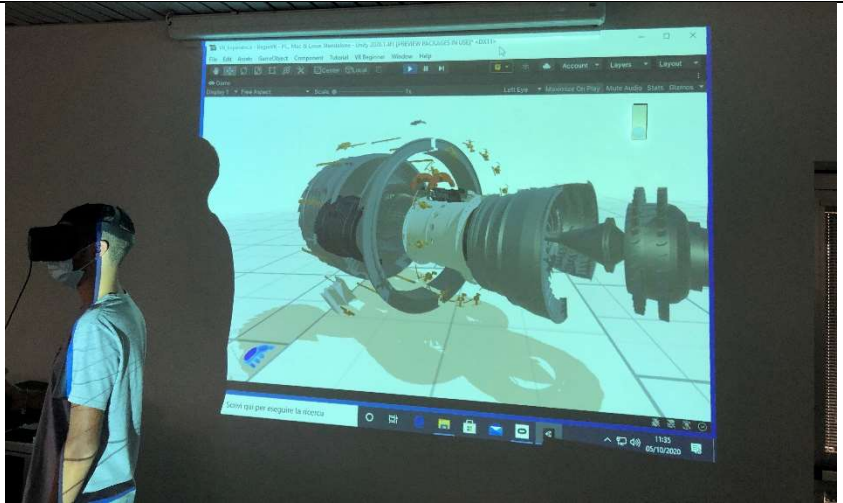




- Teksturowanie: tworzenie tekstur obiektów (tekstury 2d i 3d) - pozycjonowanie tekstur w obiektach NURBS - integracja Maya / Photoshop
- Podstawy podwieszania: Ograniczenia - Ustaw sterowany klucz - Wyrażenia - Dostosowane atrybuty - Używanie obiektów sterujących do tworzenia interfejsu sterowania animacją

Miejsce i forma szkolenia	Szkolenie w sali multimedialnej
Metody szkoleniowe	- 2-godzinna lekcja twarzą w twarz - Materiały audio i wideo, a także slajdy udostępniane w ramach wirtualnego kursu na platformie G Suite Classroom udostępnianej przez szkołę.
Ewaluacja	Ocena merytoryczna aktywnego udziału uczniów podczas lekcji oraz dyskusji nad poruszonymi tematami i zagadnieniami.

<p>Nazwa modułu szkoleniowego</p>	<p>- Unity 3D (tworzenie środowiska / scenariusza 3D, import i wstawianie modeli 3D, opracowywanie logiki interakcji)</p> <p>- Praktyczne testy ze słuchawkami VR.</p>
<p>Cele i zawartość modułu szkoleniowego</p>	<p>Celem tego modułu było zaoferowanie studentom wciągającej nauki; w rzeczywistości, po zoptymalizowaniu w poprzednim module szkoleniowym (za pomocą oprogramowania Autodesk Maya) modelu 3D silnika turboodrzutowego używanego do napędu powietrznego dużego samolotu, model został wstawiony do silnika graficznego Unity firmy Unity Technologies. Następnie uczniowie, ubrani w gogle VR, zanurzyli się w środowisku 3D, gdzie zdemontowali i ponownie złożyli główne komponenty silnika, osiągając tym samym wyższy stopień przyswojenia i zrozumienia tematu przedstawionego w szkole za pomocą tradycyjnych narzędzi dydaktycznych (tablica i kreda - zdjęcia i filmy).</p> 

	
Miejsce i forma szkolenia	Szkolenie immersyjne z użyciem słuchawek VR.
Metody szkoleniowe	<ul style="list-style-type: none"> - 4-godzinna wciągająca lekcja - Materiały audio i wideo, a także slajdy udostępniane w ramach wirtualnego kursu na platformie G Suite Classroom udostępnianej przez szkołę.
Ewaluacja	Ocena jakości aktywnego udziału uczniów w immersyjnym doświadczeniu.

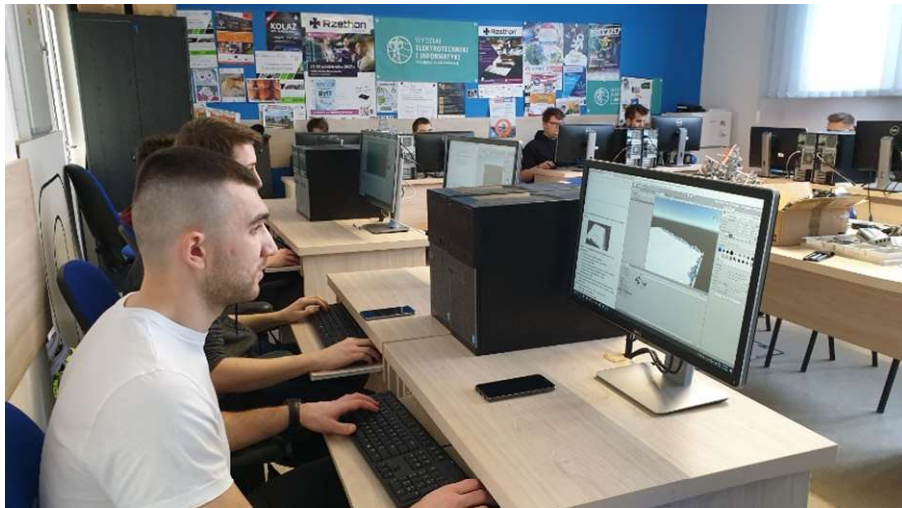
5. Analiza i ocena wyników lokalnego szkolenia w projekcie I-TRACE

5.1. Analiza i ocena wyników lokalnego szkolenia w Rzeszowie (17-21 lutego 2020)

W dniach 17-21 lutego 2020r. odbyło się szkolenie lokalne na Politechnice Rzeszowskiej w ramach zadania C3 z technik VR/AR w procesie dydaktycznym. Zdjęcia (rys. 29 - rys. 35) przedstawiają uczestników szkolenia, zastosowany sprzęt oraz pomieszczenia, w których odbyło się szkolenie.



Rys. 29. Otwarcie szkolenia - wykład inauguracyjny: prof. Dr hab. R. Śliwa. Inż. P. Dymora, Ph.D. Inż. M. Mazurek - trenerzy w projekcie I-Trace.



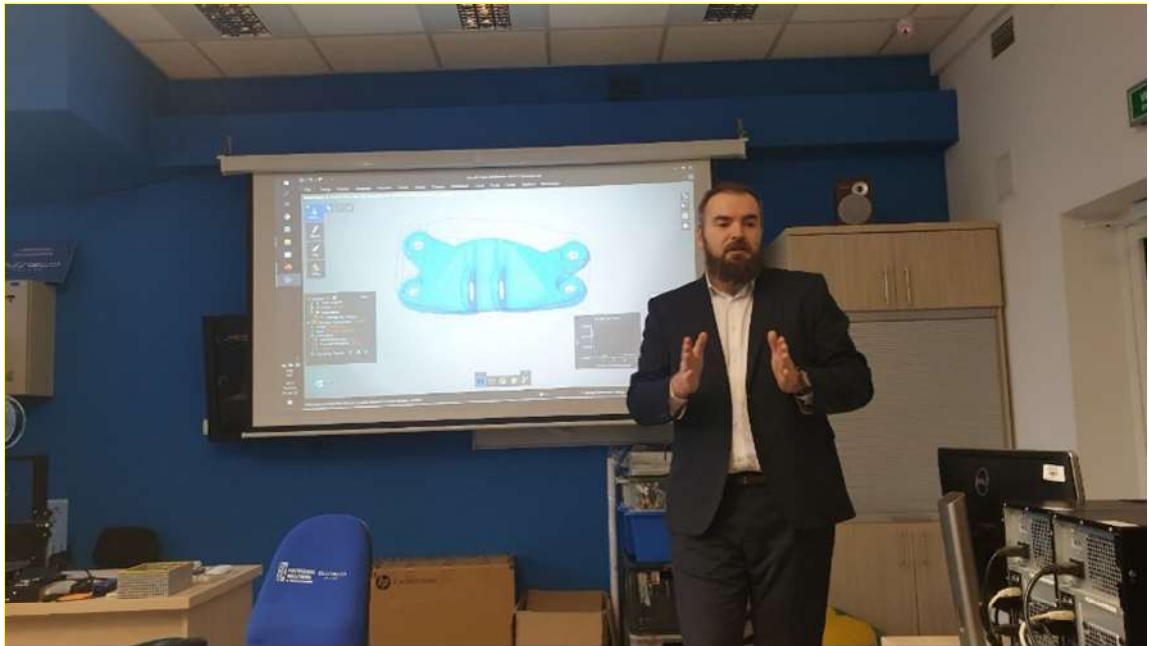
Rys. 30. Szkolenie VR - Tworzenie środowiska VR w Unity.



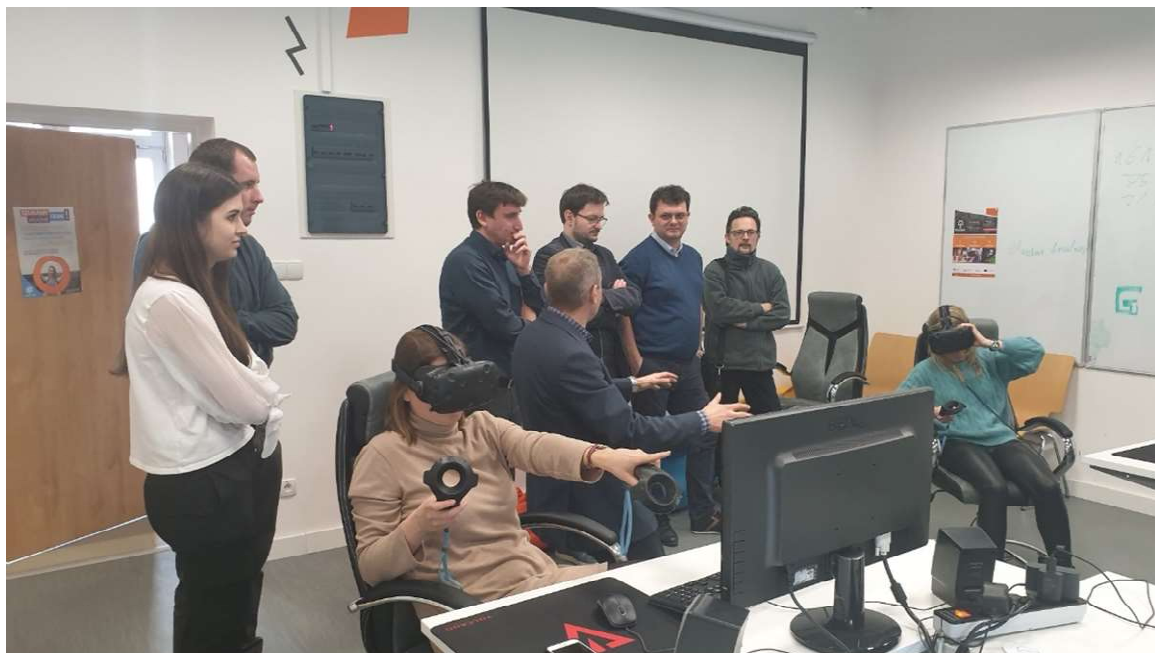
Rys. 31. Szkolenie VR - Tworzenie środowiska VR w Unity - ćwiczenia praktyczne.



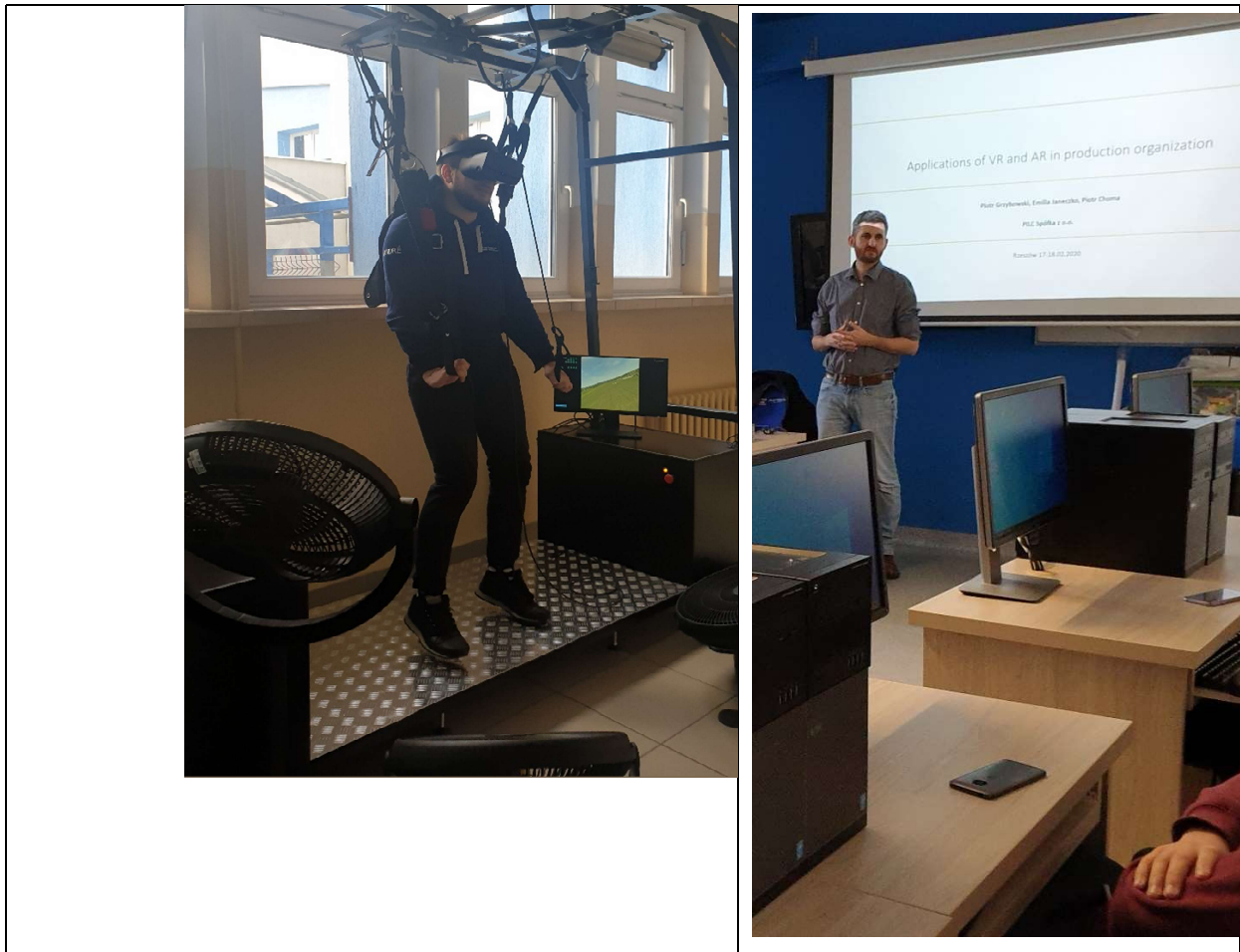
Rys. 32. Szkolenie VR - środowisko w Blenderze / Unity - ćwiczenia praktyczne.



Rys. 33. Szkolenie VR - Budowa wirtualnego prototypu.



Rys. 34. Szkolenie VR - ćwiczenia praktyczne



Rys. 35. Wdrożenie symulatorów lotu VR do szkolenia spadochronowego (firma PILC) - ćwiczenia praktyczne.

Szkolenie obejmowało dwie grupy docelowe: studentów i przemysł (specjaliści/nauczyciele/instruktorzy) przez 40 godzin. Prowadzono wykłady, wizyty studyjne i warsztaty tematyczne:

- dr inż. Paweł Dymora (PRz) - Wprowadzenie do technologii VR/AR;
- dr inż. Mirosław Mazurek (PRz) - Immersive learning w procesie edukacji.
- mgr inż. Michał Wroński (PRz) - Tworzenie modeli 3d dla środowiska VR w Blenderze;
- mgr inż. Bartosz Kowal (PRz) - Tworzenie środowiska VR w Unity na przykładzie pulpitu samolotu;
- dr inż. Piotr Grzybowski (PILC) - Zastosowania VR i AR w organizacji produkcji;
- dr inż. Piotr Grzybowski (PILC) - Zastosowanie symulatorów lotu VR do szkolenia spadochronowego;
- dr inż. Maciej K. Ginalski (Symkom) - Nauczanie niewidzialnego - wirtualne prototypowanie;
- mgr inż. Jakub Sawulski (Symkom) - Projektowanie systemów sterowania samolotami w środowisku wirtualnym;


• mgr inż. Piotr Buliński (Symkom) - Modelowanie światła w przestrzeni wirtualnej: Ansys Speos & VRXPERIENCE

Szkolenie trwało pięć kolejnych dni po 8 godz lekcji dziennie. Łącznie 40 godzin szkoleń poprowadzili specjaliści i doświadczeni wykładowcy z Politechniki Rzeszowskiej, przedstawiciele branży lotniczej oraz firm dostarczających rozwiązania VR/AR w edukacji. Szczegółowy program szkolenia z podziałem na poszczególne grupy uczestników przedstawia Rysunek 36:

Time	17 th Monday February 2020	18 th Tuesday February 2020	19 th Wednesday February 2020	20 th Thursday February 2020	21 th Friday February 2020
Target:	Students	Companies	Companies	Students	All
09.00 – 11.00	Introduction to VR / AR technology	Introduction to VR / AR technology	Construction of a virtual prototype - ANSYS	Construction of a virtual prototype - ANSYS	Study visits, simulators. Summary and end of training.
11.00 -11.15	Coffee break	Coffee break	Coffee break	Coffee break	
11.15 – 13.00	Creating a VR environment in Unity on the example of an airplane desktop	Creating a VR environment in Unity on the example of an airplane desktop	Modeling of light in virtual scene - ANSYS	Modeling of light in virtual scene - ANSYS	
13.00 - 13.15	Coffee break	Coffee break	Coffee break	Coffee break	
13.15 - 15.15	Applications of VR and AR in production organization - PILC	Applications of VR and AR in production organization - PILC	Designing aircraft control systems in a virtual environment - ANSYS	Designing aircraft control systems in a virtual environment - ANSYS	
	Application of the VR flight simulators for the parachute training – PILC	Application of the VR flight simulators for the parachute training – PILC			
15:15 – 15:30	Discussion, summary	Discussion, summary	Discussion, summary	Discussion, summary	

Rys. 36. Szczegółowy program szkolenia lokalnego w Rzeszowie.

Wszyscy uczestnicy kursów, zarówno przed, jak i po zajęciach, wypełnili ankiety dotyczące oczekiwań (ankieta PRE) oraz ocenę szkolenia (ankieta POST). Rysunek 37 przedstawia szablon kwestionariusza PRE, a Rysunek 38 - wzór kwestionariusza POST.



I-TRACE Immersive TRAINing for aerospace
 ID 2018-1-IT01-KA202-006836
 CUP G84D18000120006

C3 – LOCAL TRAINING EVENT IN
Rzeszów POLAND
 17-21 February 2020

PRE-Evaluation questionnaire

We would appreciate if you could take a few minutes to share your opinions with us.

Please, comment as fully as possible on all relevant items

What would you like to learn most in the theoretical course?

What would you like to learn most in the practical course?

What subject would you like to explore in the training, important for your organisation's prospects?

What are your specific expectations from this training?

Thank you for your feedback!

Rys. 37. Kwestionariusz ewaluacyjny - PRE.

<p style="text-align: center;">  </p> <p style="text-align: center;"> I-TRACE Immersive TRAINing for aerospace ID 2018-1-IT01-KA202-006836 CUP G84D18000120006 </p> <p style="text-align: center;"> C3 – LOCAL TRAINING EVENT IN Rzeszów POLAND 17-21 February 2020 </p> <p style="text-align: center;"> Evaluation questionnaire </p> <p style="text-align: center;"> We would appreciate if you could take a few minutes to share your opinions with us. </p> <p style="text-align: center;"> Please, circle the score that most closely represents your opinion. </p> <table border="1" style="width: 100%; border-collapse: collapse; text-align: center;"> <thead> <tr> <th></th> <th colspan="2">Poor</th> <th colspan="2">Excellent</th> </tr> <tr> <th></th> <th>1</th> <th>2</th> <th>3</th> <th>4</th> </tr> </thead> <tbody> <tr> <td>Overall, I am satisfied with the training course</td> <td>1</td> <td>2</td> <td>3</td> <td>4</td> </tr> <tr> <td>The program content supported learning objectives</td> <td>1</td> <td>2</td> <td>3</td> <td>4</td> </tr> <tr> <td>Your personal objectives for this course have been achieved</td> <td>1</td> <td>2</td> <td>3</td> <td>4</td> </tr> <tr> <td>Quality of the handouts provided</td> <td>1</td> <td>2</td> <td>3</td> <td>4</td> </tr> <tr> <td>Course length was sufficient to deliver the contents</td> <td>1</td> <td>2</td> <td>3</td> <td>4</td> </tr> <tr> <td>The trainer(s) was/were prepared on the topic</td> <td>1</td> <td>2</td> <td>3</td> <td>4</td> </tr> <tr> <td>Interactive and good learning environment</td> <td>1</td> <td>2</td> <td>3</td> <td>4</td> </tr> <tr> <td>Training facilities were suitable for learning</td> <td>1</td> <td>2</td> <td>3</td> <td>4</td> </tr> <tr> <td>The organisation & preparation of training were suitable</td> <td>1</td> <td>2</td> <td>3</td> <td>4</td> </tr> <tr> <td>I learnt something useful</td> <td>1</td> <td>2</td> <td>3</td> <td>4</td> </tr> <tr> <td>I'm glad I came</td> <td>1</td> <td>2</td> <td>3</td> <td>4</td> </tr> </tbody> </table>		Poor		Excellent			1	2	3	4	Overall, I am satisfied with the training course	1	2	3	4	The program content supported learning objectives	1	2	3	4	Your personal objectives for this course have been achieved	1	2	3	4	Quality of the handouts provided	1	2	3	4	Course length was sufficient to deliver the contents	1	2	3	4	The trainer(s) was/were prepared on the topic	1	2	3	4	Interactive and good learning environment	1	2	3	4	Training facilities were suitable for learning	1	2	3	4	The organisation & preparation of training were suitable	1	2	3	4	I learnt something useful	1	2	3	4	I'm glad I came	1	2	3	4	<p style="text-align: center;">  </p> <p style="text-align: center;"> Please, comment as fully as possible on all relevant items </p> <p> What did you like most about the theoretical course? _____ _____ </p> <p> What did you like most about the practical course? _____ _____ </p> <p> What do you think could be added, dropped or changed to improve the training? _____ _____ </p> <p> Are there any other comments about the training event that you would like to make? _____ _____ </p> <p> How are you capitalizing training results and learning outcomes on your organization and local dimension for the progress of the project? _____ _____ </p> <p style="text-align: center;"> Thank you for your feedback! </p>
	Poor		Excellent																																																															
	1	2	3	4																																																														
Overall, I am satisfied with the training course	1	2	3	4																																																														
The program content supported learning objectives	1	2	3	4																																																														
Your personal objectives for this course have been achieved	1	2	3	4																																																														
Quality of the handouts provided	1	2	3	4																																																														
Course length was sufficient to deliver the contents	1	2	3	4																																																														
The trainer(s) was/were prepared on the topic	1	2	3	4																																																														
Interactive and good learning environment	1	2	3	4																																																														
Training facilities were suitable for learning	1	2	3	4																																																														
The organisation & preparation of training were suitable	1	2	3	4																																																														
I learnt something useful	1	2	3	4																																																														
I'm glad I came	1	2	3	4																																																														

Rys. 38. Kwestionariusz ewaluacyjny – POST.

5.1.1. Analiza wyników wstępnej ankiety

W kursie wzięło udział blisko 24 uczestników. Połowę uczestników stanowili głównie studenci Wydziału Elektrotechniki i Informatyki Politechniki Rzeszowskiej, studiujący na kierunkach: informatyka i automatyka. Drugą grupą uczestników są pracownicy branży lotniczej wielu firm zlokalizowanych na terenie województwa podkarpackiego. Przed przeprowadzeniem szkolenia przeprowadzono wstępną ankietę dotyczącą oczekiwań, jakie uczestnicy kursu mają wobec całego szkolenia. Główne pytania zadawane we wstępnym badaniu przedstawionym na rysunku 30 to:

1. Czego chciałbyś się najbardziej nauczyć na kursie teoretycznym?
2. Czego najbardziej chciałbyś się dowiedzieć o kursie praktycznym?
3. Jaki temat chciałbyś zgłębić na szkoleniu, ważny dla perspektyw Twojej organizacji?
4. Jakie są Twoje konkretne oczekiwania w stosunku do tego szkolenia?

Jeśli chodzi o pierwsze pytanie, większość respondentów odpowiedziała, że jest zainteresowana zapoznaniem się zarówno z zagadnieniami teoretycznymi, jak i praktycznymi dotyczącymi w szczególności:

- podstawy idei systemów VR, możliwe sposoby wykorzystania VR/AR, szkolenie praktyczne,
- możliwości oprogramowania wspomagającego budowę symulacji np. ANSYS, Unity, Blender,
- budowanie prostych rozwiązań w VR/AR,
- tworzenie projektu 3D i wykorzystanie sztucznej inteligencji do tworzenia interaktywnych obiektów
- nowe rozwiązania elementów treningu,
- główne specyfikacje sprzętowe i możliwości VR,
- metody modelowania graficznego, zarówno 2D jak i 3D, w tym modelowanie interaktywnych animacji.

Jeśli chodzi o inne pytanie, uczestnicy kursu chcieli zbadać:

- nowe pomysły na realizację szkoleń, szybkie sposoby doskonalenia szkoleń,
- modelowanie aerodynamiczne samolotu z elastycznością,
- symulacje numeryczne dynamiki płynów i przepływu informacji,
- sztuczna inteligencja i wykonywanie symulacji,
- szukanie nowych pomysłów na optymalizację procesów wewnętrznych,

- projektowanie aplikacji VR,
- rozwój modeli VR, Unity 3D, systemu Oculus Rift.

W odniesieniu do najbardziej krytycznego pytania o osobiste, specyficzne oczekiwania wobec tego szkolenia, uczestnicy udzielili głównie następujących odpowiedzi:

- poszerzanie wiedzy,
- poznanie pakietów ANSYS,
- praktyczne wykorzystanie oprogramowania,
- metody i oprogramowanie do wykorzystania w modelowaniu kokpitu i środowiska zewnętrznego,
- poszerzyć wiedzę o immersyjnym uczeniu się w VR,
- znaleźć nowe szkolenia i innowacyjne rozwiązania,
- sprawdzenie, co prowadzą nowe uczelnie,
- poznaj VR / AR, Unity Engine, język C #, modelowanie 3D.

Jak widać, oczekiwania studentów są bardzo różne i nie można ich spełnić na tak krótkim szkoleniu. Jednak wszystkie wskazują na chęć poznania możliwości technologii VR i jej wykorzystania w szkoleniach. Ze względu na mnogość dostępnych technologii i rozwiązań konieczne jest ograniczenie się w przyszłości do wybranych technik i ich dalszy rozwój.\

5.1.2. Analiza wyników ankiety po szkoleniu

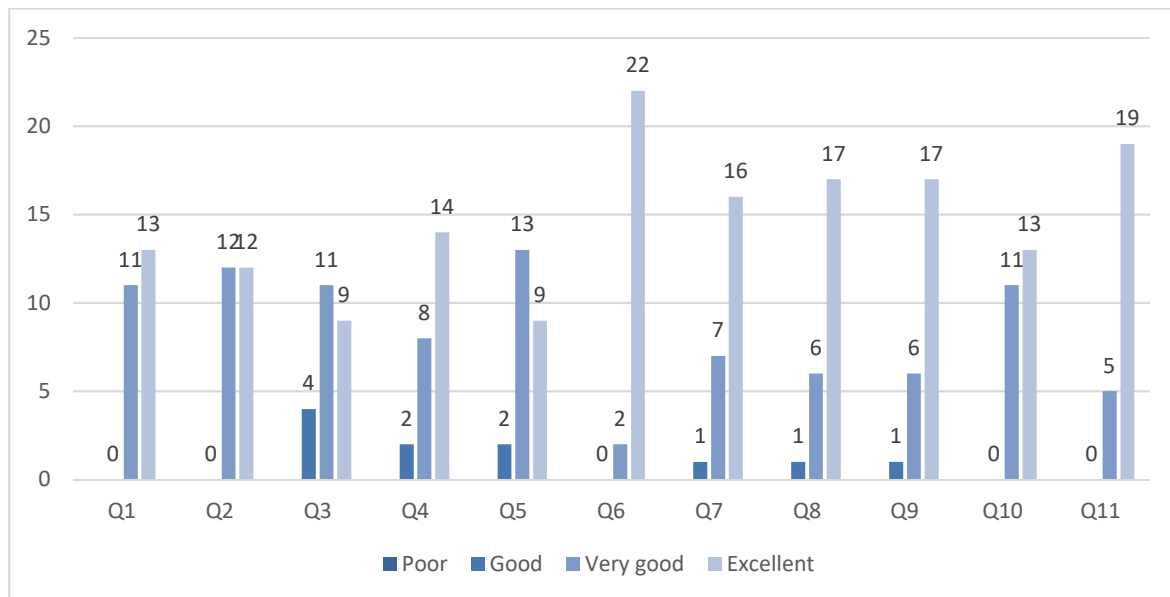
W ankiecie POST, którą uczestnicy kursu ukończyli po szkoleniu, poproszono ich o udzielenie odpowiedzi na następujące pytania w skali ocen od 1 (słaba) do 4 (doskonała) -

Rysunek 39:

1. Ogólnie jestem zadowolony ze szkolenia.
2. Treść programu wspierała cele nauczania.
3. Twoje osobiste cele tego kursu zostały osiągnięte.
4. Jakość dostarczonych materiałów informacyjnych.
5. Długość kursu była wystarczająca do dostarczenia treści.
6. Trenerzy byli / byli przygotowani na dany temat.
7. Interaktywne i przydatne środowisko do nauki.
8. Obiekty szkoleniowe były odpowiednie do nauki.
9. Organizacja i przygotowanie szkolenia były odpowiednie.
10. Nauczyłem się czegoś pożytecznego.

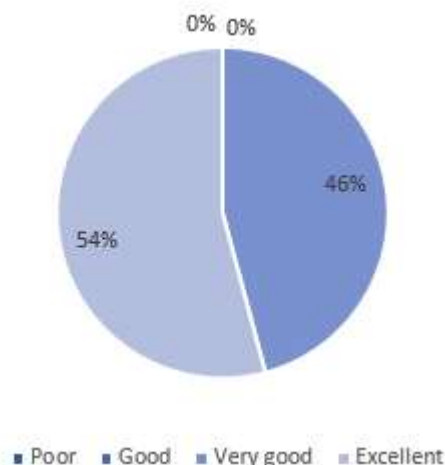
11. Cieszę się, że przyszedłem.

W dalszej części opracowania przedstawimy analizę wyników ankiet POST. Jak wspomniano, w szkoleniu wzięło udział 24 uczestników. W skali od 1 do 4 odpowiedzieli na powyższe 11 pytań. Ponadto mieli możliwość udzielenia dodatkowych odpowiedzi na 5 pytań otwartych, które pozostawały w korelacji z kwestionariuszem PRE. Szczegółowy rozkład odpowiedzi przedstawia Rysunek 39.



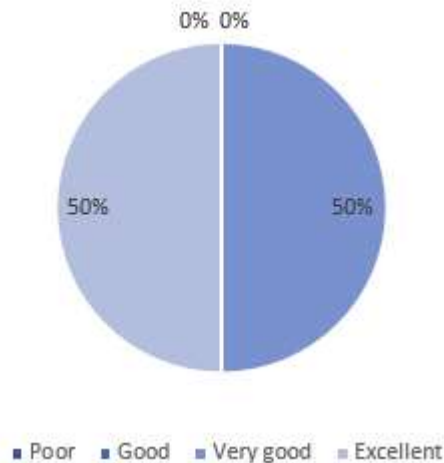
Rys. 39. Kwestionariusz ewaluacyjny Analiza POST przez pytanie.

Rysunek 40 przedstawia rozkład odpowiedzi na pytanie 1: *Ogólnie jestem zadowolony ze szkolenia*. Jak widać wszyscy uczestnicy kursu wyrazili zadowolenie ze szkolenia. Mediana wskaźnika odpowiedzi wyniosła 4 (lub bardzo dobra), przy 54% odpowiedzi 4 (doskonałe), 46% (11) to 3 (bardzo dobre).



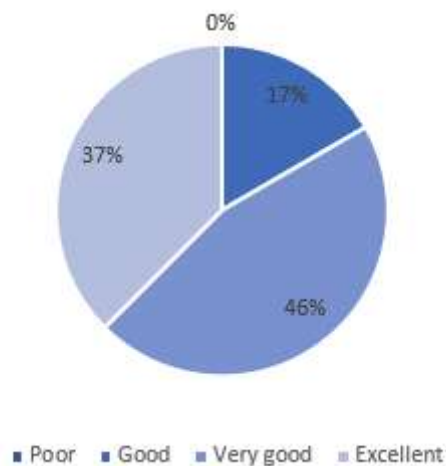
Rys. 40. Rozkład odpowiedzi na pytanie 1.

Rysunek 41 przedstawia rozkład odpowiedzi na pytanie 2: *Treść programu wspierała cele nauczania*. Jak widać, ocena merytoryczna programu wypadła podobnie. Mediana wskaźnika odpowiedzi wyniosła 3,5 (tj. 50% odpowiedzi to 4 (doskonale), 50% odpowiedzi to 3 (bardzo dobre)).



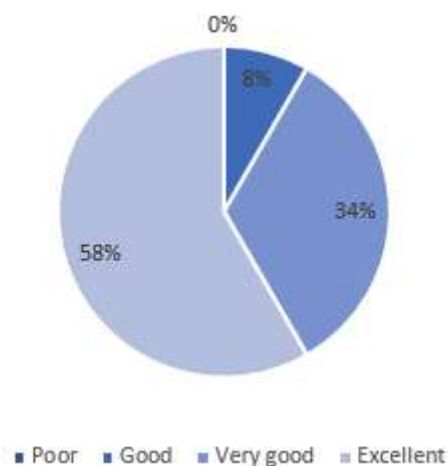
Rys. 41. Rozkład odpowiedzi na pytanie 2.

Rysunek 42 przedstawia rozkład odpowiedzi na pytanie 3: *Twoje osobiste cele tego kursu zostały osiągnięte*. Analizując wykres można założyć, że cele postawione na początku szkolenia zostały w większości osiągnięte. Mediana wskaźnika odpowiedzi wyniosła 3,2, przy 37% odpowiedzi 4 (doskonale), 46% odpowiedzi 3 (bardzo dobrze) i tylko 17% odpowiedzi 2 (dobrze).



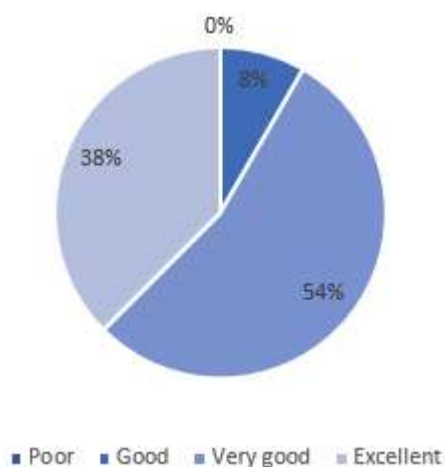
Rys. 42. Rozkład odpowiedzi na pytanie 3.

Rysunek 43 przedstawia rozkład odpowiedzi na pytanie 4: *Jakość dostarczonych materiałów informacyjnych*. Jakość i ilość materiałów szkoleniowych zostały ocenione pozytywnie. Mediana wskaźnika odpowiedzi wyniosła 4, przy 58% odpowiedzi 4 (doskonałe), 34% odpowiedzi 3 (bardzo dobrze), a tylko 8% otrzymało ocenę 2 (dobra).



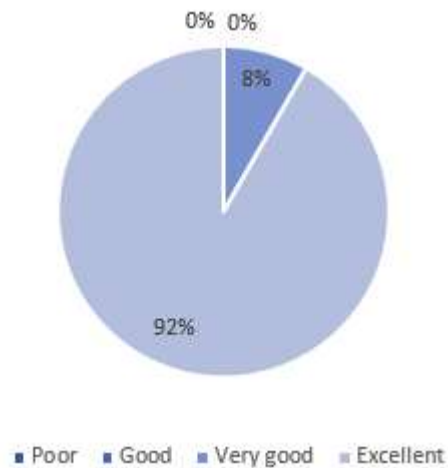
Rys. 43. Rozkład odpowiedzi na pytanie 4.

Rysunek 44 przedstawia rozkład odpowiedzi na pytanie 5: *Długość kursu była wystarczająca do dostarczenia treści*. Analizując wykres można założyć, że ze względu na pokaźny zakres tematyczny uczestnicy chcieliby, aby kurs był dłuższy, co znajduje odzwierciedlenie w ocenie. Mediana wskaźnika odpowiedzi wyniosła 3, przy 38% odpowiedzi 4 (bardzo dobre), 54% odpowiedzi 3 (bardzo dobrze), a tylko 8% daje ocenę 2 (dobra).



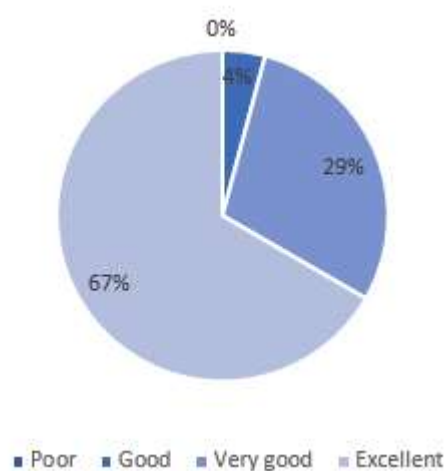
Rys. 44. Rozkład odpowiedzi na pytanie 5.

Rysunek 45 przedstawia rozkład odpowiedzi na pytanie 6: *Trener (-rzy) był / byli przygotowani na dany temat*. Ocena zespołu trenerów była bardzo dobra. Mediana wskaźnika odpowiedzi wyniosła 4, przy 92% odpowiedzi 4 (bardzo dobre), a tylko 8% oceniło 3 (bardzo dobrze).



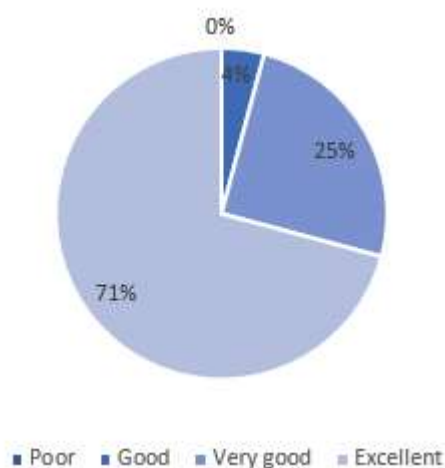
Rys. 45. Rozkład odpowiedzi na pytanie 6.

Rysunek 46 przedstawia rozkład odpowiedzi na pytanie 7: *Interaktywne i dobre środowisko uczenia się*. Respondenci maksymalnie ocenili interaktywne i dobre środowisko do nauki. Mediana wskaźnika odpowiedzi wyniosła 4, przy 67% odpowiedzi 4 (doskonale), 29% odpowiedzi 3 (bardzo dobre), a tylko 4% odpowiedzi 2 (dobre).



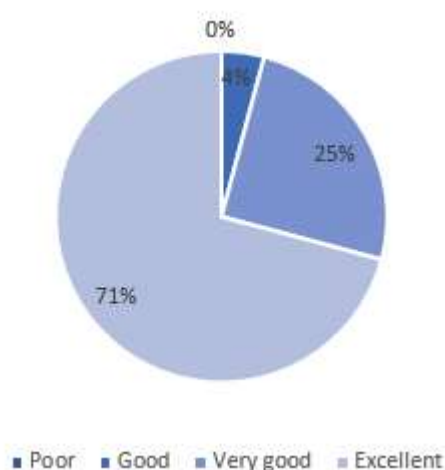
Rys. 46. Rozkład odpowiedzi na pytanie 7.

Rysunek 47 przedstawia rozkład odpowiedzi na pytanie 8: *Obiekty szkoleniowe były odpowiednie do nauki*. Obiekty szkoleniowe były odpowiednie do nauki dla 71% respondentów na 4 (doskonale), 25% odpowiedzi na 3 (bardzo dobre), a tylko 4% oceniło 2 (dobre). Mediana odpowiedzi wyniosła 4.



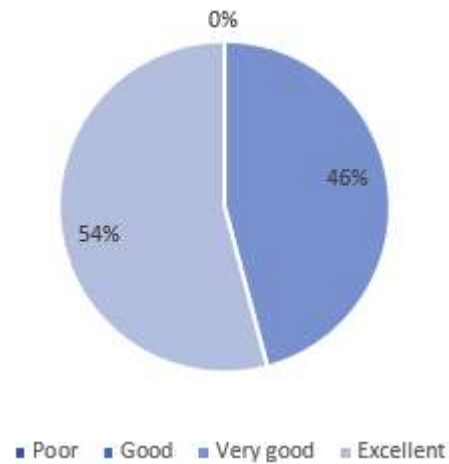
Rys. 47. Rozkład odpowiedzi na pytanie 8.

Rysunek 48 przedstawia rozkład odpowiedzi na pytanie 9: *Organizacja i przygotowanie szkolenia były odpowiednie*. Organizacja i przygotowanie szkolenia były odpowiednie dla 71% respondentów na poziomie bardzo dobrym, 25% bardzo dobrym. Tylko 4% wszystkich uczestników oceniło organizację jako dobrą (ocena 2). Mediana odpowiedzi wyniosła 4.



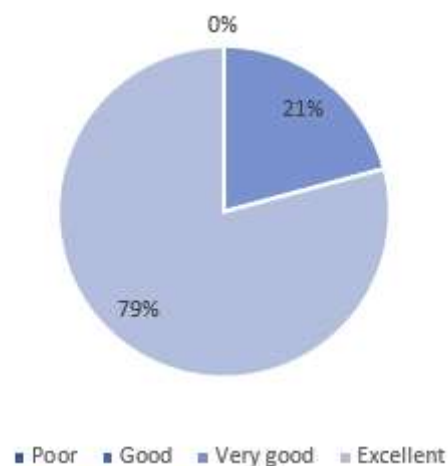
Rys. 48. Rozkład odpowiedzi na pytanie 9.

Rysunek 49 przedstawia rozkład odpowiedzi na pytanie 10: *Nauczyłem się czegoś przydatnego*. Analizując wykres, widać, że większość respondentów nabyła nowe i cenne umiejętności. Aż 54% ankietowanych oceniło przydatność treści szkoleniowych jako bardzo dobre, a 46% bardzo dobrze. Mediana wskaźnika odpowiedzi również wyniosła 4.



Rys. 49. Rozkład odpowiedzi na pytanie 10.

Rysunek 50 przedstawia rozkład odpowiedzi na pytanie 11: *Cieszę się, że przyszedłem*. Jak widać, zdecydowana większość respondentów była zadowolona z udziału w szkoleniu. 79% ankietowanych oceniło maksymalnie i bardzo dobrze, tylko 21%. Mediana wskaźnika odpowiedzi również wyniosła 4.



Rys. 50. Rozkład odpowiedzi na pytanie 11.

W badaniu POST zadano pięć pytań otwartych dotyczących oceny ogólnej oraz indywidualnych opinii na temat organizacji, tematyki i zakresu szkolenia. Pytania te są

podobne do pytań zawartych we wstępnej ankiecie PRE w celu sprawdzenia, czy oczekiwania uczestników przed rozpoczęciem kursu zostały spełnione lub czy mają po kursie inne uwagi i spostrzeżenia. W kolejnych punktach przeanalizowano odpowiedzi na poszczególne pytania.

Odnosnie pytania nr 1: *Co najbardziej podobało Ci się w kursie teoretycznym?* Respondenci, respondenci stwierdzili, że byli zainteresowani następującymi zagadnieniami w ramach szkolenia teoretycznego. Poszczególne odpowiedzi są następujące:

- symulacja wielokrotnego i zaawansowanego użytkownika,
- bardzo ciekawe wprowadzenie do VR / AR,
- zapoznanie się z oprogramowaniem ANYS, Unity, Blender,
- dobór treści i materiałów na czas trwania kursu,
- wyjaśnienie praktycznego zastosowania,
- krótka recenzja najnowsza o technologii,
- prezentacja o wirtualnym prototypowaniu i VR,
- pokaz doświadczeń nauczycieli w VR,
- duża wiedza poparta praktycznymi przykładami,
- dobrze przygotowane wykłady, interaktywność ze studentami, pełnowartościowe prezentacje,
- trenerzy o wysokich kompetencjach,
- symulacje w Ansys,
- tworzenie świata w Unity,
- niektóre równie praktyczne, doskonałe.

Zgodnie z pytaniem numer 2: *Co najbardziej podobało Ci się w kursie praktycznym?* poszczególne udzielone odpowiedzi są następujące:

- proste i użyteczne środowisko z łatwymi w obsłudze funkcjami,
- możliwość korzystania z prezentowanego oprogramowania,
- szkolenie praktyczne,
- szkolenie krok po kroku,
- praktyczny kurs obsługi Blendera,
- pracować w profesjonalnym oprogramowaniu,
- możliwość tworzenia w VR,
- aspekty praktyczne,

- szybkie spojrzenie na szeroki temat,
- wspornik podnośnika silnika lotniczego - modelowanie geometrii materiałów, konstrukcji, rodzaje obliczeń, ocena wyników,
- przejrzyste instrukcje, możliwość poznania nowych programów i ich funkcji,
- doświadczanie VR, uznanie za SCADE, Unity, Ansys,
- przygotowanie stanowisk pracy,
- odkryj nowe przydatne aplikacje,
- móc modyfikować graficznie części niektórych konstrukcji, silników
- wrażenia ze spadochronu VR były najbardziej interesujące i niezapomniane,

Zgodnie z pytaniem numer 3: *Co według Ciebie można by dodać, porzucić lub zmienić, aby ulepszyć szkolenie?* Respondenci sugerują, że w przyszłości taki kurs powinien zostać nieco zmodyfikowany tak, aby obejmował i uwzględniał następujące aspekty. Poszczególne odpowiedzi są następujące:

- więcej firm przemysłowych i tworzenie sieci,
- szkolenie nie powinno trwać dłużej niż 1 godzinę,
- tutoriale dla początkujących,
- więcej razy do zestawów VR,
- bardziej praktyczne przykłady,
- część praktyczna mogłaby być bardziej zaawansowana,
- dłuższe wykłady, tworzenie własnej aplikacji VR,
- bardziej odpowiednie organizacje.

Pytanie nr 4: *Czy są jakieś inne uwagi dotyczące szkolenia, które chciałbyś zgłosić?* Poszczególne odpowiedzi są następujące:

- jest to bardzo przydatna metoda pierwszego spojrzenia na nowe oprogramowanie i technologię,
- więcej wydarzeń i współpracy między przemysłem a uczelnią,
- powinien być dłuższy, bo nie starczyło czasu na spróbowanie wszystkiego,
- kurs przebiegał w bardzo pozytywnej atmosferze, która pomogła w nauce nowej wiedzy,
- dobrze zorganizowane,

Zgodnie z ostatnim pytaniem nr 5: *W jaki sposób wykorzystujesz wyniki szkolenia i efekty uczenia się w swojej organizacji i wymiarze lokalnym dla postępu projektu?* ankietowani podali następujące odpowiedzi:

- podstawowe symulacje głównie analiza naprężeń i symulacje przemieszczeń,
- prezentowane narzędzia nadają się do prowadzenia działalności dydaktycznej PRZ,
- podane tematy mają duży potencjał i mogą usprawnić pracę i pozwolić na rozwój nowych możliwości, walidację przed wdrożeniem,
- rozwija jego umysł,
- znacznie zwiększyła wiedzę o technologii VR / AR i systemach SCAD,
- używać go w przyszłych pracach i projektach,
- poszerzona wiedza.

Jak widać z przedstawionych wyników, ogólna ocena szkolenia jest znakomita. Należy zwrócić uwagę jedynie na pewne niedopasowanie uczestników pod względem poziomu podstawowej wiedzy, konflikt związany z różnymi poziomami uczestników. Jak widać, niektórzy woleliby spędzić więcej czasu na ćwiczeniach praktycznych, a niektórzy woleliby spędzić więcej czasu na wykładach i wykonaniu wszystkich przykładów krok po kroku.

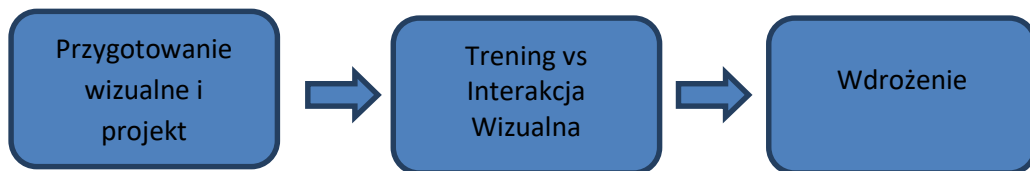
5.2. Analiza i ocena wyników lokalnego szkolenia w Ies Dels Banyols - El Prat del Llobregat, HISZPANIA (29 września - 2 października 2020)

5.2.1. Wprowadzenie

Przemysł lotniczy jest stale zanurzony w nowych rozwiązaniach technologicznych, aby dostosować się do różnych wyzwań technologicznych i zapotrzebowania pasażerów. W ramach tych wyzwań technologia Virtual Reality (VR) i Augmented Reality (AR) może być doskonałym narzędziem zapewniającym pomoc i ulepszenie w zakresie szkolenia techników utrzymania statków powietrznych (AMT). Poniższy podręcznik szczegółowo opisuje techniki zastosowane w szkoleniu dydaktycznym kursu turbiny CFM56. W wirtualnym środowisku, VR lub AR, może zapewnić interaktywne, elastyczne i bezpieczne środowisko dla studenta obsługi technicznej samolotu, a z kolei dla organizacji szkoleniowej, takiej jak Illa del Banyols, zapewnia innowacyjną metodologię szkolenia.

5.2.2. Rozwój szkolenia wirtualnego

Aby szkolenie z systemów rzeczywistości wirtualnej było efektywne, należy pamiętać o realizmie przedstawianych zjawisk i symulacji. Utworzone scenariusze symulacyjne lub scenariusze działań edukacyjnych muszą jak najdokładniej odtwarzać procesy, obiekty i środowiska, podobnie jak w świecie rzeczywistym. Wysoki poziom i jakość doświadczenia jest ważny, aby umożliwić skuteczną realizację przyjętego celu edukacyjnego. VR i AR pozwolą zmapować praktycznie wszystkie procesy w każdym zdarzeniu iw dowolnym momencie. W tym celu wykonano następujące etapy (Rysunek 51).



Rys. 51. Schemat procesu wirtualnego treningu.

W zastosowaniach VR i AR użytkownik jest centralną postacią. Aby osiągnąć właściwy poziom zanurzenia i interakcji, system musi dostarczać użytkownikowi jak najwięcej sygnałów ze świata rzeczywistego, aby zastąpić wrażenia sensoryczne, takie jak dotyk, wzrok i słuch. W tym celu nasz projekt generuje obrazy za pomocą urządzeń stereoskopowych oraz systemów rozpoznawania i śledzenia gestów za pomocą kontrolerów i czujników.

5.2.3. Program szkoleniowy

Turbina CFM56 w szkoleniu VR i AR została przeprowadzona w dniach 29-30 września i 01-02 października na tych samych obiektach ośrodka Illa dels Banyols.

Uwzględniono dwie grupy: 21 studentów i 3 firmy z sektora utrzymania ruchu przez 14 godzin. Metodologia obejmowała wizyty w ośrodku, konferencje i warsztaty na tematy:

- Prezentacja kursu
- Wprowadzenie do technologii VR / AR
- Interaktywny kurs CFM56 - PC
- Interaktywny kurs CFM56 - AR
- Interaktywny kurs CFM56 - VR

Szkolenie trwało pięć kolejnych dni po 4 godziny zajęć dziennie z wyjątkiem piątków trwających 2 godziny. Łącznie 14 godzin szkoleń przeprowadzili specjaliści i nauczyciele doświadczeni przez organizację szkoleniową (Illa dels Banyols) oraz firmę dostarczającą rozwiązania w zakresie rzeczywistości wirtualnej i rozszerzonej (CampusNet). Szczegółowy program szkolenia z podziałem na poszczególne grupy uczestników przedstawia Rysunek 52.



I-TRACE TrAining
CFM56 Turbo-engine training
IES DELS BANYOLS – El Prat del Llobregat SPAIN
 29 september - 2 october 2020



Time	29 September 2020	30 September 2020	1 October 2020	2 October 2020
16:00 – 17:00	Course presentation (students)	CFM56 interactive course – PC (students)	CFM56 interactive course – VR (students)	CFM56 interactive course – PC / AR (companies)
17:00 – 18:00	Course presentation (students)	CFM56 interactive course – PC (students)	CFM56 interactive course – VR (students)	CFM56 interactive course – PC / AR (companies)
18:00 – 18:30	Coffe break	Coffe break	Coffe break	Coffe break
18:30 – 19:30	Course presentation (companies)	CFM56 interactive course – AR (students)	CFM56 interactive course – VR (companies)	
19:30 – 20:30	Course presentation (companies)	CFM56 interactive course – AR (students)	CFM56 interactive course – VR (companies)	

Rys. 52. Szczegółowy program szkolenia lokalnego w Ies Dels Banyols - El Prat del Llobregat.

Wszyscy uczestnicy kursu, zarówno przed, jak i po zajęciach, wypełnili ankiety dotyczące oczekiwań (PRE) oraz oceny szkolenia (POST) - pokazano na rys. 53 i 54.

Co-funded by the Erasmus+ Programme of the European Union



I-TRACE TrAining
FORMACIÓN DE LA TURBINA CFM56
IES DELS BANYOLS – El Prat del Llobregat ESPAÑA
 29 septiembre -2 octubre de 2020

Cuestionario de evaluación pre-formación

Le agradeceríamos que se tomara unos minutos para compartir sus opiniones con nosotros.


Por favor, marque la opción deseada.

	Nada		Mucho	
Consideras interesante el curso.	1	2	3	4
Crees que el curso te aportará nuevos conocimientos.	1	2	3	4
Crees que el programa conseguirá los objetivos detallados del curso.	1	2	3	4
Que sensación te da en cuanto a la calidad del curso.	1	2	3	4
La duración del curso será suficiente para proporcionar un gran contenido.	1	2	3	4
Tienes conocimientos de la turbina CFM56	1	2	3	4

Gracias por sus comentarios!

Rys.53. Kwestionariusz ewaluacyjny - PRE.

Co-funded by the Erasmus+ Programme of the European Union



I-TRACE TrAining
FORMACIÓN DE LA TURBINA CFM56
IES DELS BANYOLS – El Prat del Llobregat ESPAÑA
 29 septiembre -2 octubre de 2020


Cuestionario de evaluación pos-formación

Le agradeceríamos que se tomara unos minutos para compartir sus opiniones con nosotros.

Por favor, marque la opción deseada.

	Nada		Mucho	
En general, estoy satisfecho con el curso realizado.	1	2	3	4
El curso me ha aportado nuevos conocimientos.	1	2	3	4
El programa ha conseguido los objetivos detallados del curso.	1	2	3	4
En cuanto a la calidad del curso.	1	2	3	4
La duración del curso ha sido suficiente para proporcionar un gran contenido.	1	2	3	4
El(los) instructor(es) están preparados sobre el tema	1	2	3	4
Entorno de aprendizaje interactivo	1	2	3	4
Las instalaciones de formación eran adecuadas para el aprendizaje	1	2	3	4
La organización y preparación de la formación fueron adecuadas	1	2	3	4
Aprendí algo útil	1	2	3	4
Me alegro de haber venido.	1	2	3	4

Co-funded by the Erasmus+ Programme of the European Union



Por favor, posible en todos los artículos relevantes

¿Qué es lo que más te ha gustado del curso?

¿Qué crees que podría añadir, ~~descartar~~ o cambiarías algo?

Gracias por sus comentarios!

Rys.54. Kwestionariusz ewaluacyjny - POST.

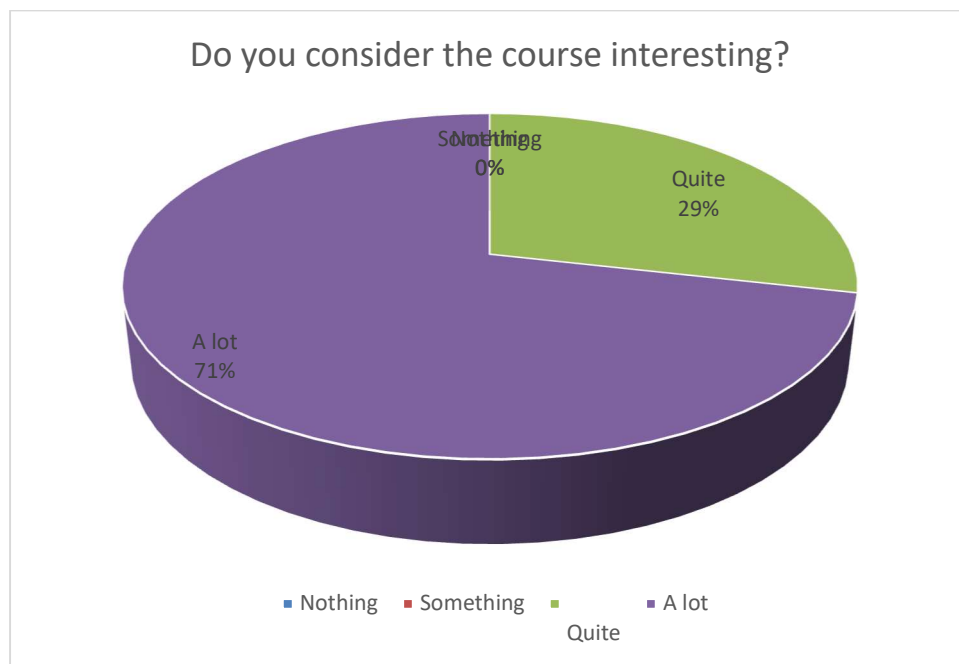
5.2.4. Analiza szkolenia PRE (studenci)

Jak wspomniano powyżej, przed szkoleniem przeprowadzono wstępną ankietę dotyczącą oczekiwań, jakie kursanci mają wobec całego szkolenia, gdzie uzyskano następujące wyniki:

- o Czy uważasz, że kurs jest interesujący?
- o Czy uważasz, że kurs przyniesie Ci nową wiedzę?
- o Czy uważasz, że program osiągnie szczegółowe cele kursu?
- o Co sądzisz o jakości kursu?
- o Czy czas trwania kursu będzie wystarczający, aby przekazać obszerne treści?
- o Czy masz wiedzę na temat turbiny CFM56?

5.2.5. Czy uważasz, że kurs jest interesujący?

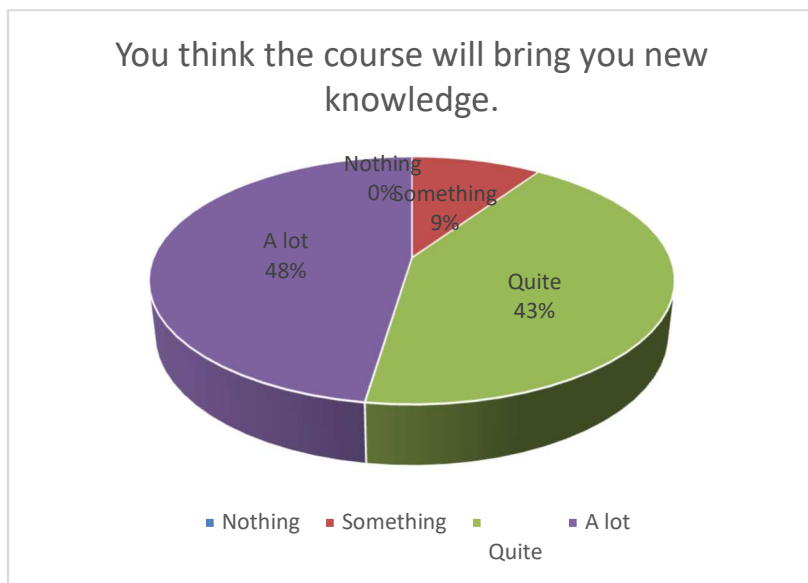
Jeśli chodzi o wyniki tego punktu, zaobserwowano, że 71% studentów uważa go za bardzo interesujący. Rozkład odpowiedzi za I kwartał przedstawiono na rys.55



Rys. 55. Rozkład odpowiedzi dla Q1.

5.2.6. Czy uważasz, że kurs przyniesie Ci nową wiedzę?

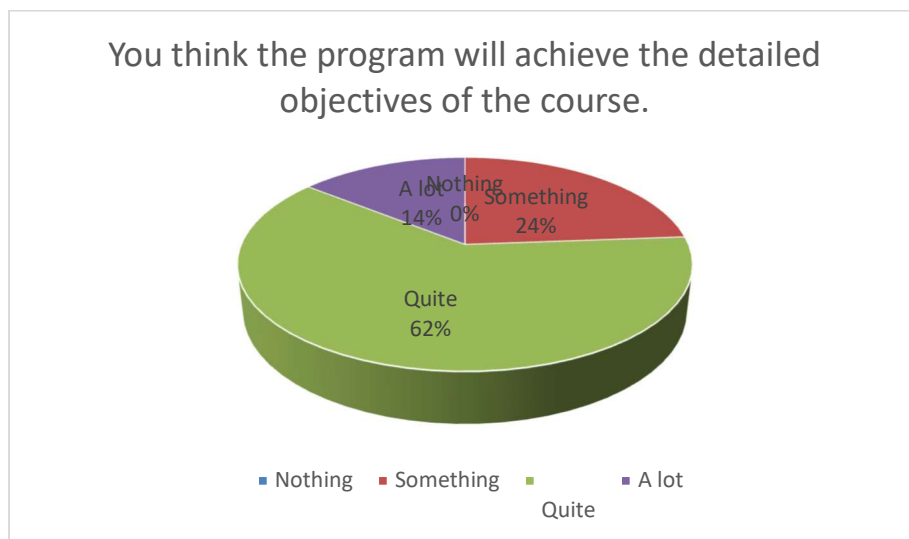
Jeśli chodzi o wyniki tego punktu, można zauważyć, że istnieje równa różnica między bardzo a całkiem sporą 40%, ale jest 9% studentów, którzy uważają, że kurs coś do tego wniesie. Zostało to pokazane na rys.56.



Rys. 56. Rozkład odpowiedzi dla Q2.

5.2.7. Czy uważasz, że program osiągnie szczegółowe cele kursu?

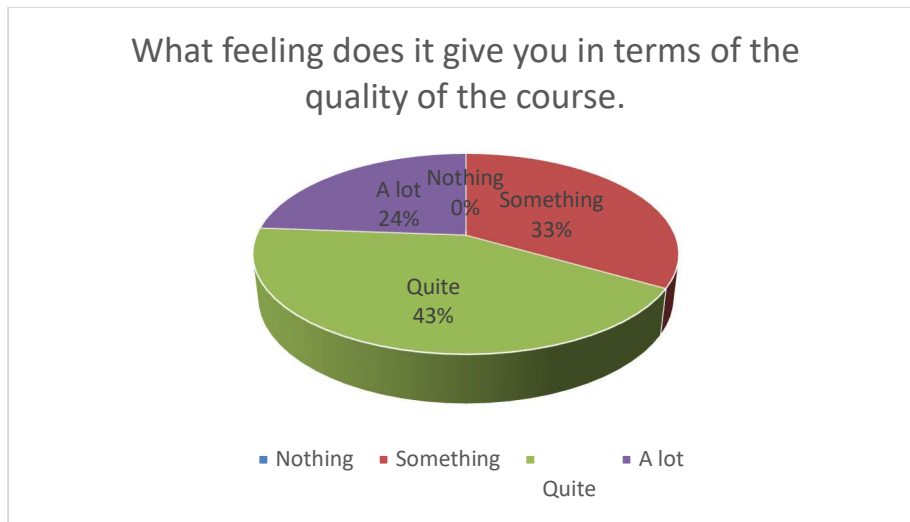
W tym momencie widać, że 62% studentów uważa, że program osiągnie szczegółowe cele kursu. Z drugiej strony jest ich 24%, czyli jedna czwarta uważa, że program osiągnie część celów. Rozkład odpowiedzi za III kwartał przedstawia rys.57.



Rys. 57. Rozkład odpowiedzi dla Q3.

5.2.8. Co sądzisz o jakości kursu?

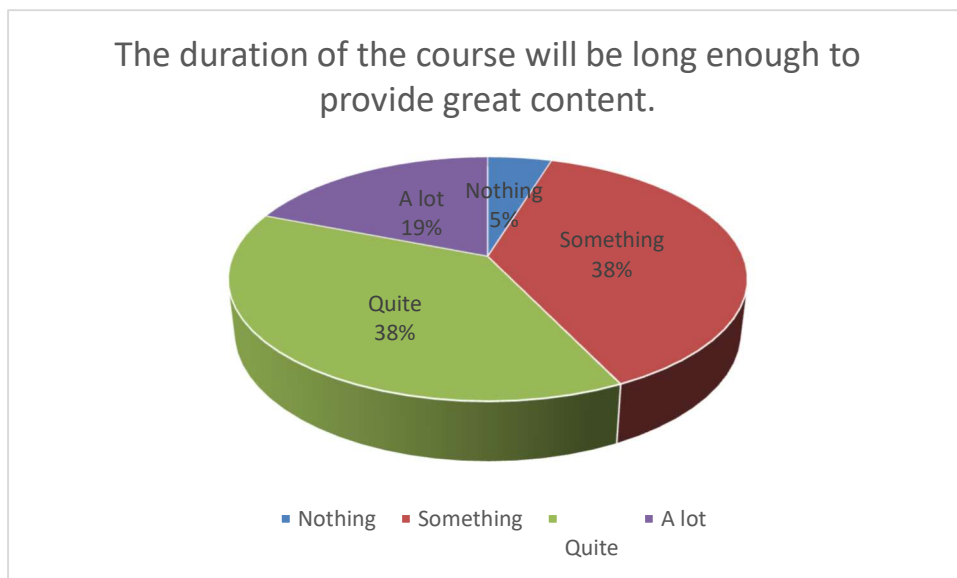
Jeśli chodzi o jakość kursu, można zauważyć, że istnieje już równowaga między dużą (24%), całkiem dużą (43%) i częścią (33%). Równowaga ta jest ważna, ponieważ na koniec kursu określili ogólny wynik obejmujący wiedzę nauczyciela, wykorzystanie technologiczne itp. Rozkład odpowiedzi dla Q4 przedstawiono na rys. 58.



Rys. 58. Rozkład odpowiedzi dla Q4.

5.2.9. Czy długość kursu wystarczy, aby przekazać obszerną treść?

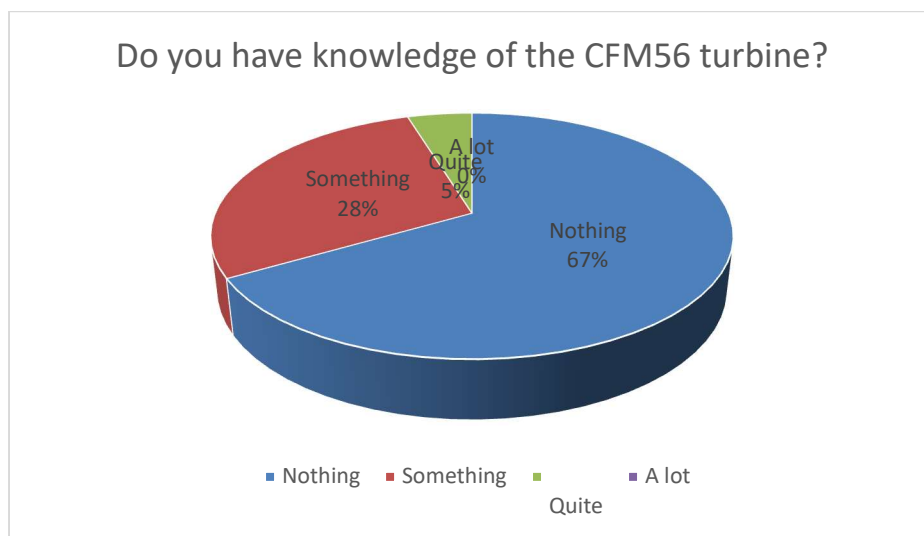
W tym momencie jest wiele różnych odpowiedzi, z których nawet 5% uważa, że czas trwania kursu nie wystarczy, aby dostarczyć dużej ilości treści. Szczegółowy rozkład odpowiedzi dla Q5 przedstawia rys.59.



Rys. 59. Rozkład odpowiedzi dla pytania Q5

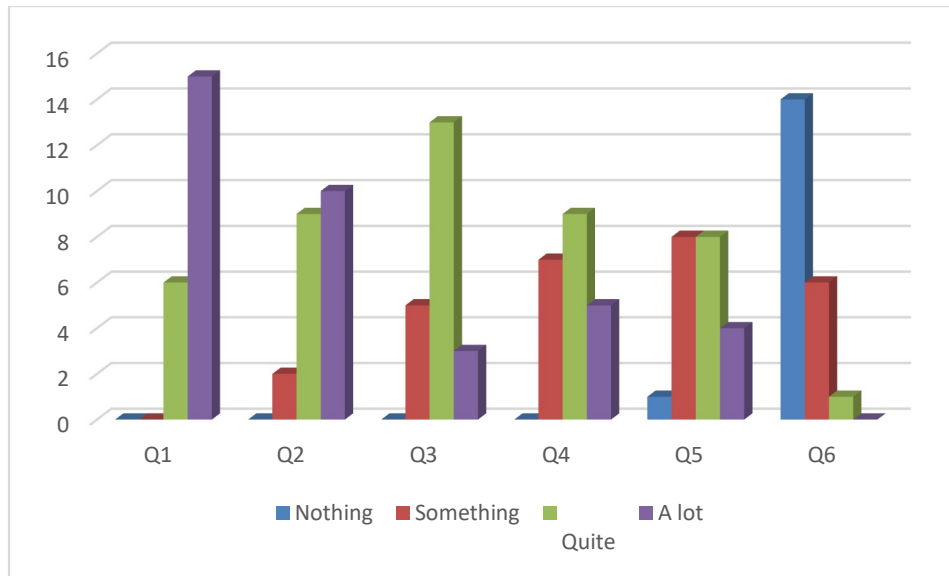
5.2.10. Czy masz wiedzę na temat turbiny CFM56?

Dla nas ważne jest, aby wiedzieć, czy student posiada wcześniejszą wiedzę na temat silnika CFM56, a tym samym zweryfikować na koniec kursu, czy student uzyskał istotny stopień wiedzy w ciągu kilku godzin (Rys. 60).



Rys. 60. Rozkład odpowiedzi dla pytania Q6.

Ogólnie analiza wygląda następująco:

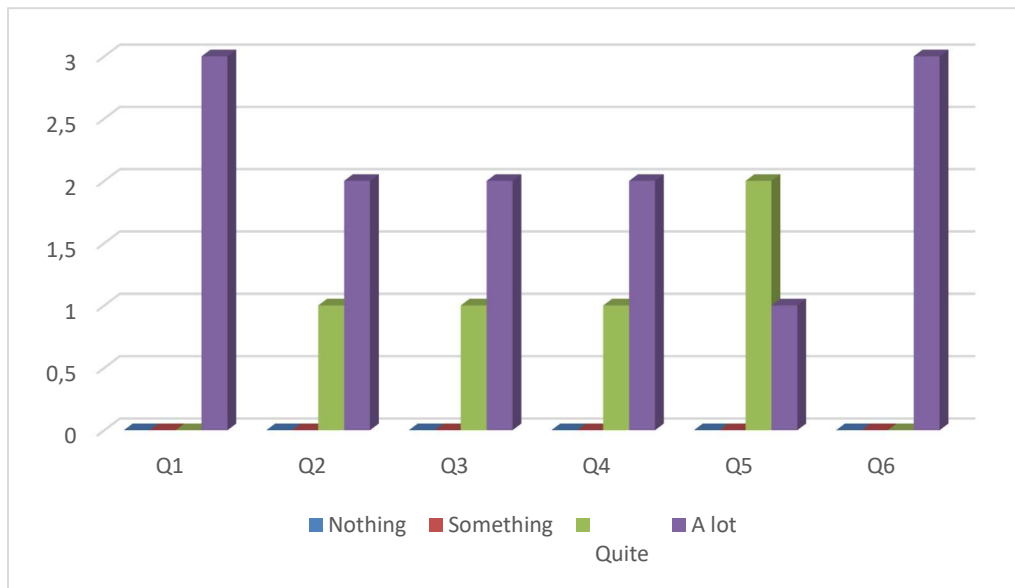


Rys. 61. Kwestionariusz ewaluacyjny Analiza POST na podstawie pytania.

Jak widać na rys. 61, duży odsetek studentów uważa kurs za interesujący i wierzy, że będzie on zawierał nowe treści, jednak istnieje równowaga między poczuciem jakości kursu a czasem jego trwania.

5.2.11. Analiza szkolenia PRE (firmy)

Podobnie przeprowadzono ankietę przed kursem dla firm, które wzięły w nim udział, której wynik był następujący:



Rys. 62. Kwestionariusz ewaluacyjny - Analiza szkolenia PRE (Firmy)

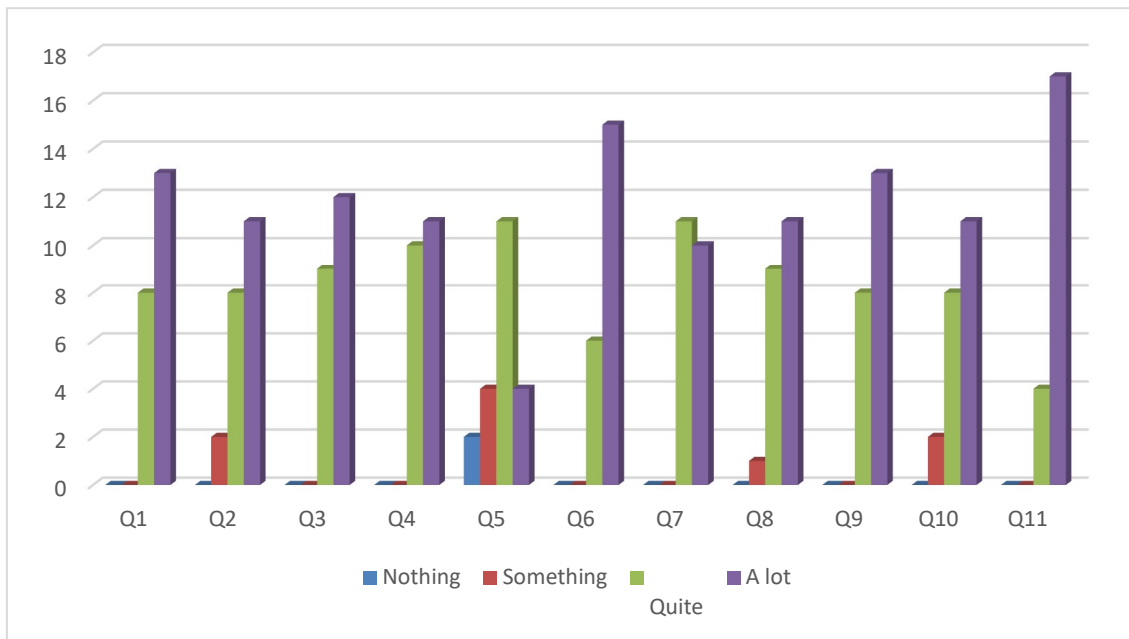
Według ankiet firmowych kurs jest interesujący i mogą nawet zdobyć nową wiedzę. Szczegóły pokazano na rys.62.

5.2.12. Analiza szkolenia POST (studenci)

Na zakończenie kursu przeprowadzono drugą ankietę (POST), w której uwzględniono następujące zagadnienia:

1. Ogólnie jestem zadowolony z kursu, który wybrałem.
2. Kurs dał mi nową wiedzę.
3. Program osiągnął szczegółowe cele kursu.
4. Jakość kursu.
5. Czas trwania kursu był wystarczający, aby zapewnić świetne treści.
6. Instruktor (cy) są przygotowani do tematu
7. Interaktywne środowisko uczenia się
8. Obiekty szkoleniowe były odpowiednie do nauki
9. Organizacja i przygotowanie szkolenia były odpowiednie
10. Nauczyłem się czegoś pożytecznego
11. Cieszę się, że przyszedłem.

Wyniki były następujące:

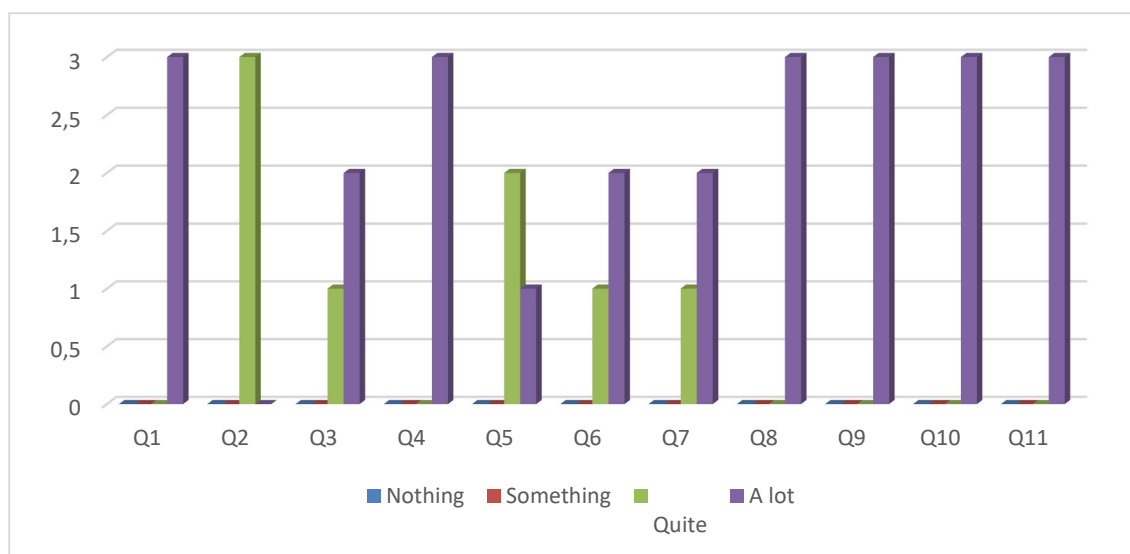


Rys. 63. Kwestionariusz ewaluacyjny - analiza POST szkolenia (studenci)

Na rys. 63 można przeanalizować, że ponad 95% studentów uznało, że z 11 pytań 10 ma wysoką wartość, ponieważ kurs był zadowalający, dostarczył nowej wiedzy, osiągnął cele szczegółowe, jakość jest dobra itp. Z drugiej strony istnieje kwestia szczegółowego omówienia sytuacji, w której uczniowie określają, że czas trwania kursu nie był wystarczający, aby zapewnić dobrą treść. W tym ostatnim opisanym punkcie podano pytanie rozwojowe, aby mogli coś dodać, odrzucić lub zmienić w kursie. Należy dodać, że większość studentów wskazała na ulepszenie lub rozszerzenie materiałów, elementów silnika.

5.2.13. Analiza szkolenia POST (firmy)

Do analizy POST dla firm uzyskano następujące wyniki:



Rys. 64. Kwestionariusz ewaluacyjny - analiza szkolenia POST (firmy)

Jeśli chodzi o wyniki badania firmy po szkoleniu, można stwierdzić, że wartości wahają się od dość do bardzo wysokich. Oznacza to, że dla firm akceptowane jest szkolenie z tym interaktywnym systemem. Szczegóły przedstawiono na rys.64.

5.2.14. Wnioski

Z wyników uzyskanych zarówno przez studentów, jak i firmy można wnioskować, że wykorzystanie wirtualnej rzeczywistości w szkoleniach z obsługi silników może być niezbędnym narzędziem do rozwoju procesu edukacyjnego. Z drugiej strony przy technologiach VR i AR można zauważyć, że są one nie tylko innowacyjnym rozwiązaniem, ale mogą stać się jednym z istotnych czynników doskonalenia szkolenia technicznego. Jednak takie wykorzystanie systemu wymaga wcześniejszego przygotowania technicznego i procesu programowania, gdzie w przypadku rozszerzenia nowych koncepcji lub poszerzenia agendy o ofertę wymagany jest czas, który należy wziąć pod uwagę przed zaoferowaniem tego produktu.

Wreszcie można stwierdzić, że zgodnie z wartościami uzyskanymi przez firmy i studentów szkolenie z tym interaktywnym systemem zostało przez nich zaakceptowane i zaaprobowane.

5.3. Analiza i ocena wyników lokalnego szkolenia we Włoszech (29 września - 6 października 2020)

5.3.1. Kluczowe cele szkolenia lokalnego pod względem oczekiwanych wyników

Lokalne szkolenie we Włoszech „C3 Local training in Italy” projektu Erasmus + Key Action2 „I-TRACE” zostało przeprowadzone we współpracy z Europejskim Centrum Badań nad Technologiami i Materiałami Projektowymi CETMA w Brindisi i było przeznaczone dla studentów na V roku kierunku Transport i Logistyka - Konstrukcje Lotnicze na ITST "E. Fermi" w Francavilla Fontana (BR) i jednego studenta z Wyższego Technicznego Instytutu Zrównoważonej Mobilności - sektora Puglia Aerospace (ryc. 65).



Rys. 65. Uczniowie klasy 5A Transport and Logistics Course - Aircraft Constructions of ITST "E. Fermi" - Francavilla Fontana (BR) - po prawej, trenerzy Europejskiego Centrum Badań Projektowania i Technologii Materiałowych CETMA w Brindisi .

Działania szkoleniowe miały na celu przekazanie studentom informacji o genezie i rozwoju rzeczywistości rozszerzonej (AR) i rzeczywistości wirtualnej (VR) we współczesności, krótkiego przewodnika wprowadzającego do fascynującego i złożonego świata nauczania immersyjnego, który jest obecnie szybko rozwijający się sektor.

Począwszy od wczesnych etapów ewolucji AR, studenci objaśniali różne metody śledzenia, aż do opisu podstawowych procedur tworzenia małych aplikacji w całkowicie autonomiczny sposób. W szczególności przedstawiono i omówiono główne zastosowania AR i VR w różnych sektorach technologii, ze szczególnym uwzględnieniem przemysłu mechaniczno-lotniczego i kosmicznego.

Kwestie szkolenia zostały rozwiązane z perspektywy różnych obszarów tematycznych i podejścia interdyscyplinarnego. Ostatecznym celem było zachęcenie uczniów do rozważenia i przedyskutowania relacji między obecnymi technologiami cyfrowymi a innowacjami, jakie przyniosło wprowadzenie AR i VR w nauczaniu, tak aby zapewnić im podstawowe zasady teoretyczne potrzebne do zrozumienia możliwości i zagrożenia związane z nowymi narzędziami technologicznymi, które zmieniają życie ludzkie w przestrzeni publicznej.

Na zakończenie szkolenia studenci osiągnęli następujące wyniki:

- Znajomość i zrozumienie głównych cech rzeczywistości rozszerzonej (AR) i rzeczywistości wirtualnej (VR);
- Umiejętność analizowania i komentowania tekstów, filmów i zagadnień prezentowanych na wykładach, rozwijanie krytycznego spojrzenia na poruszane tematy i ich interpretacje;
- Umiejętność zbudowania koncepcji, którą można wdrożyć w „immersyjnej rzeczywistości”;
- Podstawowa znajomość głównych narzędzi sprzętowych i programowych potrzebnych do tworzenia i wykorzystywania wirtualnych treści;
- Nabycie podstawowych pojęć filozoficznych, psychologicznych i kulturowych, pozwalających na samodzielną ocenę innowacji AR i VR, w szczególności tych związanych z nauczaniem i uczeniem się oraz wyrażanie osobistych i oryginalnych hipotez.
- Nabycie podstawowych narzędzi teoretycznych umożliwiających radzenie sobie z innowacjami technologicznymi w najbliższej przyszłości i zrozumienie ewolucji obecnych technologii cyfrowych;
- Nabycie podstawowych narzędzi filozoficznych, pozwalających zrozumieć nowości, które niesie ze sobą AR i VR w odniesieniu do naszego wyobrażenia o obecności osobiście, realnej i wirtualnej.

5.3.2. Struktura szkolenia lokalnego we Włoszech

W szkoleniu wzięli udział:

- Średnio 25 uczniów z klasy 5A kursu Transport and Logistics - konstrukcje lotnicze I.T.S.T „E. Fermi ”w Francavilla Fontana (BR);
- Studentka Wyższego Instytutu Technicznego ds. Zrównoważonej Mobilności - Puglia Aerospace Sector.

Poniższe moduły szkoleniowe zostały zrealizowane podczas zajęć na odległość i bezpośrednich w Europejskim Centrum Badań Projektowania i Technologii Materiałowych CETMA w Brindisi - rys.66:

I-TRACE - Plan szkoleniowy „C3 Lokalne szkolenie we Włoszech”

Time	29th Tuesday September 2020	30th Wednesday September 2020	1th Thursday October 2020	5th Monday October 2020	6th Tuesday October 2020
Target:	Students	Students	Students	Students	Students
Training venue	Remote learning	CETMA, European Research Centre for Design and Materials Technologies (BR) - Italy	CETMA, European Research Centre for Design and Materials Technologies (BR) - Italy	CETMA, European Research Centre for Design and Materials Technologies (BR) - Italy	Remote learning
09.00 – 10.00	Presentation of CETMA, NED Dept. and case study Area VAM (Virtual Augmented reality and Multimedia area)	Visit to Cetma's Labs and CVRC – Cetma Virtual Reality Center	2D graphics, analysis and study of graphical interfaces for VR (GUI and UX design)	Unity 3D (3D environment/scenario construction, import and insertion of 3D models, development of interaction logic)	Review of the training experience, discussion, summary and questionnaire administration
10.00 – 11.00	Presentation of CETMA, NED Dept. and case study Area VAM (Virtual Augmented reality and Multimedia area)	Introduction to Industry 4.0 and immersive technologies	Photogrammetry tools and 360° Virtual Tour	Unity 3D (3D environment/scenario construction, import and insertion of 3D models, development of interaction logic)	
11.00 – 12.00	Introduction to Virtual Reality and Augmented Reality (Definitions, short history, operating principles, devices, market, and future prospects)	IT tools and development platforms for AR/VR applications also in the web	3D Modeling Principles (lighting, texturing, rendering, and video animation)	Unity 3D (3D environment/scenario construction, import and insertion of 3D models, development of interaction logic)	
12.00 – 13.00	Introduction to Virtual Reality and Augmented Reality (Definitions, short history, operating principles, devices, market, and future prospects) Discussion and summary	Introduction to UNITY development framework. Discussion and summary	3D Modeling Principles (lighting, texturing, rendering, and video-animation) Discussion and summary	Practical tests with VR headsets. Discussion and summary	

Rys. 66. Szczegółowy program szkolenia lokalnego we Włoszech.

5.3.3. Analiza i ocena lokalnego szkolenia we Włoszech

Wszyscy uczestnicy, zarówno przed, jak i po zajęciach, wypełnili ankiety dotyczące oczekiwań (ankieta PRE) oraz oceny szkolenia (ankieta POST). Rycina 67 przedstawia szablon kwestionariusza PRE, a Rycina 68 szablon kwestionariusza POST.

I-TRACE Immersive TRAINING for aerospace
 ID 2018-1-IT01-KA202-006836
 CUP G84D18000120006

C3 - LOCAL TRAINING EVENT IN BRINDISI - ITALY
 September 29th, 2022 and October 6th, 2022 - Remote learning
 September 30th, 2022 and October 1th, 2022 and October 5th, 2022 - CEIMA, Technologies Design and Materials European Research Centre (BR)

PRE-Evaluation questionnaire

We would appreciate if you could take a few minutes to share your opinions with us.
 Please, comment as fully as possible on all relevant items

What would you like to learn most in the theoretical course?

What would you like to learn most in the practical course?

What subject would you like to explore in the training important for your future and formation?

What are your specific expectations from this training?

Thank you for your feedback!

Rys. 67. Kwestionariusz ewaluacyjny - PRE.

I-TRACE Immersive TRAINING for aerospace
 ID 2018-1-IT01-KA202-006836
 CUP G84D18000120006

C3 - LOCAL TRAINING EVENT IN BRINDISI - ITALY
 September 29th, 2022 and October 6th, 2022 - Remote learning
 September 30th, 2022 and October 1th, 2022 and October 5th, 2022 - CEIMA, Technologies Design and Materials European Research Centre (BR)

Evaluation questionnaire

We would appreciate if you could take a few minutes to share your opinions with us.
 Please, circle the score that most closely represent your opinion.

	Poor	1	2	3	4	Excellent
Overall, I am satisfied with the training course		1	2	3	4	
The program content supported learning objectives		1	2	3	4	
Your personal objectives for this course have been achieved		1	2	3	4	
Quality of the handouts provided		1	2	3	4	
Course length was sufficient to deliver the contents		1	2	3	4	
The trainer(s) was/were prepared on the topic		1	2	3	4	
Interactive and good learning environment		1	2	3	4	
The organization & preparation of training were suitable		1	2	3	4	
I learnt something useful		1	2	3	4	
I'm glad I came		1	2	3	4	

Please, comment as fully as possible on all relevant items

What did you like most about the theoretical course?

What did you like most about the practical course?

What do you think could be added, dropped or changed to improve the training?

Do you think that the use of the immersive reality in the school and in the teaching could be a valid instrument to help you to achieve greater competents and learn in a better way?

After the traditional explanation in school (with the black board and chalk), do you know better the deepen topic using virtual reality? if you answer "yes", do you think that you could learn the same topic using only immersive reality?

Thank you for your feedback!

Rys. 68. Kwestionariusz ewaluacyjny - POST.

5.3.4. Analiza wstępnych wyników kwestionariusza

Przed szkoleniem przeprowadzono wstępną ankietę dotyczącą oczekiwań uczestników w stosunku do całego szkolenia. Główne pytania postawione w badaniu wstępnym, przedstawione na ryc. 67, to:

1. *Czego chciałbyś się najbardziej nauczyć na kursie teoretycznym?*
2. *Czego najbardziej chciałbyś się nauczyć na kursie praktycznym?*
3. *Jaki temat chciałbyś zgłębić na szkoleniu, ważny dla Twojej przyszłości i formacji?*
4. *Jakie są Twoje konkretne oczekiwania w stosunku do tego szkolenia?*

W przypadku dwóch pierwszych pytań większość respondentów stwierdziła, że jest zainteresowana poznaniem zarówno aspektów techniczno-praktycznych, jak i teoretycznych, a w szczególności:

- podstawowe aspekty i cechy rzeczywistości wirtualnej
- możliwe zastosowania VR w sektorach przemysłu, a zwłaszcza w sektorze lotniczym
- informacje o CETMA, jej zadaniach i roli w południowych Włoszech
- kroki potrzebne do zbudowania prostego projektu 3D
- używanie i aplikacje oprogramowania, takiego jak Unity, Blender, Solidworks, Autodesk Maya itp.
- metody modelowania, zarówno 2D, jak i 3D
- wykorzystanie animacji zastosowanych do postaci i scenariuszy 3D
- zastosowanie i rodzaje zestawów słuchawkowych w rzeczywistości rozszerzonej

Odnosząc się do innego pytania, uczestnicy chcieli dowiedzieć się więcej o:

- wykorzystanie wirtualnej rzeczywistości w edukacji szkolnej
- modelowanie aerodynamiczne samolotu za pomocą oprogramowania do modelowania 3D
- działanie i użytkowanie zestawów słuchawkowych oraz ich możliwe zastosowania
- sztuczna inteligencja i świat symulacji
- potencjalne zastosowania immersyjnego szkolenia w sektorze lotniczym
- projektowanie aplikacji i scenariuszy w wirtualnej rzeczywistości
- wykorzystanie Rozszerzonej Rzeczywistości w procesach przemysłowych

W odniesieniu do kluczowego pytania dotyczącego konkretnych oczekiwań studentów w stosunku do całego stażu, główne odpowiedzi były następujące:

- rozpocznij przycodę ze światem wirtualnej rzeczywistości
- zdobyć dalszą wiedzę na ten temat
- dowiedz się więcej o korzystaniu z oprogramowania służącego do modelowania i tworzenia scenariuszy 3D

- dowiedz się więcej o wciągającej nauce dzięki VR
 - uczestniczyć w dalszym kursie szkoleniowym z nową treścią
 - wykorzystaj wirtualną rzeczywistość, aby usprawnić naukę w szkole
- doświadczyć korzystania z wirtualnej rzeczywistości w różnych dziedzinach, w tym w życiu codziennym
- doświadczyć korzystania ze słuchawek VR.

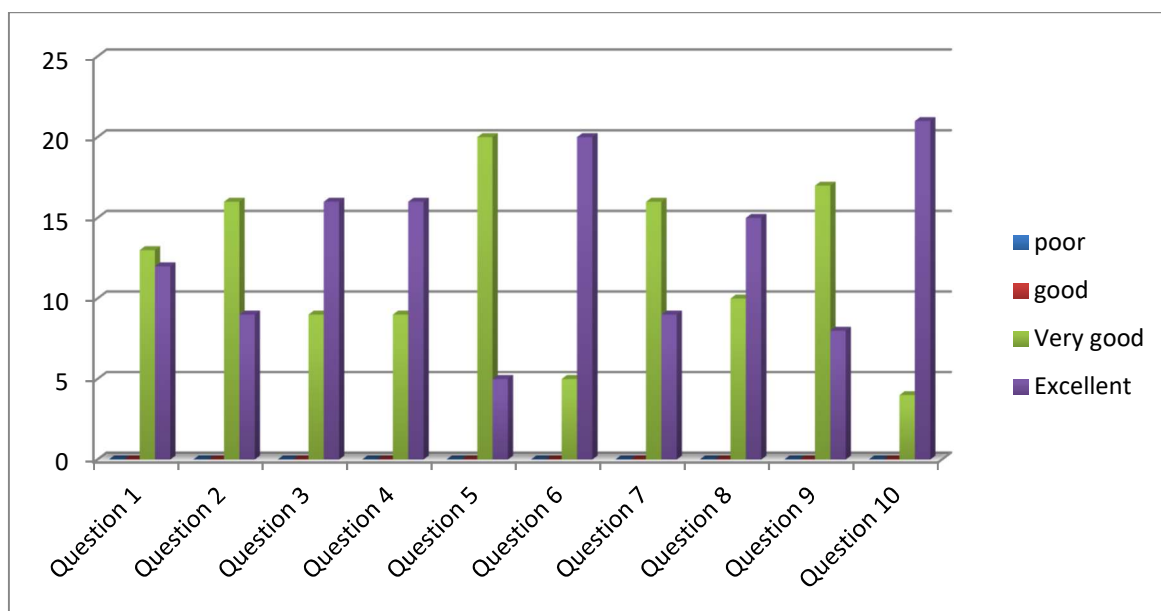
Wszystkie wyrażone przez studentów oczekiwania wskazywały na chęć poznania możliwości technologii VR. Należy zauważyć, że ich oczekiwania są liczne i zróżnicowane i niestety nie było możliwe szczegółowe omówienie ich wszystkich i / lub spełnienie ich wszystkich na tak krótkim szkoleniu; sugestią na przyszłość, która wyłania się z analizy tego doświadczenia szkoleniowego, jest zaprojektowanie i zaproponowanie kursu podzielonego na kilka modułów odbywających się w dłuższym okresie czasu.

5.3.5. Analiza wyników ankiety po szkoleniu

Po zakończeniu szkolenia studenci zostali poproszeni o wypełnienie ankiety POST składającej się z 2 części; w części pierwszej poproszono ich o udzielenie odpowiedzi na następujące pytania w skali ocen od 1 (słaba) do 4 (doskonała) - ryc.68:

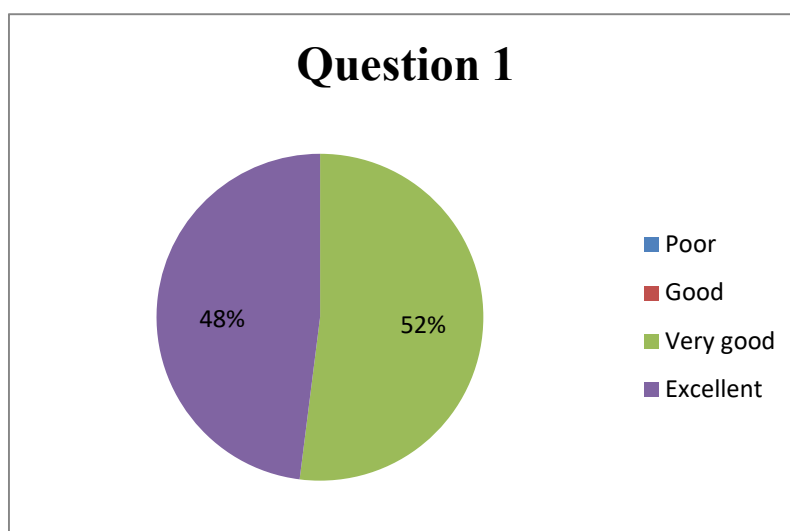
1. *Ogólnie jestem zadowolony ze szkolenia.*
2. *Treść programu wspierała cele nauczania.*
3. *Twoje osobiste cele tego kursu zostały osiągnięte.*
4. *Jakość dostarczonych materiałów informacyjnych.*
5. *Długość kursu była wystarczająca do przekazania treści.*
6. *Trener(-rzy) był / byli przygotowani na dany temat.*
7. *Interaktywne i dobre środowisko do nauki.*
8. *Organizacja i przygotowanie szkolenia były odpowiednie.*
9. *Nauczyłem się czegoś pożytecznego.*
10. *Cieszę się, że przyszedłem.*

Poniżej znajduje się analiza wyników ankiet POST w celu oceny ogólnego poziomu satysfakcji uczniów. Uczestnicy odpowiadali na 10 poprzednich pytań w skali od 1 do 4, a także na 5 dodatkowych pytań otwartych; wszystkie odnosiły się do pytań kwestionariusza PRE, w celu sprawdzenia, czy szkolenie spełniło w ogóle lub przynajmniej częściowo oczekiwania studentów. Rysunek 69 przedstawia szczegółowo rozkład odpowiedzi.



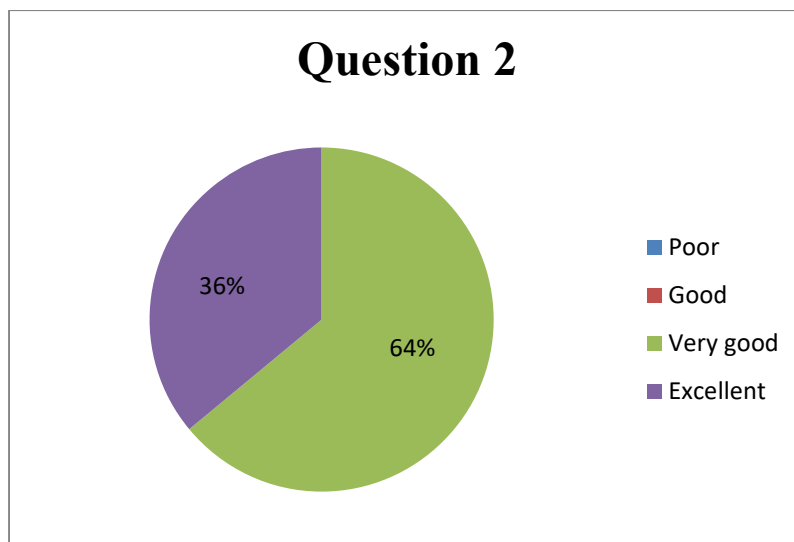
Rys. 69. Kwestionariusz oceny POST, analiza pytań.

Rysunek 70 przedstawia rozkład odpowiedzi na pytanie 1: *Ogólnie jestem zadowolony ze szkolenia*. Jak widać wszyscy uczestnicy kursu wyrazili zadowolenie ze szkolenia. W szczególności odsetek odpowiedzi „bardzo dobrych” wyniósł 52%, a odsetek odpowiedzi „bardzo dobrych” 48%.



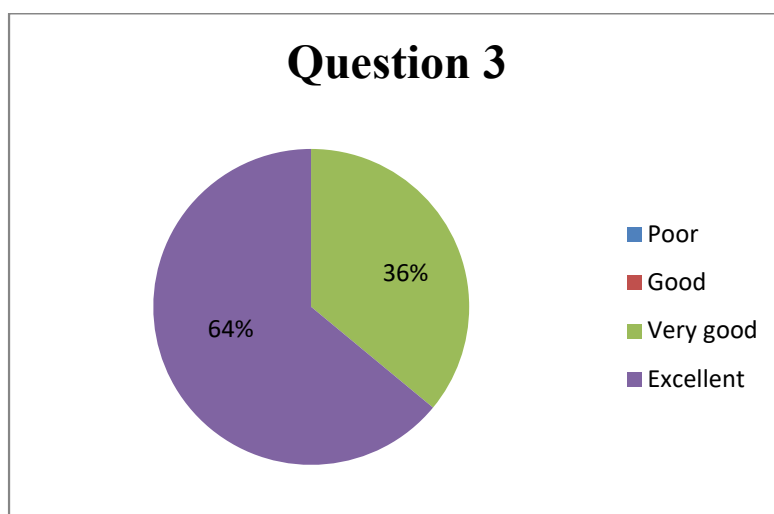
Rys. 70. Rozkład odpowiedzi na pytanie 1.

Rysunek 71 przedstawia rozkład odpowiedzi na pytanie 2: Treść programu wspierała cele nauczania. Jak widać, równie dobra była ocena treści programu. W szczególności odsetek odpowiedzi „bardzo dobrych” wyniósł 64%, a odsetek odpowiedzi „bardzo dobrych” 36%.



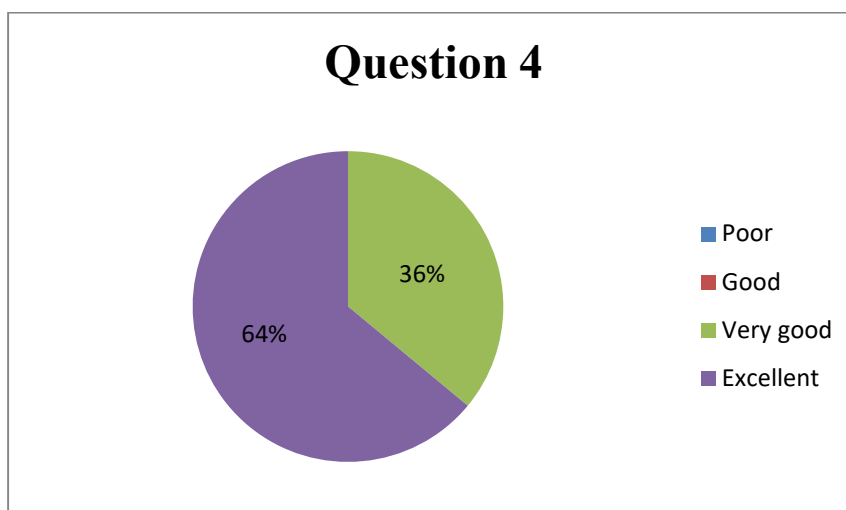
Rys. 71. Rozkład odpowiedzi na pytanie 2.

Rysunek 72 przedstawia rozkład odpowiedzi na pytanie 3: Twoje osobiste cele tego kursu zostały osiągnięte. Analizując wykres, możemy wywnioskować, że cele postawione na początku treningu zostały w dużej mierze osiągnięte. W szczególności odsetek odpowiedzi „bardzo dobrych” wyniósł 36%, a odsetek odpowiedzi „bardzo dobrych” 64%.



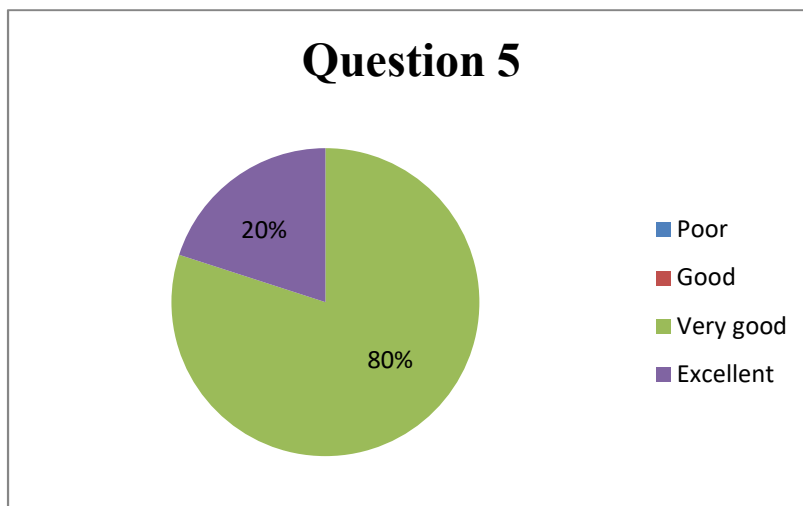
Rys. 72. Rozkład odpowiedzi na pytanie 3.

Rysunek 73 przedstawia rozkład odpowiedzi na pytanie 4: *Jakość dostarczonych materiałów informacyjnych*. Jakość i ilość materiału dydaktycznego została pozytywnie oceniona. W szczególności odsetek odpowiedzi „bardzo dobrych” wyniósł 36%, a odsetek odpowiedzi „bardzo dobrych” 64%.



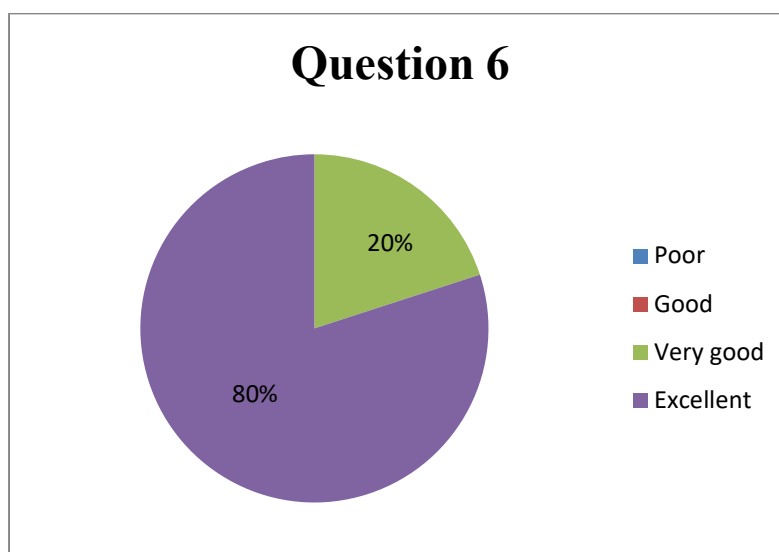
Rys. 73. Rozkład odpowiedzi na pytanie 4.

Rysunek 74 przedstawia rozkład odpowiedzi na pytanie 5: *Długość kursu była wystarczająca do dostarczenia treści*. Analizując wykres, możemy wywnioskować, że biorąc pod uwagę wysokie oczekiwania studentów co do omówionych jąder tematycznych, uczestnicy woleliby, aby kurs trwał dłużej; niemniej jednak pozytywnie ocenili treści szkolenia w oparciu o teoretyczny przegląd tematów, któremu towarzyszyło praktyczne doświadczenie. W szczególności odsetek odpowiedzi „bardzo dobrych” wyniósł 80%, a odsetek odpowiedzi „bardzo dobrych” 20%.



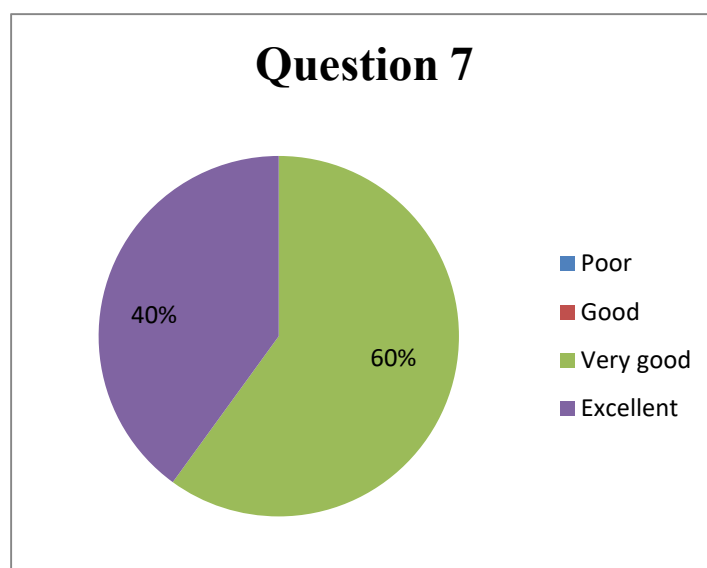
Rys. 74. Rozkład odpowiedzi na pytanie 5.

Rysunek 75 przedstawia rozkład odpowiedzi na pytanie 6: *Trener (-rzy) był / byli przygotowani na ten temat*. Ocena zespołu trenerów była doskonała. W szczególności odsetek odpowiedzi „bardzo dobrych” wyniósł 20%, a odsetek odpowiedzi „bardzo dobrych” 80%.



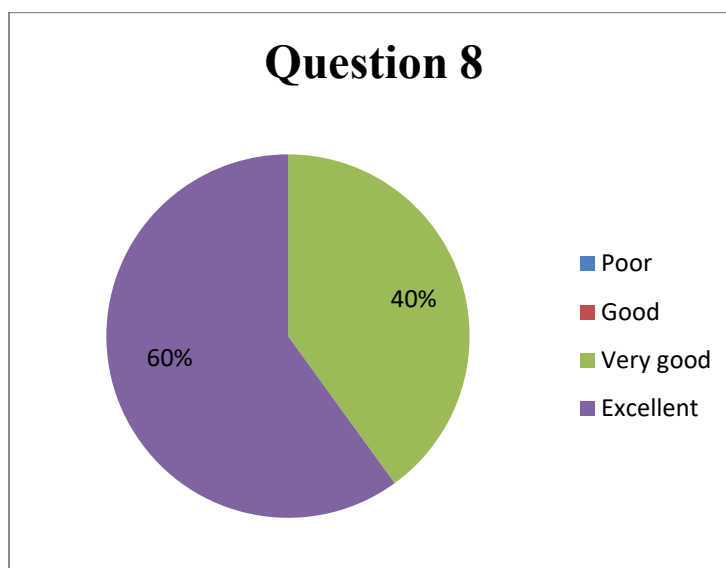
Rys. 75. Rozkład odpowiedzi na pytanie 6.

Rysunek 76 przedstawia rozkład odpowiedzi na pytanie 7: *Interaktywne i dobre środowisko uczenia się*. Respondenci wysoko ocenili dobre interaktywne środowisko uczenia się. W szczególności odsetek odpowiedzi „bardzo dobrych” wyniósł 60%, a odsetek odpowiedzi „bardzo dobrych” 40%.



Rys. 76. Rozkład odpowiedzi na pytanie 7.

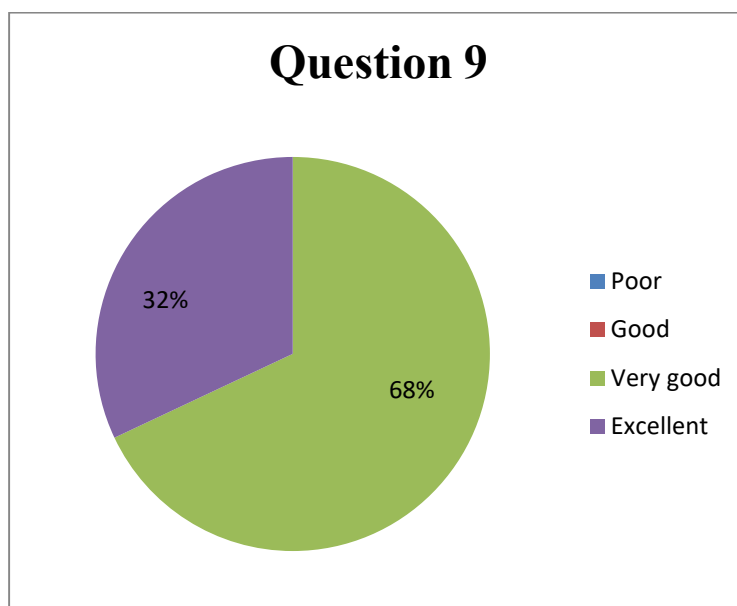
Rysunek 77 przedstawia rozkład odpowiedzi na pytanie 8: *Organizacja i przygotowanie szkolenia były odpowiednie*. Organizację i przygotowanie szkolenia 60% respondentów oceniło jako „bardzo dobre”, 40% „bardzo dobre”.



Rys. 77. Rozkład odpowiedzi na pytanie 8.

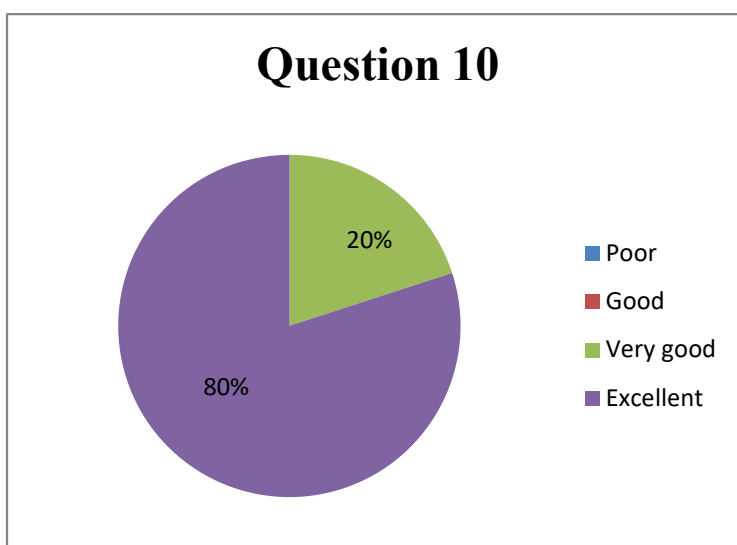
Rysunek 78 przedstawia rozkład odpowiedzi na pytanie 9: *Nauczyłem się czegoś przydatnego*. Analizując wykres, widać, że większość respondentów nauczyła się nowych i

cennych umiejętności. Aż 32% badanych oceniło przydatność treści szkoleniowych jako „bardzo dobrą”, a 68% „bardzo dobrą”



Rys. 78. Rozkład odpowiedzi na pytanie 9.

Rysunek 79 przedstawia rozkład odpowiedzi na pytanie 10: *Cieszę się, że przyszedłem*. Jak widać, zdecydowana większość respondentów była zadowolona z udziału w szkoleniach. 80% respondentów oceniło kurs jako „doskonały”, a 20% jako „bardzo dobry”.



Rys. 79. Rozkład odpowiedzi na pytanie 10.

Po zakończeniu szkolenia studenci zostali poproszeni o wypełnienie ankiety ewaluacyjnej składającej się z 5 pytań dotyczących organizacji doświadczenia, szczegółowych aspektów szkolenia oraz możliwości wykorzystania nabytej wiedzy.

Część pytań zawartych w ankiecie odnosiła się do pytań zawartych w kwestionariuszu PRE, aby zweryfikować, jak wspomniano powyżej, poziom satysfakcji uczniów z przeprowadzonego doświadczenia i zebrać od nich ewentualne uwagi. Poniżej znajduje się analiza kwestionariusza, a konkretnie odpowiedzi udzielonych przez uczniów.

Jeśli chodzi o pytanie nr 1: *Co najbardziej podobało Ci się w kursie teoretycznym?* Studenci udzielili odpowiedzi na różne tematy, ogólnie zgadzając się ze sobą; najczęstsze to:

- wprowadzenie i prezentacja tematu
- wiedza i kompetencje trenerów
- zapoznanie się z oprogramowaniem Maya, Unity, Blender
- dobór treści i materiałów w trakcie kursu
- opis zastosowań wirtualnej rzeczywistości w różnych obszarach technologii
- prezentacja możliwych ofert pracy i ścieżek studiów
- narracja osobistych doświadczeń nauczycieli z VR
- odpowiednie zbilansowanie treści kursu, w tym teorii i prezentacji praktycznych studiów przypadku
- prezentacja zastosowań wirtualnej rzeczywistości w sektorze lotniczym
- dobrze przygotowane lekcje, interakcja z innymi studentami i jakość szkolenia

W odniesieniu do pytania nr 2: *Co najbardziej podobało Ci się w kursie praktycznym?*, uczniowie najczęściej odpowiadali:

- fakt, że części praktycznej odpowiednio towarzyszyła i była poprzedzona solidną częścią teoretyczną
- wykorzystanie zestawów słuchawkowych 3D do doświadczania rzeczywistości wirtualnej zarówno w kontekście dziedzictwa kulturowego, jak i technologii
- możliwość poruszania się i interakcji w scenariuszach 3D
- wykorzystanie animacji
- praktyczny kurs na temat oprogramowania Unity
- wirtualny spacer po silniku turboodrzutowym
- praktyczny kurs Photoshopa

- wykrywanie i używanie innego oprogramowania do modelowania 3D

W odniesieniu do pytania nr 3: *Co według Ciebie można dodać, porzucić lub zmienić, aby ulepszyć szkolenie?*, uczniowie zasugerowali kilka pomysłów, aby usprawnić proces uczenia się. Poniżej propozycje uczniów:

- przedłużyć czas trwania szkolenia
- zaoferować możliwość bardziej dogłębnego przestudiowania określonych treści zawartych w szkoleniu
- bardziej intensywnie korzystać ze słuchawek VR
- pozwolić uczniom na rzeczywiste stworzenie złożonego wirtualnego scenariusza
- zwiększyć liczbę ekspertów i korepetytorów przypadających na jednego studenta
- prowadzić bardziej szczegółowe i szczegółowe działania praktyczne
- dać każdemu uczniowi więcej czasu na nabycie praktyki w korzystaniu z oprogramowania VR

Jeśli chodzi o pytanie numer 4: *Czy uważasz, że wykorzystanie rzeczywistości immersyjnej w szkole i nauczaniu może być dobrą metodą, która pomoże Ci osiągnąć większe kompetencje i lepiej się uczyć?*, odpowiedzi są zgodne, że może to być ważne narzędzie w nauczaniu; w szczególności odpowiedzi brzmiały:

- może znaleźć zastosowanie zarówno w edukacji, jak i w miejscu pracy
- byłoby to świetne alternatywne narzędzie wspomagające naukę
- pozwoliłoby na wciągającą interakcję z poruszonymi tematami
- pozwoliłoby lepiej zrozumieć i pogłębić omawiane tematy
- może być przydatne do badania konkretnych zagadnień, takich jak konserwacja części mechaniczno-lotniczych
- lekcje byłyby bardziej interesujące
- może to ułatwić studiowanie i rozumienie trudnych pojęć

Odnośnie pytania nr 5: *Czy po tradycyjnym objaśnieniu w szkole (z tablicą i kredą) znasz temat lepiej wykorzystując wirtualną rzeczywistość? Jeśli odpowiesz „tak”, czy myślisz, że możesz nauczyć się tego samego tematu, korzystając tylko z rzeczywistości immersyjnej?*, odpowiedzi były raczej niejednorodne; w szczególności w odniesieniu do drugiej części pytania studenci odpowiadali głównie:

- temat należy zgłębiać za pomocą narzędzi Rozszerzonej Rzeczywistości
- korzystanie z wirtualnej rzeczywistości mogłoby być doskonałym narzędziem, jeśli zostanie zastosowane w nauczaniu
- tradycyjne metody nauczania są nadal skuteczne
- idealnie byłoby zastosować obie metody
- wirtualna rzeczywistość poprawia zrozumienie treści lekcji
- wolę tradycyjne wyjaśnienie
- zdobyłbym więcej umiejętności korzystając z wirtualnej rzeczywistości
- wspaniale byłoby używać słuchawek VR na zajęciach
- myślę, że projektowanie lekcji VR jest skomplikowane i nie wszyscy nasi nauczyciele są na to przygotowani
- konieczne byłoby również przeszkolenie nauczycieli w zakresie korzystania z Rozszerzonej Rzeczywistości
- lepsze wyniki w nauce zostałyby osiągnięte, gdyby w nauczaniu zastosowano wirtualną rzeczywistość
- używając Rozszerzonej Rzeczywistości, byłbym bardziej zmotywowany do nauki
- ta nowa metoda umożliwiłaby głębsze przestudiowanie określonego tematu
- wykorzystanie wirtualnej rzeczywistości byłoby idealne w naszym sektorze; pozwoliłoby nam to na interakcję ze strukturą samolotu.

Podsumowując, można powiedzieć, że ogólna ocena wynikająca z analizy odpowiedzi na pytania zawarte w ankietach jest całkowicie pozytywna, ponieważ uczniów przyciągnął ten „nowy świat”, a kompetencje i pomoc ekspertów pozwoliły im na interakcję zadawaj pytania i doceniaj wyczerpujące wyjaśnienia.

Ponieważ jednak próba uczniów jest dość zróżnicowana, zarówno pod względem poziomu opanowania podstawowej wiedzy technicznej i informatycznej, jak i indywidualnych oczekiwań programowych i motywacyjnych, jest dość oczywiste, że istnieją rozbieżne opinie na różne tematy analizowane w badaniu.

Podsumowując, możemy powiedzieć, że przeprowadzone doświadczenie z pewnością miało charakter formacyjny i zachęciło nie tylko uczniów, ale także nauczycieli do rozważenia wielkich możliwości, jakie daje „nauczanie immersyjne”, które, mając nadzieję, również po wynikach tego badania stopniowo i sukcesywnie wdrażane w szkołach, być może akceptując niektóre propozycje i opinie wyrażane przez uczniów.

6. Podsumowanie

Wykorzystanie wirtualnej rzeczywistości w edukacji wydaje się być niezbędne dla rozwoju procesu edukacji. Postrzegane jest nie tylko jako innowacyjne i niestandardowe rozwiązanie, ale staje się jednym z istotnych czynników wyróżniających uczelnie, placówki edukacyjne czy ośrodki szkoleniowe. Techniki VR/AR można zastosować do wielu zagadnień, wspierając nabywanie kompetencji twardych i miękkich. Jednak narzędzia tej klasy należy traktować w kategoriach działań wspierających aktualnie stosowane metody i środki nauczania, które pozwalają na zwiększenie efektywności procesu nauczania i wprowadzenie możliwości uczenia się w dotychczas niedostępnych lub trudno dostępnych obszarach. Spersonalizowane ćwiczenia z wykorzystaniem technik VR mogą oferować szerszy zakres możliwości niż tradycyjne podręczniki, zapewniając jednocześnie mechanizmy pomagające w nauczaniu treści teoretycznych i zaawansowane narzędzia do śledzenia postępów w nauce. Szczególnie ważna z punktu widzenia stosowania technik VR jest możliwość interakcji uczącego się z technologiami odtworzonymi w świecie wirtualnym w sposób zbliżony do świata rzeczywistego. Studenci ćwiczący w bezpiecznym środowisku wirtualnym nie wpływają na funkcjonowanie rzeczywistych systemów, nie zużywają materiałów eksploatacyjnych i potrafią pracować z elementami niedostępnymi w rzeczywistym środowisku laboratoryjnym.

Na podstawie przeprowadzonej analizy sformułowano kilka uwag i rekomendacji w zakresie wykorzystania VR/AR, które mogą wpłynąć na poprawę efektywności, atrakcyjności i jakości kształcenia. Najważniejsze z nich mogą dotyczyć wprowadzenia technik VR do procesu uczenia się, można je postrzegać w aspekcie innowacji procesowych. Szczególną trudnością w powszechnym wykorzystaniu VR jest wysoki koszt zakupu i oprogramowania do jego użytkowania, a także kosztowne i czasochłonne tworzenie aplikacji i scenariuszy lekcji. Problemem może być również brak praktycznych rozwiązań dla skutecznej integracji bodźców wzrokowych z organizmem, co może skutkować tzw. Błędem poznawczym. Dlatego tak istotne jest, aby każda decyzja o wprowadzeniu technik VR do procesu nauczania danego modułu poprzedzona była dokładną analizą możliwości technicznych i weryfikacją koncepcji.

Analiza pokazuje, że niektórzy uczniowie odczuwają skutki choroby motorycznej, złego samopoczucia, nudności i zawrotów głowy podczas pracy w środowisku wirtualnej

rzeczywistości. Przed zajęciami konieczne jest przeprowadzenie wywiadów z uczestnikami szkolenia na temat ich predyspozycji, doświadczeń z technologią VR, wad wzroku, chorób itp. Przykładowo, określone upośledzenie wzroku (np. Dominacja jednego oka u studenta) może skutkować nakładaniem się wyświetlanych obrazów, co z kolei powoduje dla ucznia znaczny dyskomfort w odbiorze trójwymiarowego modelu.

Na koniec warto zwrócić szczególną uwagę na koszty, a długi okres przygotowania materiałów szkoleniowych implikuje konieczność rozłożenia procesu wdrażania technologii VR na etapy. Środowisko immersyjne VR/AR zapewnia duży potencjał i szansę na wdrożenie dalszych ulepszeń, zmian projektowych lub rozbieżności technicznych w bardzo elastycznym sensie na podstawie komentarzy ekspertów. Ujawniono wsparcie AR w środowiskach immersyjnych i największą przewagę nad modelami fizycznymi, ponieważ nie jest konieczne ręczne tworzenie lub wysyłanie do różnych lokalizacji w celu dyskusji grupowych, zamiast tego wysyłanie aplikacji jest znacznie efektywne i wydajne. Efektywne wdrażanie „LEAN THINKING” jest możliwe przy wsparciu narzędzi wirtualnych obsługiwanych w środowiskach immersyjnych.

7. Bibliografia

1. Epic Games, Inc, „Beyond the manual: VR training on aircraft maintenance,” October 2019. [Online]. Available: <https://www.unrealengine.com/en-US/spotlights/beyond-the-manual-vr-training-on-aircraft-maintenance>. [Access: Listopad 2019].
2. Aerosim, „mro-network.com,” November 2019. [Online]. Available: <https://www.mro-network.com/node/9324/gallery?slide=1>. [Access: November 2019].
3. D. Grajewski, F. Górski, P. Zawadzki i A. Hamrol, „Integracja technik wirtualnej rzeczywistości i wytwarzania przyrostowego – hybrydowe podejście do rozwoju wyrobu. Cz. 1,” *Engineering*, nr 1,2, pp. 173-176, 266-270, 2013.
4. P. Dymora, M. Mazurek i B. Kowal, „Dydaktyczne aspekty projektowania aplikacji w środowisku Unity 3D,” *EDUKACJA - TECHNIKA - INFORMATYKA*, pp. 185-193, 2019.
5. J. Gregory, *Game Engine Architecture 2nd Edition*, A K Peters/CRC Press, 2014.
6. Unity Technologies, „Unity for all,” November 2019. [Online]. Available: <https://unity.com/>. [Access: November 2019].
7. Epic Games, Inc., „Unreal Engine,” 2019. [Online]. Available: <https://www.unrealengine.com/en-US/feed>. [Access: November 2019].

8. <http://www.mamkomputer.info/poradnik-blender-wstep/> [Access: November 2019].
9. J. H. Lee i O. A. Shvetsova, „The Impact of VR Application on Student’s Competency Development: A Comparative Study of Regular and VR Engineering Classes with Similar Competency Scopes,” *Sustainability*, pp. 1-26, April 2019.
10. R. Puenteadura, „SAMR Model,” 2014. [Online]. Available: <https://sites.google.com/a/msad60.org/technology-is-learning/samr-model>. [Access: November 2019].
11. Patel, K., Bailenson, J. N., Hask-Jung, S., Diankov, R., & Bajcsy, R., „The effects of fully immersive virtual reality on the learning of physical tasks” *Proceedings of 9th Annual International Workshop on Presence, Ohio, USA, 2006* .
12. Tomasz WÓJCICKI, Model wspomagania podnoszenia kompetencji zawodowych z wykorzystaniem systemów rzeczywistości rozszerzonej, Instytut Technologii Eksploatacji – PIB, Radom, 2013.