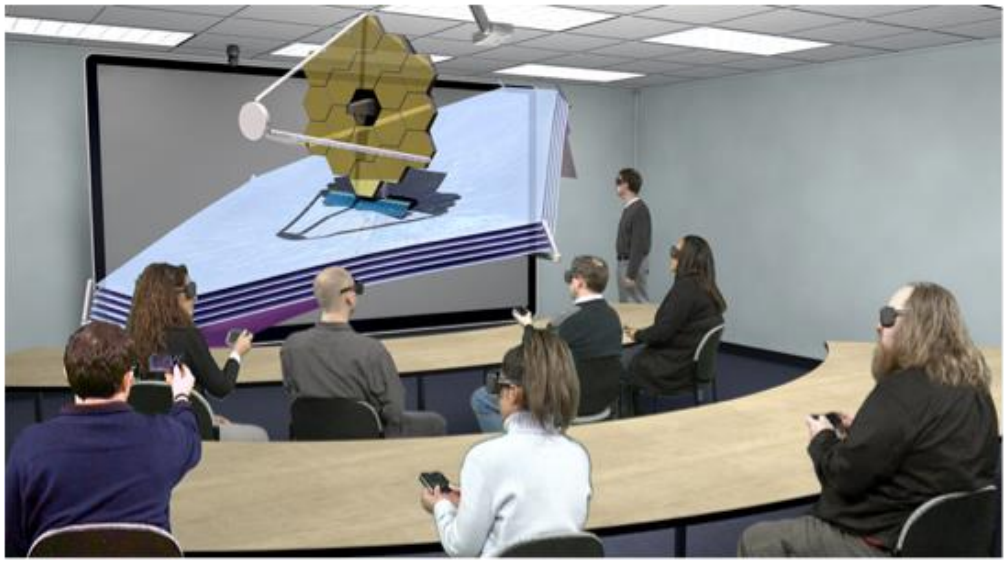
PROJEKT I TRACE – REZULTATY PRACY INTELEKTUALNEJ 2

IO2 – NAJLEPSZE PRAKTYKI W SZKOLENIU IMMERSYWNYM.

IDENTYFIKACJA RZECZYWISTYCH SYTUACJI, W KTÓRYCH SZKOLENIE IMMERSYWNE ZOSTAŁO SKUTECZNIE WYKORZYSTANE DO OKREŚLONYCH CELÓW DYDAKTYCZNYCH WE WŁOSZECH, HISZPANII, POLSCE, NORWEGII ORAZ INNYCH KRAJACH NA POZIOMIE EUROPEJSKIM



Komisji Europejskiej dla opracowania tej publikacji nie stanowi poparcia dla treści, które odzwierciedlają jedynie poglądy autorów, i Komisja nie ponosi odpowiedzialności za jakiekolwiek wykorzystanie zawartych w niej informacji

SPIS TREŚCI

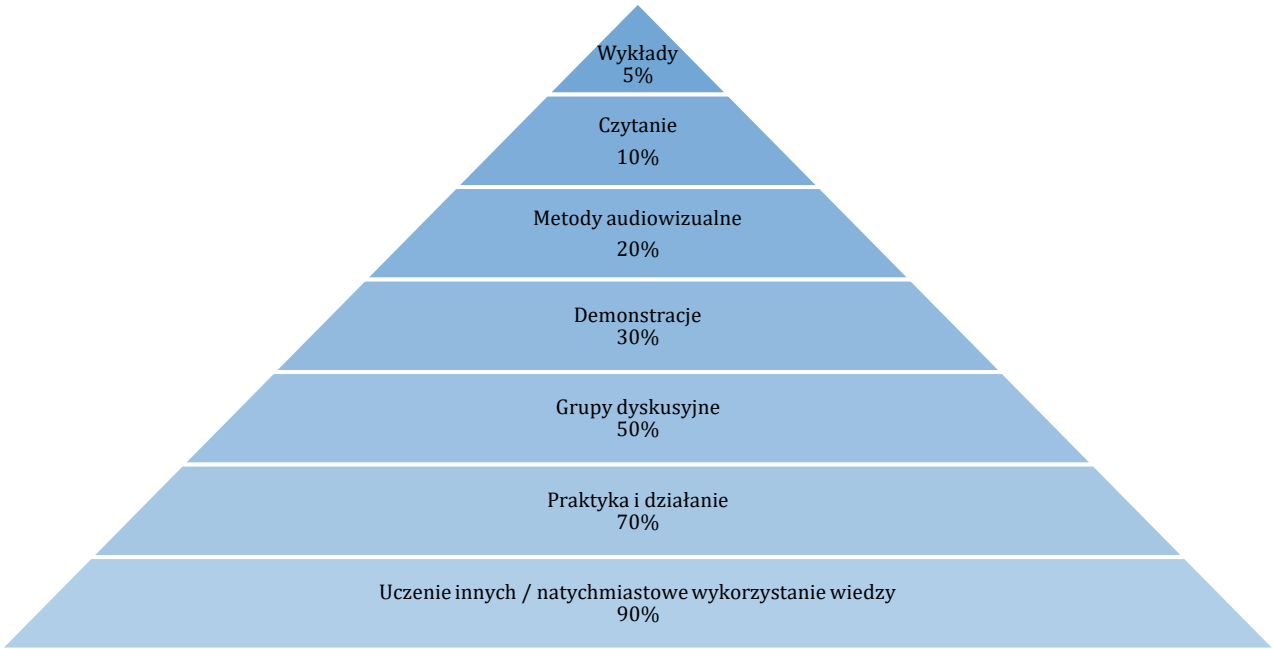
1. DLACZEGO WYKORZYSTANIE IMMERSYWNEGO UCZENIA SIĘ I NAJLEPSZYCH PRAKTYK JEST WAŻNE 5
1.1. WPROWADZENIE 5
1.1.1. ROZSZERZONA RZECZYWISTOŚĆ (ANG. EXTENDED REALITY) 6
1.1.2. IMMERSYWNE UCZENIE SIĘ (ANG. IMMERSIVE LEARNING) 7
1.2. OBSZARY ZAINTERESOWAŃ 8
1.2.1. ZASTOSOWANIE ROZSZERZONEJ RZECZYWISTOŚCI W SZKOLENIACH KORPORACYJNYCH 8
1.2.2. ZASTOSOWANIE RZECZYWISTOŚCI ROZSZERZONEJ W SEKTORZE PRZETWÓRCZYM 10
1.2.3. WYKORZYSTANIE ROZSZERZONEJ RZECZYWISTOŚCI (XR) W LOGISTYCE 11
1.2.4. ZASTOSOWANIE RZECZYWISTOSĆI ROZSZERZONEJ W EDUKACJI 14
1.3. PODSUMOWANIE 18
1.4. BIBLIOGRAFIA 19
2. WYKORZYSTANIE I MOŻLIWOŚĆ WYKORZYSTANIA IMMERSYWNEGO UCZENIA SIĘ W INŻYNIERII LOTNICZEJ I KOSMICZNEJ (NP. INSPEKCJA, KONSERWACJA, NAPRAWA I OPERACJE) ORAZ SEKTORZE PRODUKCYJNYM (NP. POMIAR INŻYNIERYJNY, PLANOWANIE PROCESU, PROGRAMOWANIE MASZYN, KONTROLA JAKOŚCI). 22
2.1. WPROWADZENIE 22
2.2. IMMERSYWNE UCZENIE SIĘ – PODSTAWOWE KONCEPCJE 23
2.3. PRZEGLĄD LITERATURY 26
2.4. ANALIZA MOŻLIWOŚCI REALIZACJI IMMERSYWNEGO NAUCZANIA W SEKTORZE PRODUKCYJNYM .. 28
2.4.1. METODOLOGIA 29
2.4.2. WYNIKI 29
2.5. ANALIZA MOŻLIWOŚCI WDROŻENIA IMMERSYWNEGO UCZENIA SIĘ NA UCZELNIACH WYŻSZYCH ... 34
2.6. PODSUMOWANIE 37
2.7. BIBLIOGRAFIA 38
3. EWOLUCJA IMMERSYWNYCH TECHNOLOGII DLA INŻYNIERII I PROCESÓW NAUCZANIA 40
3.1. WPROWADZENIE 40
3.1.1. DEFINICJE 40
3.1.2. TECHNOLOGIE IMMERSYWNE: WYZWANIA 41
3.1.3. SKUPIENIE NA SZKOLENIU 45
3.2. PRZEGLĄD LITERATURY 49
3.3. METODOLOGIA 49
3.4. WNIOSKI 49
3.5. BIBLIOGRAFIA 50

4. RZECZYWISTOŚĆ ROZSZERZONA (AR, VR, MR, XR): ANALIZA DORBYCH PRAKTYK I UDANYCH PRZYKŁADÓW SZKOLENIA W SYMULOWANYM ŚRODOWISKU W POLSCE, HISZPANII, WŁOSZECH, NORWEGII I INNYCH KRAJACH. 52
4.1. WPROWADZENIE 52
4.2. DOBRE PRAKTYKI - PODSTAWOWE POJĘCIA 52
4.3. METODOLOGIA 55
4.4. WYNIKI 57
4.4.1. HISZPANIA 57
4.4.2. WŁOCHY 61
4.4.3. POLSKA 80
4.4.4. NORWEGIA 87
4.4.5. INNE KRAJE 92
4.5. DYSKUSJA I WNIOSKI 102
4.6. BIBLIOGRAFIA 103
5. DYSKUSJA I PODSUMOWANIE USTALEŃ 105
5.1. DYSKUSJA 105
5.2. PODSUMOWANIE 107
6. DARMOWE ZASOBY ONLINE 107
7. ZAŁĄCZNIKI 109
ZAŁĄCZNIK 1: FORMAT GROMADZENIA DANYCH DLA DOŚWIADCZENIA DYDAKTYCZNEGO (INTELLECTUAL OUTPUT 2) 109

1. DLACZEGO WYKORZYSTANIE IMMERSYWNEGO UCZENIA SIĘ I NAJLEPSZYCH PRAKTYK JEST WAŻNE

1.1. WPROWADZENIE

Zapotrzebowanie na wykwalifikowanych pracowników jest najwyższe w historii i stało się oczywiste, że tradycyjne metody szkolenia muszą zostać zmienione przy użyciu nowszych technologii, aby lepiej odpowiadały przyszłym potrzebom branży (Vuksanović, 2016). Celem każdego programu edukacyjnego musi być efektywne realizowanie programu nauczania w taki sposób, aby uczeń miał zadowalający poziom kompetencji do bezpiecznego wykonania dowolnego istotnego zadania, przy minimalnym prawdopodobieństwie błędów (Uptale, 2016). Obecnie proces osiągania takich kompetencji obejmuje połączenie wykładów w klasie i doświadczeń zdobytych podczas praktyk / staży (Glen, 1994). Aby skutecznie korzystać z nowszych technologii, obie te areny będą musiały zostać zbadane pod kątem potencjalnych ulepszeń. W wyniku szeroko zakrojonych badań psychologicznych wykazano, że informacje zachowane po każdej sesji szkoleniowej są silnie zależne od sposobu prezentacji informacji, a także od tego, na jakim poziomie uczniowie mogą brać udział w wykładach Rys. 1 (teachernoella, 2019). Rysunek 1 przedstawia tzw. stożek uczenia się (ang. cone of experience) Edgara Dale'a (teachernoella, 2019) i pokazuje średni wskaźnik zapamiętywania w odniesieniu do różnych metod nauczania.



RYSUNEK 1. STOŻEK UCZENIA SIĘ EDGARA DALE'A

Innymi słowy, Rys. 1 pokazuje pozytywny wpływ bezpośredniej interakcji z problemem, poprzez ćwiczenia praktyczne lub szkolenie w terenie (teachernoella, 2019). Jednakże, wyższy poziom interakcji uczniów często wiąże się z wyższymi kosztami i jest często czynnikiem ograniczającym, ponieważ zasoby edukacyjne są mocno budżetowane (Liefner, 2003). Z tego powodu niezwykle ważne jest, aby nauczyciele przyglądali się technologiom, które mogą symulować i skutecznie zanurzać ucznia w środowisku przypominającym rzeczywisty świat. Jest to szczególnie istotne w przypadku scenariuszy, które w innym przypadku byłyby bardzo kosztowne (Tsang, 1997). Technologie takie mogą być kosztowne w pozyskaniu, ale mogą przynieść znaczne długoterminowe oszczędności w stosunku do starszych metod szkoleniowych, przyspieszając proces szkoleniowy lub dostarczając lepiej wykwalifikowanych pracowników po niższych kosztach (Accenture Study, 2018).

1.1.1. ROZSZERZONA RZECZYWISTOŚĆ (ANG. EXTENDED REALITY)

Rozszerzona rzeczywistość (XR) to ogólne określenie technologii, która w pewnym stopniu zanurza użytkownika poprzez wyświetlanie informacji symulowanych komputerowo. Rzeczywistość wirtualna, rzeczywistość rozszerzona i rzeczywistość mieszana to najpopularniejsze technologie w XR (Kaushal, 2019).

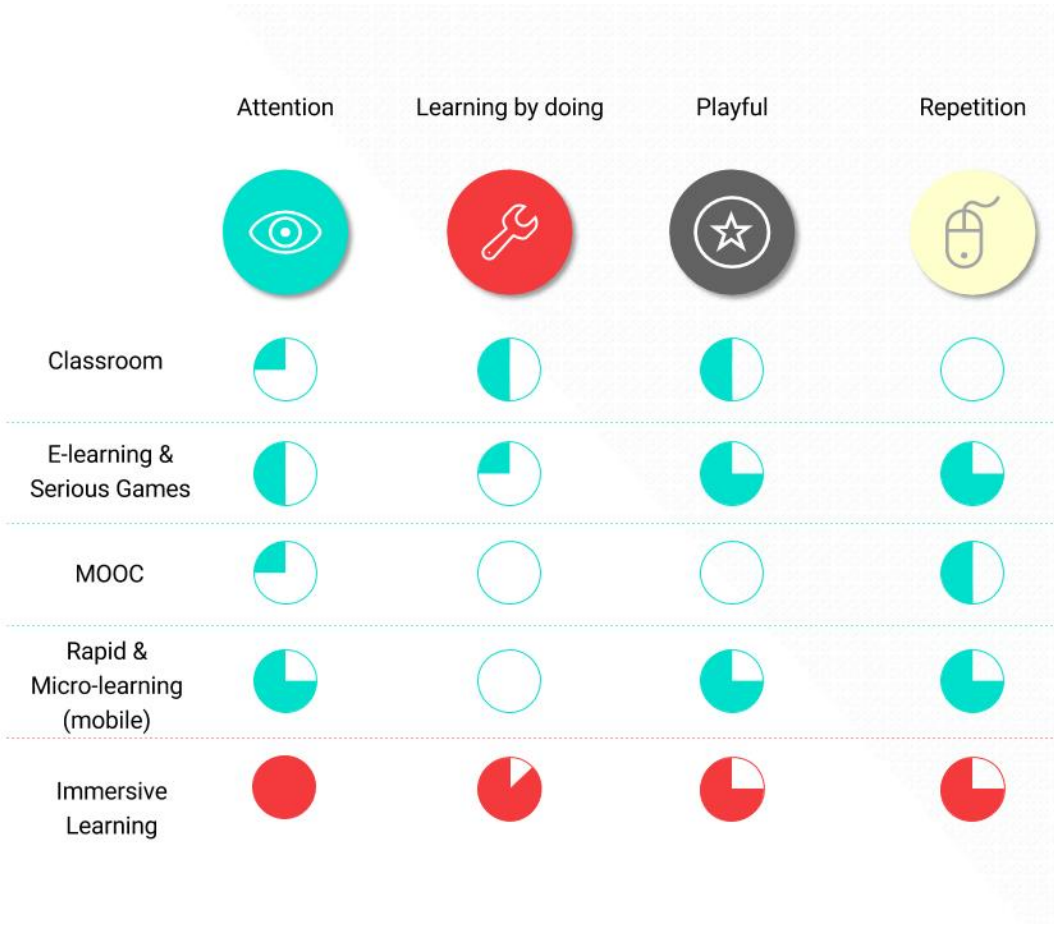
Rzeczywistość mieszana może być postrzegana jako kontinuum rzeczywistości wirtualnej (RV), w którym punkty końcowe reprezentują środowisko całkowicie realne i środowisko całkowicie wirtualne. Termin został ukuty przez Paula Milgrama i pokazuje czterostopniowe przejście z rzeczywistości do wirtualności, jak pokazano na rycinie 2 (Li, 2018). W zależności od stopnia zanurzenia system rzeczywistości mieszanej zostałby umieszczony względem innych systemów rzeczywistości mieszanej, a ponieważ to kontinuum nie ma wyraźnych granic, kategoryzacja, gdzie system immersywny mieści się w tym spektrum, może być trudna (Kaushal, 2019).

Blokując postrzeganie przez użytkownika rzeczywistego środowiska, wirtualna rzeczywistość (ang. VR) próbuje zanurzyć użytkownika w sztucznym środowisku 3D symulowanym przez komputer (Li, 2018). Najnowocześniejsze systemy rzeczywistości wirtualnej osiągają zanurzenie, umożliwiając użytkownikowi wyposażenie się w zestaw słuchawkowy VR, który zapewnia wizualną symulację środowiska wirtualnego. Dalsze zanurzenie jest możliwe przy użyciu immersyjnych środków pomocniczych w celu stymulacji innych zmysłów. (Li, 2018). W przeciwieństwie do systemów wirtualnej rzeczywistości (ang. VR), technologia rzeczywistości rozszerzonej (ang. Augmented Reality - AR) nakłada się na rzeczywistość przy różnym stopniu symulowanych elementów wirtualnych i dlatego nie całkowicie zanurzy użytkownika w środowisku wirtualnym (Kaushal, 2019). AR przekształca olbrzymie ilości danych i danych analitycznych w obrazy lub animacje nakładane na świat rzeczywisty (Porter i Heppelmann, 2018). Istnieje kilka sposobów korzystania z AR przez użytkowników. Tradycyjny sposób to specjalny zestaw słuchawkowy z przezroczystym wyświetlaczem. Jednak w związku z ostatnim rozwojem i popularnością w branży mobilnej programiści AR używają kamer smartfonów w celu nałożenia wirtualnych obiektów na wyświetlacz smartfona.

RYSUNEK 1: REPREZENTACJA KONTYNUACJI RZECZYWISTOŚCI I WIRTUALNOŚCI. (ŹRÓDŁO: WIKIPEDIA, 2018)

1.1.2. IMMERSYWNE UCZENIE SIĘ (ANG. IMMERSIVE LEARNING)

Immersywne uczenie się odnosi się do metodologii uczenia się, która w dużej mierze wdraża technologie, które mają na celu rozszerzenie rzeczywistości (XR) studenta i umożliwienie mu doświadczenia scenariuszy pracy związanych z jego edukacją. Dowiedziono, że **immersywne uczenie się** konsekwentnie przewyższa tradycyjne metody uczenia się (Uptale, 2016), jak pokazano na Rys. 3, i dobrze nadaje się dla wielu różnych sektorów przemysłu.



RYSUNEK 2: RYSUNEK ILUSTRUJE WYDAJNOŚĆ IMMERSYWNEGO UCZENIA SIĘ W ODNIESIENIU DO INNYCH METODOLOGII UCZENIA SIĘ. (ŹRÓDŁO: UPTALE, 2016)

Student zanurzany się w sztucznym rozszerzeniu rzeczywistości za pomocą różnych narzędzi technologicznych (XR). W ten sposób uczniowie mogą zapoznać się ze środowiskiem, które może ściśle symulować odpowiednie scenariusze z prawdziwego świata. W zależności od branży takie szkolenia mogą być bardzo kosztowne (Tsang, 1997) lub trudne w prowadzeniu w świecie rzeczywistym, jednakże mają kluczowe znaczenie dla uzyskania odpowiednich doświadczeń niezbędnych do osiągnięcia pożądanego poziomu umiejętności.

Trenerzy i nauczyciele muszą teraz określić, które obszary najlepiej nadają się do immersywnego uczenia się, a które technologie najlepiej nadają się do adaptacji w metodyce immersywnego uczenia się.

1.2. OBSZARY ZAINTERESOWAŃ

Korzystając z wyżej wymienionych technologii i metod uczenia się, ten rozdział ma na celu zwrócenie uwagi na pomyślne wdrożenie uczenia immersywnego w odpowiednich branżach i edukacji. Aby jeszcze bardziej zróżnicować przypadki zastosowania immersive learning, wyniki naszych badań zostały podzielone na dwa obszary: **zastosowanie rozszerzonej rzeczywistości w edukacji i korporacyjne zastosowanie rozszerzonej rzeczywistości**.

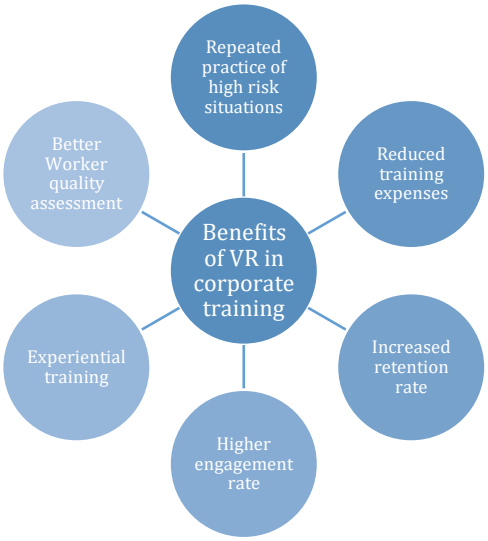
1.2.1. ZASTOSOWANIE ROZSZERZONEJ RZECZYWISTOŚCI W SZKOLENIACH KORPORACYJNYCH

Korzyści z zastosowania technologii immersywnych w szkoleniach korporacyjnych najlepiej opisać, biorąc pod uwagę sektor energetyczny. Szkolenie pracowników w tych firmach jest zarówno czasochłonne, jak i kosztowne. Dzięki zastosowaniu immersywnego uczenia się w reżimie szkolenia koszty związane ze szkoleniem pracowników są znacznie zmniejszone, ponieważ nie ma żadnych kosztów transportu ani sprzętu związanych ze szkoleniem (eonreality, 2018). Czas potrzebny na ćwiczenia jest również znacznie skrócony, ponieważ nie ma znaczącego przestoju podczas szkolenia i występuje stosunkowo niewiele rzeczy rozpraszających uwagę. W przeciwieństwie do tradycyjnego szkolenia w klasie, wskaźniki zdolności zapamiętywania w procesie immersywnego uczenia się są wyższe, ponieważ ten typ uczenia się omija nudę i angażuje pracownika w sposób, który jest niemożliwy w tradycyjnym otoczeniu (Uptale, 2016). Możliwość dostosowania szkolenia do potrzeb branży ma dużą wartość, ponieważ zapewnia pracownikom odpowiednie szkolenie praktyczne (ang. hands-on training) a także poprawne zrozumienie specyfiki pracy.

Najważniejszym powodem włączenia immersywnego uczenia się w szkoleniach korporacyjnych byłoby ograniczenie ryzyka związanego ze szkoleniem pracowników. W sektorze energetycznym większość miejsc pracy wiąże się z pewnymi zagrożeniami, dlatego istnieją wytyczne dotyczące bezpieczeństwa. Zdolność do bezpiecznego tworzenia specjalnie przygotowanych scenariuszy, w których zagrożenia te są podkreślane, sprzyja bezpieczeństwu, co w następstwie może przekładać się na skłonność pracowników do stosowania środków ostrożności podczas przebywania w terenie (eonreality, 2018). Szkolenie w środowisku wirtualnym pozwala również pracownikom wielokrotnie ćwiczyć kluczowe scenariusze bez narażania się na ryzyko i uszkodzenia sprzętu.

Po zakończeniu reżimu szkolenia stażysta musi przejść ocenę, aby sprawdzić, czy posiada kwalifikacje do pracy w terenie. Ocena pracowników poprzez tradycyjną ocenę kładzie nacisk na wyniki w klasie, co stanowi

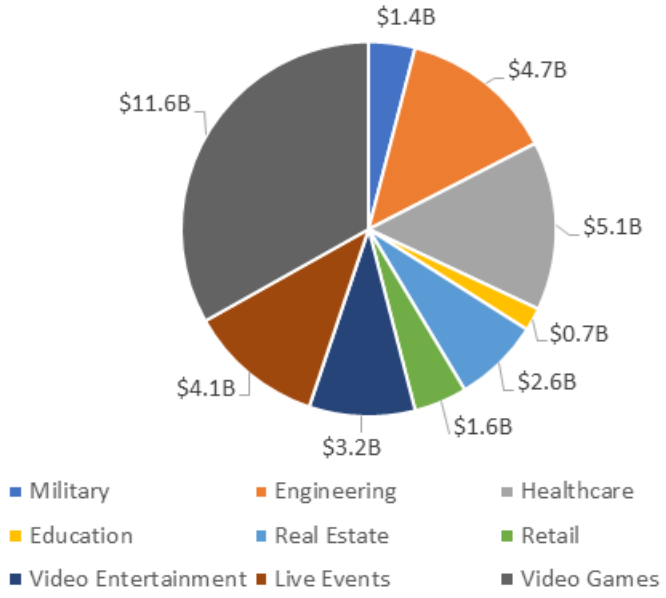
ograniczoną reprezentację zdolności pracownika do wykonywania swoich zadań. Wprowadzenie technologii rozszerzonej rzeczywistości (XR) jako części oceny pracownika poprawiłoby ocenę pracownika, ponieważ symulowane środowisko wykazuje zapotrzebowanie na konkretne umiejętności, które pracownik musi posiadać (eonreality, 2018).



RYSUNEK 3: KORZYŚCI Z WDROŻENIA WIRTUALNEJ RZECZYWISTOŚCI (VR) W SZKOLENIU KORPORACYJNYM. RYSUNEK WYKONANY PRZEZ AUTORA.

Podsumowując, rozwiązania w zakresie szkolenia przy zastosowaniu technologii rozszerzonej rzeczywistości (AR) i wirtualnej rzeczywistości (VR) zapewniają bezpieczne eksperymentalne środowisko treningowe w czasie rzeczywistym. W przypadku większości branż, takich jak sektor energetyczny, wprowadzenie rozszerzonej rzeczywistości (XR) w ramach uczenia się nowych pracowników może skutecznie zwiększyć zdolność zapamiętywania wiedzy i tempo transferu umiejętności pracowników, a ponadto jest to opłacalne.

Wprowadzając XR w ramach uczenia się, firmy mogą rozwiązać większość niedociągnięć, jakie mają tradycyjne programy szkoleniowe. Rysunek 5 pokazuje przewidywane przychody oczekiwane od VR/AR w różnych sektorach.



RYSUNEK 4: PRZEWIDYWANE DOCHODY Z VR/AR W RÓŻNYCH SEKTORACH (ŹRÓDŁO: WRIGHT, 2019)

1.2.2. ZASTOSOWANIE RZECZYWISTOŚCI ROZSZERZONEJ W SEKTORZE PRZETWÓRCZYM

W związku z niedawnym rozwojem technologii immersywnych wiele sektorów rozważyło adaptację technologii immersywnych, w szczególności zdolność rzeczywistości rozszerzonej do nakładania się informacji cyfrowych. Trend ten doprowadził do znacznej zmiany w przemyśle przetwórczym, w którym potencjalne korzyści z takiej adaptacji są znaczące (Morozova, 2018). Zmniejszenie kosztów operacyjnych, wzrost poziomu bezpieczeństwa i usprawnienie działania to tylko niektóre z korzyści. Według badań McKinsey organizacje z sektora przetwórczego mogłyby zmniejszyć wydatki inwestycyjne nawet o 20%, gdyby zaadoptowały technologie cyfrowe (Porter i Heppelmann, 2017).

Technologie AR zostały podwójnie zastosowane w przemyśle przetwórczym. Pierwszą aplikacją AR jest tworzenie rozszerzeń AR istniejących instrukcji obsługi maszyn (Hulme, 2018). Ta aplikacja zawierałaby interaktywne hologramy standardowych procedur, które pojawiają się, gdy takie procedury mają zostać wykonane. Dzięki identyfikacji i wizualnemu wyświetlaniu skomplikowanych procedur na przezroczystym wyświetlaczu pomoc wizualna AR prowadziłaby technika w czasie rzeczywistym przez kolejne etapy procedury. Zamiast tłumaczyć mentalnie obrazy 2D na rzeczywistość 3D, zestaw słuchawkowy AR nakłada odpowiednie informacje cyfrowe bezpośrednio na rzeczywiste obiekty, umożliwiając pracownikom jednoczesne przetwarzanie obrazu fizycznego i cyfrowego (Porter i Heppelmann, 2017). Innymi korzyściami byłyby ulepszenia w zakresie konserwacji, ponieważ status maszyny zostałby nałożony na wyświetlacz. Dzięki rozwiązaniom AR uzupełniającym pracę za granicą danego kraju każdy pracownik ma możliwość rozwiązywania prostych procedur bez konsultacji z ekspertem (Morozova, 2018). W konsekwencji eksperci techniczni mogą być rezerwowani do problemów, w których proste rozwiązywanie problemów jest niewystarczające, co skraca czas, gdy eksperci muszą ponownie odwiedzać dany zakład przetwórczy.

Druga aplikacja to zdalna pomoc. Dysponowanie ekspertami technicznymi przez cały czas jest kluczowe dla wydajnego przepływu pracy. Nie jest to jednak obecnie możliwe, a konieczność wysyłania ekspertów technicznych za granicę w celu naprawy sprzętu jest droga i czasochłonna (eonreality, 2018). Zamiast ponownego odwiedzania zakładu przez ekspertów, pracownicy i technicy mogliby połączyć się ze sobą, mając jednocześnie dostęp do transmisji AR na żywo. Ekspert mógłby następnie poprowadzić pracownika zarówno dźwiękowo, jak i wizualnie, przez proces, który jest znacznie bardziej wydajny niż ponowne wdrożenie eksperta (Hulme, 2018).

Rozwiązania AR stosowane na miejscu w fabryce mogłyby również zapewnić pracownikom ulepszenia bezpieczeństwa. W przypadku zagrożenia, droga ewakuacyjna wyświetlana na sprzęcie AR może zapewnić pracownikom kluczową pomoc w czasie paniki. W połączeniu z danymi sensorycznymi (GPS, monitor tętna) można zarówno zlokalizować, jak i sprawdzić stan każdego pracownika w sytuacjach awaryjnych (Morozova, 2018). W celu promowania środków ostrożności i bezpieczeństwa w regularnych godzinach pracy potencjalne rozszerzenia AR mogą wykrywać i ostrzegać użytkowników, gdy mają zamiar korzystać z niebezpiecznego sprzętu. Takie wdrożenia mogłyby znacznie zmniejszyć liczbę wypadków, co w konsekwencji zmniejsza powiązane wydatki i zwiększa wydajność (Morozova, 2018).

Powyższe implementacje AR są wciąż na wczesnym etapie rozwoju, a wiele innych przypadków użycia i implementacji może pojawić się w miarę dojrzewania technologii. Większość niedociągnięć w sposobie funkcjonowania różnych gałęzi przemysłu można rozwiązać dzięki zastosowaniu AR. Podsumowując, możliwość wykorzystania technologii AR do wizualizacji i kierowania pracownikami ma ogromny wpływ na funkcjonowanie firm. Wraz z dalszym rozwojem technologii immersywnych możliwość wymiany tradycyjnych pokręteł i paneli kontrolnych na interakcję w oparciu o AR jeszcze bardziej obniży koszty i usprawni działanie firm.

RYSUNEK 5: PROJEKTY KONCEPCYJNE ZASTOSOWAŃ TECHNOLOGII AR W PRACACH KONSERWACYJNYCH (ŹRÓDŁO: RE'FLEKT, 2018).

1.2.3. WYKORZYSTANIE ROZSZERZONEJ RZECZYWISTOŚCI (XR) W LOGISTYCE

Sektor logistyki, podobnie jak sektor przetwórczy, doświadczył szybkiego zaadaptowania technologii rzeczywistości rozszerzonej. Szacuje się, że operacje magazynowe stanowią około 20% wszystkich

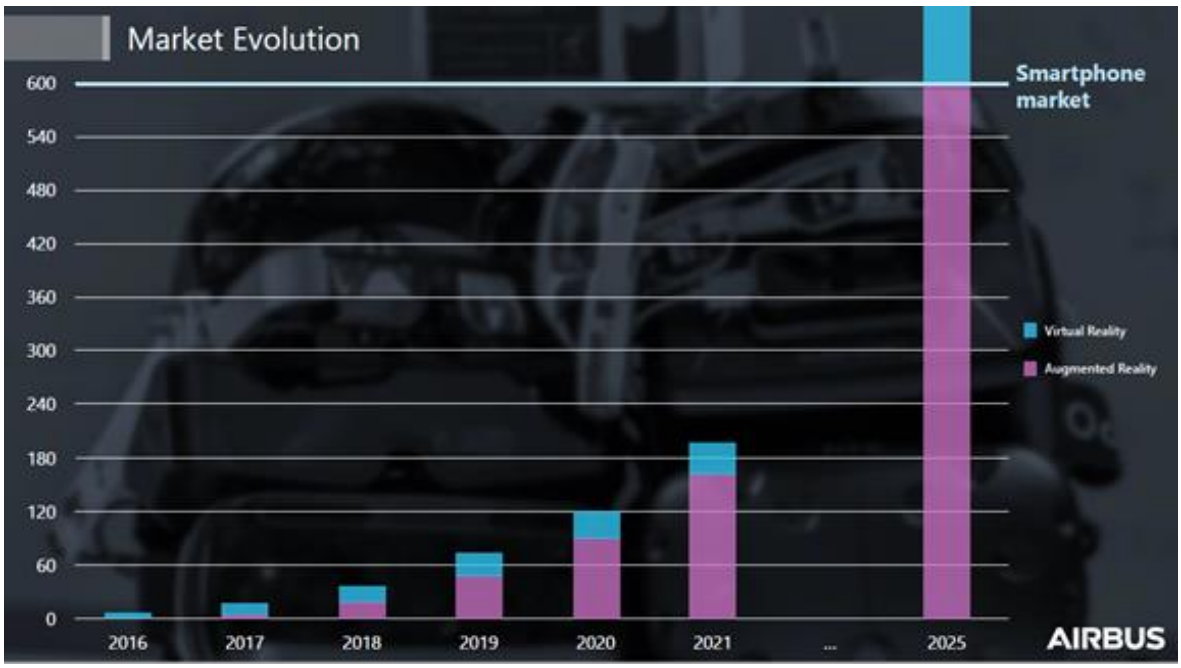
kosztów logistycznych, a kompletacja towarów z półek stanowi do 65% kosztów magazynowych (Porter i Heppelmann, 2017).

Konieczność ręcznego wyszukiwania i zbierania paczek jest zarówno powolna, jak i podatna na błędy. Systemy AR prowadzą pracowników, wyświetlając najlepsze trasy do paczek, co prowadzi do mniejszej liczby błędów i angażuje pracowników. Zarówno DHL, jak i Intel zaadoptowały technologie AR w swoich magazynach i odnotowały wzrost dokładności i produktywności, przy czym DHL odnotował wzrost wydajności o 25%, a Intel skrócił czas kompletacji o 29% (Porter i Heppelmann, 2018).

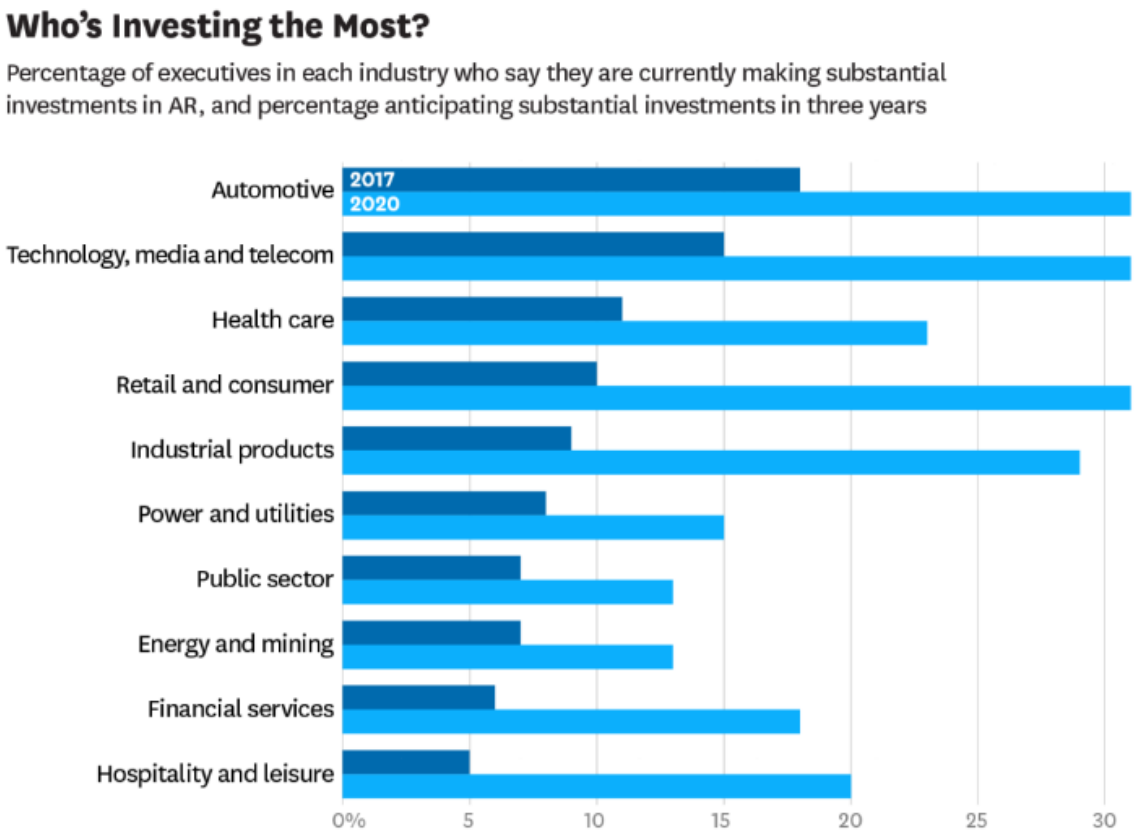
Oprócz adaptacji technologii AR w codziennej pracy, DHL szybko szkoli także nowych pracowników za pomocą AR. Zdolność AR do dostosowania szkolenia do potrzeb uczącego się jest aspektem, z którego korzysta DHL. Zamiast korzystać z tradycyjnych instruktorów, pomoc AR pozwala nowym pracownikom szkolić się z wykorzystaniem praktycznego podejścia w czasie rzeczywistym, co powoduje, że nowi pracownicy działają prawie natychmiast i obniżają wymagania dotyczące umiejętności, ponieważ są kierowani przez system AR (Porter i Heppelmann, 2018). W szczycie sezonu firmy dostarczające paczki stają przed ogromnymi wymaganiami, a zapotrzebowanie na pracowników tymczasowych jest duże. Wykorzystanie szkolenia AR do szkolenia nowych pracowników w sezonach o wysokim zapotrzebowaniu skutkowałoby wydajnym zatrudnieniem.

Ponieważ jednak pracownicy logistyczni są podatni na obrażenia, coraz więcej firm zaczęło szukać w pełni zautomatyzowanych systemów magazynowych. Norweska firma „Komplett" ma już skuteczny zautomatyzowany magazyn, w którym proces wysyłki jest w większości zautomatyzowany (Stokke, 2013). Wraz ze wzrostem zapotrzebowania na usługi logistyczne, coraz więcej firm może spojrzeć na w pełni zautomatyzowane systemy zamiast rozwiązań AR. W pełni zautomatyzowany magazyn byłby bardziej wydajny niż praca ludzka, co oznacza, że inwestycje w systemy AR mogą być uważane za nierentowne, jeśli firmy chcą stopniowo zautomatyzować swoją działalność.

Inne branże, takie jak budownictwo, produkcja i rozwój produktów, znacząco wykorzystały możliwości wizualizacji AR. Możliwość nałożenia na plac budowy odpowiednich informacji i modeli lub porównania modeli 3D z fizycznymi prototypami daje inżynierom z różnych dziedzin możliwość znacznego skrócenia czasu pracy, usprawnienia operacji, a tym samym obniżenia kosztów (Morozova, 2018). Potencjał rozwiązań AR jest większy w sektorze naftowym, ponieważ koszty związane z tradycyjnymi sposobami pracy na morzu są znacznie wyższe, a rozwiązania AR można zastosować do kilku części łańcucha wartości. Jednak, jak pokazano na rys. 7, wartość rynkowa technologii XR wzrośnie, dlatego prawdopodobne jest zwiększenie adaptacji w wielu branżach. Jak wynika zarówno z ewolucji rynku na rys. 7, jak i prognoz inwestycyjnych na ryc. 8, oczekuje się, że wykorzystanie rzeczywistości rozszerzonej w sektorach przemysłu znacznie wzrośnie w nadchodzącej dekadzie. Rysunek 9 przedstawia również istotne obszary, w których korporacje chcą zastosować immersive learning, ale także powody, dla których warto zastosować takie technologie.



RYSUNEK 6: EWOLUCJA RYNKU AR I VR (ŹRÓDŁO: DUMON, 2019).



RYSUNEK 7: ANKIETA WYKONANA PRZEZ 2216 FIRM I ICH DYREKTORÓW WYKONAWCZYCH Z 53 KRAJÓW. (ŹRÓDŁO: PORTER I HEPPELMANN, 2017)

RYSUNEK 8: ODPOWIEDŹ ANKIETOWANYCH W ZAKRESIE ROLI PRZEDSIĘBIORSTWA I CELÓW STRATEGICZNYCH A WDROŻENIA IMMERSYWNYCH TECHNOLOGII. (ŹRÓDŁO: PORTER I HEPPELMANN, 2017)

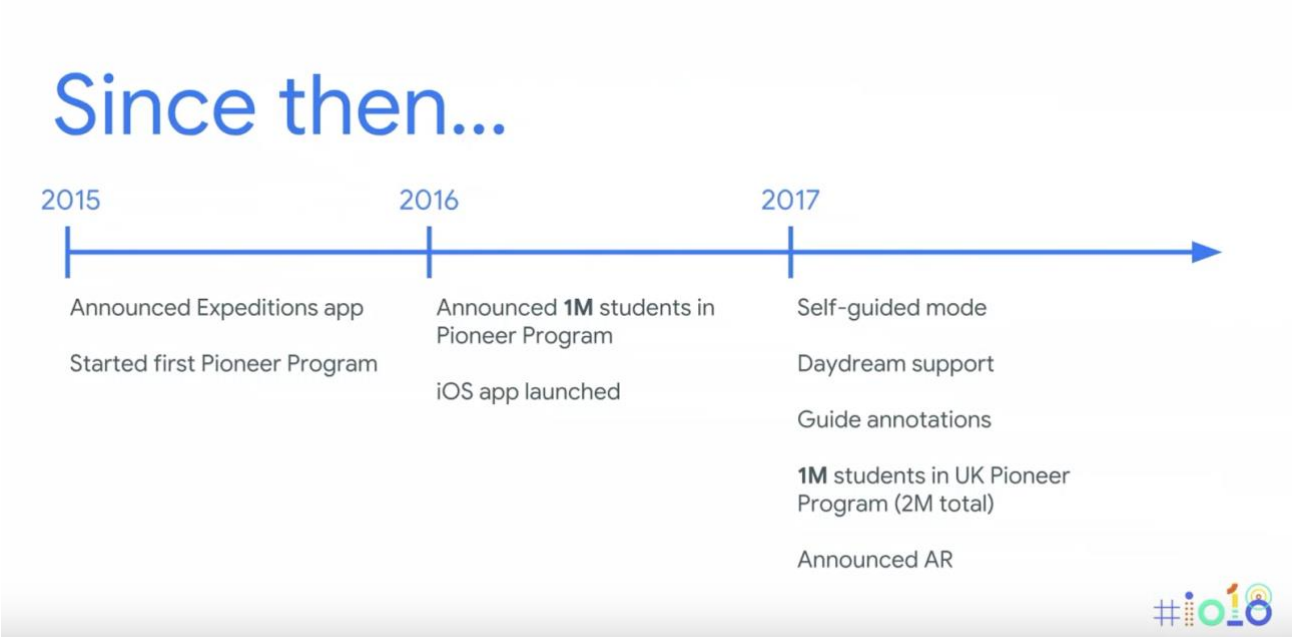
1.2.4. ZASTOSOWANIE RZECZYWISTOŚCI ROZSZERZONEJ W EDUKACJI

Sprzęt komputerowy bazujący na rozszerzonej rzeczywistości zbliża się do poziomu dojrzałości (Sonja Hammerschmid, 2018), dzięki czemu może naprawdę stać się potężnym narzędziem w edukacji. Aby dostosować się do tego sprzętu, duże firmy technologiczne, takie jak Apple i Google, zapewniają programistom narzędzia do pełnego wykorzystania technologii, a tym samym dostarczają kompletne pakiety XR do użytku w edukacji. W poniższych podrozdziałach opisano niektóre przypadki użycia na różnych poziomach edukacji, w których technologia XR została z powodzeniem wdrożona.

1.2.4.1. SZKOŁA PODSTAWOWA – EKSPEDYCJE GOOGLE

RYSUNEK 1: EKSPEDYCJE GOOGLE – NARZĘDZIE SZKOLENIOWE I EDUKACYJNE (SOURCE: GOOGLE, 2019)

Expedition to inicjatywa, którą firma Google rozpoczęła i zaprezentowała na konferencji programistów Google I / O w 2015 r. Rysunek 11. Expedition to narzędzie dydaktyczne do wirtualnej rzeczywistości (VR), które pozwala prowadzić lub dołączać do wciągających wirtualnych podróży po całym świecie. Celem jest, aby nauczyciel działał jako przewodnik po różnych tematach. Wizualizacja abstrakcyjnych pojęć, takich jak związki między atomami lub eksploracja historycznych punktów orientacyjnych, to tylko niektóre ze sposobów, w jakie Ekspedycje Google można zastosować do nauczania.



RYSUNEK 2: OSIĄGNIECIA INICJATYWY EKSPEDYCJE GOOGLE (ŹRÓDŁO: GOOGLE I/O 2018)

Od samego początku Ekspedycja nieustannie się rozwija, a dzięki programowi Google Expeditions Pioneer przeprowadzono badanie próbne na ponad 2 milionach studentów. Rys. 11.

W ramach programu pionierskiego Google Expedition Google poinformowało podczas konferencji I/O w listopadzie 2018 r., że uczniowie, którym przedstawiono temat za pomocą technologii Expedition, wykazywali wyższy poziom skupienia w porównaniu z uczniami, którzy uczyli się bardziej konwencjonalnie (praca w klasie). Różnica została określona jako statystycznie istotna (Google I / O, 2018).

Koszt sprzętu potrzebnego do korzystania z Expedition będzie się różnić w zależności od tego, co jest już dostępne, jeśli studenci mają już dostęp do urządzeń mobilnych, można go łatwo przekształcić w wyświetlacz montowany na głowie (HMD) za pomocą różnych tanich urządzeń Google Cardboard za 5 USD. Alternatywnie Google oferuje kompletne zestawy klas VR od 3999 USD do 9999 USD dla 10-30 uczniów. Oprogramowanie samo w sobie jest obecnie bezpłatne.

1.2.4.2. SZKOŁA ZAWODOWA – PAKIET OPROGRAMOWANIA AKADEMICKIEGO PTC

RYSUNEK 11: APLIKACJA AR PTC (ŹRÓDŁO: PTC, 2019)

PTC opracowało kompletny ekosystem oprogramowania edukacyjnego, który umożliwia uczniom generowanie aplikacji AR za pomocą oprogramowania do modelowania i symulacji Creo i Vuforia. Rezultatem jest całkowicie samodzielna aplikacja Rysunek 12, którą można uruchomić na dowolnym obsługiwanym urządzeniu mobilnym (IOS / Android). Możliwości są świetne, a uczniowie mogą modelować i symulować odpowiednie prace, które w innym przypadku byłyby bardzo kosztowne lub trudne do osiągnięcia w bardziej konwencjonalnych warunkach. Aplikacje umożliwiają także wprowadzanie danych w czasie rzeczywistym ze źródeł danych, takich jak czujniki, co dodatkowo rozszerza możliwości. Aby uzupełnić swój pakiet oprogramowania, PTC zapewnia również obszerne i łatwe do naśladowania materiały szkoleniowe za pośrednictwem portalu uniwersyteckiego PTC.

Przemysł stale podnosi poprzeczkę w zakresie wiedzy oczekiwanej od studentów. Studenci, którzy uczestniczą w programach kształcenia zawodowego, czerpią ogromne korzyści z posiadania jak największego praktycznego doświadczenia w zadaniach związanych z ich przyszłymi zawodami. Jednak ze względu na ograniczenia budżetowe szkoła nie jest w stanie ułatwić wszystkich aspektów wszystkich oferowanych dyscyplin. To, co oferuje PTC poprzez pakiet oprogramowania akademickiego, jest na wiele sposobów obejściem tego problemu, ponieważ oferuje studentom środki do symulacji dowolnego aspektu ich przyszłego zawodu.

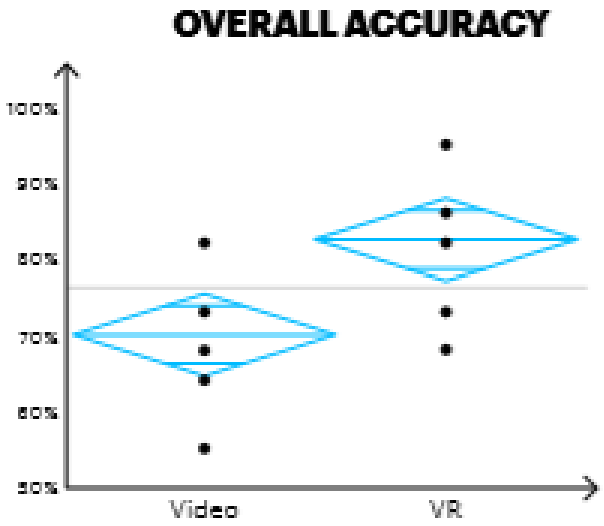
Części pakietu oprogramowania PTC są bezpłatne dla studentów (Creo), aby uzyskać dostęp do pełnego ekosystemu należy zakupić licencje indywidualne lub kampusowe, cena takich licencji będzie się różnić w zależności od liczebności populacji studentów.

1.2.4.3. SZKOLENIA ZAWODOWE – BADANIE WYKONANE PRZEZ ACCENTURE

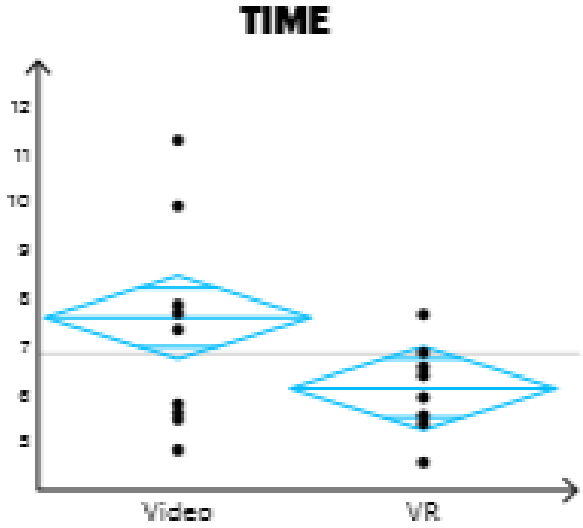
Przedsiębiorstwo Accenture przeprowadziło wewnętrzny eksperyment dotyczący zastąpienia toalety, aby zbadać (badanie Accenture, 2018) skuteczność immersywnego uczenia się.

Uczestnicy testu zostali podzieleni na dwie grupy: jedna grupa obejrzała film instruktażowy, a druga grupa wzięła udział w interaktywnym szkoleniu VR. Następnie uczestnicy zostali poproszeni o montaż prawdziwej

toalety i zostali zmierzeni na podstawie ogólnej dokładności i czasu do wykonania zadania. Korzystając z platformy analitycznej Cognitive 3D, uczestnicy grupy VR wykazali średnio **o 12 procent wyższą dokładność** na rys. 13 i **17 procent szybszy czas do ukończenia** na rys. 14 niż uczestnicy filmów instruktażowych. Spostrzeżenia z ankiety potreningowej opartej na analizie Cognitive 3D wskazały również na wyższą postrzeganą przydatność treningu dla grupy VR.



RYSUNEK 12: OGÓLNA DOKŁADNOŚĆ, WIDEO VS AR (ŹRÓDŁO: ACCENTURE, 2018)



RYSUNEK 13: CAŁKOWITY WYDATEK CZASOWY, WIDEO VS AR (ŹRÓDŁO: ACCENTURE, 2018)

1.2.4.4. BADANIA UNIWERSYTECKIE – NTNU, IMTEL

Wydział edukacji i uczenia się przez całe życie w NTNU zainicjował grupę badawczą, która koncentruje się przede wszystkim na innowacyjnych technologiach immersywnych w uczeniu się (IMTEL). Od tego czasu IMTEL skupił się na wykorzystaniu technologii immersywnych w różnych kontekstach, od edukacji uniwersyteckiej po szkolenia w nagłych wypadkach i szkolenia medyczne oraz szkolenia w miejscu pracy.

Część grupy IMTEL (Førland, 2017) przyglądała się, w jaki sposób można symulować szkolenie medyczne w procedurach VR, używając tak zwanego inteligentnego wirtualnego szpitala uniwersyteckiego. Inteligentny wirtualny szpital uniwersytecki reprezentujący rzeczywisty, może przygotować studentów do bezpośredniego kontaktu z pacjentem i zapewnić możliwości praktyki klinicznej. Taki wirtualny szpital będzie wspierał uczenie się studentów, zapewniając adaptacyjne i elastyczne rozwiązania do wykonywania różnych sytuacji klinicznych we własnym tempie. Opracowano i przetestowano scenariusz koncentrujący się na przedoperacyjnym neurochirurgicznym szkoleniu proceduralnym. Szkolenie proceduralne zostało wzbogacone o rzeczywiste dane medyczne (MRI i ultradźwięki). Informacje zwrotne z testów były ogólnie pozytywne, zarówno pod względem ogólnego doświadczenia użytkownika, jak i oczekiwanych efektów uczenia się.

Zastosowanie technologii XR w szkoleniu medycznym będzie dalej badane przez grupę IMTEL pod tytułem: Doctural Education for Enhanced Technology learning, który został niedawno sfinansowany przez organizację Erasmus + (396 669 EUR)

1.3. PODSUMOWANIE

Zapotrzebowanie na wykwalifikowanych pracowników jest stale obecne, i aby zaspokoić to zapotrzebowanie, trenerzy i nauczyciele muszą zmierzyć się z identyfikacją i wdrażaniem nowych technologii, które mogą usprawnić proces uczenia się. W ostatniej dekadzie nastąpił ogromny rozwój technologii, które oferują różne sposoby rozszerzania rzeczywistości (**XR**) użytkownika. Wdrożenie takich technologii poprzez inicjatywy **immersywnego uczenia się** wykazało ogromny potencjał w zakresie wzbogacania kompetencji uczniów. Osiąga się to poprzez umożliwienie nauczycielom efektywnego symulowania odpowiednich środowisk, które w innym przypadku byłyby zarówno trudne, jak i kosztowne w eksploatacji w świecie rzeczywistym. Symulacje te pozwalają uczniom **zapoznać się** ze środowiskami ściśle związanymi z ich przyszłym zawodem, co z kolei może skutkować bardziej efektywnym transferem wiedzy, a ogólną konsekwencją jest wyższy poziom kompetencji.

Aby lepiej zrozumieć najlepsze praktyki immersywnego uczenia się, w tym rozdziale przedstawiono udaną implementację aplikacji XR w **szkoleniach korporacyjnych** i na różnych **poziomach edukacji**.

1.4. BIBLIOGRAFIA

3M United States (2018) “Welcome to the World of Virtual Reality Safety Training”, https://workersafety.3m.com/welcome-world-virtual-reality-safety-training/, (accessed on 08.07.19)

3M United States (2019), “All Virtual Reality Traning is Not Created Equal”, https://workersafety.3m.com/all-virtual-reality-training-is-not-created-equal/, (accessed 08.07.19)

Accenture, (2018), “Immersive learning for the future workforce”, https://www.accenture.com/_acnmedia/PDF-86/Accenture-Extended-Reality-Immersive-Training.pdf, (accessed on 08.07.19)

Chiu, P. (2017), “Hands-on work beats theory, Hong Kong vocational educator using VR technologies say”, https://www.scmp.com/news/hong-kong/education-community/article/2094268/hands-work-beats-theory-hong-kong-vocational, (accessed 08.07.19)

Croner-i, (unknown), «Using virtual and augmented reality for health and safety training», https://app.croneri.co.uk/feature-articles/using-virtual-and-augmented-reality-health-and-safety-training, (accessed on 08.07.19)

Dumon, F., (2019), “Mixed Reality Capability – Digitalization Incubator: It’s happening now!”, https://www.iata.org/ events/ avars2019/09c-making-vrar-a-reality-across-the-organization-airbus.pdf (accessed on 08.07.2019).

eonreality (2018), “Augmented and virtual reality energy”, https://www.eonreality.com/use-cases/augmented-virtual-reality-energy/ (accessed on 08.07.2019).

Førland E.P., Seinsbekk A., Fominykh M., Lindseth F., (2017), «Practicing Interprofessional Team Communication and Collaboration in a Smart Virtual University Hospital»

Glen T. E.,(1994), “Learning in apprenticeships courses”, https://www.voced.edu.au/content/ngv%3A24819 , (accessed on 08.07.19)

Google, (2019), “Gi timene dine liv med ekspedisjoner”, https://edu.google.com/products/vr-ar/expeditions/?modal_active=none, (accessed on 08.07.19)

Google developers, (2018), “Pushing immersive learning beyond the classroom (Google I/O ’18)”, https://www.youtube.com/watch?v=XJXEFZ3PEN0&t=583s, (accessed on 08.07.19).

Hulme, H., (2018), “How to deploy Augmented reality in the oil and gas sector”, https://www.re-flekt.com/blog/how-to-deploy-augmented-reality-in-the-oil-gas-sector, (accessed 08.07.19)

Kaushal V., (2019), “Exploratory Study: Implementation and plllication og Extended Reality, Skanska Norway”

Korbey, H., (2017), “Will Virtual Reality Drive Deeper Learning”, https://www.edutopia.org/article/virtual-reality-drive-deeper-learning-holly-korbey, (accessed on 08.07.19)

Li X., Yi W., Chi H. L., Wang X., Chan A. P.C., (2018), “A critical review of virtual and augmented (VR/AR) applications in construction safety”

Liefner I.,(2003),”Funding, resources allocation, and performance in higher education systems”, https://link.springer.com/article/10.1023/A:1027381906977 , (accessed 08.07.19)

Morozova, A., (2018), “Augmented reality in the oil and gas iundustries can reduze the costs and increase efficiency”, https://jasoren.com/ar-in-the-oil-and-gas-industries/, (accessed 08.07.19)

Mun C. Tsang,(1997) “The cost of vocational training”, https://www.emerald.com/insight/content/doi/10.1108/01437729710169292/full/html?fullSc=1 , (accessed 08.07.19)

Pantelidis P., Chorti A., Papagiouvanni I., Paparoidamis G. , Drosos C., Pangiotakopoulos T., Lales G., Sideris M., (2017), “Virtual and Augmented Reality in Medical Education”, https://www.intechopen.com/books/medical-and-surgical-education-past-present-and-future/virtual-and-augmented-reality-in-medical-education, (accessed on 08.07.19)

Pocket sized hands (2018), “How virtual reality is revolutionising the oil and gas industry”, https://pocketsizedhands.com/blog/howvirtualrealityisrevolutionisingtheoilandgasindustry/, (accessed 08.07.19)

Porter M. E. and Heppelmann J. E., (2017), “A Manager’s guide to augmented reality”, https://hbr.org/2017/11/a-managers-guide-to-augmented-reality, (accessed on 08.07.19)

PTC, (2017), “PTC Augmented Reality Use Cases”, https://www.ptc.com/-/media/Files/PDFs/IoT/J10118_PTC_AR_Use_Cases_ebk_EN_V4.pdf, (accessed on 08.07.19)

Robinson A., (2015), “The learning Pyramid”, https://medium.com/precarious-physicist/the-learning-pyramid-ba85e2931b42, (accessed on 08.07.19)

Hammerschmid S.,(2018),”Developing and Testing of a Virtual and Augmented Reality Maturity Model” https://link.springer.com/chapter/10.1007/978-3-319-97925-0_23 (accessed on 08.07.19)

Stokke O.P.B, (2013),”Slik fungerer robotlageret til Komplett», https://www.dinside.no/okonomi/slik-fungerer-robotlageret-til-komplett/61251597, (accessed on 08.07.19)

Uptale, (2016), “Why immersive learning is the next big thing in Corporate training (infographics)”, https://medium.com/@uptale/why-immersive-learning-is-the-next-big-thing-in-corporate-training-c783754add29, (accessed on 08.07.19)

Visualise, (2019), “Virtual Reality in Healthcare”, https://visualise.com/virtual-reality/virtual-reality-healthcare, (accessed on 08.07.19)

Vuksanović D., Vešić J., Korčok D.,(2016), “Industry 4.0: the Future Concepts and New Visions of Factory of the Future Development”, https://www.researchgate.net/publication/303561107_Industry_40_the_Future_Concepts_and_New_Visions_of_Factory_of_the_Future_Development, (accessed on 08.07.19)

Ward P., (2019), “Virtual reality in oil and gas”,https://www.eniday.com/en/technology_en/virtual-reality-oil-gas-sector/, (accessed on 08.07.29)

Wikipedia, (2018). “Reality-virtuality continuum”, https://en.wikipedia.org/wiki/Reality–virtuality_continuum, (accessed 08.07.19)

Wright, I., (2019), “5 Virtual Reality Applications in Manufacturing”, https://www.engineering.com/ResourceMain.aspx?resid=597 (accessed on 08.07.2019).

2. WYKORZYSTANIE I MOŻLIWOŚĆ WYKORZYSTANIA IMMERSYWNEGO UCZENIA SIĘ W INŻYNIERII LOTNICZEJ I KOSMICZNEJ (NP. INSPEKCJA, KONSERWACJA, NAPRAWA I OPERACJE) ORAZ SEKTORZE PRODUKCYJNYM (NP. POMIAR INŻYNIERYJNY, PLANOWANIE PROCESU, PROGRAMOWANIE MASZYN, KONTROLA JAKOŚCI).

2.1. WPROWADZENIE

Wysoka wydajność produkcji, zdolność do zapewnienia niskich kosztów, odpowiednia jakość, a także łatwość zmiany profilu produkcji zawsze były wysoko na liście celów większości firm produkcyjnych. Miarą osiągnięcia wysokiej wydajności produkcji i konkurencyjności przemysłu jest cyfryzacja i komputeryzacja produkcji. Jest to zgodne z koncepcją Przemysłu 4.0 i szybkiego prototypowania, dzięki czemu powstają systemy dla systemów cyberfizycznych, z których rozwijają się inteligentne fabryki, a maszyny komunikują się i podejmują decyzje niezależnie. W praktyce spowoduje to zwiększenie wielkości produkcji przy jednoczesnym zapewnieniu wysokiej elastyczności linii produkcyjnych i montażowych. Dobrym przykładem takiego rozwiązania może być linia produkcyjna Bosch Rexroth w Homburgu, w której zainstalowano ponad dwieście różnych wariantów zaworów hydraulicznych bez konieczności dostrajania maszyn.

Przemysł 4.0 odpowiada za zmiany w każdej branży, od branży odzieżowej (odzież inteligentnej osoby komunikującej się z innymi urządzeniami), w branży AGD, motoryzacyjnej (pojazdy autonomiczne z dostępem do Internetu), a także w branży lotniczej. Kluczową kwestią w Przemyśle 4.0 jest automatyzacja procesu produkcyjnego w oparciu o wymianę danych w technologiach produkcyjnych w czasie rzeczywistym. Ponadto ważne jest zapewnienie zaawansowanych możliwości konserwacji i monitorowania. Dzięki temu uzyskuje się produkty wyższej jakości i lepsze warunki pracy dla pracowników. Inżynierowie posiadający odpowiednie umiejętności, doskonałe doświadczenie i różne kwalifikacje zdobyte podczas szkolenia praktycznego są bardzo pożądani w branży na całym świecie.

Wysoki poziom cyfryzacji zmienia współczesne wymagania pracowników w zakresie umiejętności, co wymaga bardziej aktywnego i ciągłego podejścia do szkolenia. Rzeczywistość rozszerzona (AR), będąca połączeniem środowiska rzeczywistego i wirtualnego oraz w odniesieniu do interakcji człowiek-komputer, może być z powodzeniem wykorzystywana w procesie szkolenia. Według wielu badań oczekuje się, że rynek wirtualnej rzeczywistości (VR) dla przedsiębiorstw wzrośnie do 6,3 mld USD do 2022 r. Z 216 mln USD w 2018 r., A wymiernymi korzyściami mogą być niższe koszty szkolenia pracowników i odzwierciedlenie scenariuszy szkoleń, które lepiej pasują do prawdziwych sytuacji. Technologia VR / AR jawi się jako jeden z najbardziej efektywnych i najszybszych sposobów edukacji nowych pracowników i przygotowania ich do codziennej pracy. Ponadto, wykorzystując technologię VR / AR w połączeniu z informacjami cyfrowymi, inżynierowie mogą skoncentrować się na zadaniach związanych z konserwacją, co znacznie zwiększa wydajność. Wirtualne szkolenia i symulacje pomagają również zwiększyć zaufanie profesjonalistów, ponieważ mogą ćwiczyć procedury, dopóki nie osiągną najwyższego poziomu mistrzostwa. Ponadto stażyści stają się bardziej świadomi procedur bezpieczeństwa, ponieważ muszą ich przestrzegać podczas symulacji. Obecnie zbyt wielu pracowników jest nieprzygotowanych do zaspokojenia potrzeb firmy, szczególnie w konkurencyjnych firmach, w przemyśle mechanicznym lub lotniczym.

Konieczne jest zatem wprowadzenie narzędzi usprawniających rozwój nowych umiejętności w przypadku bardziej złożonych zadań. Technicy muszą być biegli i szybko dostosowywać się do realizacji coraz bardziej złożonych zadań. Tradycyjny proces szkolenia charakteryzuje się wysokimi kosztami szkolenia. Metodologia szkolenia oparta na zajęciach pozwala uzyskać wysoką jakość, standardy i trwałość. Większość szkoleń jest izolowana, kosztowna i nie jest przeznaczona do obsługi przez VR / AR. Istnieje również luka pod względem procesów, metodologii i instrukcji.

Wczesne tworzenie i wdrażanie rzeczywistości wirtualnej i technologii immersywnych są głęboko zakorzenione w nauce i rozwoju, sięgając 1929 roku, kiedy wojsko amerykańskie stworzyło elektromechaniczny zestaw wirtualnej rzeczywistości do nauczania pilotów.

Wciągające uczenie się to proces uczenia się z wykorzystaniem symulowanego lub sztucznego środowiska. Środowisko pozwala uczniom całkowicie zanurzyć się w nauce w sposób, który sprawia wrażenie, jakbyś doświadczał rzeczywistego środowiska uczenia się. Ten rodzaj uczenia się staje się powszechny w odniesieniu do kursów online i nauki.

Szkolenie z zakresu symulacji, tradycyjna praca z metodami szkoleniowymi i podstawowe procesy są najbardziej wydajne i zgodne z aktualnym stanem wiedzy. Wciągające uczenie się zapewnia naturalne środowisko, które odzwierciedla rzeczywiste sytuacje. Pracownicy / studenci mogą skorzystać z wyższego poziomu wiedzy w krótszym czasie. Zapewnia to wielką wartość dodaną i umożliwia szybsze wdrażanie projektów, uruchomienie i „czas wprowadzenia na rynek" dzięki lepszej współpracy. Zwiększona dostępność informacji, integracja danych w czasie rzeczywistym i wizualizacja 3D gwarantują bezpieczne i wydajne procesy szkoleniowe. Organizacje mogą zmniejszyć wydatki na pracowników i transportować sprzęt do miejsc szkoleniowych. Mogą również sami uczestniczyć w programowaniu.

Od momentu wprowadzenia do sektora technologii, rozrywki i szkoleń wirtualna rzeczywistość (VR) i rzeczywistość rozszerzona (AR) stały się przedmiotem zainteresowania wielu entuzjastów technologii. W rzeczywistości badania pokazują, że korzystanie z wirtualnej rzeczywistości w szkoleniach może znacznie zwiększyć empatię i zdolność zapamiętywania u uczących się.

Według badań w zakresie inspekcji i konserwacji statków powietrznych ujawniono, jak istotna jest inspekcja przeprowadzana przez ludzi w celu poprawy bezpieczeństwa lotniczego. Aby zapewnić społeczeństwu bezpieczny i niezawodny system transportu lotniczego, inspekcja musi być przeprowadzana skutecznie, wydajnie i konsekwentnie. Chociaż trudno jest całkowicie wyeliminować błędy, należy nadal kłaść nacisk na identyfikację interwencji w celu zmniejszenia liczby błędów i poprawy spójności działania. Szkolenie immersywne zostało uznane za podstawową strategię interwencji w celu poprawy jakości i niezawodności inspekcji samolotów.

2.2. IMMERSYWNE UCZENIE SIĘ – PODSTAWOWE KONCEPCJE

Wciągające uczenie się może przyciągnąć uwagę uczącego się i aktywizować działania edukacyjne lepiej niż inne metody uczenia się, takie jak uczenie się w klasie, e-learning, mikrolearning i inne. Chociaż ta konkretna metodologia nie zastępuje istniejących metodologii, ma na celu wzbogacenie doświadczeń uczenia się uczniów i zwiększenie wydajności szkolenia. Przyjęcie strategii dotyczącej platformy edukacyjnej ma kilka zalet:

- W procesie immersywnego uczenia się uczniowie ćwiczą umiejętności z prawdziwego świata w bezpiecznym środowisku. Są oni obsługiwani przez informacje zwrotne i nie mają w żaden sposób kontaktu z prawdziwymi klientami lub procesami.

- Ta strategia pomaga w opanowaniu zachowania.

- Ponieważ uczenie się ma charakter realistyczny i angażujący, wywołuje emocjonalny związek z uczeniem się poprzez doświadczenie lub wydarzenie.

- Nauka polega na osadzeniu w prawdziwym kontekście, odbywa się to poprzez symulację prawdziwego środowiska, w którym zachęca się studentów do pracy.

- Wciągające uczenie się stanowi doskonałą platformę i daje możliwość interakcji.

- Dzięki niemu możesz uzyskać spersonalizowane instrukcje, postępując zgodnie z własnymi ustawieniami i symulacjami. Możesz tworzyć w symulacji, a także w środowisku wirtualnym.

- Wciągające uczenie się stanowi doskonałą platformę i okazję, bez granic terytorialnych.

Innowacje takie jak VR i AR umożliwiają ludziom wykraczanie poza podstawowy rozwój umiejętności do poprawy wydajności. Ponadto pomaga uczącym się, dodając więcej kontekstów w nauce, a także personalizację i znaczenie dla ogólnego doświadczenia edukacyjnego. Oprócz tego wirtualna rzeczywistość wydaje się być przyszłością immersywnego uczenia się. Technologia ta umożliwia uczniom interakcję z obiektami 3D i środowiskami w nauce lub odtwarzanie historycznych miejsc na lekcjach historii (rys. 1).

RYSUNEK 1. PRZYKŁAD WIZUALIZACJI IMMERSYWNEGO NAUCZANIA

ŹRÓDŁO: HTTPS://WWW.AEROSPACEMANUFACTURINGANDDESIGN.COM/ARTICLE/SAFRAN-NACELLES-A330NEO-VIRTUAL-REALITY-MANUFACTURING-4317/

Technologie VR/AR mogą również wnieść znaczącą wartość dodaną do życia ludzi, w szczególności mogą przyczynić się do wdrożenia ważnych innowacji. W przyszłości, dzięki zastosowaniu tych technologii,

możliwe będzie odtworzenie fotorealistycznych modeli środowiskowych w czasie rzeczywistym. Publikacja wymienia następujące typy rzeczywistości wirtualnej:

W pełni zanurzona (ang. fully immersive) - podstawowymi elementami zapewniającymi pełne wrażenia VR są: niezawodny i szczegółowy świat wirtualny (model komputera lub symulacja), komputer obliczeniowy o wysokiej wydajności, który może w czasie rzeczywistym odwzorować naszą aktywność w symulacji i sprzęt podłączony do komputera, który całkowicie nas zanurza w wirtualnym świecie. Takim sprzętem jest zazwyczaj wyświetlacz montowany na głowie (HMD) z dwoma ekranami i dźwiękiem stereo (patrz rys. 2).

RYSUNEK 2. WIZUALIZACJA W PEŁNI IMMERSYWNEGO UCZENIA SIĘ

ŹRÓDŁO: HTTPS://WWW.CADLAND.IT/VIRTUAL-E-MOTIONS/

Nie zanurzona (ang. Non-immersive) - wysoce realistyczny symulator lotu na komputerze domowym może zostać zakwalifikowany jako wciągająca rzeczywistość wirtualna, szczególnie jeśli używa bardzo szerokiego ekranu ze słuchawkami lub dźwiękiem przestrzennym oraz realistycznym joystickiem i innymi elementami sterującymi. Nie każdy chce lub musi być całkowicie zanurzony w alternatywnej rzeczywistości. Architekt może zbudować szczegółowy model 3D nowego budynku, aby pokazać go klientom, które można przetestować za pomocą myszy na komputerze stacjonarnym. Większość ludzi klasyfikuje to jako rodzaj wirtualnej rzeczywistości, nawet jeśli nie jest ona całkowicie zanurzona.

Oparta na sieci Web (ang. Web-based) - rzeczywistość wirtualna była jedną z najgorętszych i najszybciej rozwijających się technologii na przełomie lat 80. i 90., ale szybki rozwój sieci WWW znacznie spowolnił to

zainteresowanie. Chociaż informatycy opracowali sposób budowania wirtualnych światów w sieci (przy użyciu technologii analogicznej do języka HTML o nazwie Virtual Reality Markup Language, VRML), zwykli ludzie byli znacznie bardziej zainteresowani sposobem, w jaki sieć dała im nowe sposoby dostępu do realnego świata - nowe sposoby wyszukiwania i publikowania informacji, sklepów oraz dzielenia się przemyśleniami, pomysłami i doświadczeniami z przyjaciółmi za pośrednictwem mediów społecznościowych.

Rzeczywistość rozszerzona - urządzenia mobilne, takie jak smartfony i tablety, włożyły w nasze ręce i kieszenie dawną moc superkomputera. Jeśli wędrujemy po całym świecie, być może odwiedzamy miejsca dziedzictwa kulturowego, takie jak piramida lub fascynujące obce miasto, w którym nigdy wcześniej nie byliśmy. Zazwyczaj nie chcemy rzeczywistości wirtualnej, ale lepsze wrażenia ekscytującej rzeczywistości, którą możemy przed sobą zobaczyć. Tak powstała koncepcja rzeczywistości rozszerzonej (AR), w której na przykład kierujesz smartfon do punktu orientacyjnego lub uderzającego budynku, a automatycznie pojawiają się ciekawe informacje na jego temat. Rzeczywistość rozszerzona polega na połączeniu rzeczywistego świata z ogromnym wirtualnym światem informacji, które wspólnie stworzyliśmy w sieci. Żaden z tych światów nie jest wirtualny, ale idea eksploracji i nawigacji w obu światach ma coś wspólnego z rzeczywistością wirtualną.

2.3. PRZEGLĄD LITERATURY

Wciągające uczenie się przy użyciu środowisk VR / AR umożliwia nowy sposób wdrażania modelu szkolenia, który stawia pracowników w realistycznych sytuacjach. Wirtualny trening, w którym fotorealistyczna reprodukcja 3D środowiska przemysłowego, warunków pogodowych i gestów obejmuje użytkownika w ogólnej nawigacji poprzez wierną reprodukcję roślin, umożliwiając odpowiednią interakcję, taką jak otwieranie i zamykanie instrukcji w terenie oraz uzyskiwanie informacji o wewnętrznym funkcjonowaniu wyposażenia.

Dzisiejsze masowe linie montażowe do produkcji o wysokiej wartości są albo zrobotyzowane, albo wysoce zależne od wykwalifikowanych pracowników. Niemniej szkolenie nowych pracowników w złożonych zadaniach jest wyjątkowym wyzwaniem dla branży. Z jednej strony wymaga poświęcenia ograniczonego sprzętu fizycznego i specjalistów w celu wyszkolenia nowego personelu. Z drugiej strony korzystanie z niebezpiecznych urządzeń może budzić obawy dotyczące zdrowia i bezpieczeństwa. Ponadto zastosowanie nowych technologii do szkolenia przyszłych pracowników w procesach może zwiększyć bezpieczeństwo.

Rynek lotnictwa komercyjnego rośnie w tempie wykładniczym, a coraz bardziej złożone samoloty lecą na dalsze odległości i na więcej tras niż kiedykolwiek wcześniej. Rzeczywistość rozszerzona (AR) może zapewnić ekspertyzy w zakresie konserwacji w dowolnym miejscu na świecie.

Technologie immersyjne w przemyśle mogą prowadzić do mieszania rzeczywistości. Dzięki Virtual Reality (VR) możemy zobaczyć produkty przed ich wyprodukowaniem, przejść przez struktury zanim zostaną zbudowane i wprowadzić zmiany w czasie rzeczywistym. Dzięki rzeczywistości rozszerzonej (AR) możemy mieć odpowiednie dane i projekty związane z rzeczą lub miejscem unoszące się tuż przed naszymi oczami, gdy na nie patrzymy - i kontrolować te dane w mgnieniu oka. Rzeczywistość mieszana (MR) wykracza daleko poza model cyfrowy oraz okulary i zestaw słuchawkowy. Przechwytuje otaczający nas świat i łączy go z przestrzenią cyfrową - przestrzenią projektowania 3D, symulacją i optymalizacją. Na przykład firma Steelcase produkuje meble biurowe od dziesięcioleci, ale dziś robią to w nowy sposób dla nowej generacji pracowników, wykorzystując immersywne technologie, które pozwalają klientom nie tylko zobaczyć szczegółowo ponad 60 000 swoich produktów, ale faktycznie zobaczyć,jak co wyglądają one w kontekście

prawdziwej przestrzeni - i dzielą się odpowiedziami w czasie rzeczywistym. W wielu firmach proces wdrażania nowego pracownika nosi nazwę ‘onboarding’. Proces ten może się różnić w zależności od firmy, ale głównym celem jest upewnienie się, że nowy pracownik może się nauczyć i zdobyć jak najwięcej informacji. Obecnie firmy przechodzą z onboardingu tradycyjnego na ten wykorzystujący technologię VR. Korzystanie z VR do wdrażania nowych pracowników jest doskonałym sposobem na zapoznanie ich z kulturą firmy, ponieważ wykorzystuje wirtualne symulacje, aby poprowadzić nowego pracownika przez orientację. Eliminuje to również zakłócanie pracy reszty pracowników w biurze podczas procesu. Wciągające uczenie się nie jest konwencjonalnym formatem uczenia się, w którym uczniowie zwykle pobierają informacje na swoje urządzenie. Chodzi raczej o doświadczenia edukacyjne i ułatwianie formatu uczenia się, w którym szeroko stosuje się wirtualne środowisko uczenia się i szkolenie symulacyjne.

Wykorzystanie VR do wdrażania pozwala nowym pracownikom na szkolenie i ćwiczenia w sytuacjach awaryjnych bez narażania bezpieczeństwa. Na przykład Deutsche Bahn, który jest odpowiedzialny za niemiecki system międzymiastowych pociągów ekspresowych, w dużej mierze opiera się na szkoleniach VR, aby przygotować ponad 4000 pracowników. Korzystając z HTC Vive, firma oferuje indywidualne scenariusze szkoleń w celu odtworzenia ważnego sprzętu, elementów sterujących i narzędzi. Martin Repondek z Deutsch Bahn powiedział: „VR to świetny, opłacalny sposób na zapewnienie praktycznego szkolenia, którego odtworzenie w prawdziwym świecie jest prawie niemożliwe”. Ponadto można go również wykorzystać do nauczania pracowników o środowisku pracy o wysokim ryzyku. Repondek stwierdził również, że VR jest „szczególnie dobry w przypadku dużych, fizycznych symulacji nowego sprzętu i operacji”. Wdrażanie pracowników przy zastosowaniu technologii VR zwiększa bezpieczeństwo, wykorzystując interaktywne treści 360º i VR do tworzenia sytuacji podobnych do niebezpiecznych, rzeczywistych scenariuszy. Kiedy pracownicy tego doświadczą, są lepiej przygotowani na potencjalną katastrofę. Przy wdrażaniu pracowników VR takie błędy są mniej prawdopodobne. System prowadzi pracowników przez wszystkie możliwe scenariusze pracy i zapoznaje ich z inteligentnymi, skutecznymi sposobami radzenia sobie z sytuacjami kryzysowymi. Ułatwia to przybliżenie przyszłym pracownikom kultury i oczekiwań firmy dzięki dobrze opracowanemu programowi wprowadzania pracowników.

Coraz częściej możemy zaobserwować, że eLearning przenosi się również do zupełnie nowych obszarów za pomocą immersywnego uczenia się. Ten mechanizm uczenia się wymaga od uczącego się 100% zdolności myślenia. W takim przypadku ważne jest przygotowanie angażującego środowiska uczenia się. Wciągający kurs wdrażania powinien obejmować scenariusze uczenia się, które są odpowiednie dla ludzi. W szczególności należy wziąć pod uwagę użycie różnych postaci, możliwość stworzenia własnego awatara, ciekawe studia przypadków, odgrywanie ról itp. Możesz również wzbogacić swoje wrażenia, ucząc się z gier hazardowych opartych na grach, w których generujemy wrażenia z gier dla twoich kursów online.

Tworząc wciągające środowiska uczenia się, ważne jest, aby zachęcić ucznia i zaprosić go do odegrania własnej roli w historii. Celem tego zaangażowania jest umożliwienie uczniowi dokonania wyboru, aby mógł obserwować wyniki lub konsekwencje swojego wyboru. Można to również zrobić, dając uczniowi różne opcje, ale ważne jest, aby upewnić się, że wszystkie wydają się wykonalne, aby nie dopuścić do przerwania przebiegu scenariusza szkolenia. Stażyści mogą uczyć się na dwa sposoby. Mogą się uczyć, rozważając wybory innych lub mogą się uczyć, rozważając własne wybory. W tym kontekście powinieneś rozważyć różne punkty widzenia na historię i podzielić się swoimi spostrzeżeniami. Jedną z najważniejszych rzeczy do rozważenia jest nigdy nie ograniczać swoich uczniów. Niedopuszczalne jest zmuszanie uczniów do podążania z góry określonym kierunkiem, ponieważ może to być bardzo zniechęcające, ponieważ mają ograniczony wybór. Dlatego najlepszym sposobem na to jest zapewnienie uczestnikom kursu pełnej kontroli i umożliwienie im samodzielnego uczenia się.

Badanie przeprowadzone w porównaniu tradycyjnej edukacji szkolnej z edukacją rozszerzoną na VR wykazało, że grupa studentów VR osiągnęła lepsze wyniki niż uczniowie nauczani w tradycyjnym środowisku. Średnia grupa studentów edukacji tradycyjnej wyniosła 73% w teście końcowym, a grupa studentów VR średnio 93 procent. Ponadto grupa VR wykazała większe zrozumienie i przyswojenie wiedzy po dwóch tygodniach.

Firmy już czerpią korzyści z immersywnego uczenia się, szczególnie w sektorach wysokiego ryzyka, takich jak energetyka, przemysł, produkcja lub budownictwo. Ponadto rośnie zainteresowanie innymi branżami badającymi kosmos, takimi jak Medical School of Atlanta University, która wykorzystuje VR do szkolenia chirurgów, dzięki czemu można zaobserwować o 40% mniej błędów niż konwencjonalnie przeszkoleni chirurdzy. Innym przykładem są szkolenia detaliczne: Walmart wykorzystuje VR do przygotowania kierowników sklepów na tzw. Black Friday, największy dzień zakupów w Ameryce. Walmart planuje wdrożenie tej technologii w 200 centrach szkoleniowych. Szacuje się, że podczas szkolenia zostanie osiągnięte 80% oszczędności.

Wdrożenie immersywnego szkolenia może poprawić motywację i wydajność pracowników. W ostatnim eksperymencie Google Daydream Labs przetestowało dwie grupy pracowników pod kątem korzystania z ekspresu do kawy, jednej z filmami na YouTube, a drugiej z VR. Grupa VR nie tylko nauczyła się szybciej obsługiwać maszynę, ale także popełniła mniej błędów. Kolejny interesujący przykład wdrożenia szkolenia w wirtualnej rzeczywistości został przedstawiony przez Farmers Insurance dla nowego programu pracowniczego. Uczestnicy przechodzą przez wciągający kurs z ponad 500 kombinacjami obrażeń i scenariuszami. Firma spodziewa się zaoszczędzić 300 000 USD dzięki nowemu programowi szkoleniowemu, głównie na koszty podróży i zakwaterowania. Rzeczywistość wirtualna to zdecydowanie nie tylko modna technologia, ale także skuteczny sposób na poprawę jakości szkolenia.

W przypadku służbie zdrowia, Yale University sprawdził jak trening VR jest porównywalny z konwencjonalnymi metodami nauczania, szkoląc mieszkańców do wykonywania resekcji pęcherzyka żółciowego. Pod koniec badania autorzy stwierdzili, że grupa VR wykonała operację 29 procent szybciej i sześć razy rzadziej popełniła błędy podczas zabiegu. Również laboratorium rzeczywistości wirtualnej Uniwersytetu Stanforda opublikowało w 2013 r. Badanie wykazujące, że doświadczanie niepełnosprawności (w tym przypadku ślepoty na kolory) z VR doprowadziło do zwiększenia empatii i przyszłych zachowań, w szczególności do bardziej aktywnego i odważniejszego radzenia sobie z problemami.

Centrum biologii chemicznej USA armii USA, z siedzibą w Edgewood, wykorzystuje wirtualną rzeczywistość, aby zapewnić wyższy poziom zanurzenia w treningu w zakresie korzystania ze złożonego sprzętu. Głównym celem jest zwiększenie zdolności zapamiętywania, uzupełnienie tradycyjnych instrukcji i symulacja rzeczywistych scenariuszy. Zaobserwowane korzyści obejmują zdolność i elastyczność do prowadzenia szkoleń w krótszych ramach czasowych. VR może również zwiększać empatię i emocje podczas treningu, co pomaga poprawić zapamiętywanie informacji.

2.4. ANALIZA MOŻLIWOŚCI REALIZACJI IMMERSYWNEGO NAUCZANIA W SEKTORZE PRODUKCYJNYM

2.4.1. METODOLOGIA

Analiza możliwości wdrożenia immersywnego uczenia się została oparta na wynikach badania i wywiadach bezpośrednich. W tym celu wybrano kilka firm w województwie podkarpackim w Polsce, zlokalizowanych w Dolinie Lotniczej, reprezentujących sektor produkcyjny i przemysł lotniczy. Podobnego wyboru dokonano dla wszystkich partnerów projektu i-Trace w Norwegii, Włoszech i Hiszpanii (lokalizacja - patrz rys. 3). Na podstawie zebranych informacji i sugestii wybrano dobre praktyki, które można wykorzystać do opracowania programów szkoleniowych z wykorzystaniem immersywnego uczenia się.

Przeanalizowano także oferty edukacyjne z ośrodków badawczych wykorzystujących technologię VR / AR w procesie szkoleniowym publikowane na ich stronach domowych. Ponadto przeprowadzono ocenę programów edukacyjnych wykorzystujących technologię immersywną. Na podstawie zebranych informacji i sugestii wybrano dobre praktyki, które można zastosować w nauczaniu immersywnym.

Opracowany system szkoleniowy powinien koncentrować się na wykorzystaniu immersywnych systemów rzeczywistości wirtualnej w połączeniu z urządzeniami dotykowymi. Personel produkcyjny i konserwacyjny zidentyfikowany przez uczestniczące w projekcie branże zostanie przeszkolony w zakresie systemu VR. Po przeszkoleniu użytkowników w zakresie korzystania z systemu, druga faza szkolenia powinna koncentrować się na zastosowaniu systemu do szkolenia procedur montażu, demontażu i konserwacji.

RYSUNEK 3. PARTNERZY PROJEKTU I-TRACE

2.4.2. WYNIKI

Dojrzałość urządzeń rozszerzonych i rzeczywistości wirtualnej ostatnio znacznie wzrosła. Ponieważ procesy w przemyśle lotniczym są podatne na błędy i czasochłonne, podejmowane są wysiłki w celu wdrożenia tych technologii w celu wsparcia pracowników podczas inspekcji i konserwacji. Niemniej jednak różne parametry procesu i urządzenia utrudniają wybór odpowiedniej technologii.

Przeprowadzone badania wykazały, że organizacje wykorzystują technologię VR / AV w procesie szkolenia personelu. Przeprowadzono badania, które potwierdzają, że technologie te mają zastosowanie nie tylko w lotnictwie, ale także w prototypowaniu i budowaniu układów logicznych. Badanie oparte zostało na wynikach 14 firm: 4 z Norwegii, 5 z Włoch, 5 z Hiszpanii i 4 z Polski. Były to Instytucja Edukacyjna, VET i / lub organizacja badawcza, a także typowa firma z sektora prywatnego. Badania wykazały, że firmy mają już zaawansowane rozwiązania i wykorzystują narzędzia AR / VR w procesie edukacji.

Najciekawsze z nich pokazane przez firmy biorące udział w badaniu to:

- System DAR - zaawansowany system wizualizacji zleceń pracy na wirtualnym klonie. Celem aplikacji jest poprawa wizualizacji operacji obsługi technicznej i produkcji samolotu A400M. Ten proces doskonalenia jest rozwijany przy użyciu tabletu, okularów rzeczywistości rozszerzonej i okularów rzeczywistości wirtualnej.

- AIRPOXY - termoformowalny, naprawialny, inteligentny i klejący kompozyt. AIRPOXY obniża koszty produkcji i konserwacji części kompozytowych w przemyśle lotniczym dzięki nowej rodzinie kompozytów termoformowalnych. Wymagana jest innowacyjna rodzina żywic opatentowana przez CIDETEC.

- VIP Lab (Virtual Prototyping Lab) - Projekt „VIP Lab" ma na celu zbadanie nowego innowacyjnego podejścia do inżynierii i nauczania z wykorzystaniem VR i technologii immersywnych. Jest również wykorzystywany do wielu celów, ale jednym z głównych działań jest przeprowadzanie zajęć z wciągającymi i realistycznymi zaawansowanymi symulacjami.

- Zaawansowane i Innowacyjne Metody Certyfikacji i Walidacji - Ramy składają się z: modułu do wciągającego przeglądu projektu komponentów lotniczych; moduł do ergonomicznych analiz zarówno produktu, jak i przestrzeni roboczej; moduł do symulacji interakcji człowieka z robotem we współpracujących środowiskach przemysłowych; moduł do wirtualnego szkolenia operatorów. Jest dostarczany w celu optymalizacji i poprawy wydajności produktów lotniczych pod względem masy, funkcjonalności i jakości; aby zminimalizować koszty i czas wprowadzania na rynek, opracowując odpowiednią architekturę produktu płatowca, wykorzystując innowacyjne metody i technologie (inżynieria wirtualna) do prawidłowej symulacji zjawisk fizycznych i automatyzacji procesu projektowania konstrukcji. W szczególności partner UNINA-DII opracował ramy rzeczywistości wirtualnej do wspólnego projektowania i symulacji produktu / procesu.

- Wciągająca wirtualna sala Cadland dla Alenii Aermacchi (obecnie nazywanej Leonardo) w Turynie w 2012 roku. Głównym celem wirtualnej sali jest poprawa przeglądu projektu i działań szkoleniowych. Zbudowana głównie z dwóch pionowych ekranów ustawionych pod kątem 90 ° zanurzająca wirtualna sala jest w stanie idealnie zanurzyć użytkownika w modelu lub środowisku wirtualnym.

- Wirtualny pokój Green Spirit - wirtualny pokój zbudowany w 2009 roku dla projektu Green Spirit, którego celem było przeszkolenie sprzedawców REX Electrolux we włoskim regionie. Projekt ten był bardzo udany iz tego powodu został sklonowany w innej części świata: Brazylii, Szwecji itp. Projekt był wynikiem współpracy Rex Electrolux i Centrum Badawczego FIAT (obecnie FCA). Wirtualny pokój znajduje się w Porci (PN - Włochy).

- Immersive Virtual Room - został zbudowany w 2018 roku, a jego celem jest zwiększenie efektywności szkoleń w zakresie działań inżynieryjnych (rysowanie, przegląd projektu itp.) i produkcyjnych (symulacja maszyn NC itp.). Virtual Room znajduje się w Cento (FE - Włochy) i jest doskonale zintegrowany ze specjalistycznymi ścieżkami szkoleniowymi.

- System wspierający szkolenie EWIS (system połączeń elektrycznych) - jest to uniwersalny system szkoleniowy dla wszystkich typów mechaniki lotniczej. Pozwala to na implementację wirtualnych narzędzi pracy na polu awioniki. Firma ma doświadczenie we wdrażaniu symulacji VR - np. Kokpit - szkolenie z uruchamiania silników (od 1,5 roku).

- Wdrożenie filmów szkoleniowych 360 stopni.

- Symulator lotu z hybrydowym systemem wizyjnym (symulator skoku ze spadochronem)

- System wspierający projektowanie linii produkujących systemy elektroniczne.

Poziom tych wdrożeń jest zasadniczo krajowy. Opisane powyżej rozwiązania pozwalają osiągnąć następujące cele:

- zminimalizować czas usuwania nieprawidłowości we wskazanym aspekcie;
- znacznie poprawić wydajność w podejmowaniu decyzji, przydzielaniu personelu i rozwiązywaniu otwartych incydentów;
-zredukować koszty;
- opracować w nowy sposób nauczanie skoncentrowanego na człowieku rozwoju produktu i wzornictwa przemysłowego;
- opracować ram rzeczywistości wirtualnej do wspólnego projektowania i symulacji produktu / procesu;
- usprawnić przegląd projektu i działań szkoleniowych;
- zwiększyć efektywność działań inżynieryjnych (rysunek, projektowanie itp.) i produkcji (symulacja maszyn NC itp.);
- szkolić w zakresie certyfikacji i mechaniki awioniki;
- skrócić czas wprowadzania elementu do produkcji;
- produkować symulatory lotu VR i rozpowszechniać wiedzę o lotnictwie wśród odbiorców, zapewnianie szkoleń z uproszczoną konstrukcją mechaniczną;
- ograniczyć iterację prototypów dzięki wykorzystaniu środowiska VR (wizualizacja 3D);
- stworzyć wytyczne do tworzenia interaktywnych środowisk szkoleniowych;
- zapewnić bezpieczne środowisko pracy dla studentów, praktykantów i trenerów;
- skrócić czas trwania projektu nowych modeli VR;
- analizować zadania montażowe i konserwacyjne;
- wdrażać system szkoleniowy dla producentów samolotów i zespołów obsługi technicznej;
- wykorzystywać urządzenia dotykowe i dźwiękowe w celu zwiększenia wrażeń VR;
- zapewnić mobilność całego środowiska;
- skrócić czas szkolenia pracowników (nie trzeba czekać na stworzenie prawdziwej stacji roboczej i artefaktów).

W wielu przypadkach firmy wykazują konkretne cele, takie jak projekt JIF2LAND, zrealizowany przez konsorcjum utworzone przez firmy Aritex i Eureca. Został opracowany do demontażu oryginalnych skrzydeł

Airbusa i montażu skrzydeł o naturalnym przepływie laminarnym w celu przeprowadzenia testów, od fazy koncepcyjnej do dostawy. W tym celu Aritex i Eureca opracowały wydajne narzędzia do jednorazowego użytku do montażu i demontażu skrzydeł laminarnych typu BLADE do samolotu testowego A340.

Przedstawione zastosowania dydaktyczne zgodnie z opiniami respondentów pozwolą rozwinąć umiejętności, kompetencje, obowiązki grupy docelowej, takiej jak studenci, pracownicy, osoby poszukujące pracy itp., a w szczególności:

- zdolność do usuwania nieprawidłowości;

- znajomość napraw konstrukcyjnych i materiałów kompozytowych;

- VIP Lab to idealny punkt szkolenia dla projektantów i inżynierów przemysłowych. Laboratorium jest przeznaczone głównie dla sektora motoryzacyjnego / transportowego;

- VIP Lab koncentruje się na wirtualnym prototypowaniu, a wszystkie jego działania mają na celu zbadanie, jak uniknąć użycia fizycznych prototypów w inżynierii;

- Umiejętności i kompetencje: korzystanie z komputerowego narzędzia projektowego (CAD), grafiki komputerowej (VR i AR) oraz komputerowych narzędzi inżynieryjnych (FEM, CFD, dynamika nadwozia, kinematyka, ergonomia) w celu skrócenia czasu wprowadzania produktów na rynek, a jednocześnie czas, aby poprawić jakość, solidność i wykonalność produktu - dla inżynierów (mechanicznych, elektrycznych, konstrukcyjnych itp.).

- szkolenia dla pracowników z wykorzystaniem maszyn NC. Rzeczywistość wirtualna rozwiązuje ten problem, ponieważ może udostępnić dowolną maszynę i nie koliduje z kwestiami bezpieczeństwa między osobą, która ma być szkolona, a osiąganiem celów szkolenia. Nie są potrzebne żadne szczególne kompetencje, ale podstawowa wiedza na temat obsługi maszyny NC może być przydatna.

- takie jak w normie AMC 20–21;

- umiejętność pracy w sprzęcie VR +, język angielski, wybrane operacje; - podstawowe szkolenie w zakresie działań związanych z lotem, weryfikacja kandydatów na zaawansowane szkolenie;

- poprawa umiejętności projektowania.

W większości przypadków zostały wdrożone sesje szkoleniowe, wydarzenia, prezentacje, artykuły opublikowane w międzynarodowych czasopismach, seminaria lub warsztaty dotyczące wirtualnego prototypowania, projektowania produktów z prototypami zweryfikowanymi w VR na wczesnym etapie projektu.

Proces szkolenia zwykle opiera się na prostym sprzęcie AR / VR w postaci: tabletów z połączeniem Wi-Fi z instrukcją obsługi samolotu, linkami do prawdziwych obrazów, fotografi z elementami katalogu elementów; tabletów i wewnętrznych programów zarządzania; okularów rzeczywistości rozszerzonej i okularów rzeczywistości wirtualnej; prezentacji i filmów szkoleniowych, prezentacji rzeczywistego modelu lub VR, CAD, CAM, szybkiego prototypowania.

W zaawansowanych systemach, takich jak symulator lotu na zewnątrz, samolot jest wyposażony w dwa reprezentatywne transoniczne laminarne skrzydła zewnętrzne, podczas gdy wewnątrz kabiny znajduje się

wysoce złożona specjalistyczna stacja testowania i oprzyrządowania w locie. Obszerne modyfikacje samolotu testowego A340-300 miały miejsce podczas 16-miesięcznej grupy roboczej w Tarbes we Francji, przy wsparciu wielu partnerów przemysłowych z całej Europy. Pod względem technologii testowania początki obejmowały zastosowanie kamer na podczerwień do monitorowania punktów przejścia przepływu laminarnego oraz generatora akustycznego, który mierzy wpływ akustyki na laminarność. Innowacyjny system reflektometryczny, który mierzy ogólne odkształcenie w czasie rzeczywistym podczas lotu. Do tej pory Flight Lab wykonał 66 godzin lotu.

Wirtualne pokoje, takie jak laboratorium VIP, są obsługiwane przez system projekcji stereoskopowej Barco, szklany ekran 6,00m x 2,25m, system śledzenia Vicon, system automatyki pomieszczeń Extron, profesjonalny system audio, wysokowydajny silnik graficzny. Virtual Reality Labs IDEAinVR i MARTE mają stereoskopowe systemy projekcyjne Barco 3D (2 projektory), klaster graficzny, elastyczne ekrany przesunięte o 90 °, system śledzenia ART, Software Techviz, stereoskopowy system projekcyjny Barco 3D.

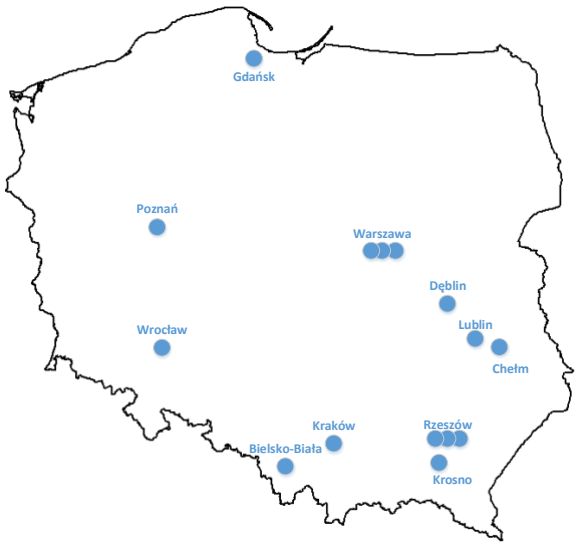
Główne wyniki, wnioski lub rekomendacje z oceny zależą od specyfiki firmy. Możemy przytoczyć tutaj konkretny wynik dla przemysłu lotniczego, taki jak możliwość symulacji montażu turbosprężarki, ułatwienie planowania produkcji, przyspieszenie procesu szkoleniowego, wdrożenie pro-pracowników, lepsze projekty, obniżone koszty, skrócony czas wprowadzania na rynek. Jednak zdaniem respondentów sukces musi opierać się na szkoleniu, współpracy z dostawcą, ciągłej wymianie informacji, wiedzy, ciężkiej pracy, wytrwałości, dobrym zespole, elastyczności klientów.

2.5. ANALIZA MOŻLIWOŚCI WDROŻENIA IMMERSYWNEGO UCZENIA SIĘ NA UCZELNIACH WYŻSZYCH

Poszukujemy sposobów na poprawę wyników w nauce oraz ogólnej nauki i motywacji na poziomie inżynierii kosmicznej. Tradycyjne metody nauczania, takie jak czytanie podręczników i stosowanie schematów dwuwymiarowych, nie nadążają za zmianami w sposobie, w jaki uczniowie korzystają z mediów i uczą się samodzielnie. Dzięki wirtualnej rzeczywistości użytkownicy mogą angażować zmysły, emocje i funkcje poznawcze mózgu, korzystając z najpotężniejszych aspektów zdolności zapamiętywania. Zastosowanie symulatorów o wysokiej wierności pozwala powtarzać zarówno powszechne, jak i rzadkie błędy podczas procesu edukacji. Zajęcia wykonywane przez studentów są następnie omawiane. Ten element edukacji pozwala analizować przebieg pracy i uświadamiać uczącym się popełnione błędy, korygując je w kolejnych scenariuszach. Technologie 3D całkowicie odwróciły procesy projektowania przemysłowego i produkcji. Jeśli chcemy je w pełni wykorzystać, musimy również zmienić proces kształcenia inżynierów. To jest powód do współpracy z uniwersytetami, aby zapewnić młodym ludziom nowoczesne metody edukacji.

Redukcja kosztów symulatora VR w stosunku do konwencjonalnego symulatora fizycznego jest ogromna. Dla przykładu, koszt wytworzenia symulatora VR to ok. 25 000 EUR. Symulatory fizyczne to koszty sięgające 250 000 EUR. Ważnym czynnikiem zmniejszającym koszty budowy trenera VR jest to, że całe mapowanie wnętrza kabiny samolotu, otoczenia i widok pokonywanej trasy są odwzorowane w specjalnych okularach 3D.

W ramach badań przeanalizowano wykorzystanie technik VR / AV w procesie dydaktycznym na wybranych uczelniach wyższych. Dane zostały zebrane z Politechniki Rzeszowskiej, Wyższej Szkoły Informatyki i Zarządzania w Rzeszowie (WSIiZ), Państwowej Wyższej Szkoły Zawodowej Stanisława Pigonia w Krośnie, Uniwersytetu Rzeszowskiego, Politechniki Lubelskiej.



RYSUNEK 4. GŁÓWNE OŚRODKI SZKOLENIA LOTNICZEGO W POLSCE

Obecnie dwie uczelnie w Polsce uczestniczą w szkoleniu przyszłych pilotów na potrzeby lotnictwa cywilnego:

Politechnika Rzeszowska i Państwowa Wyższa Szkoła Zawodowa w Chełmie. Odpowiednie wykształcenie i kwalifikacje można także uzyskać w Wyższej Szkole Oficerskiej Sił Powietrznych w Dęblinie, ale jej absolwenci w głównej mierze trafiają do Sił Powietrznych Wojska Polskiego (lokalizacja patrz rys. 4).

Krótki opis kluczowych założeń i informacje o osiągniętych celach przedstawiono poniżej.

Politechnika Rzeszowska - w dniach 17-11-2017 w Politechnice Rzeszowskiej otwarto Laboratorium Rzeczywistości Wirtualnej G2A. Powstanie laboratorium jest wynikiem realizacji umowy podpisanej 20 stycznia 2017 r. Między Politechniką Rzeszowską a G2A.com. Dzięki nowoczesnemu sprzętowi laboratorium zostanie dostosowane do realizacji innowacyjnych projektów z zakresu wirtualnej (VR) i rzeczywistości rozszerzonej (AR). Planowane projekty będą dostępne nie tylko dla studentów informatyki, ale także dla studentów innych kierunków oraz naukowców i przedsiębiorców współpracujących z PRz. Planowane projekty dotyczą medycyny, modelowania procesów produkcyjnych, gier, wspierania procesu edukacyjnego, w tym kształcenia zawodowego, symulacji lotniczych i ogólnie łańcucha dostaw w lotnictwie i astronautyce.

Wyższa Szkoła Informatyki i Zarządzania w Rzeszowie (WSIiZ) - wykorzystuje technologie VR do celów edukacyjnych i marketingowych. Organizuje wydarzenia, w których uczestnicy mogą korzystać zarówno z panelu wykładowego, jak i stanowisk testowych Oculus VR, gdzie można sprawdzić, jak wygląda rzeczywistość wirtualna. Ponadto przygotowuje konferencje dla entuzjastów, w które angażują się przedstawiciele wielu firm korzystających z tych technologii. Wyższa Szkoła Informatyki i Zarządzania w Rzeszowie przygotowała w tym roku przewodnik dotyczący rekrutacji w formie papierowej. Jednak wiele jego elementów dzięki specjalnej aplikacji „helloWSIiZ" pobranej na smartfon lub tablet ma swoją kontynuację w środowisku cyfrowym. Na przykład na wydrukowanej stronie przewodnika użytkownik widzi zdjęcie studenta na jednym z wydziałów. Po „najechaniu" smartfonem na zdjęcie aplikacja wyświetla wideo, w którym mówi więcej o polu studiów, o możliwościach pracy. Papierowa broszura nabiera życia. Uniwersytet wykorzystuje również technologie „360 stopni wideo". Daje to duże, niespotykane dotąd możliwości, ponieważ widz filmu staje się producentem obrazu. On decyduje, które kadry ogląda.

Państwowa Wyższa Szkoła Zawodowa Stanisława Pigonia w Krośnie - Wydział Pielęgniarstwa otrzymała dofinansowanie unijne na realizację projektu umożliwiającego nowoczesną i praktyczną edukację z zakresu pielęgniarstwa. W jego ramach powstanie Centrum Symulacji Medycznych. Symulacja medyczna to nowy dział edukacji medycznej wykorzystujący wirtualnie stworzoną rzeczywistość i technologie ICT. Zajęcia dydaktyczne prowadzone są w warunkach zbliżonych do realistycznych. Dzięki temu studenci będą lepiej przygotowani do ćwiczeń. Kształcenie studentów za pomocą nowego narzędzia, takiego jak symulator wysokiej wierności i symulacja medyczna, pozwoli studentom pielęgniarstwa ćwiczyć procedury inwazyjne z możliwością popełniania błędów i pokazywania ich konsekwencji w symulowanych warunkach. Zaawansowane symulatory wiernie naśladują człowieka i jego parametry. Mogą kaszleć, wymiotować sztucznym pokarmem, krwawić sztuczną krwią, potem lub zmieniać szerokość źrenicy oka pod wpływem światła. Nauczyciel może konstruować różne scenariusze, np. Pacjent z krwotokiem podpajęczynówkowym, pacjent z cukrzycową kwasicą ketonową, pacjent z tamponadą serca, który nauczy ucznia prawidłowego postępowania.

Państwowa Wyższa Szkoła Zawodowa Stanisława Pigonia w Krośnie wdraża także nową specjalizację „Projektowanie i wytwarzanie w środowisku wirtualnym", specjalizację z zakresu mechaniki i projektowania

maszyn, która została wyróżniona certyfikatem „Studia z przyszłością”. Specjalność powstała dzięki współpracy PWSZ, Grupy Nowy Styl i IBS Polska, a jej powstanie przypieczętowało podpisanie umowy. Wyjątkowość badań polega na połączeniu głównych przedmiotów niezbędnych inżynierom mechanikom z dużą liczbą zajęć laboratoryjnych. Studenci będą uczyć się na jednym z najbardziej zaawansowanych systemów - 3DExperience. Podczas zajęć student zdobędzie wiedzę i umiejętności w zakresie budowy, produkcji i eksploatacji maszyn, mechaniki, projektowania z wykorzystaniem nowoczesnych narzędzi obliczeniowych, wdrażania procesów produkcyjnych i montażowych, doboru materiałów inżynierskich i nadzoru nad ich działaniem, pracy zespołowej, koordynacji pracy i oceny ich wyników oraz efektywnego wykorzystania nowoczesnych technik komputerowych. Szczególny nacisk kładziony jest na naukę wspomaganych komputerowo technik budowy i numerycznych metod analizy konstrukcji, zaawansowanych systemów CAD / CAM / CAE.

Absolwent uczelni uzyska umiejętność korzystania ze zintegrowanego systemu projektowania i programowania Dashault Systemes 3DExperience oraz pracy z oprogramowaniem CATIA, jednym z najbardziej kompleksowych programów wsparcia inżynieryjnego w zakresie projektowania, tworzenia płaskiej dokumentacji, symulacji elementów skończonych FEA i programowania maszyny numeryczne typu CNC. To oprogramowanie jest najczęściej używane w przemyśle motoryzacyjnym i lotniczym. Doskonale nadaje się do projektowania urządzeń gospodarstwa domowego, form wtryskowych, matryc, wykrojników, elementów blaszanych, tworzyw sztucznych, kompozytów, linii produkcyjnych i wielu innych. Umożliwia wirtualne sprawdzenie ergonomii projektowanego produktu.

Universytet Rzeszowski - wdraża system szkoleniowy do immerycjnego uczenia się języka angielskiego. UR pracuje nad wdrożeniem aplikacji / narzędzi / oprogramowania lub systemu, który wykorzystuje technologię rzeczywistości wirtualnej jako średnie, trójwymiarowe, interaktywne lokalizacje, animowane postacie wirtualne, możliwość interakcji z systemem i środowiskiem, za pomocą gogli VR i specjalnych urzadzeń sterujących. Każda z trójwymiarowych lokalizacji będzie zawierała pulę zadań powiązanych logicznie i kreśli z charakterem danej lokalizacji. Zadania (w formie scen) mają na celu ćwiczenie określonych umiejętności językowych użytkownika (ucznia). Jedno zadanie składa się z kilku interakcji ucznia z wirtualną postacią lub przedmiotem (ekspres do kawy, automat z biletami, interaktywny formularz przekazany uczniowi przez wirtualną postać itp.). Główną formą interakcji z postaciami wirtualnymi w ramach Zadań jest dialog oparty na systemie rozpoznawania mowy prowadzonym przez Studenta. Wirtualne postacie będą zadawać Uczniom pytania lub odpowiadać na nie zgodnie z logiką danego Zadania. Interakcje zachodzące w ramach danego zadania opisują scenariusz zadania. Dwa zadania przyjmą formę aktywnych gier. Jednym z zadań będzie rozmowa na czacie na platformie społecznościowej.

Politechnika Lubelska - we współpracy z Akademią Sił Lądowych we Wrocławiu i Avia Consulting stworzyły dwa symulatory i moduł 6DFO. Pierwszy symulator służy do szkolenia operatorów BSP, drugi symulator jest przeznaczony dla pilotów załogowych samolotów. Moduł 6DFO to nasza propozycja opracowania możliwości powyższych symulatorów z dodatkowymi efektami fizycznymi dla pilota / operatora. Ten moduł umożliwia dostosowanie nachylenia podłużnego, poprzecznego i kompozytowego do widoku obserwowanego przez osobę trenującą w okularach 3D. Symulator SYNTIA został stworzony do szkolenia przyszłych pilotów i operatorów bezzałogowych statków powietrznych BSP (jedno- i wielotorowych dronów) jako innowacyjna alternatywa dla tradycyjnych symulatorów sprzętowych. Wirtualna VR jest „sercem” symulatora.

Technologia zaawansowanej wizualizacji VR jest narzędziem odzwierciedlającym rzeczywistość zamkniętą dla wielkości komputera. Możliwości VR zostały zastosowane do praktycznego szkolenia pilotów załogowych samolotów (np. F16, Boeing 737, Cessna, paramotor, Bombardier itp.). Ponadto w laboratorium Programowanie inteligentnych i komputerowych systemów technologii 3D na Politechnice Lubelskiej opracowywane są zagadnienia związane z wykorzystaniem technologii VR i AR w szczególności w dziedzinie muzeologii i dostępu do zbiorów.

2.6. PODSUMOWANIE

Immersywne uczenie się to dynamiczna strategia mająca na celu poprawę e-learningu, a jej kierunek może prowadzić do przyszłości uczenia się. Jednak niektórzy mogą uznać, że włączenie tej technologii do nauki jest dość drogie. Dlatego na razie technologia nie może być wykorzystywana przez wszystkich. Niemniej jednak immersyjne uczenie się jest rzeczywiście świetną strategią do osiągnięcia ważnych celów uczenia się.

Pomysł zanurzenia studentów lub zapewnienia im prawdziwego środowiska uczenia się staje się obecnie jednym z największych wyróżniających czynników konkurencji na platformie e-learningowej.

Głównym celem immersyjnego uczenia się jest stworzenie środowiska, w którym ludzie angażują się tak bardzo, że im zależy. Jest to narzędzie, które przenosi studentów do najbardziej praktycznych sytuacji edukacyjnych bez żadnych ograniczeń rzeczywistości: ryzyka, logistyki lub niewielkiego prawa do porażki w czasie rzeczywistym.

Technologia znacznie usprawniła proces uczenia się, a teraz pozwala na znacznie lepsze i bardziej wydajne metody, które można zastosować w środowisku biurowym. Rozwijają się również szkolenia VR, które są świetnym sposobem na zwiększenie zatrudnienia i szkolenia pracowników i nie należy ich pomijać w ramach strategii biznesowej.

Wciągająca nauka zapewnia studentom wysoce interaktywne środowisko, zarówno wirtualnie, jak i fizycznie. Pomaga to powielić możliwe scenariusze i nauczyć uczniów konkretnych technik lub umiejętności. Po utworzeniu modułu szkoleniowego VR uczniowie mogą z niego korzystać w dowolnym momencie i powtarzać szkolenie tak często, jak to konieczne, bez dodatkowych kosztów. Szkolenie może być wykonywane w krótkich krokach, które są łatwiejsze do dopasowania jeśli chodzi o płynność pracy.

2.7. BIBLIOGRAFIA

AutomatykaB2B (2017), “Industry 4.0 - technologies of the future”, https://automatykab2b.pl/temat-miesiaca/47534-przemysl-4-0-technologie-przyszlosci, (accessed 16/06/2019)

Accenture (2018), “Extended Reality: Immersive learning for the future workforce”, https://www.accenture.com/us-en/insights/technology/immersive-reality, (accessed 16/06/2019)

J. Vora, S. Nair, A. K. Gramopadhye, B. J. Melloy, E. Medlin, A. T. Duchowski, B. G. Kanki (unknown), “Using Virtual Reality Technology To Improve Aircraft Inspection Performance: Presence And Performance Measurement Studies”, https://pdfs.semanticscholar.org/1213/dbd0a74353efa49fbaa973d9159435a9c0a0.pdf, (accessed 16/06/2019)

Woodford, C., (2019), “Virtual reality”, www.explainthatstuff.com/virtualreality.html, (accessed 16/06/2019)

VR-STAR, (2019), http://vrstar.it/vr-star/\, (accessed 16/06/2019)

Mital, A., Pennathur, A., Huston, R. L., Thompson, D., Pittman, M., Markle, G., … Sule, D., (1999), “The Need for Worker Training in Advanced Manufacturing Technology (AMT) Environments: A White Paper. International Journal of Industrial”, https://www.sciencedirect.com/science/article/abs/pii/S0169814198000249, (accessed 16/06/2019)

Bal, M. (2012), “Virtual Manufacturing Laboratory Experiences for Distance Learning Courses in Engineering Technology”, In 119th ASEE Annual Conference and Exposition (pp. 1–12). San Antonio, TX, 10-13 June 2012, https://peer.asee.org/virtual-manufacturinglaboratory-experiences-for-distance-learning-courses-in-engineering-technology, (accessed 16/06/2019)

Sun, S. H., & Tsai, L. Z., (2012), “Development of Virtual Training Platform of Injection Molding Machine Based on VR Technology”, The International Journal of Advanced Manufacturing Technology, 63(5-8), 609–620, http://doi.org/10.1007/s00170-012-3938-1, (accessed 16/06/2019)

Autodesk University, (2018), “Mixing Realities—Immersive Technologies in Industry”, https://www.autodesk.com/autodesk-university/blog/Mixing-Realities-Immersive-Technologies-Industry-2018, (accessed 16/06/2019)

Samie Li Shang Ly, Raafat Saadé, Danielle Morin, (2017), “Immersive Learning: Using a Web-based Learning in PHD Course to Enhance the Learning Experience”, Journal of Information Technology Education: Research, Vol. 16, 2017, (accessed 16/06/2019)

RACCOON GANG - PROVIDING TOP-NOTCH ELEARNING TECHNOLOGY, (2018), “Immersive Learning: Explained”, https://raccoongang.com/blog/immersive-learning-explained/, (accessed 16/06/2019)

Beijing Bluefocus E-Commerce Co. and Beijing iBokan Wisdom Mobile Internet Technology Training Institutions, (2016), “A Case Study - The Impact of VR on Academic Performance”, https://cdn.uploadvr.com/wp-content/uploads/2016/11/A-Case-Study-The-Impact-of-VR-on-Academic-Performance_20161125.pdf, (accessed 16/06/2019)

VIAR Inc, (2019), “5 Ways You Can Use Virtual Reality in the Workplace”, https://www.viar360.com/5-ways-can-use-virtual-reality-workplace/, (accessed 16/06/2019)

The New York Times, (2019), “The Future Is Here, Almost: Virtual Travel Becomes More of a Reality”, https://www.nytimes.com/2019/02/22/travel/virtual-reality-airlines-restaurants-travel.html, (accessed 16/06/2019)

Valley J. (2018), “3 Ways Virtual Reality Training Is Producing Better Outcomes”, https://trainingindustry.com/articles/learning-technologies/3-ways-virtual-reality-training-is-producing-better-outcomes/, (accessed 16/06/2019)

Deal K., (2017), “Commercial aviation MRO using augmented reality, virtual reality to bridge skills shortage gap”, https://www.intelligent-aerospace.com/articles/2017/02/commercial-aviation-mro-using-augmented-reality-to-bridge-skills-shortage-gap.html, (accessed 16/06/2019)

http://soar.wichita.edu:8080/bitstream/handle/10057/806/grasp0633.pdf?sequence=1

H. Eschena, T. Köttera, R. Rodecka, M. Harnischa, T. Schüppstuhla, (2018), “Augmented and Virtual Reality for Inspection and Maintenance Processes in the Aviation Industry”, https://www.sciencedirect.com/science/article/pii/S2351978918300222, (accessed 16/06/2019)

Eon Reality, (2019), https://www.eonreality.com/portfolio-items/eon-engine-explorer/?portfolioCats=157, (accessed 16/06/2019)

3. EWOLUCJA IMMERSYWNYCH TECHNOLOGII DLA INŻYNIERII I PROCESÓW NAUCZANIA

3.1. WPROWADZENIE

3.1.1. DEFINICJE

Technologie immersyjne mają znaczący wpływ na firmy. Należy jednak dokonać bardzo ważnego wyjaśnienia: rzeczywistość wirtualna i rzeczywistość rozszerzona są często łączone, mają wspólne nowe technologie, innowacyjne i cyfrowe, ale ich „obszar wpływu" i sposób użycia są zupełnie inne. Aby odpowiedź była bardziej zwięzła i trafna, **skoncentrujemy się na rzeczywistości wirtualnej**, która jest obecnie najbardziej dojrzałą dziedziną i wnosi większą wartość między firmami a profesjonalistami.

Przede wszystkim bardzo ważne jest określenie, **którą technologię można nazwać wciągającą (immersyjną), a która nie**. W tym celu podajemy główne definicje pojęcia „immersive", które można znaleźć w literaturze.

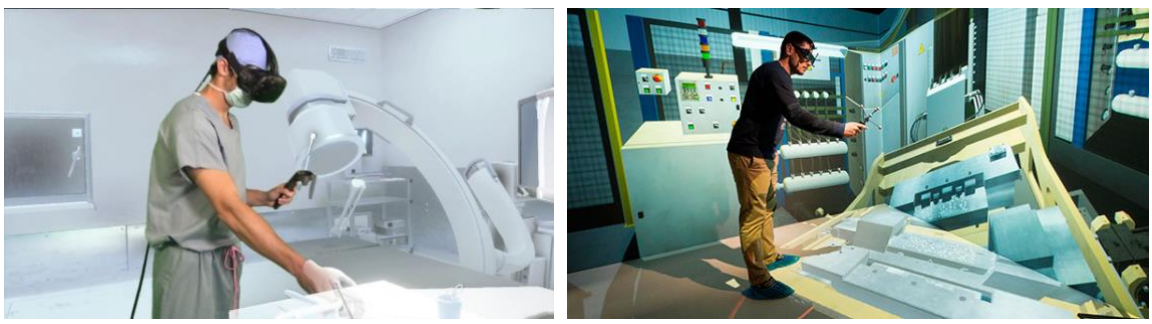
- generujący trójwymiarowy obraz, który wydaje się otaczać użytkownika (Google)

- zapewniający, angażujący lub charakteryzujący się głębokim wchłanianiem lub zanurzeniem w czymś (takim jak działanie lub rzeczywiste lub sztuczne środowisko) (Merriam-Webster)

- wydający się otaczać publiczność, gracza itp., aby czuli się całkowicie zaangażowani w coś (słownik Cambridge)

- dostarczający informacji lub stymulacji dla wielu zmysłów, nie tylko wzroku i dźwięku (Słownik Collinsa)

RYSUNEK 1. PRZYKŁADY TRADYCYJNYCH (ang. NON-IMMERSIVE) TECHNOLOGII STOSOWANYCH W SZKOLENIACH



RYSUNEK 2. PRZYKŁAD TECHNOLOGII IMMERSYWNYCH STOSOWANYCH W

Pojęcie „immersive” jest zatem silnie powiązane z pojęciem rzeczywistości wirtualnej. Zdefiniujmy pojęcie rzeczywistości wirtualnej. Rzeczywistość wirtualna: to interaktywne, generowane komputerowo doświadczenie, które odbywa się w symulowanym środowisku, które obejmuje głównie słuchowe i wizualne, ale także inne rodzaje informacji sensorycznych, takich jak dotyk. To wciągające środowisko może być podobne do prawdziwego świata lub może być fantastyczne, tworząc doświadczenie, które nie jest możliwe w zwykłej rzeczywistości fizycznej. Systemy rzeczywistości rozszerzonej można również uznać za formę VR, która nakłada wirtualne informacje za pośrednictwem kamery na żywo do zestawu słuchawkowego lub smartfona lub tabletu, umożliwiając użytkownikowi przeglądanie trójwymiarowych obrazów. (Wikipedia)

Użytkownik jest zanurzony w nowym, wirtualnym świecie. Świat wirtualny jest tworzony przez nas i możemy sprawić, że wszystko, co chcemy, nawet rzeczy niemożliwe, staną się możliwe. Oczywisty jest fakt, że potencjał rzeczywistości wirtualnej jest praktycznie nieskończony.

3.1.2. TECHNOLOGIE IMMERSYWNE: WYZWANIA

Na koszty związane ze standardowym szkoleniem często wpływają koszty podróży trenerów i osób uczących się, ale także, w razie potrzeby, rekonstrukcja rzeczywistych scenariuszy i sytuacji. Na przykład szkolenie osób radzących sobie w sytuacjach kryzysowych obejmuje fizyczną rekonstrukcję sytuacji krytycznych.

Ponadto, jeśli w fazie przedprodukcyjnej potrzeba kilku fizycznych prototypów, koszty prawdopodobnie znacznie wzrosną, a realizacja tych prototypów spowalnia fazę wprowadzania na rynek nowych produktów.

Dlatego potrzeba skrócenia czasu wprowadzania produktów na rynek, a jednocześnie kosztów szkoleń i produkcji, prowadzi do coraz większego wykorzystania technologii immersywnej rzeczywistości wirtualnej. Strategie te zostały odrzucone głównie pod względem „wirtualnego szkolenia”, „wirtualnego prototypowania” i „wirtualnego (cyfrowego) bliźniaka”.

Szkolenie wirtualne to metoda szkolenia, w której instruktor wykorzystuje środowiska wirtualne i technologie wirtualnej rzeczywistości do pokazywania, wyjaśniania lub testowania pewnych umiejętności, które mogą pomóc innym w nauce. Głównymi cechami wirtualnego szkolenia są odtwarzalność wszystkich sytuacji uczenia się oraz znaczny wpływ emocjonalny, który implikuje lepsze uczenie się. Jak napisała Anne E. Schlosser w swoim artykule „Uczenie się przez wirtualne doświadczenie produktu: rola obrazowania prawdziwych a fałszywych wspomnień”, które ukazało się w grudniu 2006 r. w Journal of Consumer Research, korzystanie z wirtualnego szkolenia zapewnia bardziej żywe i trwałe obrazy w pamięci, poprawiające wyniki. Efekty te mogą również tworzyć fałszywe wspomnienia, ale można je wykorzystać w szkoleniach w celu poprawy uczenia się. Na przykład osoba, która wierzy (fałszywa pamięć), że doświadczyła prawdziwego pożaru w ramach sesji szkolenia przeciwpożarowego, będzie miała żywszą pamięć nabytych pojęć i dlatego będzie bardziej gotowa, jeśli będzie musiała stawić czoła sytuacji awaryjnej.

RYSUNEK 3. PRZYKŁAD WIRTUALNEGO SZKOLENIA PRZY UŻYCIU IMMERSYWNYCH TECHNOLOGII (ŹRÓDŁO: AUDI MEDIACENTER)

Wirtualne prototypowanie jest metodologią w procesie opracowywania produktu, która obejmuje wykorzystanie oprogramowania do projektowania komputerowego (CAD) i oprogramowania inżynierii komputerowej (CAE) w celu weryfikacji projektu przed przystąpieniem do wykonania fizycznego prototypu. Odbywa się to poprzez tworzenie (zazwyczaj 3D) kształtów geometrycznych (części) generowanych komputerowo i łączenie ich w „zespół" i testowanie różnych ruchów mechanicznych, dopasowania i działania. Zespół lub poszczególne części można otworzyć w oprogramowaniu CAE, aby symulować zachowanie produktu w świecie rzeczywistym.

RYSUNEK 4. PRZYKŁAD WIRTUALNEGO PROTOTYPOWANIA STATKU POWIETRZNEGO

Wirtualny (cyfrowy) bliźniak to zintegrowana multifizyczna, wieloskalowa, probabilistyczna symulacja powykonawczego pojazdu lub układu, który wykorzystuje najlepsze dostępne modele fizyczne, aktualizacje czujników, historię floty itp., aby odzwierciedlić życie odpowiedniego latającego bliźniaka (Glaessgen i Stargel, 2012).

RYSUNEK 5. PRZYKŁAD WIRTUALNEGO BLIŹNIAKA MIASTA

Z inżynieryjnego punktu widzenia obecnie coraz więcej oprogramowania CAD (Computer Aided Design) pozwala na przykład na zastosowanie wciągającego urządzenia, takiego jak wizjer HTC Vive, do „poruszania się" immersywnie po narysowanym modelu. To samo dotyczy innych aplikacji związanych ze światem inżynierii (CAM-Computer Aided Machinery-, CAE -Computer Aided Engineering- itp.) oraz fabryki (Planowanie procesów, zarządzanie układem itp.), w których coraz częściej stosuje się wciągającą wirtualną rzeczywistość do oceny wyniku obliczeń, a nie pozycjonowanie maszyn wewnątrz linii produkcyjnej lub hali produkcyjnej.

Wiodący na świecie producenci platform komputerowych dla świata inżynierii i zarządzania procesami fabrycznymi (Dassault Systemes, Siemens, PTC, Autodesk itp.) ewoluują w kierunku zintegrowanych systemów, które w naturalny sposób wspierają najbardziej innowacyjne koncepcje digitalizacji związane z Przemysłem 4.0, a zatem właśnie w kierunku koncepcji wirtualnego prototypowania i cyfrowego bliźniaka.

Jednym z głównych przykładów tego rodzaju ewolucji jest platforma 3D Experience firmy Dassault Systemes, która integruje funkcje CAD (CATIA), narzędzia analizy MES (SIMULIA), procesy fabryczne (DELMIA), zarządzanie danymi i procesami biznesowymi (ENOVIA) itd. w unikalną platformę biznesową, z możliwością wykorzystania na każdym poziomie wciągającej rzeczywistości wirtualnej jako narzędzia oceny.

Technologia cyfrowego bliźniaka obejmuje zarządzanie dużymi ilościami danych w celu zapewnienia praktycznego wglądu w produkt lub proces. Równie ważna jest możliwość wizualizacji danych. Połączenie cyfrowych bliźniaków i rzeczywistości wirtualnej dało interesariuszom firmy możliwość zanurzenia się i pełnego zrozumienia danych, zapewniając niezbędne rozwiązania. Cyfrowe narzędzia Przemysłu 4.0 dają interesariuszom możliwość planowania i przewidywania. Cyfrowe bliźniaki będą w stanie dostrzec obszary

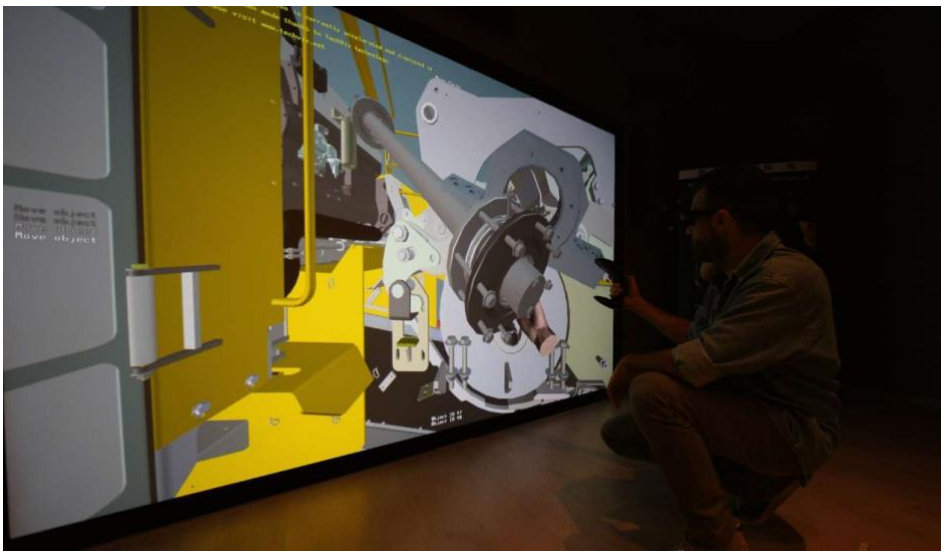
budzące obawy przed jakimkolwiek człowiekiem. Co więcej, zapewnienie połączonym pracownikom wirtualnej i rozszerzonej rzeczywistości zapewni możliwości ograniczenia błędów i zaoszczędzenia czasu.

Ponieważ firmy nadal agresywnie realizują inteligentną, połączoną technologię Internetu przedmiotów (IoT), analizowanie danych z tych urządzeń i wizualizacja tych informacji z rozszerzonej i wirtualnej rzeczywistości jest niesamowitą szansą. Z powodu napływu danych gromadzonych przez bliźniaków cyfrowych najlepszym sposobem na trawienie informacji jest wykorzystanie wirtualnego lub rozszerzonego doświadczenia. Informacje uzyskane od bliźniaków cyfrowych są gromadzone na podstawie wyników analiz lub symulacji. Chociaż rozszerzona i wirtualna rzeczywistość pomaga w zrozumieniu danych zebranych od cyfrowych bliźniaków, nie jest niezbędna w procesie cyfrowego bliźniaka. Zapewnia wygodę i poczucie rzeczywistości uzyskanym danym oraz uzupełnia korzyści płynące z technologii cyfrowego bliźniaka.

Aby najlepiej zrealizować dzisiejsze koncepcje wirtualnego prototypowania, wiele parametrycznych programów CAD i CAE 3D integruje funkcje wirtualnej rzeczywistości lub, jeśli nie jest to możliwe, zezwala innemu oprogramowaniu na używanie modeli i reprezentacji danych w tym trybie, szczególnie przy użyciu przeglądarek lub wirtualnego pokoju.

RYSUNEK 6. WIZJER HTC VIVE NA PLATFORMIE 3D EXPERIENCE FIRMY DASSAULT SYSTEMES

W niektórych przypadkach możemy odnieść się do integracji immersywnej rzeczywistości wirtualnej i inżynierii jako „inżynierii rzeczywistości wirtualnej”. Inżynieria rzeczywistości wirtualnej obejmuje wykorzystanie narzędzi do modelowania 3D i technik wizualizacji jako części procesu projektowania. Ta technologia umożliwia inżynierom obejrzenie projektu w 3D i lepsze zrozumienie jego działania. Ponadto mogą oni wykryć wszelkie wady lub potencjalne zagrożenia przed wdrożeniem. Umożliwia to również zespołowi projektowemu obserwowanie projektu w bezpiecznym środowisku i wprowadzanie zmian w razie potrzeby. Oszczędza to zarówno czas, jak i pieniądze. Ważna jest zdolność rzeczywistości wirtualnej do przedstawiania drobnych szczegółów produktu inżynieryjnego, aby zachować iluzję. Oznacza to wysokiej klasy grafikę, wideo z szybką częstotliwością odświeżania oraz realistycznym dźwiękiem i ruchem.



RYSUNEK 7. PRZYKŁAD INŻYNIERII WIRTUALNEJ: PRZEGLĄD PROJEKTU W WIRTUALNYM POKOJU

Rzeczywistość wirtualna i cykl projektowania: w niektórych przypadkach rzeczywistość wirtualna może być używana od początku cyklu projektowania, np. wstępna koncepcja do etapu kompilacji i wdrożenia. Jest to sprawdzane etapami w celu sprawdzenia błędów, słabości konstrukcyjnych i innych problemów projektowych.

Rzeczywistość wirtualna i budowa kolei: inżynieria rzeczywistości wirtualnej jest stosowana przykładowo przez Balfour Beatty Rail, wykonawcę infrastruktury kolejowej, który uwzględnia tą technologię w procesie projektowania. Służy do planowania, prototypowania i budowy, a także pomaga w realizacji projektu.

Rzeczywistość wirtualna i projektowanie samochodów: producenci samochodów używają rzeczywistości wirtualnej do prototypowania podczas procesu projektowania. Umożliwia im to wyprodukowanie kilku wersji, które są następnie testowane i zmieniane zgodnie z wynikami. Eliminuje to potrzebę budowy fizycznego prototypu i przyspiesza etap programowania. Rezultatem jest ekonomiczny, usprawniony proces.

3.1.3. SKUPIENIE NA SZKOLENIU

Jeśli kiedykolwiek zastanawiałeś się, czy może istnieć firma, która mogłaby przetrwać i prosperować bez odpowiedniego szkolenia, z pewnością odpowiedziałeś na to pytanie negatywnie . Na świecie nie ma żadnej organizacji, która przetrwałaby bez dobrze wyszkolonych pracowników. Jednak, jakkolwiek wszyscy lubią pochwalić się skutecznością swojego programu szkoleniowego, prosty fakt jest taki, że nic nie może pobić doświadczenia zawodowego.

Szlifowanie umiejętności rozwiązywania rzeczywistych problemów w codziennych sytuacjach, pomimo wszystkich technicznych innowacji, jest ostatecznie tym, co sprawia, że profesjonalista jest cenny. I ten obszar, w którym naprawdę wyróżnia się trening wirtualnej rzeczywistości.

Czym jest trening wirtualnej rzeczywistości? Chociaż rzeczywistość wirtualna cieszy się obecnie dużą popularnością dzięki takim urządzeniom jak HTC VIVE, Oculus Rift i Gear VR, szkolenia oparte na VR są od dawna wykorzystywane przez firmy, środowisko akademickie i wojsko. Zasadniczo szkolenie oparte na VR umieszcza uczestnika w środowisku 3D odpowiednim do tematu poprzez specjalnie zaprojektowany zestaw audiowizualny.

Nawiasem mówiąc, powszechne jest przypisywanie aż 90% poważnych wypadków w przemyśle produkcyjnym obarczonym wysokim ryzykiem błędom ludzkim, ale szkolenie techniczne i praktyczne stwarza szereg trudności, od kosztów związanych ze szkoleniem przy użyciu prawdziwych maszyn po zagrożenia dla zdrowia i bezpieczeństwa, które takie szkolenie może stanowić.

Technologia uczenia się w rzeczywistości wirtualnej stanowi cenną okazję do uczestniczenia w praktycznym szkoleniu w łatwiejszy, bezpieczniejszy i bardziej elastyczny sposób i, w przeciwieństwie do innych metod alternatywnych, utrzymuje wysoki poziom interakcji z treściami nauczania.

RYSUNEK 8. NAUKOWIEC Z EUROPEJSKIEJ AGENCJI KOSMICZNEJ W DARMSTADT, W NIEMCZECH, WYPOSAŻONY W ZESTAW SŁUCHAWKOWY HTC VIVE VR I URZĄDZENIA STERUJĄCE RUCHEM, DEMONSTRUJE JAK ASTRONAUCI MOGĄ W PRZYSZŁOŚCI WYKORZYSTAĆ WIRTUALNĄ RZECZYWISTOŚĆ DO GASZENIA POŻARU NA KOSMICZNEJ STACJI BADAWCZEJ

Badanie przeprowadzone przez Virtual Human Interaction Lab na Uniwersytecie Stanforda, „Wpływ w pełni immersyjnej rzeczywistości wirtualnej na uczenie się zadań fizycznych", podkreśla pozytywny wpływ, jaki wirtualna rzeczywistość może mieć na szkolenie techniczne. Odkrycia pokazują, że technologia wirtualnej rzeczywistości uzyskała lepsze wyniki niż tradycyjne metody wideo w uczeniu się praktycznych zadań, a uczestnicy badania zgłosili także większą obecność społeczną w środowisku wirtualnym.

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

Ogólne zalety szkolenia przy wykorzystaniu rzeczywistości wirtualnej to:

- dokładna i realistyczna symulacja niebezpiecznych lub ryzykownych sytuacji w kontrolowanym środowisku
- zaspokojenie dużej liczby uczestników w różnych lokalizacjach

- wysoce wizualne podejście, które pomaga w nauce
- wzajemna ocena, informacje zwrotne i bieżąca ocena
- ułatwiona analiza złożonych danych
- wizualizacja złożonych koncepcji i teorii
- eksploracja scenariuszy wirtualnych jako doświadczenie w rzeczywistych scenariuszach
-interakcja
- nauka jest przyjemna w stosownych przypadkach
- opłacalność

Zalety takiego podejścia są łatwo widoczne. Może ono nie tylko wyeliminować wszelkie możliwe powody rozproszenia uwagi, ale także całkowicie zanurzyć kursanta w symulacji, do momentu, w którym zacznie on na nią reagować tak, jak w rzeczywistości.

Innymi słowy, uczący się nie tylko zdobędą informacje istotne dla ich pracy, ale mogą zacząć ćwiczyć swoje umiejętności od pierwszego dnia szkolenia.

Dlaczego powinniśmy stosować wirtualną rzeczywistość w celach szkoleniowych? Ponieważ:

- wirtualna rzeczywistość sprawia, że nauka jest bardziej wizualna

Ludzie są istotami dla których wzrok jest kwestią kluczową. 90% wszystkich informacji przesyłanych do naszych mózgów ma charakter wizualny, a 93% całej naszej komunikacji ma również charakter wizualny. Dzięki VR trening staje się bardziej wizualny, gdy temat jest prezentowany w wizualnym formacie 3D, który dla większości osób będzie znacznie bardziej atrakcyjny niż zwykły stary tekst.

- wirtualna rzeczywistość sprawia, że skuteczniejsze uczenie się jest tańsze

Jeszcze kilka lat temu szkolenie w wirtualnej rzeczywistości było jedynie domeną zaawansowanych aplikacji komercyjnych, rządowych i wojskowych.

Stosunkowo prosty zestaw słuchawkowy VR, taki jak NVis SX60 z polem widzenia 60 stopni i rozdzielczością 1280X1024 (para oczu) kosztuje 24 000 USD! Porównaj, że cena Oculus Rift i HTC Vive, które oferują znacznie lepsze parametry, a postępy powinny być wyraźnie widoczne. Wraz ze spadającymi cenami sprzętu coraz więcej programistów decyduje się również na tworzenie treści dla VR, co oznacza, że wkrótce będziemy mieli kwitnący ekosystem aplikacji, który sprawi, że trening będzie bardziej zabawny i wciągający.

- wirtualna rzeczywistość sprawia, że uczenie się jest bezpieczniejsze

Wypadki w trakcie szkolenia w miejscu pracy są niestety częstym zjawiskiem w wielu branżach, a w sektorach takich jak produkcja, energia i obrona mogą one być nawet śmiertelne. Ponieważ nowicjusze najczęściej popełniają błędy, potrzebują bezpiecznego miejsca, aby ćwiczyć swoje umiejętności, dopóki nie dojdą do pewnej wprawy, a VR może to zapewnić. Pozwalając swoim pracownikom ćwiczyć w środowisku VR 3D, zapewniamy im możliwość wyćwiczenia swoich umiejętności do perfekcji tak potrzebnej przy rozpoczęciu pracy.

- wirtualna rzeczywistość może być wdrażana zdalnie

Ponieważ trendy takie jak BYOD (Bring Your Own Device) stają się coraz bardziej powszechne, świat przenosi się do zdecentralizowanego miejsca pracy, w którym ludzie współpracują na duże odległości. Ponieważ zestawy VR stają się coraz tańsze, można je łatwo kupić w celach szkoleniowych i zdalnie zaimplementować. Osoba ucząca się może uzyskać dostęp do materiałów szkoleniowych / pobrać je ze strony internetowej firmy i używać ich tam, gdzie chce.

- wirtualna rzeczywistość pomaga w zapamiętywaniu wiedzy

Jak zostało wspomniane wcześniej, kluczową zaletą szkolenia w wirtualnej rzeczywistości jest jego zdolność do tworzenia wysoce wciągających środowisk. Większe zanurzenie może również zwiększyć zdolność zapamiętywania materiału, a ponieważ uczący się mogą ćwiczyć swoje umiejętności tyle razy, ile potrzeba, wiedza ta staje się również częścią ich pamięci mięśniowej.

Jest to kilka aspektów, które sprawiają, że szolenie oparte na VR jest o wiele lepsze niż tradycyjne szkolenie instruktażowe. Wraz z rozwojem technologii zobaczymy coraz więcej wciągających rozwiązań szkoleniowych, które pozwolą ludziom trenować szybciej, lepiej i taniej niż kiedykolwiek wcześniej.

Rzeczywistość wirtualna umożliwia nauczycielom, wykładowcom lub innym osobom w środowisku edukacyjnym dostarczanie dużych ilości często skomplikowanych informacji w atrakcyjny wizualnie sposób. Wielu uczniom łatwiej jest się uczyć, gdy przedstawi się im objaśnienie wizualne, które łatwiej im zapamiętać.

Większość ludzi uważa, że łatwiej jest uczyć się, rozumieć i przechowywać informacje, jeśli nauka jest przyjemna.

Kolejną zaletą rzeczywistości wirtualnej jest to, że można szkolić dużą liczbę osób w środowisku wirtualnym, tj., zdalnie, bez wydawania dużych pieniędzy. Szkolenie może być kosztowne, szczególnie jeśli musisz przewieźć grupy ludzi z różnych części kraju (lub zagranicy) do wyznaczonej lokalizacji w danym kraju. Ewentualnie może być konieczne przeszkolenie jednej osoby na konkretnym urządzeniu, co również jest kosztowne i czasochłonne.

Ale dzięki rzeczywistości wirtualnej możesz tworzyć dokładne modele 3D, które zapewniają realistyczne odwzorowanie tego, co próbujesz osiągnąć lub poinstruować ludzi, aby ich używali. Oznacza to dokładne odwzorowanie maszyny lub sprzętu, którego ludzie mogą nauczyć się obsługiwać w bezpiecznym środowisku. W razie potrzeby można jednak dodać elementy ryzyka.

Przykłady szkoleń opartych na rozszerzonej rzeczywisości to:

- Symulacja szkolenia medycznego / operacji

- Wskazówki architektoniczne

- Historyczne odtworzenia

- Rekonstrukcje

- Służby ratownicze, np. szkolenie ratowników medycznych

-Trening sztuk walki

To tylko niektóre z wielu zastosowań szkoleń opartych na rzeczywistości wirtualnej, które ciągle się rozwijają.

3.2. PRZEGLĄD LITERATURY

Od kilkudziesięciu lat uczelnie wyższe i ośrodki badawcze przeprowadzają eksperymenty i badania w celu oceny możliwości zastosowania immersywnych rozwiązań rzeczywistości wirtualnej w szkoleniach.

Niektórzy badacze skupili się na aspektach technologicznych, podczas gdy inni skoncentrowali się na metodologii. Bardzo ważne są jednak wyniki, które podkreślają implikacje psychologiczne i socjologiczne, ponieważ wpływ rozwiązań immersyjnych na zachowanie ludzi jest przedmiotem zainteresowania.

3.3. METODOLOGIA

Nasze badania koncentrowały się na analizie najnowszych technologii VR związanych ze światem szkoleń oraz na wykryciu niektórych istotnych najlepszych praktyk na włoskim terytorium.

Źródła, do których sięgnęliśmy, zostały celowo zróżnicowane, aby jak najbardziej poszerzyć zakres informacji:

- baza wiedzy C (nasza wiedza specjalistyczna)
- wymagania klienta
- doświadczenia klienta
- badania i doświadczenia uczelni wyższych
- know-how które posiadają ośrodki badawcze

Niektóre informacje pochodzą z dokumentów Cadlanda, inne zostały uzyskane przez bezpośredni kontakt z firmami i uczelniami wyższymi, które zostały starannie dobrane (np. w zakresie najlepszych praktyk), inne pochodzą ze stron internetowych uniwersytetów, ośrodków badawczych i firm.

Wszystkie te informacje zostały starannie zebrane i zbadane w celu zdefiniowania i opisania systematycznego podejścia do tematu immersyjnych szkoleń w sektorze lotniczym i kosmicznym.

3.4. WNIOSKI

Biorąc pod uwagę nasze działania badawcze, ale także w związku z tym, co dzieje się dzisiaj na rynku, mówienie o wciągającej rzeczywistości wirtualnej zastosowanej w szkoleniach jest bardzo aktualne.

Oczywiście, każdy menedżer zadaje sobie to samo pytanie: czy z technologicznego punktu widzenia jest teraz właściwy czas na ten pokoleniowy krok?

Jeśli weźmiemy pod uwagę dojrzałość i rozpowszechnianie technologii oraz to, co jest (lub powinno być) celem każdego biura HR podczas przygotowywania programu szkoleniowego, odpowiedź brzmi TAK.

Zamiast przekazywać pojęcia lub udostępniać niezróżnicowaną instrukcję obsługi, szkolenie oznacza dzielenie się wiedzą, praktykami i doświadczeniami, które pomagają zasobom ludzkim wykonywać nowe zadania (lub stare zadania na nowe sposoby) i podejmować prawidłowe decyzje w konkretnych kontekstach i sytuacjach. Interakcja, zarówno w klasie, jak i w terenie, jest podstawą personalizacji każdego szkolenia: każdy uczestnik może faktycznie aktywnie uczestniczyć w procesie udostępniania, który należy skalibrować do rzeczywistych potrzeb siły roboczej poprzez praktyczne testy i mechanizmy informacji zwrotnej.

Jak pokazują (również) najlepsze praktyki, wiele firm i uczelni wyższych używa teraz wirtualnej rzeczywistości jako narzędzia do szkoleń. Droga jest wskazana i nie ma odwrotu, chodzi tylko o dopracowanie i dostosowanie metodologii do różnych konkretnych sektorów i kontynuację ścieżki poprawy technologicznej, aby to podejście było naprawdę dostępne dla wszystkich.

3.5. BIBLIOGRAFIA

Anne E. Schlosser, (2006), “Learning Through Virtual Product Experience: The Role of Imagery on True Versus False Memories”, Journal of Consumer Research, (accessed 20/06/2019)

Glaessgen, Edward H.; Stargel, D. S., (2012), “The Digital Twin Paradigm for Future NASA and U.S. Air Force Vehicles”, 53rd AIAA/ASME/ASCE/AHS/ASC Structures, Structural Dynamics and Materials Conference - Special Session on the Digital Twin; 23-26 Apr. 2012; Honolulu, HI; United States, AIAA Paper 2012-1818, NF1676L-13293, (accessed 20/06/2019)

Patel, K., Bailenson, J., Hack-Jung, S., Diankov, R., & Bajcsy, R., (2006), “The Effects of Fully Immersive Virtual Reality on the Learning of Physical Tasks” PROCEEDINGS OF THE 9TH ANNUAL INTERNATIONAL WORKSHOP ON PRESENCE, OHIO, USA., (accessed 20/06/2019)

M. Slater e S. Wilbur, (1997), “A framework for immersive virtual environments (five): Speculations on the role of presence in virtual environments” , (accessed 20/06/2019)

M. Slater, (2009), “Place illusion and plausibility can lead to realistic behaviour in immersive virtual environments,” Philosophical Transactions of the Royal Society B: Biological Sciences, https://royalsocietypublishing.org/doi/full/10.1098/rstb.2009.0138, (accessed 20/06/2019)

Ivan Edward Sutherland, (1965), “The Ultimate Display”, http://worrydream.com/refs/Sutherland%20-%20The%20Ultimate%20Display.pdf , (accessed 20/06/2019)

Myron W. Krueger, (1983), “Artificial Reality”, Addison-Wesley Professional, (accessed 20/06/2019)

Myron W. Krueger, (1991), “Artificial Reality 2”, Addison-Wesley Professional (1991), (accessed 20/06/2019)

Howard Rheingold, (1991), “Virtual Reality”, (accessed 20/06/2019)

John Vince, (1998), “Essential Virtual Reality Fast”, (accessed 20/06/2019)

Frederick P. Brooks Jr., (1999), “What’s Real about Virtual Reality?”, (accessed 20/06/2019)

William Gibson, (1994), “Virtual Light”, (accessed 20/06/2019)

Milgram, Paul; H. Takemura; A. Utsumi; F. Kishino, (1994), "Augmented Reality: A class of displays on the reality-virtuality continuum", Proceedings of Telemanipulator and Telepresence Technologies. pp. 2351–34. Retrieved 2007-03-15, (accessed 20/06/2019)

Ronald T. Azuma, (1997), “A Survey of Augmented Reality”, (accessed 20/06/2019)

Steven K. Feiner, (2002), “Augmented Reality: A new way of see”, Scientific America, (accessed 20/06/2019)

Milgram, Paul; H. Takemura; A. Utsumi; F. Kishino (1994), "Augmented Reality: A class of displays on the reality-virtuality continuum", Proceedings of Telemanipulator and Telepresence Technologies. pp. 2351–34. Retrieved 2007-03-15, (accessed 20/06/2019)

4. RZECZYWISTOŚĆ ROZSZERZONA (AR, VR, MR, XR): ANALIZA DORBYCH PRAKTYK I UDANYCH PRZYKŁADÓW SZKOLENIA W SYMULOWANYM ŚRODOWISKU W POLSCE, HISZPANII, WŁOSZECH, NORWEGII I INNYCH KRAJACH.

4.1. WPROWADZENIE

W tym rozdziale zaproponowano wybór Dobrych Praktyk w zakresie korzystania z technologii rzeczywistości rozszerzonej (AR, VR, MR, XR). Po pierwsze porównano definicje i różne zastosowania: aby zawęzić zakres zastosowań, postanowiliśmy skupić się tylko na dwóch zastosowaniach: szkoleniowym i komercyjnym. Po tej fazie nastąpiła praca podsumowująca, mająca na celu zaproponowanie metody katalogowania i analizy Dobrych Praktyk. Ta propozycja metodologiczna została udostępniona partnerom czterech krajów UE, którzy są członkami I-Trace, którzy wskazali doświadczenia, które uznali za Dobre Praktyki, w związku z ogólnym celem projektu: dzielenie się strategiami, praktykami, wiedzą w zakresie użytkowania tego rodzaju technologii do tworzenia korzystnej sytuacji w edukacji.

Praktyka, pomysł na projekt, podejście metodologiczne, rozwiązanie operacyjne charakteryzują się dobrą skutecznością osiągniętych rezultatów, ze względu na swoją wewnętrzną charakterystykę jakości i innowacyjności oraz dzięki wkładowi w zaspokojenie potrzeby.

Dobre Praktyki są przydatne do dzielenia się i rozpowszechniania w zakresie, w jakim takie doświadczenia są w stanie dostarczyć doświadczeń nowych w innych kontekstach niż te oryginalne lub stanowią skuteczne odniesienie do wyciągania nowych pomysłów, informacji i rozwiązań przydatnych w angażowaniu innowacyjnych rozwiązań lub do dostosowania do własnegi kontekstu lokalnego i własne potrzeby wewnętrzne. Może być punktem wyjścia do debaty z odpowiednimi zainteresowanymi stronami w celu uzyskania innowacyjnych efektów w sektorze interwencji, dlatego Dobre /Nnajlepsze Praktyki mają z natury wartość i cel „polityczny".

W tym kontekście, klasyfikacja Dobrych Praktyk ma na celu z jednej strony zebranie dobrych przykładów na poziomie europejskim, którymi można zainspirować krajową / regionalną / lokalną politykę edukacyjną lub samych przedsiębiorców, a z drugiej strony chcą wnieść wkład w jakościowe wsparcie dla monitorowania rozprzestrzeniania się tych technologii.

4.2. DOBRE PRAKTYKI - PODSTAWOWE POJĘCIA

Co to jest Dobra Praktyka? Definicje, które można znaleźć w literaturze lub te które pochodzą z doświadczeń obserwatorów krajowych i międzynarodowych, są bardzo różne. Różnorodność zależy zasadniczo od zastosowania Dobrej Praktyki i kontekstu, do którego się odnosi. Terminowe zdefiniowanie pojęcia ma nie tylko wartość semantyczną, ale także znaczącą, ponieważ służy do ustalenia, o czym mówisz i uniknięcia osobistych interpretacji. Dotyczy to również tych pozornie oczywistych i intuicyjnych koncepcji, takich jak Dobre Praktyki. Stałą definicją Dobrych Praktyk jest bezpośrednie lub pośrednie odniesienie do metodologii ciągłego doskonalenia jakości oraz, w miarę możliwości, do dowodów naukowych. Poniżej znajdują się dwie definicje dobrych praktyk:

Dobra Praktyka to nie tylko praktyka która jest dobra, ale udowodniono, że jest to praktyka która działa dobrze i przynosi dobre wyniki, dlatego jest zalecana jako model. Jest to udane doświadczenie, które zostało przetestowane i potwierdzone w szerokim znaczeniu, które zostało powtórzone i zasługuje na podzielenie się nim, aby mogła je przyjąć większa liczba osób (Organizzazione delle Nazioni Unite per l'alimentazione e l'agricoltura)

„… Najlepsze przykłady praktyki, np. jakie metody, narzędzia, organizację, systemy, technologię itp. zastosowano do osiągnięcia doskonałej wydajności. Takie przykłady powinny również oznaczać łatwość przeniesienia do innych sytuacji, w których użytkownicy mają podobne cele i powinny ułatwić im naukę. W aplikacji Beep, Best Practice to narzędzie służące do pokazania, w jaki sposób najlepsi użytkownicy danych praktyk osiągają doskonałe wyniki. Użytkownicy aplikacji Beep znajdują najlepszą praktykę, przeszukując bazę wiedzy tylko za pomocą charakterystycznych wskaźników, dzięki czemu użytkownik szuka inspiracji i informacji. To dotyczy tylko najlepszych praktyk i nie obejmuje analizy porównawczej. Użytkownik prawdopodobnie szuka pomysłów i inspiracji, jak zrobić coś, czego jeszcze nie próbował, a zatem nie potrzebuje analizy porównawczej "(BEEP, GLOSARIUSZ, w„ Ankieta i przegląd zasobów studium przypadku ", czerwiec 2001)

Po pierwsze, można zauważyć, że w niektórych przypadkach mówimy o Dobrych Praktykach, a w innych o Najlepszych Praktykach. Zauważmy najpierw możliwość uprzywilejowania „dobrego" nad „najlepszym", ponieważ „najlepszy" nie wymaga marginesów usprawnień i wydaje się, że przypisuje optymalny poziom do przypadku lub praktyki bez uwzględnienia specyficznego kontekstu, w którym jest realizowany. Co więcej, należy również wziąć pod uwagę zmienną „czasu": wolimy używać terminu Dobry zamiast Najlepszego, wiedząc, że podejścia stale się rozwijają i są aktualizowane. Biorąc pod uwagę, że celem tej konkretnej analizy jest zastosowanie pewnego rodzaju technologii, takiej jak technologia VR i AR, i biorąc pod uwagę okres jej ewolucji, wysoce wskazane jest użycie terminu Dobry zamiast Najlepszego.

Dobra praktyka charakteryzuje się również ośmioma wymogami. A zatem, musi ona być:

- skuteczna: tzn. musi mieć pozytywny i namacalny wpływ na użytkowników oraz na promocję uczestnictwa obywatelskiego;

- wykonalna;

- wymierna: tzn. musi dawać możliwość kwantyfikacji wpływu inicjatywy;

- innowacyjna: tzn. zdolna do tworzenia nowych i kreatywnych rozwiązań w celu osiągnięcia celów w porównaniu z innymi podobnymi doświadczeniami;

- zrównoważona: tzn. zdolna do budowania / produkowania czegoś przy użyciu istniejących zasobów lub zdolność do generowania nowego;

- zbywalna: tzn. powinna mieć potencjał do replikacji i dlatego powinna dać się przystosować do podobnych celów w różnych sytuacjach. Wszystkie zastosowania Dobrych Praktyk mają główną zasadę przenoszenia, ale nie zawsze wyjaśnia ona ich ograniczenia. W rzeczywistości bezpośrednia możliwość przeniesienia praktyki we wszystkich jej komponentach jest silnie ograniczona przez zmienność warunków kontekstowych (normatywnych, kulturowych, językowych, organizacyjnych). Najłatwiejsze do przeniesienia są z pewnością rozwiązania ICT, które mogą wymagać stosunkowo ograniczonych dostosowań (głównie skalowalności i dostosowania do potrzeb indywidualnych). Przeniesienie nie powinno dotyczyć całych

praktyk, ale raczej stymulować kreatywność, autorefleksję, zdolność do analizy, świadomość potencjalnych i krytycznych problemów;

- widoczna: tzn. odnosić się do rozgłosu uzyskanego dzięki praktyce, szczególnie istotnego w przypadku usług, które mają być promowane;

- ucząca i budująca relacje: tzn. mająca zdolności do generowania możliwości uczenia się lub tworzenia zależności w procesie uczenia się;

W oparciu o literaturę i wkład ekspertów grupa robocza ds. Najlepszych Praktyk CDC stworzyła strukturę z 2 powiązanymi komponentami. Pierwszym z nich jest **Wpływ**, zestaw wymagań wymienionych powyżej: skuteczność, zakres, wykonalność, trwałość i możliwość przenoszenia. Drugim jest **Jakość Dowodu**, która zmienia się ze słabej na rygorystyczną. Na styku wpływu i jakości dowodów znajduje się kontinuum praktyk reprezentujących wiedzę: od wschodzących po obiecujące, aż po najlepsze. Dobra praktyka jest w rzeczywistości wszystkim, co nie jest najlepsze (nowe, obiecujące, wiodące). W konkretnym przypadku analizy doświadczeń związanych ze stosowaniem rzeczywistości rozszerzonej (AR, VR, MR, XR) do celów edukacyjnych i komercyjnych można stwierdzić, że obecnie Dobre Praktyki kończą się na wyłaniającym się / obiecującym poziomie. Nie ma jednego modelu, który byłby inspirujący dla wszystkich innych.

RYSUNEK 1. KONCEPCYJNE RAMY PLANOWANIA I POPRAWY PRAKTYK OPARTYCH NA DOWODACH.

Zasadniczo przyjęcie i propagowanie Dobrych Praktyk pozwala na rozpowszechnienie nowego społecznie odpowiedzialnego podejścia. Korzyści wynikające z przyjęcia Dobrych Praktyk dla firmy jak i w procesie planowania polityki firmy są następujące:

Dla firmy:

- ulepszanie, rozwijanie i zwiększanie już podjętych inicjatyw lub integracja nowych w sektorach jeszcze nie rozwiniętych

- optymalizacja procesów w celu uzyskania bardziej skutecznych i wydajnych ulepszeń

- poprawa relacji z interesariuszami

Do planowania polityki:

- tworzenie przykładów, którymi można się dzielić w celu poprawy konkurencyjności w określonym obszarze

- rozwijanie kultury odpowiedzialności społecznej poprzez konkretne przykłady

- poprawa wizerunku terytorium

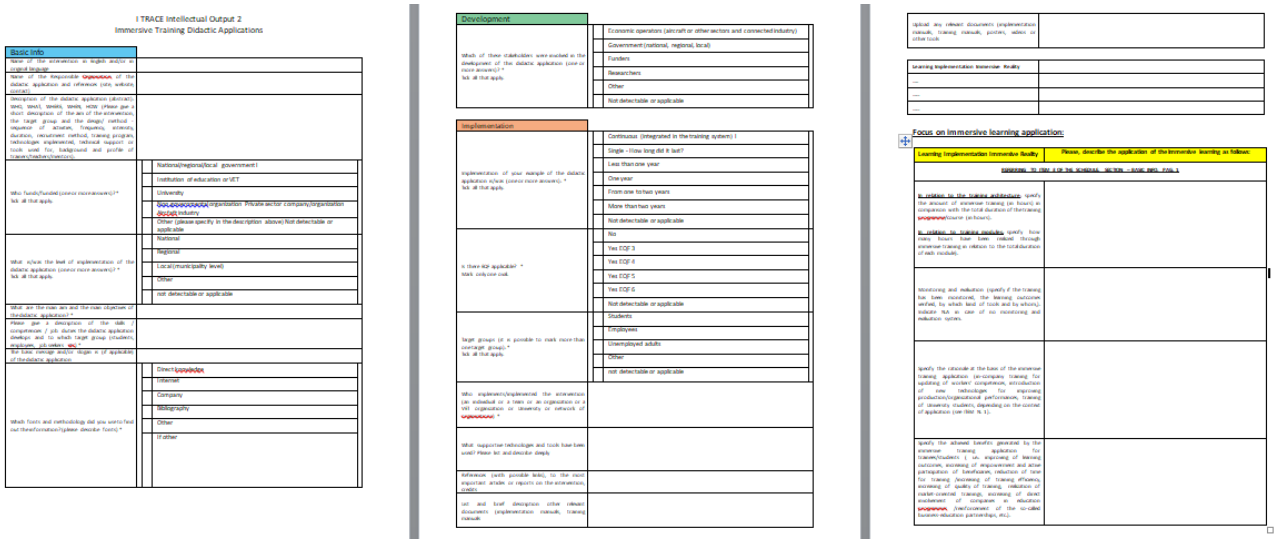
- rozwijanie partnerstw między różnymi kategoriami zainteresowanych stron

- promowanie, udostępnianie i wspólne planowanie

4.3. METODOLOGIA

Przyjęte podejście rozpoczyna się od zdefiniowania pola zainteresowań i ogólnego celu projektu I-Trace, którym jest stworzenie **pilotażowej grupy nauczycieli / trenerów zdolnych do zastosowania metodologii podejścia do immersywnego szkolenia**: ten dokument ma na celu wybór Dobrych Praktyk w dziedzinie szkolenia / edukacji (wyraźna prośba o wskazanie doświadczenia szkoleniowego). Procedurę operacyjną zastosowaną do gromadzenia danych opisano poniżej. Od pierwszej refleksji skupiono się na czynnikach, które sprawiają, że praktyki są odpowiednie, a w konsekwencji na ich gromadzeniu w określonym formacie do wypełnienia.

Poniżej format[1] który został wysłany do wszystich uczestników projektu do opracowania:



RYSUNEK 2. PRZYKŁAD FORMATU WYSŁANEGO DO WSZYSTKICH PARTNERÓW PROJEKTU I-TRACE W CELU ZEBRANIA DANYCH

W zależności od zaangażowanego partnera, działanie charakteryzowało się zbiorem materiału na temat omawianych doświadczeń, poprzez bezpośredni kontakt i wywiad z przedstawicielami firmy (Norwegia, Hiszpania i Polska), przez Internet (Hiszpania), poprzez bezpośrednie doświadczenie (Polska i Włochy) .

Kwestionariusz podzielony jest na trzy części: pierwsza związana jest z informacjami ogólnymi, druga część związana z opracowaniem i wdrożeniem doświadczenia dydaktycznego oraz trzecia, w której prośba dotyczyła szczegółowego opisu doświadczenia szkoleniowego.

W pierwszej części wymagane informacje to: nazwa interwencji, nazwa organizacji odpowiedzialnej, krótki opis wniosku dydaktycznego (kto, co, gdzie, kiedy, jak, kto finansuje i na jakim poziomie), jakie są główne cele aplikacji dydaktycznej są, oraz jaką metodologię zastosował partner w celu uzyskania informacji.

W drugiej sekcji wymagane informacje były następujące: obowiązujące EQF, grupy docelowe, kto wdraża / wdrożył interwencję, jakie technologie i narzędzia wspierające zostały zastosowane, indeksy.

W trzeciej części skupiono się na zastosowaniu immersywnego uczenia się:

- W odniesieniu do architektury szkolenia prosimy o określenie ilości szkolenia immersywnego (w godzinach) w porównaniu z całkowitym czasem trwania programu / kursu szkoleniowego (w godzinach),

- W odniesieniu do modułów szkoleniowych, prosimy o określenie, ile godzin zostało zrealizowanych poprzez szkolenie zanurzeniowe w stosunku do całkowitego czasu trwania każdego modułu),

- W odniesieniu do monitorowania i oceny prosimy o określenie, czy szkolenie było monitorowane, czy miała miejsce weryfikacja efektów uczenia się, za pomocą jakiego rodzaju narzędzi i przez kogo,

- W odniesieniu do głównego celu szkolenia prosimy o podanie uzasadnienia dla zastosowania immersywnego szkolenia (szkolenie wewnątrz firmy w celu aktualizacji kompetencji pracowników,

1 Prawidłową wizualizację formatu można znaleźć w załączniku A.

wprowadzenie nowych technologii w celu poprawy wydajności produkcyjnej / organizacyjnej; szkolenie studentów na uczelni wyższej, w zależności od kontekstu zastosowania

- Na koniec prosimy o określenie osiągniętych korzyści wygenerowanych przez zastosowanie immersywnego szkolenia dla stażystów / studentów (tj .: poprawa efektów uczenia się, zwiększenie upodmiotowienia i aktywnego uczestnictwa beneficjentów, skrócenie czasu szkolenia / zwiększenie wydajności szkolenia, zwiększenie jakości szkoleń, realizacji szkoleń zorientowanych na rynek, zwiększenia bezpośredniego zaangażowania firm w programy edukacyjne / lub wzmocnienia tzw. partnerstw biznesowo-edukacyjnych itp.).

4.4. WYNIKI

W tym akapicie opisano każde doświadczenie dydaktyczne - uważane za Dobre Praktyki - w podziale na kraj pochodzenia.

4.4.1. HISZPANIA

Hiszpańscy partnerzy, Institut Illa dels Banyols i Consell General de les Cambres Oficials de Comerc Industry Navegacio de Catalunya poinformowali o czterech doświadczeniach dydaktycznych, bezpośrednio od firm:

- Jif2land (EURECAT)

- DAR System - Visualización avanzada de órdenes de trabajo sobre clon virtual (INNOVAE)

- Formación de maquinistas de grúas y carretillas (PUERTO PASAJES)

- Szkolenie wirtualne (ACCIONA)

Należy podkreślić, że tylko dwa z czterech doświadczeń są związane z sektorem lotniczym i kosmicznym, ale wszystkie z nich są powiązane z celem edukacyjnym / szkoleniowym i / lub konserwacji i utrzymania sprzętu.

4.4.1.1. PROJEKT JIF2LAND - - PRZYRZĄDY MOCUJĄCE I ELEMENTY MOCUJĄCE DO MONTAŻU SKRZYDEŁ O NATURALNYM PRZEPŁYWIE LAMINARNYM (ANG. JIGS AND FIXTURES FOR ASSEMBLY OF THE LAMINAR WING AT THE BLADE FLIGHT TEST DEMONSTRATOR FINAL ASSEMBLY LINE (EURECAT))

RYSUNEK 3. PRZYKŁAD SAMOLOTU A340 ZE SKRZYDAŁMI O NATURALNYM PRZEPŁYWIE LAMINARNYM

Unijny projekt JIF2LAND rozpoczęto w dniu 01.09.2014 r. i zakończono w dniu 31.12.2016 r. Był finansowany z siódmego programu ramowego Unii Europejskiej w ramach inicjatywy Czyste niebo (ang. Clean Sky) w celu opracowania innowacyjnej i zaawansowanej technologii zmniejszającej emisję CO2, hałasu generowanego przez samoloty i stopnia oporu. W ramach projektu JIF2LAND przeprowadzono innowacyjny projekt, produkcję i dostawę wszystkich niezbędnych narzędzi do montażu skrzydeł o naturalnym przepływie laminarnym w ramach projektu BLADE (Breakthrough Aircraft Demonstrator in Europe). Projekt BLADE to inicjatywa prowadzona przez Airbus w ramach europejskiego programu „Czyste niebo", którego celem była ocena technologii skrzydeł o naturalnym przepływie laminarnym w komercyjnych statkach powietrznych w celu zmniejszenia zużycia paliwa, a tym samym wpływu transportu lotniczego na środowisko (redukcja do 5% emisji CO2).

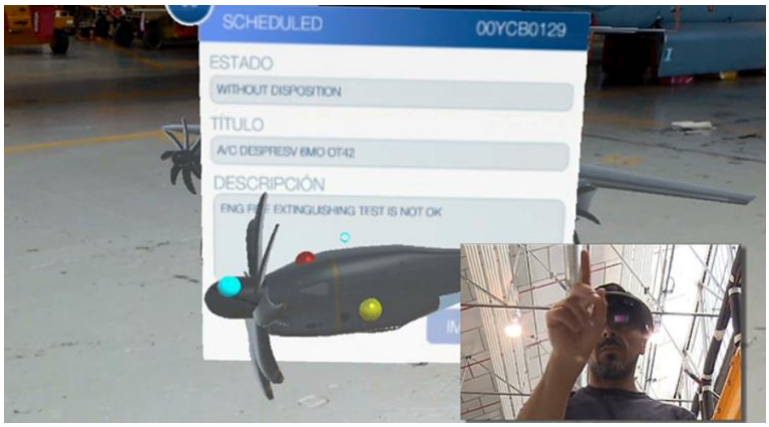
W ramach projektu JIF2LAND, przeprowadzonego przez konsorcjum utworzone przez Aritex i Eurecat (Centre Tecnològic de Catalunya), opracowano wszystkie narzędzia i przybory niezbędne do demontażu oryginalnych skrzydeł Airbusa i montażu skrzydeł o naturalnym przepływie laminarnym w celu przeprowadzenia testów, od fazy koncepcyjnej do dostawy. W tym celu Aritex i Eureca opracowały wydajne narzędzia do jednorazowego użytku do zamontowania i zdemontowania skrzydeł laminarnych w samolocie testowym A340. Na zewnątrz samolot jest wyposażony w dwa reprezentatywne transoniczne laminarne skrzydła zewnętrzne, natomiast w kabinie znajduje się wysoce złożona specjalistyczna stacja testowania i oprzyrządowania w locie. Obszerne modyfikacje samolotu testowego A340-300 miały miejsce podczas 16-miesięcznej grupy roboczej w Tarbes we Francji, przy wsparciu wielu partnerów przemysłowych z całej Europy. Pod względem technologii testowania nowinki technologiczne obejmowały zastosowanie kamer na podczerwień do monitorowania punktów przejścia przepływu laminarnego oraz generatora akustycznego, który mierzy wpływ akustyki na laminarność. Kolejną nowością zastosowaną przez zespół BALDE jest innowacyjny system reflektometryczny, który mierzy ogólne odkształcenie w czasie rzeczywistym podczas lotu. Do tej pory Flight Lab wykonał 66 godzin lotu.

4.4.1.2. SYSTEM DAR - VISUALIZACIÓN AVANZADA DE ÓRDENES DE TRABAJO SOBRE CLON VIRTUAL (INNOVAE)

Celem projektu była poprawa systemów wizualizacji informacji o planowanych operacjach i defektach w obszarze produkcji i konserwacji samolotu A400M.

RYSUNEK 4. PRZYKŁAD SZKOLENIA Z KONSERWACJI SPRZĘTU PRZY UŻYCIU SYSTEMU DAR

Ten proces doskonalenia został opracowany poprzez zastosowanie różnych aplikacji opracowanych specjalnie dla tabletów, okularów rzeczywistości rozszerzonej Microsoft Hololens i okularów rzeczywistości wirtualnej HTC VIVE. Za pomocą tego sprzętu technicy mogą manipulować cyfrowym modelem statku powietrznego i uzyskiwać dostęp do różnych sekcji - trudno dostępnych - w celu zbadania ich statusu. Mogą również raportować wykryte wady i incydenty.



RYSUNKE 5. PRZYKŁAD OKULARÓW HTC VIVE

Wdrożone nowe systemy wizualizacji znacznie poprawiły wydajność w podejmowaniu decyzji, przydziale personelu i rozwiązywaniu otwartych incydentów.

4.4.1.3. PROJEKT FORMACIÓN DE MAQUINISTAS DE GRÚAS Y CARRETILLAS (PUERTO PASAJES)

Głównym celem projektu jest szkolenie operatorów dźwigów i wózków widłowych. Koncentruje się on na wirtualnej symulacji kompatybilnej z platformą HTC VIVE, która służy do szkolenia w obsłudze dźwigów i wózków widłowych w porcie. Moduł obejmuje doświadczenia szkoleniowe w zakresie wózków widłowych zarówno do załadunku, jak i rozładunku towarów ze statku. Ponadto obejmuje wciągające doświadczenia w zakresie szkolenia operatorów dźwigów w zakresie rozładunku szpul ze statków i załadunku ich na ciężarówki.

RYSUNEK 6. PRZYKŁAD PLATFORMY HTC VIVE

Aby zapewnić precyzję szkolenia, symulowano fizykę obciążeń zarówno w dźwigach, jak i ciężarówkach. Jest to zrewolucjonizowany moduł szkoleniowy z systemem śledzenia incydentów i narzędziami oceny dla użytkowników.

4.4.1.4. SZKOLENIE WIRTUALNE (ACCIONA)

Projekt „Augmented Facility Management" łączy rzeczywistość wirtualną i rozszerzoną jako narzędzia do szkolenia pracowników, a także do utrzymania obiektów. Technik jest praktycznie zanurzony w instalacji i wykonuje różne zadania konserwacyjne. Czas spędzony w symulatorze pozwala użytkownikom na zapoznanie się z codziennymi zadaniami i uzyskanie bezpośredniej wiedzy o charakterystyce zakładu bez konieczności fizycznego odwiedzania obiektów. Dzięki rzeczywistości wirtualnej powstaje kilka środowisk szkoleniowych i edukacyjnych, umożliwiających łatwiejszy proces szkolenia i unikających wszelkiego rodzaju ryzyka związanego z zadaniem. Rozwiązanie zapewnia zdalny i jednoczesny dostęp do sesji szkoleniowej kilku studentom. Co więcej, rozszerzona rzeczywistość pozwala operatorom monitorować zakład w czasie rzeczywistym i zdalnie kontrolować jego operacje z dowolnego miejsca na świecie.

RYSUNEK 7 PRZYKŁAD WIRTUALNEJ SESJI SZKOLENIOWEJ W ACCIONA

4.4.2. WŁOCHY

Włoscy partnerzy Istituto E. Fermi i Cadland srl zgłosili cztery doświadczenia edukacyjne z firm i uniwersytetów:

- VIP Lab (Virtual Prototyping Lab) - Università degli studi di Modena e Reggio Emilia
- CERVIA - Zaawansowane i innowacyjne metody certyfikacji i walidacji
- Działania szkoleniowe w Alenia Aermacchi
- Green Spirit Electrolux
- Wdrażanie rzeczywistości rozszerzonej do obsługi samolotów: codzienne studium przypadku inspekcji
- Rzeczywistość rozszerzona w ramach działań związanych z utrzymaniem śmigłowca, wyniki TELL ME

Należy podkreślić, że wszystkie doświadczenia mają na celu szkolenie studentów lub techników i / lub konserwację samolotów.

4.4.2.1. VIP LAB (VIRTUAL PROTOTYPING LAB) – UNIVERSITÀ DEGLI STUDI DI MODENA E REGGIO EMILIA

Vip Lab to zaawansowane laboratorium symulacyjne, które zapewnia zaawansowane metody projektowania i inżynierii dla Przemysłu 4.0, wzbogacone o podwyższoną wiedzę i najnowocześniejsze technologie jako uzupełniające się i synergiczne zasoby do opracowywania innowacyjnych, zrównoważonych i inteligentnych produktów i procesów.

Główne cele VipLab to:

- Zintegrowanie projektowania i modelowania z procesem inżynieryjnym
- Zapewnienie metod i narzędzi dla technologii rzeczywistości wirtualnej
- Wspieranie firm w opracowywaniu symulacji skoncentrowanych na człowieku
- Zapewnienie protokołów i narzędzi do analizy User Experience

Projekt ma na celu zbadanie nowego innowacyjnego podejścia do inżynierii i nauczania z wykorzystaniem VR i technologii immersywnych.

Obszary badawcze to:

- Nowe metody i zaawansowane animacje w celu optymalizacji zachowań procesu produkcyjnego

- Definicja protokołów oceny interakcji człowiek-maszyna ad-hoc dla obciążenia fizycznego i poznawczego

- Wirtualny montaż / demontaż / konserwacja

- Wirtualne aplikacje szkoleniowe i porównanie z tradycyjnymi praktykami

- Nowe metody i narzędzia do optymalizacji linii produkcyjnej i optymalizacji zadań, układu i przepływów

- Zaawansowana analiza interakcji oparta na monitorowaniu człowieka (przechwytywanie ruchu, śledzenie ruchu gałek ocznych i przetwarzanie czynności użytkownika

- Symulacja wspólnych zadań człowiek-robot

- Laboratorium jest wyposażone w technologie wirtualnej rzeczywistości i monitorowania ludzi:

- CADwall firmy STEWART (6 x 2 metry) z tylną projekcją i specjalnym szklanym podłożem dla wysokiej luminescencji

- Dwa wydajne projektory GALAXY NW-7 (7000 lumenów) firmy BARCO - Aktywne okulary do oglądania stereoskopowego przez VOLFONI i emiter częstotliwości radiowej

- System śledzenia z kamerami BONITA firmy VICON

- Interaktywne urządzenia nawigacyjne (APEX firmy VICON, Wiimote firmy Nintendo)

- System dźwięku 3D z dźwiękiem Dolby Surround firmy DENON

- Eye-tracker firmy TOBII (Glasses 2 Pro)

- Biosensor BH3 firmy ZEPHYR do rejestrowania istotnych parametrów

- Okulary Augmented Reality firmy GLASSUP

Ponadto ViPLab korzysta z najbardziej zaawansowanego oprogramowania do wirtualnego prototypowania i interaktywnych wciągających symulacji 3D, renderowania estetycznego i produkcji cyfrowej:

- CATIA i DELMIA firmy Dassault Systemes

- VRED firmy Autodesk

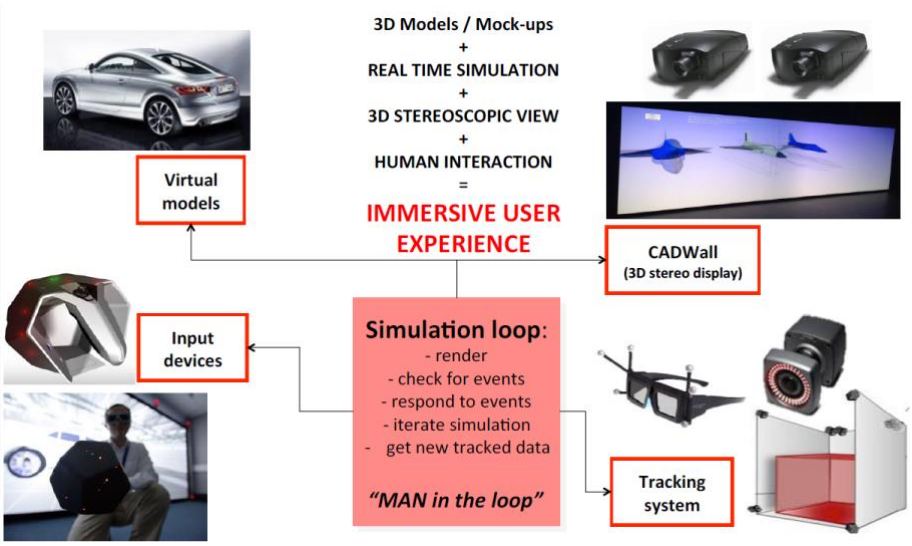
- TECNOMATIX i JACK firmy Siemens PLM

- IC.IDO by ESI

- Nexus i Tracker firmy VICON

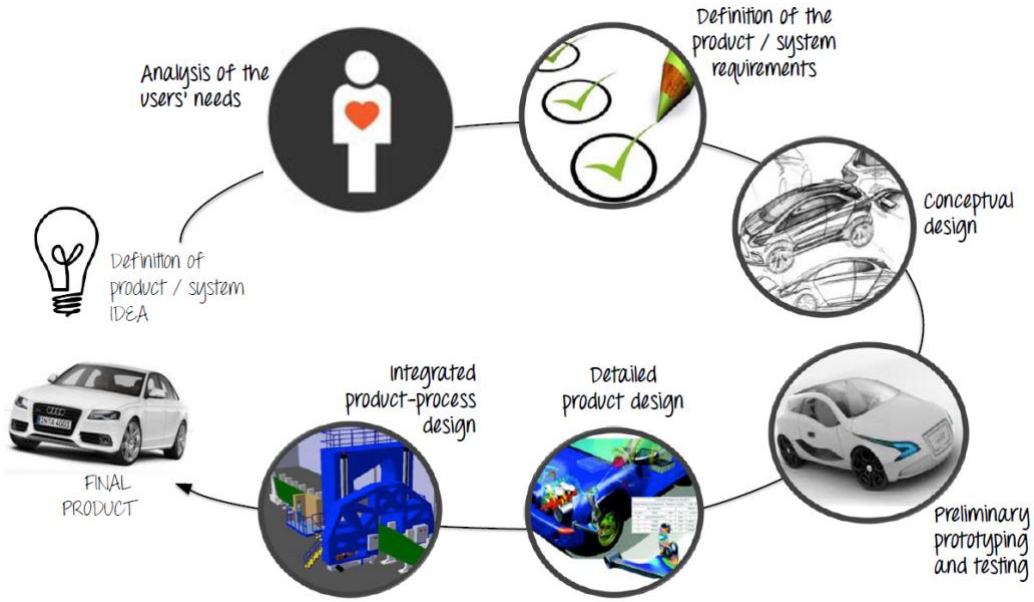
Laboratorium VIP służy do wielu celów, ale jednym z głównych działań jest przeprowadzanie zajęć z wykorzystaniem immersyjnych, realistycznych i zaawansowanych symulacji. Laboratorium VIP realizuje także prawdziwy transfer technologii z uczelni do firm na poziomie lokalnym, krajowym i międzynarodowym oraz

do centrum szkolnictwa wyższego, które wspiera przedsiębiorstwa w ich rozwoju technicznym i technologicznym.



RYSUNEK 7. PRZYKŁAD LABORATORIUM PROTOTYPUJĄCEGO WIRTUALNIE

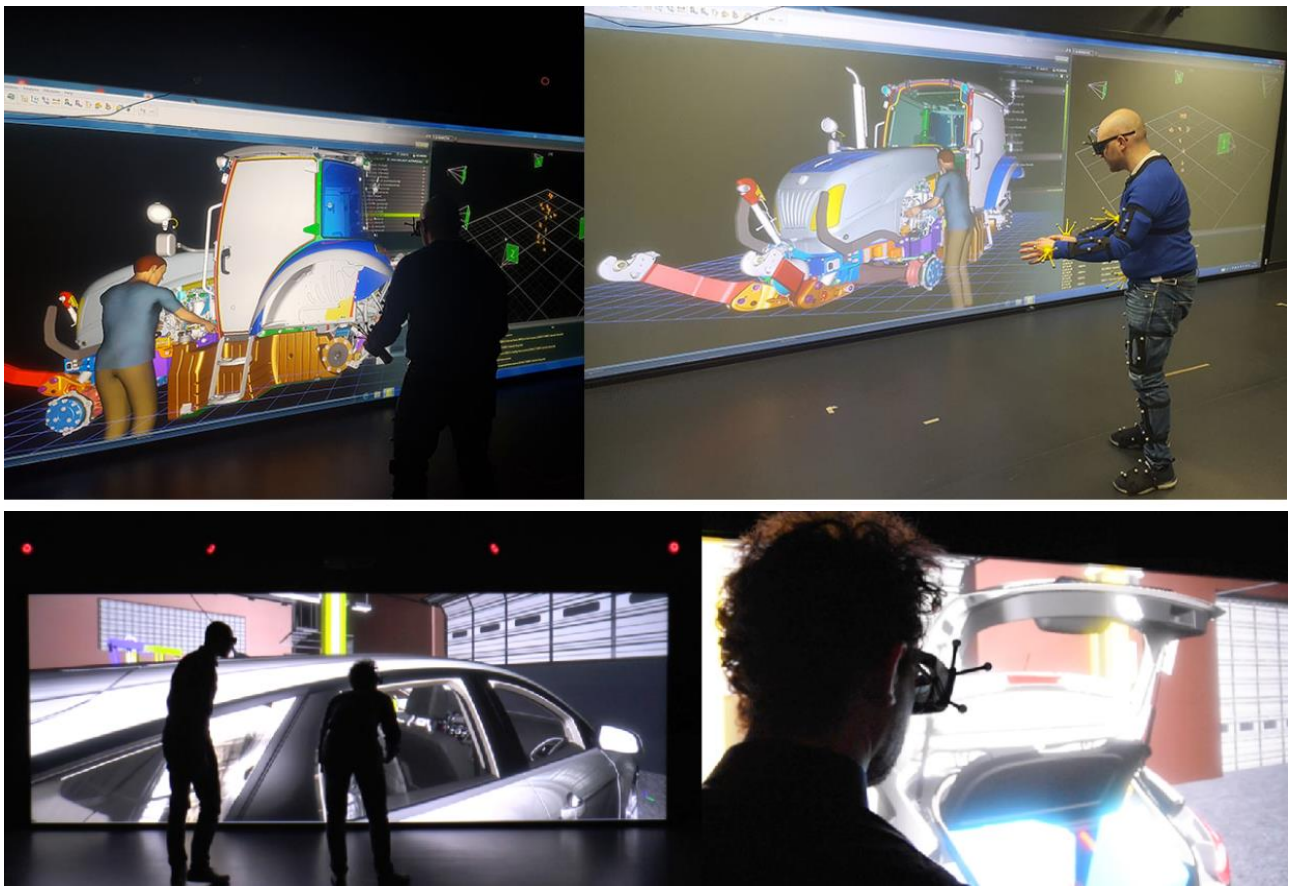
VIP Lab działa od 2016 roku i znajduje się na uniwersytecie w Modenie i Reggio Emilia (Wydział Inżynierii „Enzo Ferrari", Via Vivarelli 10, 41125 Modena (Włochy)), a laboratorium koordynuje prof. Marcello Pellicciari i prof. Margherita Peruzzini.



RYSUNEK 8. PRZYKŁAD CYKLU ŻYCIA PRODUKTU OF FAZY KONCEPCYJNEJ

Laboratorium to nowy sposób uczenia projektowania skoncentrowanego na człowieku a także projektowania przemysłowego. Jest to idealny typ szkolenia dla projektantów i inżynierów przemysłowych. Jest przeznaczony głównie dla sektora motoryzacyjnego / transportowego, ponieważ University of Modena i Reggio Emilia znajduje się w tzw. Motor Valley (Ferrari, Lamborghini, Maserati itp.), ale jest również wykorzystywany w innych sektorach (lotnictwo i obrona, pakowanie itp.). Laboratorium VIP koncentruje się na wirtualnych prototypach, a wszystkie jego działania mają na celu zbadanie, jak unikać stosowania fizycznych prototypów w inżynierii.

Badania opierają się na zdefiniowaniu i przyjęciu metod X-in-the-Loop, w szczególności symulacji Human-in-the-Loop (HITL): opracowanie interaktywnych makiet cyfrowych i immersywnych środowisk wirtualnych zgodnie z wymogami czynników ludzkich w celu przewidywania i optymalizowania interakcji człowieka z maszynami / interfejsami / systemami. Tworzenie wciągającej i interaktywnej wizualizacji o wysokim poziomie realizmu do nawigacji i interakcji z wirtualnymi prototypami w celu weryfikacji projektu i funkcji produktu / systemu, zgodnie z podejściem Human-in-the-Loop (HITL). Badania opierają się na zdefiniowaniu najbardziej odpowiedniego zestawu do określonych celów i porównaniu różnych ustawień systemu dla określonych zastosowań.



RYSUNEK 9. PRZYKŁAD LABORATORIUM PROTOTYPUJĄCEGO WIRTUALNIE

4.4.2.2. CERVIA – ZAAWANSOWANE I INNOWACYJNE METODY CERTYFIKACJI I WALIDACJI

Projekt został stworzony przez Distretto Aeronautico Campano (DAC) z udziałem ośrodków badawczych (Uniwersytet Neapolitański Federico II, Uniwersytet Kampanii Vanvitelli, Uniwersytet Salerno) oraz kilku dużych i średnich przedsiębiorstw działających w sektorze lotniczym. Do jego głównych celów należały:

- Optymalizacja i poprawa wydajności produktów lotniczych pod względem masy, funkcjonalności i jakości;

- Zminimalizowanie kosztów i czasu wprowadzenia na rynek, opracowanie odpowiednich architektur produktu płatowca, wykorzystanie innowacyjnych metod i technologii (inżynieria wirtualna) w celu poprawnej symulacji zjawisk fizycznych i automatyzacji procesu projektowania konstrukcji.

W szczególności partner UNINA-DII opracował ramy rzeczywistości wirtualnej do wspólnego projektowania i symulacji produktu / procesu. Ramy składają się z:

- Moduł do wciągającego przeglądu projektu komponentów lotniczych;

- Moduł do ergonomicznych analiz zarówno produktu, jak i przestrzeni roboczej;

- Moduł do symulacji interakcji ludzkiego robota w kooperacyjnych środowiskach przemysłowych;

- Moduł do wirtualnego szkolenia operatorów.

Laboratorium „Marte" oferuje wirtualne usługi prototypowania i zanurzone środowisko do przeprowadzania sesji przeglądu projektu złożonych produktów i systemów. Z tej usługi, dedykowanej interdyscyplinarnym zespołom ds. Zintegrowanego rozwoju produktu, działającym w zaawansowanych technologicznie sektorach, można korzystać już na początkowych etapach procesu projektowania, gdy tylko będą dostępne pierwsze pliki produktu CAD i przez cały jego cykl rozwoju, co daje możliwość interakcji z wirtualny prototyp na długo przed jego fizyczną realizacją. Przekłada się to na możliwość wcześniejszego zapobiegania błędom projektowym, zwiększania jakości produktu, a jednocześnie skrócenia czasu i kosztów rozwoju.

Główne działania to:

- Pomiar w środowisku wirtualnym cech estetycznych produktów przemysłowych

- Przegląd projektu: pomiar krytyczności projektu w środowisku wirtualnym

- Pomiar właściwości konserwacyjnych złożonych zespołów w środowisku wirtualnym

- Pomiar użyteczności produktów przemysłowych w środowisku wirtualnym

- Pomiar cech jakościowych produktów przemysłowych w środowisku wirtualnym

- Pomiar interakcji człowiek-robot na liniach montażowych

W krótkim okresie uwzględnione zostaną aspekty starzenia się środowiska oraz nieniszcząca kontrola i monitorowanie zdrowia. Aspekty procesu zostaną również uwzględnione przy użyciu odpowiednich modeli symulacyjnych i wpływu obecności defektów na zachowanie struktur lotniczych. Szczegółowe pogłębione badanie poświęcone będzie technikom uszczuplonej produkcji a także wpływu inżynierii na środowisko (inżynieria ekologiczna).

4.4.2.3. DZIAŁALNOŚĆ SZKOLENIOWA W ALENIA AERMACCHI

Sektor lotniczy i kosmiczny a także obronny wymagają ciągłego doskonalenia działań inżynieryjnych i szkoleniowych, a technologie immersywne są naprawdę ważne, zważywszy na wymiary modeli i niejednokrotnie krytyczne sytuacje. Wciągająca wirtualna sala została zrealizowana przez Cadland dla Alenii Aermacchi (obecnie Leonardo) w Turynie w 2012 r., w celu usprawnienia przeglądu projektów i działań szkoleniowych. Wciągająca wirtualna sala była w połowie instalacją typu CAVE. Zbudowana głównie z dwóch pionowych ekranów ustawionych pod kątem 90 ° zanurzająca wirtualna sala jest w stanie idealnie zanurzyć użytkownika w modelu lub środowisku wirtualnym.

RSUNEK 10. PRZYKŁAD DZIAŁALNOŚCI SZKOLENIOWEJ W ALENIA AERMACCHI

Technologie wspomagające i ich cele to:

- Poprawa przeglądu projektu i działań szkoleniowych.

- Stereoskopowe systemy projekcyjne Barco 3D (2 projektory).

- Klaster graficzny.

- Elastyczne ekrany przesunięte o 90 °.

- System śledzenia ART.

- Software Techviz.

Z okazji corocznego Międzynarodowego Forum szkolenia wojskowego, które odbyło się w kwietniu 2015 r. w Pradze, Alenia Aermacchi po raz pierwszy zaprezentowałą demonstracyjny system szkolenia naziemnego nowego odrzutowca do podstawowego i zaawansowanego szkolenia pilotów wojskowych M-345 (Urządzenie demonstrujące szkolenie naziemne - GDD).

RYSUNEK 11. PRZYKŁAD DEMONSTRATORA M-345

Demonstrator lotu M-345, z barwami „Frecce Tricolori", to zaawansowany symulator lotu, który odtwarza właściwości lotu M-345 HET (ang. High Efficiency Trainer) stworzony przez Alenia Aermacchi i reprezentujący wierną replikę kokpitu i głównych przyrządów kontrolnych samolotu. Różne elementy składające się na naziemny system szkolenia - w tym symulatory lotów i komputerowe narzędzia edukacyjne - są kluczowym elementem nowego zintegrowanego systemu szkolenia M-345 HET. M-345 HET oferuje siłom lotniczym ekonomicznie korzystne i skuteczne rozwiązanie, dzięki znacznemu ograniczeniu kosztów pozyskania i eksploatacji, porównywalnym z kosztami symulatora turbośmigłowego o dużej mocy, który zapewnia znacznie niższą wydajność i efektywność szkolenia.

Za pomocą M-345, wykonując taką samą liczbę godzin lotu, student pilotażu może ukończyć proces szkolenia o znacznie wyższym poziomie kompetencji niż przy użyciu symulatora turbośmigłowego, wliczając w to zarządzanie czujnikami i uzbrojeniem oraz procedury powietrze-powietrze i powietrze ziemia. Siły powietrzne mogą skrócić czas lotu w fazie podstawowej, na przykład ze 120 do 90, lub utrzymać 120 godzin, ale

wprowadzając taktykę, a w konsekwencji skrócić kolejną fazę szkolenia na zaawansowanym symulatorze z 70 do 50 godzin (ponad 28% mniej), dzięki czemu uzyskuje się duże oszczędności ekonomiczne.

4.4.2.4. GREEN SPIRIT FIRMY ELECTROLUX

Cyfryzacja szybko zmienia nasze środowisko pracy jeśli chodzi o sposoby działania i zaczyna zwiększać wartość oraz konkurencyjność firm. Korzystanie z tej technologii oznacza, że technik na miejscu może pracować bez użycia rąk, a problem można szybko i łatwo zidentyfikować bez nieporozumień. Redukuje się koszty podróży, oszczędza czas i zmniejsza awaryjność, a sprzęt szybciej wraca do pracy (Carsten Franke, SVP Industrial Operations, Major Appliances EMEA)

Electrolux wprowadza technologię rzeczywistości rozszerzonej w 16 fabrykach w Europie, na Bliskim Wschodzie i w Afryce (EMEA), ponieważ cyfrowa transformacja zwiększa wydajność i zapewnia lepsze miejsce pracy. Zastosowanie tej technologii do zdalnej konserwacji przyspiesza proces konserwacji i utrzymuje ciągłość linii produkcyjnych. Rozszerzona i wirtualna rzeczywistość jest tylko jednym z narzędzi cyfrowych, które mogą pomóc nam w optymalizacji i zwiększeniu wydajności, szczególnie jeśli chodzi o projektowanie lub konserwację w naszych procesach produkcyjnych.

Dzięki aplikacji mobilnej, która wykorzystuje rozszerzoną rzeczywistość, aby pomóc technikom w terenie - pomoc sprowadza się do jednego naciśnięcia przycisku. Zakładając inteligentne okulary lub tablet, technik na miejscu może współpracować w czasie rzeczywistym z inżynierem-ekspertem w innej lokalizacji. Inteligentne okulary lub tablet filmują to, co widzi technik na miejscu, i przesyłają te zdjęcia do komputera inżyniera. Inżynier może następnie poprowadzić technika do rozwiązania problemu, a także udostępnić instrukcje graficzne, obrazy i dokumentację techniczną.

Electrolux nie korzysta z wirtualnego laboratorium wyłącznie do celów edukacyjnych, ale także do zastosowań komercyjnych. Wirtualny pokój zbudowany w 2009 roku miał na celu szkolenie przedstawicieli handlowych w firmie REX Electrolux we włoskich regionach. Projekt ten był bardzo udany iz tego powodu został sklonowany w innej części świata: Brazylii, Szwecji itp. Projekt był wynikiem współpracy Rex Electrolux i Centrum Badawczego FIAT (obecnie FCA). Wirtualny pokój znajduje się w Porci (PN - Włochy).

Technologiami wspomagającymi są:

- Stereoskopowy system projekcji Barco 3D.
- System śledzenia ART.
- Sztywny ekran o szerokości 5 m (szkło).
- Wydajny silnik graficzny.

4.4.2.5. WDRAŻANIE ROZSZERZONEJ RZECZYWISTOŚCI W OBSŁUDZE TECHNICZNEJ STATKÓW POWIETRZNYCH: CODZIENNA KONTROLA (STUDIUM PRZYPADKU)

Poniższy artykuł opisuje studium przypadku przeprowadzone przez Francescę De Crescenzio i Massimiliano Fantini (profesor nadzwyczajny i były pracownik naukowy na Wydziale Inżynierii Przemysłowej

- Uniwersytet Boloński) na temat wdrożenia prototypu AR w obsłudze technicznej samolotów. Badanie zostało przeprowadzone we współpracy z Aerospace Research Center (Centro di Ricerca Aerospaziale).

Pracownicy obsługi technicznej w branży lotniczej wykonując swoją pracę muszą pracować pod dużą presją, związaną z czasem i wydajnością. Co więcej, ich aktywność jest bardzo stresująca, ponieważ błędy konserwacyjne mogą nie ujawnić się nawet przez kilka dni lub miesięcy później, aż do wypadku. Błędy takie zostały wyraźnie sklasyfikowane przez NTBS (ang. American National Transportation Safety Board), w której przedstawiono pełną systematykę. Niektóre z głównych zagrożeń związanych z utrzymaniem obejmują ryzyko pominięcia przejść w procedurze (naruszenia procedur) oraz ryzyko automatycznego wykonania procedury, która może być nieodpowiednia w danym momencie (pomyłki). Ponadto należy wziąć pod uwagę techniczne nieporozumienia związane z dokumentacją obsługi technicznej (instrukcje techniczne lub karty pracy) oraz dodatkowymi umiejętnościami informatycznymi (informatycznymi) wymaganymi do pracy na samolotach nowej generacji. Mimo, że błędy popełniane przy obsłudze technicznej samolotów są poważnym zagrożeniem dla bezpieczeństwa lotniczego, istnieje niewiele narzędzi symulacyjnych i komputerowych do zarządzania problemami związanymi z czynnikiem ludzkim w tej dziedzinie. Głównymi zaletami korzystania z systemów komputerowych do szkolenia lub wspierania techników jest to, że komputery nie zapominają i mogą pomóc ludziom w zrozumieniu faktów.

Modelowanie 3D CAD (Computer Aided Design) i animacje CG (grafika komputerowa) mogą pomóc w redukowaniu błędów spowodowanych naruszeniami procedur, błędnymi interpretacjami faktów lub złym lub niewystarczającym szkoleniem praktycznym, zapewniając potężne narzędzia wiedzy i komunikacji, aby pomóc pracownikom technicznym w radzeniu sobie z głównymi typami błędów związanymi z naprawami i konserwacją.

W tym kontekście rozszerzona rzeczywistość (AR) została już zbadana jako obiecująca technologia do tworzenia zaawansowanych interfejsów. Opiera się ona na nałożeniu wirtualnego świata 3D i związanego z nim świata rzeczywistego 3D. Zatem główny problem dotyczy właściwego nakładania się dwóch źródeł wizualnych, kamery wirtualnej i prawdziwej kamery. W ostatniej dekadzie wiele aplikacji AR zostało zbudowanych na algorytmach opartych na markerach, które obliczają pozę kamery na podstawie przechwyconego obrazu wideo. System AR Toolkit, pierwotnie opracowany przez firmę Kato, jest powszechnie znanym przedstawicielem podejścia opartego na markerach rozszerzonej rzeczywistości.

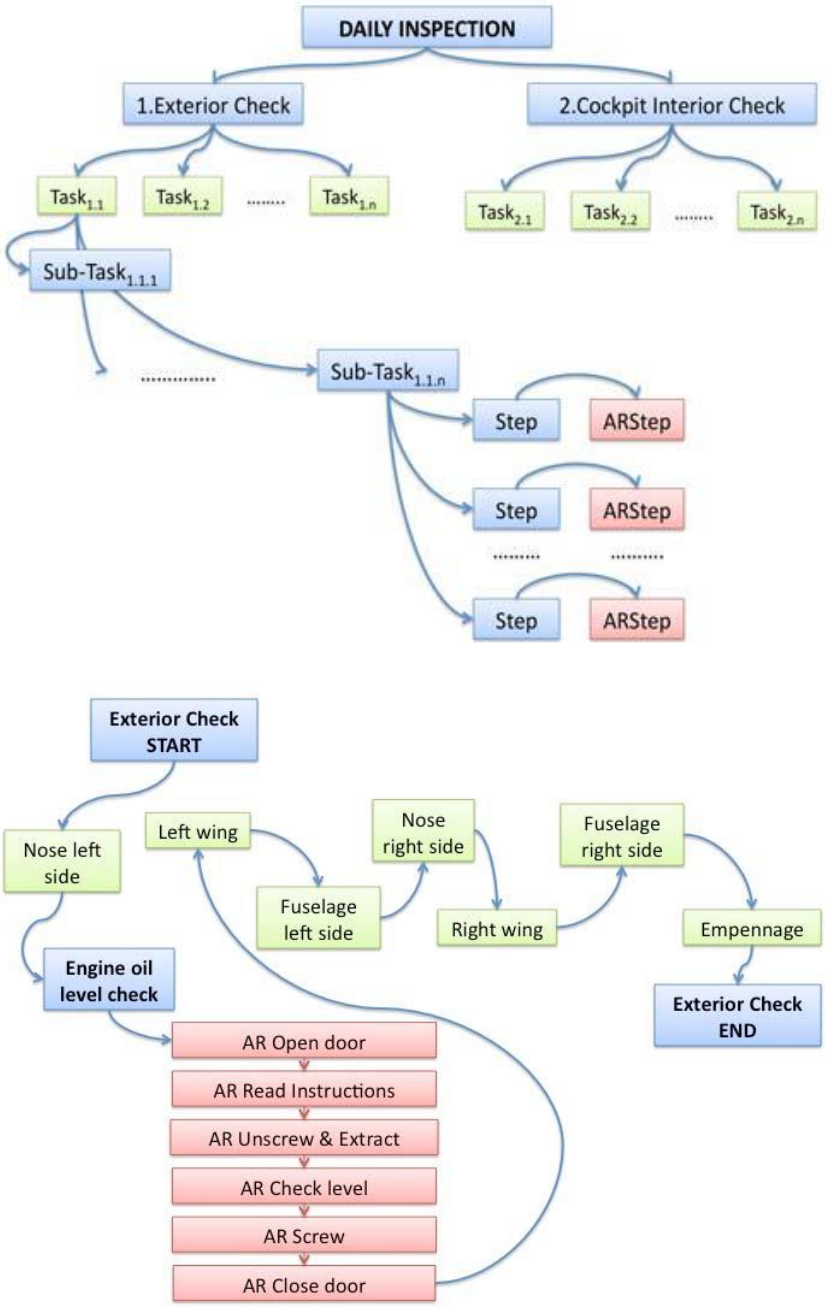
Niestety konieczność umieszczenia markerów na powierzchni samolotu wpłynęła na jej skuteczne wdrożenie w przemyśle. Ponadto inne problemy, takie jak użyteczność uciążliwego sprzętu i złożoność tworzenia treści cyfrowych, przyczyniły się do ograniczenia jego wykorzystania.

Aby rozwiązać te ograniczenia, badacze, którzy przeprowadzili to studium przypadku, opracowali prototypowy system AR oparty na technice szacowania pozy kamery bez markerów, rozpoczynając od analizy zadań samolotu ogólnego. Przedstawiona jest również ocena użyteczności.

W firmie serwisowej jest kilka problemów, z którymi należy się zmagać każdego dnia. Spośród różnych czynności wykonywanych przez techników naukowcy wybrali codzienną inspekcję samolotu Cessna C.172P (rys. 1), powszechnie wykorzystywanego w szkołach pilotażu.

RYSUNEK 12. CESSNA C.172P

Skoncentrowali się na badaniu technicznym przeprowadzonym przed pierwszym lotem w ciągu dnia. Dokumentacja użyta do przeprowadzenia tej inspekcji oraz do sprawdzenia wydajności i zdatności do lotu to Instrukcja obsługi technicznej statku powietrznego i Instrukcja lotu. Z pomocą doświadczonych operatorów cała procedura została wdrożona w hierarchicznej analizie zadań. Zidentyfikowano trzy poziomy podziału dla badania zewnętrznego i wewnętrznego. Pierwszy poziom odpowiada zadaniu do wykonania; drugi poziom dotyczy podzadania, które można podzielić na pojedyncze kroki odpowiadające trzeciemu poziomowi. (Rys. 2 a). Podpunkt 1.1.1 Sprawdzanie poziomu oleju silnikowego (rys. 2 b.) wybrano jako studium przypadku, ponieważ w tej procedurze można wyróżnić różne rodzaje błędów związanych z badaniem technicznym samolotu a dotyczących czynników ludzkich. Co więcej, poszczególne etapy można rozszerzyć, stosując modele wirtualne i animacje, które implementują różne typy danych cyfrowych, takie jak cyfrowe repliki części i części lub symbole graficzne, takie jak strzałki i wskaźniki, aby przyciągnąć uwagę operatora lub wprowadzić go prawidłowe wykonanie zadania. Następnie opracowano scenariusze poszczególnych kroków wraz ze specjalistami od badań technicznych, dostarczając praktycznych przykładów zaobserwowanego ryzyka błędu i rodzaju informacji 3D, które można podać, aby wyraźnie wspierać operatora (Tabela 1).



RYSUNEK 13 A. HIERARCHICZNA ANALIZA ZADAŃ CODZIENNEJ INSPEKCJI SAMOLOTU

RYSUNEK 13 B. PROJEKT PROCEDURY OPARTEJ NA ROZSZERZONEJ RZECZYWISTOŚCI (AR) DLA PODZADANIA "SPRAWDZANIE POZIOMU OLEJU SILNIKOWEGO.

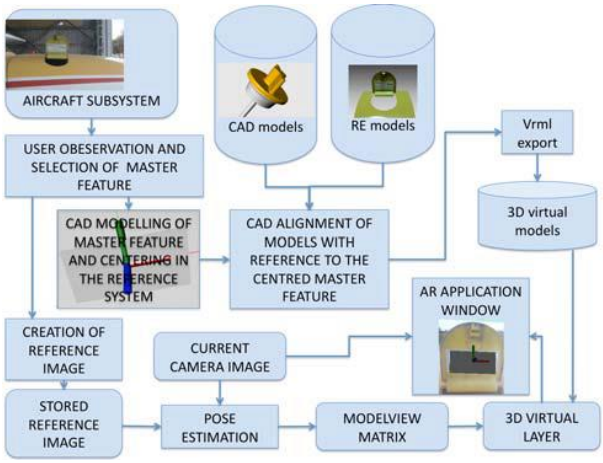
KROK	Ryzyko	INFORMACJA AR
Otwórz drzwiczki kontrolne		Animacja otwierania drzwiczek
Przeczytaj instrukcje które znajdują się w środku	Pominięcie tego kroku i użycie niewłaściwej specyfikacji oleju	Pojawienie się znacznika informacyjnego, w którym zgłaszane są specyfikacje konstruktora

Odkręcić korek oleju, przeciwnie do ruchu wskazówek zegara	Naciskając pokrętło zgodnie z ruchem wskazówkek zegara, odkręć bagnet	Okrągła strzałka wyraźnie pokazuje prawidłowy kierunek obrotu
Wyciągnąć bagnet olejowy	Dotknięcie rozgrzanego oleju	Animacja bagnetu 3D obracającego się i poruszającego się w górę, początkowo nałożonego na prawdziwy bagnet. Komunikat ostrzegawczy.
Sprawdzić poziom oleju	Błędy w przeliczaniu jednostek Błędy przy sprawdzaniu poziomu oleju	Przedstawienie prawidłoego i nieprawidłowego poziomu oleju na bagnecie 3D w celu przyciągnięcia uwagi użytkownika
Zakręcić korek oleju		Animacja bagnetu obracającego sie i poruszającego sie w dół
Zamknąć drzwiczki		Animacja zamykanych drzwiczek

TABELA 1: PROPOZYCJE WYKORZYSTANIA ROZSZERZONEJ RZECZYWISTOŚCI W CELU ZMNIEJSZENIA RYZYKA.

Baza danych 3D z zawartością cyfrową zawiera podstawowe modele 3D, takie jak symbole, strzałki i ramki oraz modele 3D części i elementów składowych części. Jeśli są dostępne, modele CAD komponentów można wykorzystać do wizualizacji AR; w przeciwnym razie cyfrowe repliki części mogą być modelowane lub uzyskiwane za pomocą technik inżynierii odwrotnej (ang. Reverse Engineering).

W tym studium przypadku modelowano cyfrowy bagnet olejowy za pomocą programu komputerowego Rhinoceros 3D, a drzwi i część kadłuba zrekonstruowano za pomocą skanera laserowego Minolta Vivid 9i. Modele 3D są eksportowane w formacie WRL i przechowywane w bazie danych.



RYSUNEK 14. SCHEMAT PRZEPŁYWU PROCEDURY TWORZENIA DOKUMENTÓW MULTIMEDIALNYCH

Baza danych treści cyfrowych jest skorelowana z urządzeniem po procedurze tworzenia dokumentów multimedialnych offline (rys. 3). Wdrożona metoda bez markerów (opracowana przez grupę profesora Di Stefano - DEIS - Uniwersytet Boloński) opiera się na stworzeniu obrazu referencyjnego, który łączy świat rzeczywisty ze światem wirtualnym. Ta metoda pozwala na śledzenie w czasie rzeczywistym naturalnych obiektów, zidentyfikowanych jako lokalne niezmienne cechy, tj. wzorce wizualne, które nie są ustalone na obiektach fizycznych do celów śledzenia, ale naturalnie istnieją na scenie. Jak pokazano niedawno w szczegółowej ankiecie, lokalne niezmienne cechy polegają na wizualnych wzorach (np. łaty, okrągłe plamy,

dowolnie ukształtowane obszary), które można wykryć i dopasować na naturalnych obrazach i wykazują niezmienność - lub odporność - na skalę i zmiany punktu widzenia, a także co do zmian jasności.

Zgodnie z metodą rozszerzonej rzeczywistości zastosowaną w tym doświadczeniu obraz referencyjny obiektu, który ma być powiększony, jest uzyskiwany raz na zawsze w celu wyodrębnienia lokalnych niezmiennych cech. Funkcje wyodrębnione z takiego obrazu referencyjnego są przechowywane w systemie do późniejszego wykorzystania. Podczas zadania system nieprzerwanie przetwarza strumień wideo pozyskany z kamery, a przetwarzanie każdej przychodzącej klatki składa się z dwóch etapów.

Po pierwsze, lokalne niezmienne funkcje są wydobywane z ramki i porównywane z funkcjami obrazu referencyjnego przechowywanego w systemie. Jeśli zostanie znaleziona wystarczająca liczba dopasowań, co sugeruje, że obiekt będący przedmiotem zainteresowania jest obecnie widziany przez kamerę, współrzędne pikseli odpowiednich cech są podawane do drugiego etapu przetwarzania. Składa się z algorytmu, który w oparciu o założenie, że kamera ogląda płaski obiekt, oblicza pozycję kamery na podstawie współrzędnych pikseli odpowiednich obiektów.

Dlatego taki obraz referencyjny musi istnieć dla każdego urządzenia lub podsystemu i należy wykonać procedurę korelacji offline, aby wyrównać rzeczywisty system referencyjny z lokalnym systemem referencyjnym pojedynczych obiektów wirtualnych. Operator, który tworzy treści cyfrowe, jest proszony o zidentyfikowanie jednej istotnej cechy urządzenia, zwanej „funkcją główną", i wirtualną lokalizację systemu odniesienia do wirtualnego świata opartego na takiej funkcji. Cecha główna powinna spełniać szereg wymagań: mieć prosty kształt (prostokątny, okrągły, trójkątny, ...), być łatwa do zmierzenia na rzeczywistym obiekcie i umieszczona na płaskiej powierzchni urządzenia. Ponieważ technika szacowania pozycji kamery opiera się na planarnym dopasowaniu obrazów, element główny działa jako marker płaski w metodach opartych na znacznikach, a świat wirtualny musi być dopasowany do rzeczywistych szacunkowych współrzędnych elementu głównego. W takim przypadku cechę główną można uznać za naturalny marker. Po ręcznej identyfikacji operator jest proszony o zrobienie zdjęcia urządzenia. Następnie obraz referencyjny należy uzyskać ręcznie modyfikując obraz, tak aby element znajdował się na środku obrazu, a rzeczywisty rozmiar elementu był replikowany na obrazie.

Ta procedura korelacji umożliwia szybkie utworzenie wirtualnej przestrzeni połączonej z prawdziwym urządzeniem po wybraniu funkcji i usunięciu obiektów wirtualnych w trybie offline za pomocą interfejsu CAD.

Aby zapewnić konfigurację eksperymentalną, zespół badawczy wdrożył prototyp uwzględniający niektóre podstawowe wymagania dotyczące użyteczności. System powinien obsługiwać operacje wykonywane na dużych obszarach (hangar). Nie powinno to utrudniać pracy operatora. Wreszcie, powinno być na tyle wygodne aby dał się nosić w sposób ciągły przez co najmniej pół godziny.

RYSUNEK 15. PROTOTYP WYŚWIETLACZA MONTOWANEGO NA GŁOWIE (ANG. HEAD MOUNTED DISPLAY)

Prototyp składa się zatem z następujących elementów sprzętowych, które zostały wybrane z systemów dostępnych od ręki, aby zminimalizować wagę, być względnie stabilne i utrzymać całkowity koszt na niskim poziomie (rys. 4):

- Regulowany plastikowy zestaw słuchawkowy wyposażony w:

o przezroczysty monitor Liteye LE750;

o kamerę internetowa Logitech;

- Notatnik.

Aplikacja oparta jest na stworzeniu okna o wirtualnej warstwie. Animacja 3D w warstwie wirtualnej zależy od określonego statusu interwencji naprawczej, ponieważ obsługa techniczna jest sekwencją operacji, które należy wykonać w odpowiedniej kolejności. Dlatego każde poddziałanie składa się ze skończonej liczby kroków dla poszczególnych urządzeń. Dla każdego kroku przygotowywany jest zestaw treści cyfrowych i animacji, jak w sekcji 2. Renderowanie grafiki oparte jest na bibliotekach graficznych OpenGL.

FIGURE 16 THE VIRTUAL LAYER OVERLAID ON THE VIDEO STREAM (ABOVE: STEP 4; BELOW: STEP 5)

Ponadto, operator musi być stale świadomy następujących informacji:

- całkowitej liczby kroków dla bieżącego zadania;
- czy indeks bieżącego kroku jest aktywny;
- postępu w wykonywaniu zadań.

Aby zapewnić takie informacje, badacze zaprojektowali „Pasek kroków", który jest zawsze widoczny w lewym dolnym rogu wyświetlacza. W tym obszarze oś czasu pokazuje całkowitą liczbę kroków jako zestaw

kolorowych pasków. Kolor zielony odpowiada krokom, które zostały ukończone, kolor żółty - bieżący krok, a kolor czarny - krokom, które należy wykonać przed zakończeniem procedury. Nazwa bieżącego kroku jest również wskazana powyżej osi czasu (rys. 5). Oś czasu przedstawiona wraz z warstwą wirtualną ma na celu zwiększenie świadomości operatora o indeksowanych krokach, które wykonuje. Takie podejście powinno pomóc operatorowi w uniknięciu błędów, takich jak pomijanie kroków w procedurze.

Wreszcie, interakcja jest sekwencyjna, łatwa i intuicyjna, ponieważ przejściem z jednego kroku do drugiego można zarządzać za pomocą pojedynczej flagi, którą można aktywować za pomocą prostego interfejsu (klawisz klawiatury ENTER, urządzenie z jednym przyciskiem, polecenie za pomocą rozpoznawania głosu).

Prototyp rzeczywistości rozszerzonej został zatwierdzony w celu oceny zarówno wydajności, jak i użyteczności systemu.

Sprawdzanie poziomu oleju zostało więc powtórzone na trzech samolotach typu CESSNA 172 i generalnie obserwowana szybkość klatek wynosiła 10 klatek na sekundę (uruchomionych na laptopie Intel Core duo 2,5 GHz z 3 GB pamięci RAM). Nawet jeśli nie jest to tak płynna liczba klatek na sekundę, nie wpływa to na wydajność aplikacji, ponieważ kamera jest quasi-statyczna skierowana na podsystem, a animacja 3D jest poprawnie interpretowana.

Użyteczność dotyczy zdolności systemu do efektywnego wykorzystania przez różnych użytkowników do osiągnięcia zestawu określonych celów funkcjonalnych. Dziesięć osób przeprowadziło zatem eksperymenty, a wyniki zebrano na formularzu oceny zaprojektowanym dla prototypu AR.

Liczba operacji oprogramowania potrzebnych do wykonania procedury AR i śledzenia operatora jest podawana w formularzu, ponieważ zapewnia on wymiar zadania niezależnie od złożoności pojedynczych podzadań w konkretnym urządzeniu. W tym studium przypadku potrzebna liczba operacji wynosi 14. Aby porównać to z faktyczną liczbą operacji wykonanych przez operatora, naukowcy obliczyli stosunek: rzeczywista / potrzebna liczba operacji = 1,2. Maksymalna wartość wynosi 20 i oznacza, że testerzy dość dobrze przestrzegali procedury, nie przekraczając bezużytecznych operacji i utrzymując synchronizację interfejsu AR z rzeczywistymi podzadaniami konserwacji w toku.

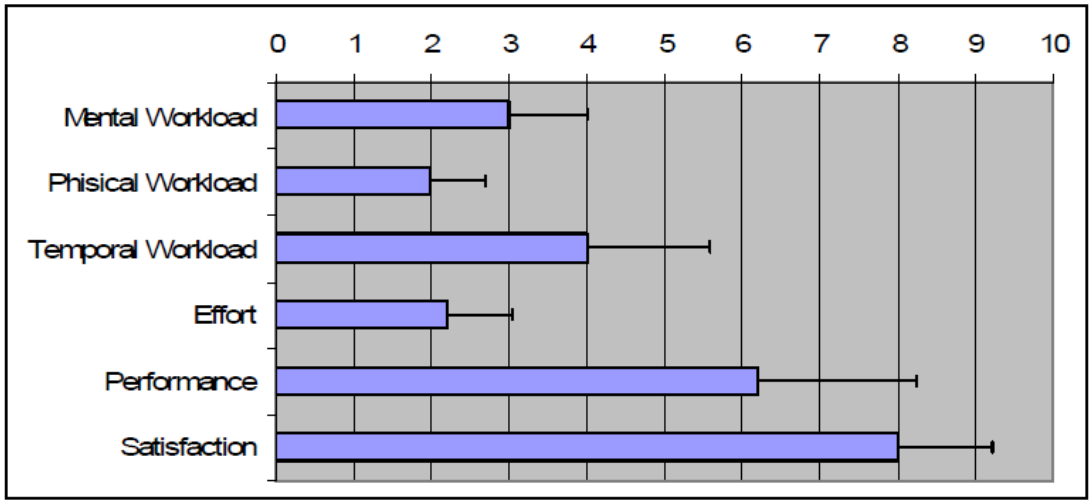
Czas szkolenia jest zawsze krótszy niż 30 minut i zawiera zarówno wyjaśnienie prototypu AR, jak i czas potrzebny na przekazanie testerowi podstawowych informacji dotyczących sprawdzenia poziomu oleju w określonym samolocie. Poziom błędu jest stosunkowo niski. Wystąpiły pewne problemy, ale maksymalny czas na rozwiązanie takich przerw wynosił 8 minut.

Można by to rozwiązać za pomocą większego szkolenia, biorąc pod uwagę, że osoby zaangażowane w eksperymenty nie miały wcześniejszego doświadczenia z AR. Średni czas samodzielnego wykonania zadania wynosił 20 minut.

Obciążenie robocze zostało zmierzone przy użyciu formularza NASA TLX określającego sześć dziesięciopunktowych skal oceny do pomiaru postrzeganego obciążenia pracą. W tej skali średnie obciążenie pracą nie przekroczyło wartości 4, natomiast skale wydajności i satysfakcji zostały wysoko ocenione przez operatorów (rys. 6).

Operatorzy nie skomentowali systemu podczas procedury, podczas gdy w sekcji podsumowującej zebrano kilka uwag (sekcja 5 w formularzu). Takie uwagi / obserwacje były bardzo pozytywne. Wszyscy uczestnicy zgłosili, że wizualna reprezentacja animowanych komponentów, związana z ciągłą komunikacją postępów w

zadaniu, umożliwia wykonanie dowolnego zadania po prostu emulując to, co jest wyświetlane. Zauważyli również i docenili funkcję zapewniania im wsparcia w zapamiętywaniu kroków.



RYSUNEK 17. ŚREDNIE WARTOŚCI I STANDARDOWE ODCHYLENIE DLA OBCIĄŻENIA PRACĄ

Zgodnie z wynikami przedstawionymi w części dotyczącej walidacji prototyp osiągnął wysoki poziom akceptowalności w zbiorze potencjalnych użytkowników, którzy brali udział w eksperymentach. Naukowcy uważają, że dzieje się tak, ponieważ wykazali, że technologia faktycznie poprawiła wydajność zadania. Opisany system jest silnie zorientowany na aplikację - demonstruje potencjał AR - i jest w stanie przezwyciężyć sceptycyzm użytkowników.

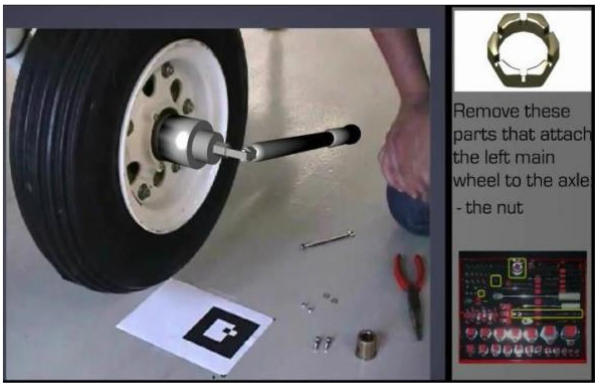
Ponadto metody bez markerów, które ten system wdraża, wraz z łatwą w obsłudze procedurą tworzenia grafiki, umożliwiają szersze zastosowanie, które można zbadać w dalszych studiach przypadków.

4.4.2.6. ROZSZERZONA RZECZYWISTOŚĆ JAKO WSPARCIE PRZY OBSŁUDZE TECHNICZNEJ ŚMIGŁOWCÓW, WYNIKI PROJEKTU “THE TELL ME”

FINMECCANICA Helicopter Division (obecnie LEONARDO Helicopter Division), światowy lider w produkcji wiropłatów, od 2009 roku eksperymentuje z wykorzystaniem AR w czynnościach związanych z obsługą techniczną śmigłowców.

W 2009 r. Firma przeprowadziła studium wykonalności opracowujące prototyp systemu AR w celu przetestowania najnowocześniejszej dostępnej wówczas technologii (sprzętu i oprogramowania) oraz weryfikacji ich niezawodności w prawdziwym zakładzie obsługi technicznej samolotów. W latach 2012-2015 firma była zaangażowana jako partner przemysłowy w projekcie badawczo-rozwojowym TELL ME (Technology Enhanced Learning Living Lab for Manufacturing Environments).

Opracowany prototyp obejmował oparty na markerach system śledzenia wykorzystujący stałą kamerę wideo do wykrywania znacznika (z góry określony czarno-biały wzór) umieszczonego w znanym miejscu w środowisku, ponieważ technologia bez markerów nie była wystarczająco precyzyjna jeśli chodzi o zakres działania firmy (patrz Rys. 1).



RYSUNEK 18. SYSTEM ŚLEDZENIA OPARTY NA MARKERACH

Ze względu na to, że urządzenia nadające się do noszenia nie były dostępne, rzeczywiste i nałożone informacje wirtualne zostały pokazane na laptopie postawionym przed technikiem.

Po kilku próbach w terenie, pierwsze studium wykonalności potwierdziło skuteczność wykorzystania AR do wsparcia techników zajmujących się obsługą techniczną samolotów, ale jednocześnie wykazało, że technologia nie była jeszcze tak dojrzała, aby mogła zostać zaakceptowana przez pracowników. Co więcej, proces opracowania AR nie był tak naprawdę trwały.

Dzięki projektowi badawczo-rozwojowemu TELL ME firma miała okazję ponownie przetestować aplikację AR, korzystając z nowych dostępnych technologii, takich jak aplikacja systemu śledzenia bez znaczników, co okazało się być rozwiązaniem wydajnym i możliwym do wdrożenia na różnych urządzeniach mobilnych (smartfon, tablet, Google Glass).

Aplikacje AR zostały zintegrowane z kartami prac konserwacyjnych ładowanymi z repozytorium IETP w standardowym formacie AECMA S1000D. Karta pracy to procedura krok po kroku, która zawiera wszystkie instrukcje wymagane do wykonania zadania.

Dla każdego kroku technikowi dostępny jest przycisk wywołania AR; po kliknięciu rozpoczyna się rozpoznawanie obiektu, a po wykryciu elementu użytkownik wyświetla informację AR (patrz rys. 2).

RYSUNEK 19. KARTA PRACY WYŚWIETLONA NA OKULARACH GOOGLE

Instrukcje mogą być bardzo zróżnicowane, od strzałek pokazujących, z którym komponentem użytkownik musi wchodzić w interakcje, po tekst zapewniający dodatkowe informacje (takie jak właściwa sekwencja usuwania obiektu), aż do nakładania się elementu 3D (patrz rys. 3).

RYSUNEK 20. ROZSZERZENIE POLA WIDZENIA UŻYTKOWNIKA

W porównaniu z innymi aplikacjami AR służącymi do obsługi technicznej, ta opracowana w TELL ME charakteryzuje się istotnym rozszerzeniem (standardowe ikony, prosta grafika 3D, brak animacji) dostarczanym tylko na żądanie technika. Z tego powodu nie przyjęto rozwiązania polegającego na ciągłym śledzeniu, aby zachować wyrównaną nałożoną grafikę z rzeczywistym obrazem. Opracowana aplikacja umożliwia robienie zdjęć z najlepszego punktu widzenia użytkownika za pomocą urządzenia mobilnego; następnie system rozszerza obraz o informacje graficzne kontekstualizowane w trakcie trwającego etapu czynności konserwacyjnych. W ten sposób wymagana moc obliczeniowa jest mniejsza dla korzyści autonomii (na przykład podczas korzystania z okularów Google Glass).

Dyskusja na temat używanych urządzeń mobilnych / nadających się do noszenia przyniosła kilka rezultatów, a niektóre z nich były nieoczekiwane. Najlepiej ocenione rozwiązanie to okulary Google Glass (zostało porzucone przez Google zaraz po eksperymentach); głównym powodem jest to, że pozwalają one nosić monitor zamontowany na głowie, pozostawiając ręce całkowicie wolne, a widok jest w 100% jak bez okularów.

Tablety są oceniane jako interesujące rozwiązanie, ponieważ zapewniają ładny ekran w przystępnej cenie, a pracownik zwykle już go zna. Negatywny aspekt związany jest z tym, że tabletu nie można włożyć do kieszeni, dlatego należy go nosić przy sobie z możliwością zgubienia, a aby można go było używać podczas pracy, należy go umieścić blisko użytkownika w widoczne i dostępne miejsce, które często nie jest dostępne podczas pracy na kilku częściach śmigłowca.

Smartfon jest uważany za najlepsze rozwiązanie dla obecnych aplikacji; jego najlepsze cechy to możliwość noszenia go w kieszeni i używania go w razie potrzeby, dłuższy czas pracy akumulatora (w porównaniu z innymi urządzeniami), a także przystępność kosztów.

„Badania w terenie” potwierdziły już podkreślone zalety przyjęcia rozwiązań AR w wysoce wyspecjalizowanych obszarach, takich jak obsługa techniczna w lotnictwie. Postęp technologiczny urządzeń, bibliotek oprogramowania i technik interakcji człowiek-komputer sprawia, że pełne przyjęcie AR jest bliższe osiągnięcia. Aplikacje AR mogą naprawdę stanowić wartość dodaną dla IETP (ang. Interactive Electronic Technical Publication), które są teraz dostępne w formacie elektronicznym, zapewniając technikom dodatkowe wsparcie techniczne w miejscu pracy. Oczywiście obowiązkowe jest przestrzeganie norm, przepisów i regulacji obecnych z sektorze lotniczym.

Kolejnym ważnym aspektem, który należy wziąć pod uwagę, jest koszt. IETP (jeden dla każdego modelu śmigłowca) obejmuje kilkaset zadań konserwacyjnych, które mogą wymagać specjalnego zastosowania AR. Z tego punktu widzenia ogromnym krokiem naprzód byłaby dostępność w niedalekiej przyszłości zrównoważonych systemów tworzenia treści dla rozwoju AR łatwego w użyciu przez nie-ekspertów IT, ale ekspertów w zakresie obsługi technicznej.

4.4.3. POLSKA

Polscy partnerzy Politechniki Rzeszowskiej im Ignacego Łukasiewicza PRz zgłosili 5 doświadczeń edukacyjnych ze świata akademickiego.

4.4.3.1. LABORATORIUM VR G2A NA POLITECHNICE RZESZOWSKIEJ

17 listopada 2017 r. na Politechnice Rzeszowskiej otwarto Laboratorium Rzeczywistości Wirtualnej G2A. Powstanie laboratorium jest wynikiem realizacji umowy podpisanej 20 stycznia 2017 r. Między Politechniką Rzeszowską a G2A.com. Dzięki nowoczesnemu sprzętowi laboratorium zostanie przystosowane do realizacji innowacyjnych projektów z zakresu wirtualnej (VR) i rzeczywistości rozszerzonej (AR). Planowane projekty będą dostępne nie tylko dla studentów informatyki, ale także dla studentów innych kierunków oraz naukowców i przedsiębiorców współpracujących z PRz. Planowane projekty dotyczą medycyny, modelowania procesów produkcyjnych, gier, wspierania procesu edukacji, w tym edukacji zawodowej, symulacji lotniczych i ogólnie łańcucha dostaw w lotnictwie i astronautyce.

Sprzęt laboratoryjny to systemy komputerowe o wysokiej wydajności obliczeniowej wraz z niezbędnymi kartami graficznymi NVIDIA. Laboratorium ma nowoczesny sprzęt, który pozwala stworzyć świat rzeczywistości wirtualnej (w tym okulary 3D, kaski) oraz miejsca pracy, które umożliwiają realizację projektów w zespołach. W szczególności wyposażenie obejmuje:

4 stacje komputerowe poświęcone VR:

- Płyta główna MSI Z370 GAMING PLUS
- Zasilacz Corsair VS550 550 W.
- Procesor Intel Core i7-8700, 3,20 GHz, 12 MB, BOX
- Pamięć RAM Corsair Vengeance LPX, DDR4, 16 GB (2x8 GB), 3000 MHz

- Karta graficzna MSI GeForce GTX 1080 GAMING 8GB DDR5 256bit

- SSD ADATA SU800 512 GB SATA 3

- Monitor LG 24M47VQ-P

- Cooler CPU SilentiumPC Fortis 3 HE1425 v2

3 pary gogli wirtualnej rzeczywistości - HTC Vive:

- 6 dedykowanych kontrolerów HTC

- 6 baz sygnalizacji HTC zaprojektowanych do identyfikacji pozycji gogli w pokoju

- Zestaw wymiennych soczewek identyfikujących położenie siatkówki / oka w HTC Vive nakładany na głowę

- 2 gogle wirtualnej rzeczywistości - Oculus Rift:

- 4 dedykowane kontrolery Oculus Touch,

- 4 bazy sygnalizacyjne Oculus Rift przeznaczone do określania pozycji gogli w pokoju

- Oprogramowanie do tworzenia VR:

- Unity 3D i Unreal Engine 4

- Blender

- Społeczność Visual Studio

Display	OLED
Resolution	2160 x 1200 (1080x1200 per eye)
Refresh rate	90Hz
Field of View	110 °
Tracking area	1,5 x 1,5 m (two sensors), 2,2 x 2,2 m (three sensors)
Audio and built in mic	Yes
Glasses compatible	Yes
Controller	Oculus Touch, Controller Xbox One
Sensors	Accelerometer, Gyroscope, Magnetometer, 360-degree positional tracking
Connection	HDMI, USB 2.0, USB 3.0
Requirements	NVIDIA GeForce GTX 960 / AMD Radeon RX 470 or higher Intel Core i3-6100 / AMD FX4350 or higher 8GB+ RAM

Display	OLED
Resolution	2160 x 1200 (1080x1200 per eye)
Refresh rate	90Hz
Field of View	110 °
Tracking area	4,5 x 4,5 m
Audio and built in mic	Yes
Glasses compatible	Yes
Controller	Controller Vive, most of PC gamepads
Sensors	Accelerometer, Gyroscope, Magnetometer, 360-degree positional tracking, front facing camera
Connection	HDMI, USB 2.0, USB 3.0
Requirements	NVIDIA GeForce GTX 970 / AMD Radeon RX 480 or higher Intel Core i5-4590 / AMD FX4350 or higher 4GB+ RAM

RYSUNEK 21. WYPOSAŻENIE LABORATORIUM VR G2A NA POLITECHNICE RZESZOWSKIEJ

4.4.3.2. WYŻSZA SZKOŁA INFORMATYKI I ZARZĄDZANIA W RZESZOWIE (WSIIZ)

WSIiZ wykorzystuje technologie VR do celów edukacyjnych i marketingowych. Organizuje wydarzenia, w których uczestnicy mogą korzystać zarówno z panelu wykładowego, jak i stanowisk testowych Oculus VR, gdzie można sprawdzić, jak wygląda rzeczywistość wirtualna. Ponadto przygotowuje konferencje dla entuzjastów, w które angażują się przedstawiciele wielu firm korzystających z tych technologii.

Od pojawienia się Oculus, Samsung Gear VR lub Google Cardboard, rzeczywistość wirtualna (VR) zbliża się do nas. Użytkownik zakłada specjalne okulary, dzięki którym przechodzi do sztucznie stworzonej rzeczywistości i może w niej podejmować prawdziwe działania.

Wyższa Szkoła Informatyki i Zarządzania w Rzeszowie przygotowała w tym roku papierowy przewodnik rekrutacyjny. Jednak wiele jego elementów dzięki specjalnej aplikacji „helloWSIiZ" pobranej na smartfon lub tablet ma swoją kontynuację w środowisku cyfrowym. Na przykład na wydrukowanej stronie przewodnika użytkownik widzi zdjęcie studenta na jednym z wydziałów. Po „najechaniu" smartfonem na zdjęcie aplikacja wyświetla wideo, w którym mówi więcej o polu studiów, o możliwościach pracy. Papierowa broszura nabiera życia.

Uczelnia wykorzystuje również technologie „360 stopni wideo". Daje to duże i niespotykane dotąd możliwości, ponieważ widz filmu staje się producentem obrazu. On decyduje, które kadry ogląda.

4.4.3.3. PAŃSTWOWA WYŻSZA SZKOŁA ZAWODOWA IM STANISŁAWA PIGONIA W KROŚNIE

SYMULACJA MEDYCZNA

Wydział Pielęgniarstwa na Państwowej Wyższej Szkoły Zawodowej im Stanisława Pigonia w Krośnie otrzymał dofinansowanie unijne na realizację projektu umożliwiającego nowoczesną i praktyczną edukację z zakresu pielęgniarstwa. W jego ramach powstanie Centrum Symulacji Medycznych.

Symulacja medyczna to nowy dział edukacji medycznej wykorzystujący wirtualnie stworzoną rzeczywistość i technologie ICT. Zajęcia dydaktyczne prowadzone są w warunkach zbliżonych do realistycznych. Dzięki temu studenci będą lepiej przygotowani do ćwiczeń.

Kształcenie studentów za pomocą nowego narzędzia, takiego jak symulator wysokiej wierności i symulacja medyczna, pozwoli studentom pielęgniarstwa ćwiczyć procedury inwazyjne z możliwością popełniania błędów i pokazywania ich konsekwencji w symulowanych warunkach. Zaawansowane symulatory wiernie naśladują człowieka i jego parametry. Mogą kaszleć, wymiotować sztucznym pokarmem, krwawić sztuczną krwią, potem lub zmieniać szerokość źrenicy oka pod wpływem światła. Nauczyciel może konstruować różne scenariusze, np. pacjent z krwotokiem podpajęczynówkowym, pacjent z cukrzycową kwasicą ketonową, pacjent z tamponadą serca, który nauczy ucznia prawidłowego postępowania.

Zastosowanie symulatorów wysokiej wierności pozwala wielokrotnie ćwiczyć zarówno powszechne, jak i rzadkie patologie podczas procesu edukacji. Zajęcia wykonywane przez studentów są następnie omawiane. Ten element edukacji pozwala analizować przebieg pracy i uświadamiać przyszłym lekarzom popełnione błędy, korygując je w kolejnych scenariuszach.

PROJEKTOWANIE I WYTWARZNIE W ŚRODOWISKU WIRTUALNYM

PWSZ w Krośnie wdraża nową specjalizację „Projektowanie i wytwarzanie w środowisku wirtualnym”, specjalizację z zakresu mechaniki i projektowania maszyn, która została wyróżniona certyfikatem „Studia z Przyszłością”.

Specjalność powstała dzięki współpracy PWSZ, Grupy Nowy Styl i IBS Polska, a jej powstanie przypieczętowało podpisanie umowy. Technologie 3D całkowicie odwróciły procesy projektowania przemysłowego i produkcji a także przyniosły wiele nowych funkcji. Jeśli chcemy je w pełni wykorzystać, musimy również zmienić proces kształcenia inżynierów. Dlatego postanowiliśmy współpracować z uniwersytetami, aby zapewnić młodym ludziom nowoczesne metody edukacji.

Wyjątkowość badań polega na połączeniu głównych przedmiotów niezbędnych inżynierom mechanikom z dużą liczbą zajęć laboratoryjnych (ponad połowę godzin). Co ważne, uczniowie będą uczyć się na jednym z najbardziej zaawansowanych systemów - 3DExperience. Zapewnia go (i szkoli) personel IBS Poland, który jest partnerem technologicznym projektu.

Projektowanie i produkcja w środowisku wirtualnym to nowa, unikalna specjalność w ofercie uczelni, realizowana we współpracy z grupą Nowy Styl i IBS Polska (Dassault Systems).

Podczas zajęć student zdobędzie wiedzę i umiejętności w zakresie budowy, produkcji i eksploatacji maszyn, mechaniki, projektowania z wykorzystaniem nowoczesnych narzędzi obliczeniowych, wdrażania procesów produkcyjnych i montażowych, doboru materiałów inżynierskich i nadzoru nad ich działaniem, pracy zespołowej, koordynacji praca i ocena ich wyników oraz efektywne wykorzystanie nowoczesnych technik komputerowych. Szczególny nacisk kładziony jest na naukę wspomaganych komputerowo technik budowy i numerycznych metod analizy konstrukcji, zaawansowanych systemów CAD / CAM / CAE.

Absolwent uzyska umiejętność korzystania ze zintegrowanego systemu projektowania i programowania Dashault Systemes 3DExperience oraz pracy z oprogramowaniem CATIA, jednym z najbardziej kompleksowych i kompleksowych programów wsparcia inżynieryjnego w zakresie projektowania, tworzenia

płaskiej dokumentacji, symulacji elementów skończonych FEA i programowania maszyny numeryczne typu CNC. To oprogramowanie jest najczęściej używane w przemyśle motoryzacyjnym i lotniczym. Doskonale nadaje się do projektowania urządzeń gospodarstwa domowego, form wtryskowych, matryc, wykrojników, części blaszanych, tworzyw sztucznych, kompozytów, linii produkcyjnych i wielu innych. Umożliwia wirtualne sprawdzenie ergonomii projektowanego produktu.

4.4.3.4. UNIWERSYTET RZESZOWSKI – SYSTEM SZKOLENIOWY DO IMMERSYWNEJ NAUKI JĘZYKA ANGIELSKIEGO

UR pracuje nad wdrożeniem aplikacji / narzędzi / oprogramowania lub systemu, który wykorzystuje technologię rzeczywistości wirtualnej jako medium, trójwymiarowe, interaktywne lokalizacje, animowane postacie wirtualne, możliwość interakcji z systemem i środowiskiem, za pomocą gogli VR i urządzeń sterujących. Każda z trójwymiarowych lokalizacji będzie zawierała pulę zadań powiązanych logicznie i określony wątek z postacią danej lokalizacji. Zadania (w formie scen) mają na celu ćwiczenie określonych umiejętności językowych użytkownika (ucznia). Jedno zadanie składa się z kilku interakcji ucznia z wirtualną postacią lub przedmiotem (ekspres do kawy, automat biletowy, interaktywny formularz przekazany uczniowi przez wirtualną postać itp.). Główną formą interakcji z postaciami wirtualnymi w ramach Zadań jest dialog oparty na systemie rozpoznawania mowy prowadzonym przez Studenta. Wirtualne postacie będą zadawać Uczniom pytania lub odpowiadać na nie zgodnie z logiką danego Zadania. Interakcje zachodzące w ramach danego zadania opisują scenariusz zadania.

Dwa zadania przyjmą formę aktywnych gier. Jednym z zadań będzie rozmowa na czacie na platformie społecznościowej. System będzie miał następującą specyfikację:

Silnik 3D

Aplikację należy utworzyć za pomocą silnika 3D i języka programowania do tworzenia wieloplatformowych aplikacji mobilnych, gier na urządzenia mobilne, gier na strony internetowe lub gier na platformy rzeczywistości wirtualnej. Aplikacja / narzędzie / oprogramowanie lub system pozwala wyświetlać realistyczną trójwymiarową grafikę w wirtualnej rzeczywistości. Wymagane jest, aby aplikacja umożliwiała podgląd na ekranie tego, co aktualnie oglądasz w goglach VR.

Użytkownicy aplikacji VR:

- Dzielimy użytkowników aplikacji VR na nauczycieli i uczniów.

- Nauczyciel ma dostęp do panelu administracyjnego aplikacji.

- Nauczyciel będzie mógł kontrolować postępy ucznia, dołączając je do sesji w dowolnym momencie, aby zweryfikować poprawność zagadnień, które mówi lub mu pomóc.

- Wyświetlając POV ucznia na monitorze, w niektórych przypadkach Nauczyciel może pomóc, zbliżając się do pozycji Ucznia bez konieczności zakładania gogli VR.

- Aplikacja wyświetli informacje dla Nauczyciela, gdy Uczeń zatrzyma się na dłuższy czas (nie krócej niż 5 minut) w jednym punkcie (Zadanie), bez przeprowadzania interakcji.

- Nauczyciel zostanie również automatycznie poinformowany przez system o problemie z wydajnością danej interakcji, gdy uczeń nie będzie w stanie poprawnie wykonać interakcji pomimo wyczerpania wszystkich opcji pomocy.

- Uczeń jest użytkownikiem o ograniczonych prawach. Student korzysta z funkcji edukacyjnych systemu, nie ma dostępu do zaawansowanych funkcji, takich jak generowanie raportów.

4.4.3.5. POLITECHNIKA LUBELSKA

Politechnika Lubelska we współpracy z Akademią Sił Lądowych we Wrocławiu i Avia Consulting stworzyła dwa symulatory i moduł 6DFO.

Pierwszy symulator służy do szkolenia operatorów BSP, drugi symulator jest przeznaczony dla pilotów załogowych samolotów. Moduł 6DFO to nasza propozycja opracowania możliwości powyższych symulatorów z dodatkowymi efektami fizycznymi dla pilota / operatora. Ten moduł umożliwia dostosowanie nachylenia podłużnego, poprzecznego i kompozytowego do widoku obserwowanego przez osobę trenującą w okularach 3D.

Symulator / symulator SYNTIA został stworzony do szkolenia przyszłych pilotów i operatorów bezzałogowych statków powietrznych BSP (jedno- i wielotorowych dronów) jako innowacyjna alternatywa dla tradycyjnych symulatorów sprzętowych. Wirtualna VR jest „sercem" symulatora. Technologia zaawansowanej wizualizacji VR jest narzędziem odzwierciedlającym rzeczywistość zamkniętą dla wielkości komputera. Obecnie VR jest dobrze znany użytkownikom gier komputerowych. W naszym projekcie możliwości VR zastosowano w praktycznym szkoleniu pilotów załogowych samolotów (np. F16, Boeing 737, Cessna, paramotor, Bombardier itp.).

Redukcja kosztów symulatora VR w stosunku do symulatora fizycznego jest ogromna. Dla przykładu koszt wytworzenia symulatora VR to ok. 100 000 PLN. Symulatory fizyczne to koszty sięgające dziesiątek milionów złotych. Ważnym czynnikiem zmniejszającym koszty budowy trenera VR jest to, że całe odwzorowanie wnętrza kabiny samolotu, otoczenia i widok pokonywanej trasy są odwzorowane w przyciągających wzrok okularach 3D.

Ponadto w laboratorium Programowania inteligentnych i komputerowych systemów technologii 3D na Politechnice Lubelskiej opracowywane są zagadnienia związane z wykorzystaniem technologii VR i AR w szczególności w dziedzinie muzeologii i dostępu do zbiorów.

LABORATORIUM SKANOWANIA I DRUKU 3D

Zakres badań:

- Skanowanie 3D obiektów muzealnych i archeologicznych

- Traktowanie uzyskanych danych i rekonstrukcja uszkodzonych obiektów

- Optymalizacja procesu skanowania i przetwarzania wyników

- Przygotowywanie i wykonywanie wydruków 3D

- Tworzenie procedur skanowania obiektów muzealnych

Mobilny sprzęt do skanowania 3D:

- Skanery ręczne z technologią światła strukturalnego Artec Eva i Artec Spider (dokładność 50-100 µm, oszczędność tekstury, dla jednego procesu skanowania)

- Laserowy skaner powierzchni Faro Focus X330 (zasięg do 300 m, oszczędność tekstur), służący do tworzenia wirtualnych przestrzeni wystawowych

- Stacjonarne urządzenia do replikacji 3D:

- Drukarka 3D w technologii FDM, MakerBot Z18 (maks. Rozmiar wydruku 30x30x45 cm, grubość warstwy 0,1 mm)

- Drukarka 3D w technologii SLS, DWS 020X (maks. Rozmiar wydruku 13x13x9 cm, grubość warstwy 0,01 mm)

LABORATORIUM WIRTUALNEJ I ROZSZERZONEJ RZECZYWISTOŚCI

Zakres badań:

- Prezentacja obiektów, zjawisk i procesów w wirtualnych przestrzeniach 3D

- Komputerowa wizualizacja obiektów 3D w technologiach internetowych, rzeczywistości wirtualnej (VR) i rzeczywistości rozszerzonej (AR)

- Badanie naturalnych interfejsów człowiek-komputer przy użyciu VR i AR.

- Badanie reakcji człowieka na doświadczenia wynikające z zanurzenia w środowisku VR

- Wykorzystanie środowisk VR i AR w dziedzinie archeologii i dziedzictwa kulturowego do grywalizacji (nauczanie z wykorzystaniem konkurencji między uczestnikami)

- Optyczna i haptyczna analiza gestów i zakresu ruchów palców

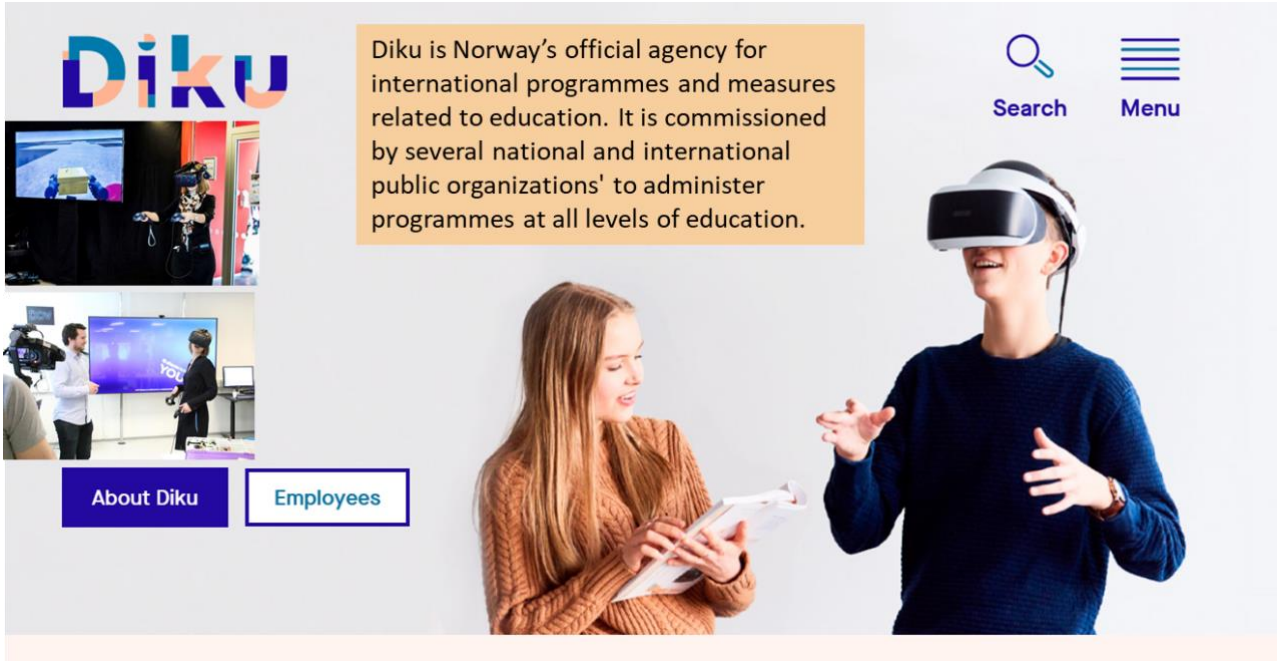
Posiadana aparatura testowa:

- Interaktywny monitor 3D zSpace z ergonomicznym manipulatorem i specjalistycznym oprogramowaniem do wizualizacji Quazar3D
- Kaski VR: Oculus Rift DK2, Samsung Gear VR, Vrizzmo
- System komunikacji człowiek-komputer Leap Motion
- Urządzenia do precyzyjnego pomiaru zgięcia palców - Rękawica 5DT Data Glove 5 Utra

4.4.4. NORWEGIA

4.4.4.1. DOŚWIADCZENIA DYDAKTYCZNE W NORWEGII

Rząd norweski (https://diku.no/en/) ma najwyższy priorytet w zwiększaniu wciągającego uczenia się na różnych poziomach rozpowszechniania wiedzy, w tym w sektorach edukacji i przemysłu.

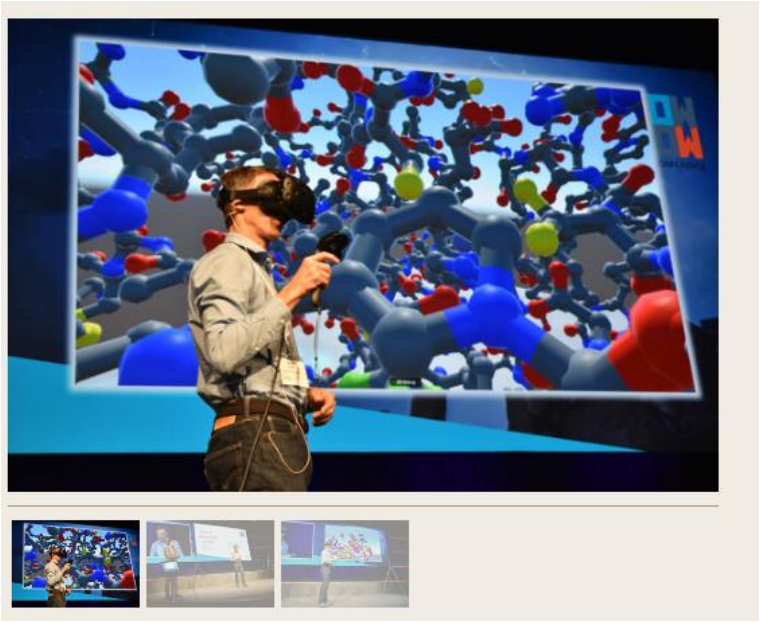


RYSUNEK 1. KIERUNKI DZIAŁANIA NORWESKIEGO RZĄDU DOTYCZĄCE IMMERSYWNEGO UCZENIA SIĘ

W tym kontekście różne instytucje edukacyjne zainicjowały wykorzystanie uczenia immersywnego w zadaniach związanych z rozpowszechnianiem wiedzy w celu zwiększenia wydajności i skuteczności działań w zakresie rozpowszechniania wiedzy. Na przykład na Uniwersytecie w Stavanger w Norwegii stosuje się immersywne metody uczenia się na poziomie kształcenia nauczycieli, zdrowia i nauk społecznych, koncentrując się na wysyłaniu studentów na teren historyczny w środowisku wirtualnym, korzystanie z aplikacji medycznych itp.

RYSUNEK 2. WYKORZYSTANIE IMMERSYWNEGO NAUCZANIA W SEKTORZE OCHRONY ZDROWIA

Ponadto wykorzystuje się immersywne uczenie do rozpowszechniania wiedzy w ramach zajęć dydaktycznych związanych z chemią.



RYSUNEK 3. WYKORZYSTANIE IMMERSYWNEGO UCZENIA SIĘ W NAUCZANIU CHEMII

Ponadto rozpoczęto obecnie immersywne uczenie się w ramach rozpowszechniania wiedzy związanej z edukacją inżynieryjną.

Norweski przemysł zaczął intensywnie wykorzystywać immersywne nauczanie w swoich codziennych zastosowaniach. Zwłaszcza w sektorze morskim, który ma bardzo podobne cechy jak przemysł lotniczy (tj. w odniesieniu do ryzyka i niebezpiecznych cyrkulacji, a także zastosowania podobnego sprzętu, takiego jak sprężarki i turbiny). Na przykład niektórzy z dużych wykonawców inżynieryjnych (https://www.tu.no/artikler/bygger-juletraer-med-hologrammer/438125) zaczęli szeroko wykorzystywać aplikacje do nauki immersywnej w codziennym wsparciu operacyjnym.

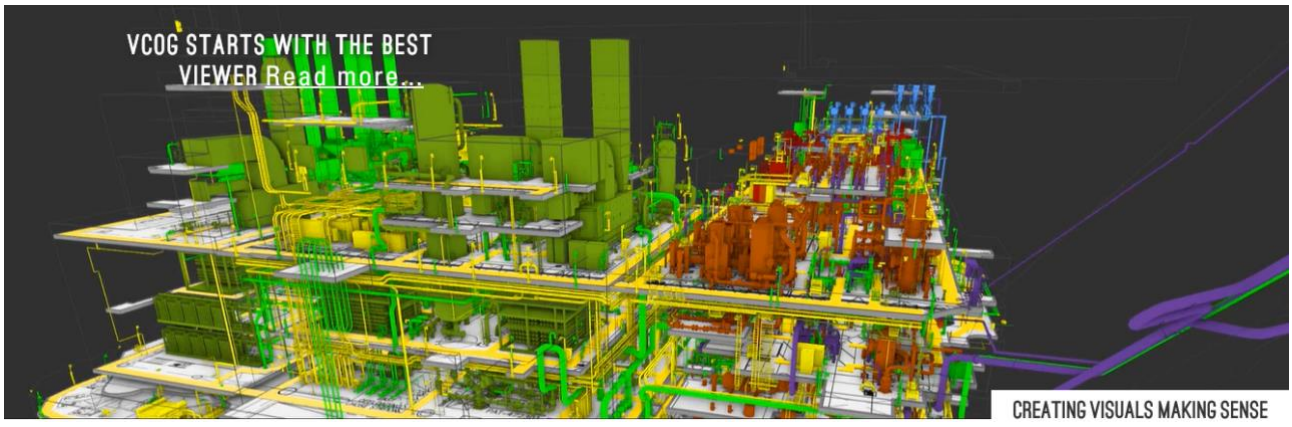
RYSUNEK 4. WYKORZYSTANIE IMMERSYWNEGO UCZENIA SIĘ NA PLATFORMACH MORSKICH

Usługa wsparcia technicznego świadczona przez takie firmy jak VISCO (https://visco.no/) rozpoczęła opracowywanie aplikacji służących do rozwiązywania problemów operacyjnych i optymalizacji.

RYSUNEK 5. WYKORZYSTANIE IMMERSYWNEGO UCZENIA SIĘ W ROZWIĄZYWANIU PROBLEMÓW NA MORZU POWIĄZANEGO Z UPOWSZECHNIANIEM WIEDZY

RYSUNEK 6. WYKORZYSTANIE IMMERSYWNEGO UCZENIA SIĘ W PROJEKTACH MORSKICH I DZIAŁALNOŚCI ZWIĄZANEJ Z UPOWSZECHNIANIEM WIEDZY

W tym kontekście wizualizacja odegrała również znaczącą rolę w korzystaniu ze środowisk immersywnych.

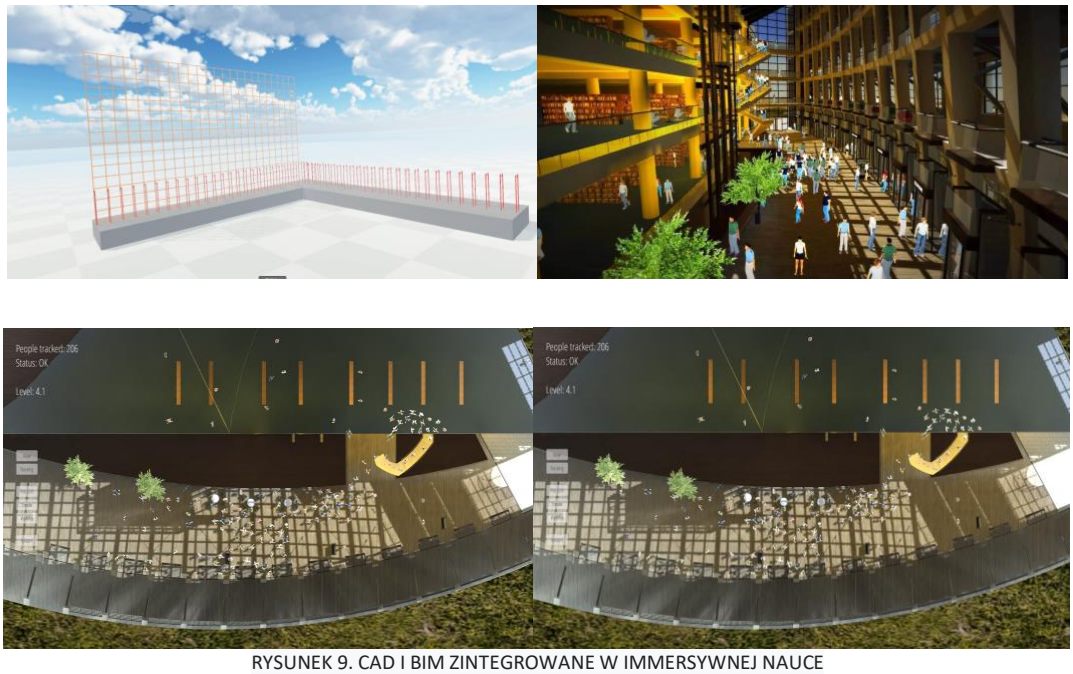


RYSUNEK 7. WYKORZYSTANIE IMMERSYWNEGO UCZENIA SIĘ DO WIZUALIZACJI I ROZPOWSZECHNIANIA WIEDZY

Co więcej, obecnie immersywne aplikacje edukacyjne zostały rozszerzone o zadania związane z inżynierią budowlaną. W ramach inżynierii budowlanej uczenie zanurzeniowe zostało zastosowane zarówno na etapie projektowania, jak i na etapie eksploatacji.

RYSUNEK 8. WYKORZYSTANIE IMMERSYWNEGO UCZENIA SIĘ W FAZIE PROJEKTOWANIA I ROZWOJU

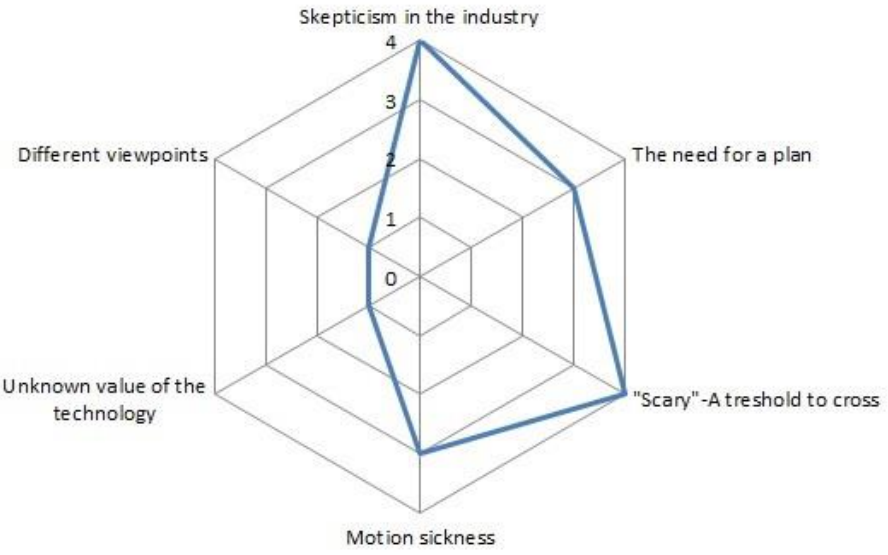
PALE_BLUE (https://pale.blue/technology/simulation-platform/cad-direct/) poczynił wiele prac rozwojowych w celu wprowadzenia projektowania wspomaganego komputerowo (CAD) oraz budowania wspólnego modelowania informacji (BIM) w celu lepszego rozpowszechniania wiedzy i wyższej wydajności procesów.



RYSUNEK 9. CAD I BIM ZINTEGROWANE W IMMERSYWNEJ NAUCE

W sektorze norweskim przeprowadzono badanie w celu zbadania aktualnych wyzwań związanych z projektami związanymi z budownictwem inżynieryjnym oraz rozpowszechniania wiedzy w aplikacjach

inżynierskich. Zaobserwowano następujące wyzwania jako potencjalne problemy przy wdrażaniu aplikacji do nauki immersywnej.



RYSUNEK 10. POTENCJALNE WYZWANIA W REALIZACJI IMMERYSYWNYCH APLIKACJI W UPOWSZECHNIANIU WIEDZY, PROJEKTOWANIU I FAZIE OPERACYJNEJ

Okazało się również, że różne instytucje badawcze i organizacje opracowujące produkty dokonały znacznych badań i zmian, aby zminimalizować wyzwania, które zostały zbadane we wskazanym powyżej badaniu ogólnym. W związku z tym możliwe jest posiadanie bardziej ulepszonych rozwiązań w zakresie wdrażania immersywnego uczenia się w rozpowszechnianiu wiedzy w instytucjach edukacyjnych i zastosowaniach przemysłowych. Jednak dla osób rozpowszechniających wiedzę wyzwaniem jest rozpoznanie, co należy wysłać do środowiska zanurzeniowego w celu rozwiązania problemów edukacyjnych lub przemysłowych. W związku z tym przyszły projekt powinien w większym stopniu koncentrować się na tym, co zostanie przesłane do środowiska zanurzeniowego w ramach formalnego procesu rozpowszechniania wiedzy oraz na tym, jak takie wymagania będą wdrażane przy jak najmniejszym wysiłku. Zostało to znacznie osiągnięte przez PTC (https://www.ptc.com/en/product-lifecycle-report/the-future-of-ar-vr-in-enterprise#) niematerialne, jeśli rzeczywistość jest wirtualna, rozszerzona, mieszana, lub rzeczywista. PTC skoncentrowało się na połączeniu obrazów 3D współdziałających z urządzeniami i danymi Internetu rzeczy, aby zmienić sposób, w jaki instytucje edukacyjne i przemysł działają i odgrywają swoje role. Norweskie instytucje edukacyjne z niecierpliwością czekają na współpracę z PTC w celu opracowania dostosowanych do potrzeb działań w zakresie rozpowszechniania wiedzy w celu usprawnienia codziennych zajęć dydaktycznych.

4.4.5. INNE KRAJE

4.4.5.1. OPRACOWANIE SYMULATORA DO SZKOLEŃ W ZAKRESIE OBSŁUGI TECHNICZNEJ SILNIKÓW DO F-16 PRZY UŻYCIU OPROGRAMOWANIA OPENSIMULATOR

Doświadczenie przedstawione w poniższej publikacji dotyczy opracowania symulatora do szkoleń w zakresie obsługi technicznej dla zespołu 3–4 wykwalifikowanych techników silników, którzy będą zatrudnieni przy serwisowaniu silników wojskowych samolotów F-16. Badanie zostało przeprowadzone przez grupę ekspertów z różnych dziedzin (inżynierii, nauk humanistycznych i portugalskich sił powietrznych).

Poniżej podajemy szczegóły członków zespołu zaangażowanych w doświadczeniu:

- André Pinheiro i Paulo Fernandes (Dep. Engenharias, Escola de Ciências e Tecnologia, UTAD University of Trás-os-Montes e Alto Douro)

- Ana Maia i Gonçalo Cruz (Pro-Chancellery for Innovation & Information Management, UTAD University of Trás-os-Montes e Alto Douro)

- Daniela Pedrosa (Faculdade de Psicologia e de Ciências da Educação, UC University of Coimbra)

- Benjamim Fonseca - Hugo Paredes - Paulo Martins i Leonel Morgado (INESC TEC (wcześniej INESC Porto) / UTAD University of Trás-os-Montes e Alto Douro)

- Jorge Rafael (baza lotnicza lotnictwa portugalskiego nr 5, Serra de Porto de Urso, 2425-022 Monte Real, Portugalia)

W portugalskich siłach powietrznych technicy silników przechodzą proces wstępnego szkolenia w Centrum Wojskowym i Szkolenia Technicznego Sił Powietrznych (CFMTFA), a następnie umieszczani są w różnych bazach lotniczych z określonymi silnikami i wymaganiami. W każdej z tych baz przechodzą dalsze szkolenie, koncentrując się na określonych silnikach i samolotach tam rozmieszczonych i serwisowanych. W przypadku samolotu F-16 odbywa się to w bazie lotniczej nr. 5, w pobliżu Monte Real. Ponieważ technicy mogą zostać ponownie rozmieszczeni w innych bazach, szkolenie w zakresie procedur technicznych dotyczących konserwacji określonych silników jest powszechnym i częstym procesem. Proces szkolenia ma początkową fazę teoretyczną, opartą na dokumencie technicznym zwanym „zleceniami technicznymi" lub dokumentami technicznymi. Następnie następuje faza szkolenia w miejscu pracy, podczas której stażyści działają bezpośrednio na silniku, w rzeczywistych warunkach obsługi technicznej.

Ta ostatnia faza szkolenia w miejscu pracy wymaga dużych zasobów, ponieważ wymaga, aby silniki były dostępne do szkolenia, a tym samym nie były dostępne do obsługi. Ponadto błędy proceduralne w szkoleniu mogą w niektórych przypadkach powodować kosztowne uszkodzenie komponentów. Ponadto zespół musi wykonać kilka procedur technicznych, co oznacza, że należy zarządzać przydziałem czasu różnych stażystów, trenerów i doświadczonych techników, aby cały zespół był dostępny na potrzeby szkolenia w miejscu pracy . Te różnorodne wymagania dotyczące zasobów ograniczają dostępność możliwości szkolenia w miejscu pracy

i podkreślają potrzebę jego optymalizacji. Opracowanie trójwymiarowego symulatora szkolenia mechanicznego dla wielu użytkowników dla tego scenariusza ma zatem na celu zapewnienie stażystom i trenerom większych możliwości prowadzenia szkoleń, w celu umożliwienia stażystom lepszego przygotowania się do pracy, a tym samym zoptymalizowania skuteczności okazji do intensywnego treningu z silnikami fizycznymi. Jest to wspólny wysiłek portugalskich sił powietrznych i uniwersytetu Trásos-Montes e Alto Douro (UTAD).

Z punktu widzenia inżynierii oprogramowania, celem jest również zmniejszenie wymagań dotyczących zasobów związanych z opracowywaniem symulacji poprzez przeprowadzenie go na łatwo dostępnej platformie wirtualnego świata (OpenSimulator), przy równoczesnym zaimplementowaniu kodu sterującego i logiki decyzyjnej w systemie zewnętrznym. Uzasadnieniem tego wyboru architektonicznego było skoncentrowanie wysiłków związanych z opracowywaniem oprogramowania na zachowaniu symulacyjnym w sposób, który mógłby uniezależnić go od platformy graficznej interakcji użytkownika.

W samolotach F-16 portugalskich sił powietrznych zastosowano silniki Pratt & Whitney F100-PW-220 / 220E, z dużą liczbą mechanicznych procedur serwisowych. Zespół UTAD przeprowadził spotkania z zespołem szkoleniowym i ekspertami w bazie lotniczej Nr. 5, aby ustalić najodpowiedniejsze procedury dla techników rozpoczynających szkolenie w zakresie tego konkretnego silnika. Podczas tych spotkań jako pierwszy cel symulacji wybrano procedury instalacji silnika wewnątrz kadłuba samolotu F-16. Ta instalacja obejmuje szereg kroków w celu prawidłowej instalacji i podłączenia silnika, które należy wykonać nie tylko skutecznie, ale również bezpiecznie. Zespół zebrał dane na temat tego procesu, łącząc kilka źródeł: dokonał przeglądu TO, nagrał i sfotografował proces instalacji silnika z różnych perspektyw. Następnie zdekodowali te dane, opisując je za pomocą skryptu języka naturalnego i tworząc diagramy UML jego kroków, w regularnym kontakcie z trenerami sił powietrznych, aby wyjaśnić wątpliwości i szczegóły. W skrócie, etapy te obejmują przygotowanie silnika do transportu w kierunku kadłuba statku powietrznego, transportowanie go i przygotowanie do włożenia, umieszczenie go w kadłubie statku powietrznego, skonfigurowanie połączeń silnika i przetestowanie instalacji. Poziom szczegółowości symulacji każdego zadania ustalono również we współpracy z trenerami w Bazie Lotniczej Nr. 5.

Aby stworzyć symulację, biorąc pod uwagę, że proces ten przebiegał przy minimalnym finansowaniu, konieczne byłoby, aby był on modułowy, tak aby rozwój mógł być stopniowy, w małych krokach w czasie, prawdopodobnie angażując różne osoby w każdym roku akademickim. Podczas spotkań z zespołem szkoleniowym w bazie lotniczej ustalono wymagania kontekstowe. Po pierwsze, główny nacisk kładziony jest na stażystów w sali szkoleniowej w bazie lotniczej, ale z elastycznością do późniejszego wykorzystania w domu lub na stażystów w innych lokalizacjach wojskowych. Doprowadziło to zespół badawczy do rozważenia wirtualnych światów jako platformy programistycznej, aby zmniejszyć wymagania dotyczące zasobów w zakresie tworzenia symulacji i skorzystać z wcześniej istniejących funkcji sieciowych i funkcji wielu użytkowników na tych platformach. Uzasadnieniem jest to, że świat wirtualny zapewnia zestaw podstawowych funkcji, takich jak renderowanie treści, logowanie i interakcja użytkownika, wiadomości użytkowników i obiekty fizyczne. Umożliwiło to skupienie się na behawioralnych elementach rozwoju symulacji. Aby wykorzystać ten scenariusz do tego celu, zespół postanowił zaplanować rozwój prototypu za pomocą OpenSimulator, ze względu na jego zdolność do umożliwienia komunikacji z systemami zewnętrznymi bez konieczności wprowadzania zmian w kodzie platformy wirtualnego świata. Dzieli swój protokół klient-serwer z Second Life, co pozwoliło zespołowi korzystać z pełnego zestawu zasobów programistycznych i społeczności, która opracowuje skrypty i aplikacje klienckie dla obu platform. OpenSimulator jest używany przez wiele różnych grup i do różnych celów i, podobnie jak w wielu wirtualnych

światach, wspiera współpracę, w tym świadomość obecności innych użytkowników i komunikacji, wciągającą interakcję i realistyczną reprezentację 3D. Rola OpenSimulator w społeczności symulatorów była broniona w różnych scenariuszach, z wyłączeniem nauk ścisłych i grup docelowych ekspertów ekspertów ds. Symulacji. Zespół wykorzystał również rozwój tego scenariusza do stworzenia i dalszego rozwoju architektury sterowania symulacją, która ma na celu osiągnięcie większej niezależności między logiką zachowania symulacji a jej interakcją międzyludzką i aspektem wizualnym.

Korzystanie z platform wirtualnego świata jako środowiska do opracowywania i wdrażania symulacji szkoleniowych jest częste w dziedzinach tak różnorodnych, jak reagowanie kryzysowe, zarządzanie przedsiębiorstwem, scenariusze medyczne i zdrowotne oraz siły bezpieczeństwa. W scenariuszach szkolenia wojskowego wykorzystano również wirtualne światy jako platformę programistyczną, taką jak platforma OLIVE, a zastosowanie to ma długą historię gier i technologii gier w szkoleniu wojskowym. W rzeczywistości szkolenie ma kluczowe znaczenie dla powodzenia operacji wojskowych, zarówno w operacjach technicznych (np. obsługa samolotów), jak i operacji taktycznych i bojowych. W tym sensie środowiska wirtualnego świata z możliwościami wielu użytkowników umożliwiają personelowi interakcję w symulowanym środowisku twarzą w twarz.

Aby opracować prototyp systemu, zespół badawczy przyspieszył modelowanie środowiska 3D za pomocą wbudowanych narzędzi przeglądarek klienta OpenSimulator / Second Life i zastosował QAvimator do odtworzenia w 3D ruchów techników. Na tym etapie prototypowym celem nie było uzyskanie fotorealistycznych wizualizacji, ale po prostu wiarygodność podczas testowania i rozwoju. Zgodnie z ogólnym celem oddzielenia problemów między renderowaniem symulacji a kontrolą oprogramowania / podejmowaniem decyzji, wdrożyli kontrolę i podejmowanie decyzji jako autonomiczny system, dostępny na platformie OpenSimulator jako usługa internetowa. Ta usługa sieci Web otrzymuje raporty o wszystkich interakcjach zachodzących w środowisku 3D, decyduje o tym, jak system musi zareagować i odpowiednio reaguje, za pomocą poleceń określających zamierzone zachowanie symulacji. Podejmowanie decyzji zostało zaimplementowane w postaci hierarchicznej maszyny stanów.

Aby oddzielić system sterowania od specyfiki komunikacji klient-serwer OpenSimulator, opracowali proste tekstowe protokoły do zgłaszania zdarzeń przez środowisko 3D do usługi sieci Web oraz do odpowiedzi usługi sieciowej na OpenSimulator za pomocą poleceń. Korzystając z tych protokołów, udało im się użyć jednego skryptu, który działa jednocześnie we wszystkich obiektach świata wirtualnego. Ten skrypt, opracowany w języku LSL (Linden Scripting Language, powszechnie używany do tworzenia skryptów w światach Second Life i OpenSimulator), działa jako moduł interfejsu, służący do zgłaszania zdarzeń do usługi sieci Web i przetwarzania odpowiedzi usługi sieci Web. Polecenia w odpowiedzi mogą być przeznaczone dla obiektu inicjującego zdarzenie lub dla innych obiektów, w którym to przypadku skrypt emituje lub przekazuje polecenia i parametry, w zależności od tego, co usługa internetowa podała w swojej odpowiedzi. W związku z tym nowe obiekty mogą być wdrażane w symulatorze bez konieczności opracowywania nowego kodu specyficznego dla OpenSimulator: ponieważ skrypt jest identyczny dla wszystkich obiektów, tylko komponent decyzyjny musi być świadomy nowych obiektów.

Zespół UTAD podkreśla, że środowisko 3D nie podejmuje żadnych decyzji: odpowiada jedynie za zgłaszanie do serwisu internetowego zdarzeń wywołanych przez awatary technika lub inne obiekty, a następnie czeka na polecenia wydane przez serwis internetowy, w odpowiedzi na te raporty. Pod tym względem jest to embrionalna implementacja stylu architektonicznego Model-View-Controller dla światów wirtualnych. Ma to potencjał uniezależnienia procesu decyzyjnego od środowiska 3D: już w obecnej formie algorytm decyzyjny można całkowicie zastąpić bez konieczności zmiany jednej linii kodu w środowisku 3D. Równolegle wykorzystali te same modele 3D i scenariusz, aby zaimplementować algorytm Planowania

Częściowego Zamówienia jako modelu wnioskowania, który zastąpi niektóre awatary kontrolowane przez człowieka przez inteligentnego agenta oprogramowania. Zastosowane podejście pozwala zespołowi badawczemu na połączenie tych podejść do podejmowania decyzji bez konieczności zmiany skryptów 3D.

Obecnie skrypt 3D jest jednym aspektem, który wciąż wiąże system z określoną technologią wirtualnego świata. Raportuje zdarzenia OpenSimulator / Second Life, a jego kopie mają działać niezależnie. Ale skrypt jest oddzielony od procesu decyzyjnego. Zespół dąży do zmiany tego podejścia, aby stało się ono wykonalne dla innych platform wirtualnego świata. Idealnie byłoby, gdyby opracowanie nowego modułu raportowania zdarzeń i nowego mechanizmu tłumaczenia komend decyzyjnych na konkretne wymagania nowej technologii pozwoliłoby skorzystać z istniejących symulacji przy mniejszym wysiłku i zasobach.

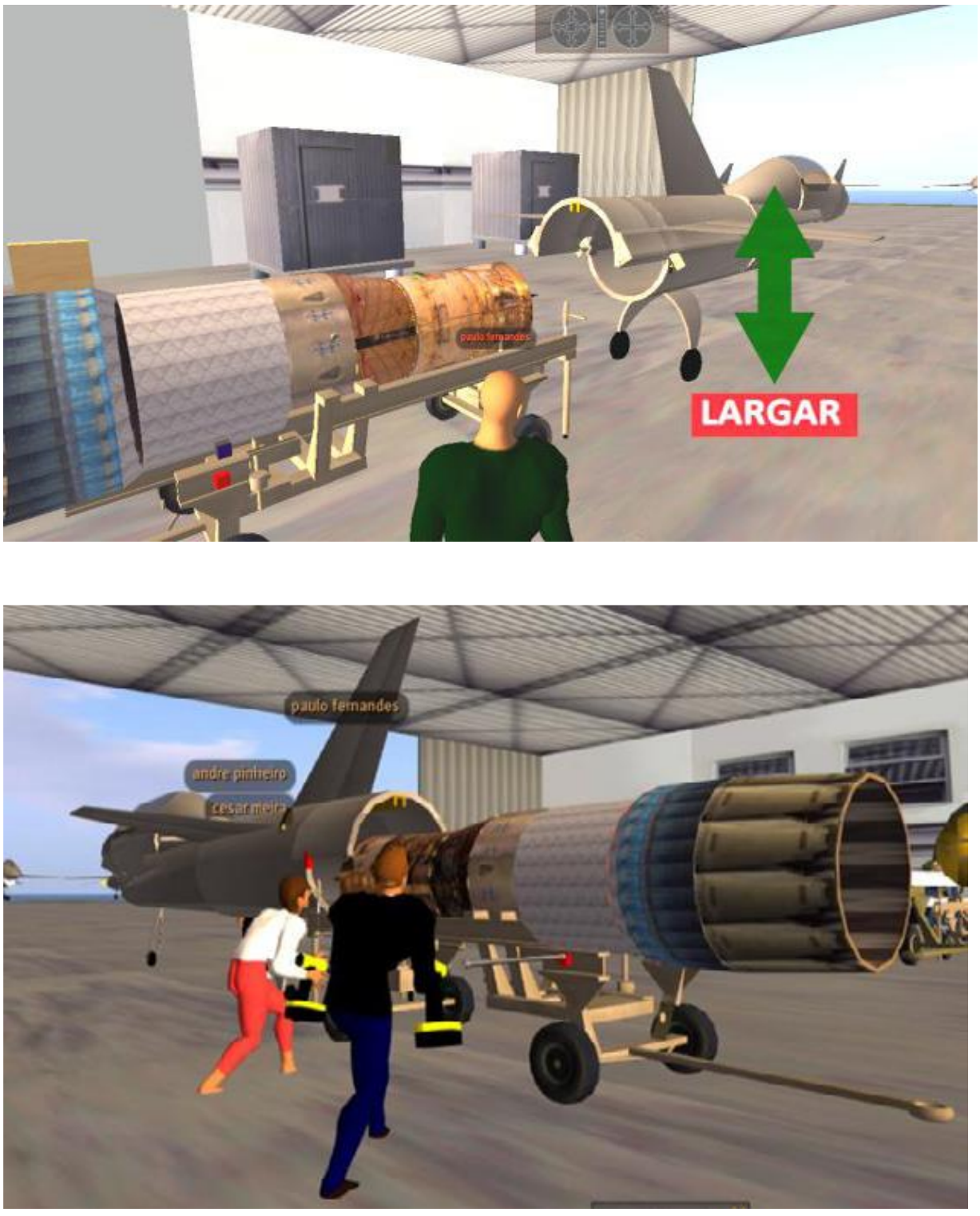
Obecny system decyzyjny działa w następujący sposób: po odebraniu zdarzenia z OpenSimulator najpierw wysyła zapytanie do magazynu danych ze wszystkimi bieżącymi danymi o stanie symulacji. Następnie na podstawie tych informacji i danych zdarzenia inicjującego OpenSimulator hierarchiczny algorytm automatu stanów określa odpowiednią odpowiedź. Na przykład, jeśli technik jest w stanie „Wolne ręce", stan ten może przejść do stanu o nazwie „HoldingScrewdriverInHand" po otrzymaniu zdarzenia „ClickedOnScrewdriver". Wreszcie przejście jest tłumaczone na polecenia specyficzne dla świata wirtualnego, które są dostarczane do skryptu źródłowego w celu wykonania.

Proces instalacji silnika Pratt & Whitney F100 w samolocie F-16 jest dość obszerny i skomplikowany, wymagając od trzech techników wykonania różnych procedur. Ponadto w operacji potrzebna jest konkretna rola, moduł sprawdzania procesu, który może prowadzić do zaangażowania czwartej osoby, jeśli żaden z trzech techników nie ma uprawnień do pełnienia tej roli. Wszystkie niezbędne procedury są określone w dokumencie znanym jako Job Guide, który odnosi się do wszystkich zamówień technicznych zawierających niezbędne informacje. Instalacja silnika wewnątrz kadłuba samolotu, pierwsza procedura realizowana w prototypie, jest pojedynczym procesem, ale zwykle dzieli się go na cztery zadania, znane jako PT1, PT2, PT3 i PT4. Obecnie prototyp jest implementowany w celu obsługi symulacji w zadaniu PT1, co jest warunkiem wykonania zadań PT2, PT3 i PT4. Co ważniejsze, umożliwia testowanie sytuacji współpracy procesu, ponieważ to zadanie PT1 wymaga zaangażowania wszystkich techników, ponieważ wiąże się z kilkoma zadaniami, których nie może wykonać jedna osoba.

Jednym z takich zadań jest podniesienie silnika, aby wyrównać go z pustym kadłubem kadłuba samolotu, co wymaga wszystkich 3 techników: dwóch po lewej stronie, i trzeciego po prawej stronie, jak pokazano na rys. 1. Gdy kontroler procesu wydaje polecenie (tj. może to być czwarty element w zespole), trzej technicy będą obsługiwać maszyny do wkręcania razem, aby podnieść silnik jednocześnie i koordynować, używając mowy jako środka synchronizacji, aby uniknąć nadmiernego przechyłu silnika podczas podnosząc to.

RYSUNEK 1. MECHANICY PODNOSZĄ SILNIK BAZIE LOTNICZNEJ NR 5.

Platforma OpenSimulator dla wielu użytkowników wirtualnego świata pozwala trzem lub czterem uczestnikom ćwiczyć synchronizację w tym zadaniu w podobny sposób, o ile dostępny jest czat głosowy. W obecnym prototypie, gdy wszystkie warunki wstępne są wystarczające (takie jak ustabilizowanie wózka łożyskowego i posiadanie odpowiednich narzędzi w ręku i dopasowanie narzędzi), może nastąpić podnoszenie silnika. Po uruchomieniu zespół UTAD postanowił zaimplementować go w następujący sposób: symulator przejmuje kontrolę nad klawiszami strzałek i zmienia ich funkcję. Podczas podnoszenia klawisze strzałek w górę i w dół reagują tak, jakby działały w kierunku wkrętarek lub obracania kluczy do podnoszenia (rys. 2a).



RYSUNEK 2. ASPEKTY SYMULATORA: (A) STRZAŁKA W PRZESTRZENI WIRTUALNEJ; (B) MECHANICY PODNOSZĄCY SILNIK W PRZESTRZENI WIRTUALNEJ

Trzej technicy muszą nacisnąć odpowiednie klawisze we właściwym kierunku mniej więcej w tym samym czasie (za pomocą czatu głosowego, aby zsynchronizować swoje działania, jak w świecie fizycznym), aby podnieść lub obniżyć silnik. „Z grubsza” oznacza 2-sekundowy interwał. Obecnie jest to warunek wstępny wystąpienia podnoszenia / opuszczania, ale w przyszłości zachowanie symulatora może zostać rozszerzone

w celu uwzględnienia błędów i wypadków spowodowanych niewłaściwymi operacjami. Rys. 2b pokazuje awatary uczestników podczas podnoszenia silnika w przestrzeni wirtualnej.

Aby ocenić prototyp symulatora, zaplanować jego dalszy rozwój, 2-dniowy pobyt w Bazie Lotniczej Nr. 5 zostało przeprowadzone w celu przeprowadzenia testów z potencjalnymi użytkownikami. Wczesna wersja prototypu została wcześniej zademonstrowana dowództwu bazy lotniczej, ale nie przeprowadzono rzeczywistych testów użytkownika. Podczas tego dwudniowego pobytu zespół postanowił udostępnić prototyp technikom, którzy są również trenerami, aby określić ich zadowolenie jako użytkowników oraz ich oczekiwania dotyczące dalszego rozwoju - szczególnie w takich obszarach, jak szczegóły techniczne i możliwości pedagogiczne, interfejs użytkownika wybory i metody interakcji. Zespół chciał również sprawdzić, czy kontekst technologiczny w bazie lotniczej (sprzęt komputerowy i sieć) spełniał wymagania dotyczące wykonania prototypu.

Ponieważ baza lotnicza znajduje się 260 km od UTAD, przygotowanie do testu zostało przeprowadzone zdalnie, za pośrednictwem wymiany e-mail. Zaplanowano dwie sesje testowe, z których każda obejmowała 3 trenerów, wybranych na podstawie potencjalnych przyszłych użytkowników symulatora w kontekście sesji szkoleniowych. Ci trenerzy byli osobami odpowiedzialnymi za szkolenie nowych techników, którzy zostali przydzieleni do bazy lotniczej, do obsługi silników lotniczych F-16. Byli to najbardziej wykwalifikowani technicy bazy lotniczej w zakresie procedur konserwacji mechanicznej silników F-16. Dwie sesje były podobne. Oba miały miejsce w bocznym pomieszczeniu głównego hangaru obsługi silnika (rys. 3). W tym pokoju były 2 stoły grupowe z krzesłami, projektor i biała tablica. Do testów użyto 4 komputerów, 3 dla użytkowników i 1 jako serwer OpenSimulator. Przygotowanie do testu polegało na zebraniu i zmontowaniu wszystkich niezbędnych materiałów pomocniczych (komputerów, sieci, kamer i mikrofonów do nagrywania testowego, instalacji oprogramowania i dystrybucji formularzy zgody na zbieranie danych, kwestionariuszy do charakterystyki profili użytkowników i przewodnika papierowego).

RYSUNEK 3. ROZMIESZCZENIE SALI W CZASIE TRWANIA TESTU

Pierwszy dzień naszego pobytu został spędzony na przygotowaniu sali i instalacji oprogramowania na komputerach bazy lotniczej. Rzeczywiste sesje treningowe odbyły się w dniu 2, każda trwała około 1 godziny 15 minut. Sesje składały się z krótkiego wprowadzenia z prezentacją projektu, wyjaśnienia motywu obecności zespołu oraz prezentacji planu pracy na sesję. Wszyscy trenerzy przeczytali i podpisali formularze zgody na zbieranie danych do tego testu oraz wypełnili kwestionariusz charakterystyki. Podczas właściwej sesji symulacji cała dynamika była rzutowana na ekran z perspektywy komputera, którego użytkownik (członek zespołu programistycznego) pełnił rolę nadzorcy symulacji instalacji silnika. Sesja rozpoczęła się od zapoznania się użytkowników z platformą, których celem było nabycie podstawowych umiejętności poruszania się w wirtualnym świecie i interakcji z obiektami.

Zapoznanie się miało 4 kroki. Grupa awatarów rozpoczęła od spotkania w miejscu oddalonym od wirtualnego hangaru. Na każdym kroku znajdował się wirtualny plakat z zadaniem do wykonania przez użytkowników. Pierwszym było wejście w tryb lotu awatara i zbliżenie się do samolotu zaparkowanego poza hangarem (rys. 4a). Następnie musieli wejść do hangaru, do stołu z przedmiotami (rys. 4b). Przy tym stole musieli wybierać przedmioty, zapisując je w ekwipunkach swoich awatarów. Następnie poproszono ich o przeniesienie przedmiotów do innego stołu, w pobliżu pierwszego (rys. 5). Tutaj musieli umieścić przedmioty na drugim stole, tj. zabrać je z ekwipunku. Na koniec działalność zapoznawcza została zakończona, prosząc ich o powrót do miejsca postoju samolotu, a stamtąd do silnika, aby rozpocząć symulację instalacji silnika.

Podczas symulacji serwisu silnika, trenerzy zostali poproszeni o stosowanie protokołu głośnego myślenia podczas całego procesu, komunikując swoje myśli i uczucia. Po zakończeniu procesu symulacji odbył się końcowy wywiad grupowy, nagrany do późniejszej analizy. Wywiad został zaprojektowany w celu zmierzenia zadowolenia użytkowników z systemu oraz zebrania sugestii i zaleceń dotyczących ulepszeń.

RYSUNEK 4. USTAWIENIE AKTYWNOŚCI: (A) PIERWSZA STACJA; (B) DRUGA STACJA

RYSUNEK 5. USTAWIENIE AKTYWNOŚCI: TRZECIA I CZWARTA STACJA

Dzięki analizie kwestionariuszy wszyscy trenerzy biorący udział w tym teście byli płci męskiej, ze średnią wieku 42 lat. Zgłaszali, że są zwykłymi użytkownikami komputerów, używającymi komputerów częściej niż raz dziennie. Ich główne zastosowania technologii komputerowej polegały na wyszukiwaniu informacji (100%), zakończeniu pracy (83%) i socjalizacji (83%). Jeśli chodzi o korzystanie z wirtualnych światów, żaden z trenerów nie korzystał z nich wcześniej, ani nie byli ich świadomi.

Baza lotnicza przypisana do tego testu: cztery laptopy, przełącznik sieciowy i kable sieciowe. Zespół UTAD odkrył, że ten sprzęt nie był w pełni odpowiedni: do uruchomienia tego prototypu potrzebowali bramy sieciowej, usługi, która nie była świadczona przez przełącznik sieciowy. Dlatego przystąpili do testowania z wykorzystaniem małego routera, który zaplanowali jako alternatywę. Laptopy miały odpowiednią moc pamięci i możliwości przetwarzania, ale miały pewne ograniczenia w zakresie kart graficznych, które były w stanie uruchomić oprogramowanie klienckie (przeglądarka Second Life), ale nie w najlepszych warunkach. Jeden został zastąpiony laptopem programisty, aby test mógł być kontynuowany. Komputer używany jako serwer również ujawnił się z niewystarczającą wydajnością, co ujawniło pewne niedociągnięcia w spójności danych między usługą sieciową a środowiskiem 3D.

Z analizy wywiadów respondenci (trenerzy) wspomnieli o niektórych aspektach poprawy i korekty. Na przykład pozycjonowanie awatara nie zawsze było prawidłowe dla wszystkich procedur. Jest to ważny

element szkolenia, ponieważ niewłaściwe pozycjonowanie może narazić technika na niepotrzebne niebezpieczeństwo lub niezdolność do odpowiedniego działania.

Jeśli chodzi o użyteczność symulatora, respondenci uznali go za przydatny, stanowiący atut wspierający praktykę. Wyrazili jednak potrzebę wzięcia pod uwagę nie tylko faktycznych procedur, ale także listy kontrolnej kontroli bezpieczeństwa. Na przykład: „Jeśli chodzi o bezpieczeństwo stabilności samolotu, dlatego powiedziałem wam o ilości paliwa, która…" (wystarczająca masa paliwa samolotu nie pozostanie stabilna na podłodze hangaru, jeśli silnik zostanie zdjęty); „Ta część jest zawsze ważna (…) dla zapewnienia bezpieczeństwa pozostałej części pracy zespołu"; „Chociaż zazwyczaj samolot ma wszystkie te elementy, czasami (…) może nie być miejsca (…), które należy poprawić…" (Respondent 2, 2 marca 2012).

Z perspektywy użytkownika respondenci obu grup ocenili poziom wiedzy i przygotowania wymagany do wdrożenia wirtualnego świata 3D jako akceptowalny, choć zależny od rzeczywistych możliwości komputera i oprogramowania.

Jeśli chodzi o aktywność związaną z poznawaniem świata wirtualnego, respondenci uważali, że ułatwia to kontakt, wyrażając się w następujący sposób: „Ach… Tak, tak", „Aby poznać kroki…", „To wprowadzenie" (respondent 1, 2 marca 2012 r.). Okazało się, że czas na znajomość jest „wystarczający" i „odpowiedni" (Respondent 1, id.).

Jeśli chodzi o użycie rzeczywistego symulatora, zgłoszono użyteczność wprowadzenia, podobnie jak znaczenie listy kontrolnej z typowymi błędami i wymaganymi zadaniami do wykonania w symulatorze. Trenerzy uznali, że wsparcie ze strony personelu szkoleniowego i współpracowników będzie ważne na wczesnym etapie, ale ostatecznie nie będzie już potrzebne. Np. „Drugi raz myślę, że go dostałem…" (Respondent 1, id.).

Jeśli chodzi o treść pedagogiczną symulatora, trenerzy uznali, że pozwala on na szkolenie umiejętności niezbędnych do instalacji silników F-16, ale zauważyli, że konieczne jest zwiększenie poziomu szczegółowości. Np. Z takimi stwierdzeniami, jak dosłownie „więcej szczegółów" lub „Zamiast stawiać rzeczy na ziemi, aby sprawdzić materiały, możesz je obejrzeć tutaj…" (Respondent 1, ibid.). Jeśli chodzi o aspekty współpracy przy użyciu symulatora, uznano, że osiągnęło ono pożądane cele, ponieważ pozwoliło to na przećwiczenie tych aspektów.

Ogólnie stwierdzono, że symulator może przynieść korzyści na szkoleniu na temat instalacji silników F-16, zgłaszając takie aspekty, jak „korzyść wynikająca z możliwości poprawiania błędów" (Respondent 2, ibid.) oraz „kiedy nowy personel przybywa, uczą się, robią różne rzeczy, ale dopóki zespół nie zostanie zautomatyzowany, zajmuje to trochę czasu "(Respondent 2, ibid.).

Jeśli chodzi o wirtualne światy, uważali je za alternatywę dla fizycznego treningu zadań i za atrakcyjną, zdolną do „wytworzenia większego entuzjazmu" (Respondent 2, jw.).

Jeśli chodzi o interfejs graficzny, trenerzy wskazali, że niektóre części silnika muszą być bardziej realistyczne, do tego stopnia, że są w stanie zidentyfikować tę część, gdy widać ją „naprawdę blisko" (Respondent 2, ibid.). Nie mieli trudności z identyfikacją obiektów, ale konieczna jest korekta, ponieważ niektóre aspekty po prostu nie występują w rzeczywistości (np. „Silnik nie może opuścić przodu, to niemożliwe" Respondenci 2, jw.).

Wskazali, że interakcja z systemem jest wystarczająca i wystarczająca, jednak istnieje potrzeba przyzwyczajenia się do warunków, jakie oferuje system.

Na koniec przedstawiono pewne sugestie dotyczące szkolenia technicznego, w tym dotyczące kwestii bezpieczeństwa, oraz szczegóły, takie jak zapewnienie korzystania z zestawu narzędzi w określonych okolicznościach lub identyfikacja sporadycznych błędów w sekwencji zadań instalacyjnych. Rejestrowano również żądania wskazujące interfejs, takie jak wyświetlanie opisu obiektu lub nazwy po najechaniu myszą.

Test potwierdził, że wybrana technologia była możliwa do wykorzystania przez trenerów zaangażowanych w szkolenie techników w bazie lotniczej. Charakter większości pominięć pod względem aspektów symulacji ujawnił, że analiza procedury musi zostać dopracowana, biorąc pod uwagę taktyczną wiedzę i aspekty systemowe (takie jak element bezpieczeństwa niektórych pozycji awatara lub znaczenie używania określonych akcesoriów, takich jak jako zestaw narzędzi dla lepszej koordynacji zespołu). Rozszerzenie symulatora o obsługę mieszanych zespołów awatarów kontrolowanych przez ludzi i agentów sztucznej inteligencji, aby wspierać szkolenie, nawet jeśli tylko niektórzy z ludzkich stażystów są dostępni, to kolejna obiecująca linia pracy, którą realizowały inne zespoły i którą również rozpoczęliśmy odkrywać.

4.5. DYSKUSJA I WNIOSKI

Z przeprowadzonych przez nas badań dobrych praktyk w Europie, zarówno w odniesieniu do technologii, które pozwalają na integrację informacji w czasie rzeczywistym z rzeczywistego świata z treściami cyfrowymi (np. wideo, dźwięki, obrazy 3D) przetwarzanymi przez komputer oraz te, które symulują interaktywne i wielowymiarowe środowisko generowane komputerowo, w którym człowiek jest zanurzony, okazuje się, że w ostatnich latach zarówno metody szkoleniowe, jak i procesy przemysłowe, szczególnie w sektorze lotniczym i kosmicznym, przechodzą erę rewolucji w dużej mierze oparty na innowacjach cyfrowych. Szereg technologii cyfrowych umożliwia dziś organizacjom uzyskanie wydajnych i skutecznych rozwiązań opartych na wiedzy i danych cyfrowych.

Dzięki rozwojowi aplikacji i ciągłej ewolucji platform sprzętowych i programowych, Augmented Reality i Virtual Reality są coraz częściej stosowane w obszarach produkcji i konserwacji jako technologie wspomagające i zintegrowane z procesami przemysłowymi.

Bez względu na sprzęt, z którego zdecydujesz się korzystać, czy to para inteligentnych okularów, czy aplikacja na tablety lub smartfony, możliwości, jakie te technologie stwarzają na rynku, stają się coraz bardziej oczywiste. Dwie główne cechy tych technologii to prostota użytkowania i bezpośredni odbiór korzyści, które się z tym wiążą. Te aspekty są w rzeczywistości tymi, które popychają wiele firm do szybkiego zbliżenia się do tego rozszerzonego i / lub wirtualnego świata pod względem zastosowań i rozwoju w obszarach innych niż te znane dotychczas jako marketing przemysłowy.

Koncentrując się na przemyśle lotniczym i kosmicznym, okazuje się, że firmy objęte badaniami starały się wprowadzić innowacje technologiczne w następujących obszarach zastosowania:

• Logistyka: Rozwiązania są wsparciem dla działań związanych z kompletacją, pozwalając zmniejszyć liczbę błędów i zwiększyć wydajność operatorów. W takim przypadku rzeczywistość rozszerzona jest preferowana jako rozwiązanie (przy użyciu inteligentnych okularów lub tabletów, w zależności od poziomu swobody ruchów rąk wymaganych przez operatorów), ponieważ musisz wchodzić w interakcje z prawdziwym środowiskiem.

• Montaż i produkcja: technologie w tym obszarze aplikacji wspierają operatorów podczas wykonywania sekwencji zadań za pomocą procedury krok po kroku. W tym przypadku rzeczywistość rozszerzona jest optymalnym rozwiązaniem, umożliwiającym operatorowi pełną swobodę ruchów. Firmy mogą zwiększyć wydajność pracy, ale także dokładność, przy jednoczesnym skróceniu czasu, kosztów, a czasem nawet poziomu doświadczenia wymaganego od operatorów.

• Obsługa techniczna i wsparcie: Inteligentne okulary i aplikacje na tablety i smartfony w rzeczywistości rozszerzonej mogą być konkretnym wsparciem podczas operacji konserwacji: technicy mogą komunikować się zdalnie z ekspertami w celu uzyskania wskazówek na temat rozwiązywania problemów lub po prostu skonsultować „rozszerzoną" dokumentację podczas przeprowadzania zajęcia. Do głównych korzyści należą redukcja błędów i czasu szkolenia oraz większa szybkość w realizacji zadań i komunikacji.

• Szkolenie: W przypadku szkolenia i szkolenia w miejscu pracy można użyć obu rozwiązań, aby dowiedzieć się, jak wykonać określone zadanie. Głównymi korzyściami są skrócony czas szkolenia i koszty oraz wyższa jakość produktu (mniej odpadów) Wreszcie, mocną stroną tych technologii jest fakt, że istnieje dziś szeroka gama produktów (sprzęt i oprogramowanie) o specyficznych funkcjach technicznych dla firmy, która decyduje się na rozpoczęcie projektów opartych na zastosowaniu rzeczywistości rozszerzonej i wirtualnej. Z drugiej strony, jego główna słabość wynika z osobliwości związanych z każdym procesem, niezależnie od tego, czy jest to wytwarzanie i / lub szkolenie, które jest „zróżnicowane" i wymaga stworzenia określonej treści cyfrowej. Jest to czynnik, który stawia wyzwania i przeszkody w znalezieniu właściwego rozwiązania dla twoich potrzeb, takich jak uzasadnienie inwestycji i kwantyfikacja korzyści, które możesz osiągnąć, rozwój lub zakup umiejętności symulacyjnych, identyfikacja odpowiednich partnerów projektu.

4.6. BIBLIOGRAFIA

Food and Agriculture Organization, (2019), "Definition of Good Practice" http://www.fao.org/capacity-development/resources/good-practices/en/, (accessed on 30/05/2019)

Beep Project, (2001), https://ec.europa.eu/eurostat/cros/content/beep_en, (accessed on 30/05/2019)

Lorine M. Spencer, BSN, MBA,corresponding author Michael W. Schooley, MPH, Lynda A. Anderson, PhD, Chris S. Kochtitzky, MSP, Amy S. DeGroff, PhD, MPH, Heather M. Devlin, MA, and Shawna L. Mercer, MSc, PhD, (2013), "Seeking Best Practices: A Conceptual Framework for Planning and Improving Evidence-Based Practices", https://www.ncbi.nlm.nih.gov/pmc/articles/PMC3864707/, (accessed on 30/05/2019)

Jenny Assi and Caterina Carletti, (2018), “Le Buone Pratiche”, Scuola professionale della Svizzera italiana, Dipartimento di Economia Aziendale, sanità e sociale, (accessed on 30/05/2019)

Jigs and Fixtures for Assembly of the Laminar Wing at the BLADE flight test demonstrator Final Assembly Line, (2016), https://cordis.europa.eu/project/rcn/198152/factsheet/en, (accessed on 30/05/2019)

Veronica S. Pantelidis, (2009), “Reasons to Use Virtual Reality in Education and Training Courses and a Model to Determine When to Use Virtual Reality”, http://earthlab.uoi.gr/ojs/theste/index.php/theste/article/view/22, (accessed on 30/05/2019)

De Crescenzio, Francesca & Fantini, Massimiliano & Persiani, Franco & Di Stefano, Luigi & Azzari, Pietro & Salti, Samuele, (2011),0” Augmented Reality for Aircraft Maintenance Training and Operations Support”, https://www.researchgate.net/publication/224207954_Augmented_Reality_for_Aircraft_Maintenance_Training_and_Operations_Support, (accessed on 15/07/2019)

Sanguini, Roberto, (2016), “Augmented Reality in support to Helicopter Maintenance Activities”, https://www.researchgate.net/publication/303517389_Augmented_Reality_in_support_to_Helicopter_Maintenance_Activities_the_TELL_ME_results, (accessed on 15/07/2019)

Pinheiro, André & Fernandes, Paulo & Maia, Ana & Matos, Gonçalo & Pedrosa, Daniela & Fonseca, Benjamim & Paredes, Hugo & Martins, Paulo & Morgado, Leonel & Rafael, Jorge, (2014), “Development of a mechanical maintenance training simulator in OpenSimulator for F-16 aircraft engines” https://www.researchgate.net/publication/268978485_Development_of_a_mechanical_maintenance_training_simulator_in_OpenSimulator_for_F-16_aircraft_engines, (accessed on 15/07/2019)

5. DYSKUSJA I PODSUMOWANIE USTALEŃ

5.1. DYSKUSJA

Potencjał technologii immersywnych w szkoleniach korporacyjnych jest znaczący. Tradycyjna organizacja szkoleń korporacyjnych ma swoje wady, ponieważ są nieefektywne kosztowo, czasochłonne i często wiążą się z niższymi wskaźnikami zaangażowania pracowników, co prowadzi do obniżenia jakości szkoleń. W miarę jak branża zmierza w kierunku zwiększonej cyfryzacji, rośnie zapotrzebowanie na wykwalifikowanych pracowników, co powoduje potrzebę wydajnych i skutecznych programów szkoleń dla przedsiębiorstw. Aby ominąć negatywne aspekty tradycyjnego szkolenia korporacyjnego, kilka firm zaczęło włączać immersywne uczenie się jako część swoich systemów szkoleniowych.

Korzystanie z VR w szkoleniach korporacyjnych wiąże się ze zwiększonym współczynnikiem retencji i zaangażowania wśród użytkowników. Wynika to z rzeczywistego szkolenia empirycznego zapewnianego przez środowisko wirtualne oraz z powodu niewielkiej rozproszenia podczas przebywania w środowisku wirtualnym. VR pozwala również użytkownikowi wielokrotnie ćwiczyć aspekty pracy, które stanowią wyzwanie lub wiążą się z wysokim ryzykiem, co skutkuje lepszą jakością uczenia się dostosowaną do użytkownika bez żadnych ograniczeń rzeczywistości: ryzyko, logistyka lub niewielkie i prawo do niepowodzenia w czasie rzeczywistym.

Jak przewidziano w rozdziale drugim, niektórymi celami związanymi z głębokim wdrażaniem w szkoleniach korporacyjnych są redukcja kosztów, przenoszenie umiejętności związanych z pracą, zwiększona wydajność różnych części łańcucha wartości, bezpieczne środowisko szkoleniowe i skrócenie czasu szkolenia pracowników. Włączenie środowisk wirtualnych jako sposób oceny pracowników jest potencjalnym zastosowaniem, które musi być jeszcze w pełni przyjęte w różnych branżach.

Analizując studia przypadków i zastosowania technologii immersywnych w różnych branżach, w niniejszym dokumencie podkreślono niektóre sposoby, w jakie korporacje zastosowały inne podejście do szkolenia swoich pracowników. Firmy już czerpią korzyści z immersywnego uczenia się, szczególnie w sektorach wysokiego ryzyka, takich jak energetyka, przemysł, produkcja lub budownictwo. Różne badania przyniosły również obiecujące korzyści z przyjęcia immersywnego uczenia się w ramach szkolenia korporacyjnego. Farmers Insurance Group, szacuje oszczędności na samych tylko podróżach w wysokości 300 000 USD, wdrażając kursy immersywne, podczas gdy badania przeprowadzone przez laboratoria Google Daydream Labs pokazują, że wskaźnik uczenia się wzrasta, a odsetek błędów maleje wśród użytkowników wykonujących zadania po nauce za pośrednictwem VR w porównaniu do użytkowników, którzy uczą się w tradycyjny sposób. W ramach szkoleń bezpieczeństwa Deutsche Bahn wykonała symulacje szkolenia awaryjnego bez narażania bezpieczeństwa, umożliwiając pracownikom zapoznanie się z inteligentnymi, skutecznymi sposobami radzenia sobie w sytuacjach awaryjnych. Podobno ułatwia to przybliżenie przyszłym pracownikom kultury i oczekiwań firmy dzięki dobrze opracowanemu onboardingowi pracowników.

Jak wynika ze studiów przypadków wykonanych w tym raporcie, udokumentowano korzyści płynące z wykorzystania rzeczywistości wirtualnej w ramach szkolenia, a firmy już osiągają pozytywne wyniki. Jednak chociaż technologia ta dojrzała, niektóre firmy wciąż sceptycznie podchodzą do rozszerzonej rzeczywistości, ponieważ technologia jest wciąż droga. Dlatego na razie technologia ta nie może być wykorzystywana przez wszystkich do immersywnego uczenia się. Ponieważ jednak przewiduje się, że udział technologii immersywnych w rynku znacznie wzrośnie w ciągu następnej dekady, a ponieważ więcej konkurentów

zaangażuje się w rozwój technologii XR, oczekuje się, że koszty zmniejszą się wystarczająco, aby XR stał się nową normą w szkoleniach korporacyjnych.

Przewiduje się, że w ramach oczekiwanej ewolucji rynku AR będzie miała większość udziałów w rynku XR ze względu na jego zastosowanie w branży. Przeglądając dzisiejsze rozwiązania AR, można zobaczyć, dlaczego taka prognoza może być dokładna. Podobnie jak w przypadku szkoleń, sektory wysokiego ryzyka dostrzegają największe korzyści z rozwiązań AR. Wynika to z możliwości usług zdalnych i rozszerzonych możliwości konserwacji a także usług serwisowych. Dzięki tym implementacjom każda osoba w miejscu pracy może zostać technikiem, ponieważ każdy krok rozwiązywania problemów jest intuicyjnie prezentowany przez aplikację AR. Jak przewidziano w rozdziale 3, takie rozwiązania dostarczone przez Electrolux w ramach programu Green Spirit, w którym wdrożenia AR zapewniają pracownikom obsługi technicznej możliwość wykonywania zdalnej konserwacji.

Przemysł produkcyjny zauważył szybką adaptację technologii AR. Oprócz implementacji podobnych do innych środowisk wysokiego ryzyka przydatna jest możliwość wizualizacji za pomocą AR. Intuicyjna wizualizacja jest aspektem projektowania produkcji stosowanym w różnych częściach łańcucha wartości. Na wczesnym etapie opracowywania produktu przydatna jest możliwość przekształcania modeli 3D w modele wirtualne, aby zapewnić dokładny zakres produktu / projektu. Podczas wytwarzania produktu rozwiązania AR zapewniają pracownikom możliwość nakładania różnych części modelu wirtualnego na produkt fizyczny w celu prawidłowego umieszczenia części. Zamiast porównywania produktu fizycznego z różnymi modelami 2D, możliwość nałożenia projektu na produkt końcowy w celu kontroli jakości znacznie skraca czas produkcji. Przykładem tego jest system DAR, zaawansowany system wizualizacji zleceń pracy na wirtualnym klonie. Celem aplikacji jest poprawa wizualizacji operacji obsługi technicznej i produkcji samolotu A400M. Projekt przyniósł pozytywne wyniki.

Obiecujące trendy szybkiej adaptacji technologii immersywnych w przemyśle pokazują producenci platform komputerowych dla inżynierów i do zarządzania procesami fabrycznymi. Wiodący światowi producenci rozwijają swoje rozwiązania w kierunku zintegrowanych systemów, które natywnie obsługują najbardziej innowacyjne koncepcje digitalizacji związane z Przemysłem 4.0, a tym samym właśnie w kierunku koncepcji wirtualnego prototypowania i cyfrowego bliźniaka. Platforma 3D Experience, stworzona przez Dassault Systems, integruje kilka kluczowych funkcji w celu uzyskania zaawansowanej platformy biznesowej z pełnymi możliwościami VR. Takie wdrożenia zwiększą motywację branż do przyjmowania nowych technologii, ponieważ dostarczone oprogramowanie będzie solidne, a zatem można wiarygodnie przewidzieć, że wykorzystanie technologii immersywnych w branżach gwałtownie wzrośnie w nadchodzących latach.

Jak omówiono w powyższej publikacji, celem wdrożenia technologii immersywnych w miejscach pracy jest skrócenie czasu trwania projektu, poprawa wydajności w zadaniach decyzyjnych i przydzielaniu personelu, redukcja kosztów, ulepszenia przeglądu projektu, redukcja iteracji prototypów i ulepszenia bezpieczeństwa.

W ostatnich latach przeprowadzono kilka próbnych badań koncentrujących się na korzyściach płynących z zastosowania metodologii uczenia immersywnego w edukacji. Badania te miały na celu usprawnienie procesu uczenia się na poziomach edukacyjnych, od szkoły podstawowej po uczelnię wyższą. Podobnie jak sektor przedsiębiorstw, instytucje edukacyjne uznałyby wdrożenie technologii immersywnego uczenia się za udane, gdyby wyniki osiągnęły większą efektywność i ogólnie wyższy wskaźnik retencji dla studentów. Takie spostrzeżenia zostały potwierdzone przez szeroko zakrojone badania. Do zastosowania w segmencie szkół podstawowych Google udowodnił w swoim programie Google Expedition Pioneer, że korzyści płynące z prezentacji przedmiotów za pomocą rozwiązania VR spowodowały znacznie wyższe wskaźniki retencji w

porównaniu z bardziej konserwatywnymi alternatywami. Na poziomie szkoły zawodowej Accenture wykazał poprzez swoje badania, że zarówno dokładność, jak i efektywność można radykalnie poprawić (12 i 17%) za pomocą VR.

Podobnie, badania przeprowadzone na poziomie uniwersyteckim w NTNU-IMTEL wykazały, że szkolenie z procedur medycznych w VR i wirtualnym szpitalu uniwersyteckim przyniosło pozytywne wyniki. Informacje zwrotne określono pozytywnie zarówno pod względem ogólnego doświadczenia użytkownika, jak i oczekiwanych efektów uczenia się. Jest to również poparte badaniem Accenture, które wykazało, że u studentów przeszkolonych w VR zaobserwowano o 40% mniej błędów chirurgicznych w porównaniu do tych którzy zostali przeszkoleni przy użyciu zwykłych metod nauczania (University School of Medicine w Atlancie).

5.2. PODSUMOWANIE

I-TRACE to projekt finansowany przez ERASMUS + między 7 europejskimi partnerami przemysłowymi i edukacyjnymi. W ramach rezultatów ich pracy intelektualnej (IO), niniejsza publikacja przedstawia swoje ustalenia na temat najlepszych praktyk w immersyywnym uczeniu się (IO2) w wybranych branżach.

Zapotrzebowanie na wykwalifikowanych pracowników jest stale obecne, i aby zaspokoić to zapotrzebowanie, trenerzy i nauczyciele muszą zmierzyć się z identyfikacją i wdrażaniem nowych technologii, które mogą usprawnić proces uczenia się. W ostatniej dekadzie nastąpił ogromny rozwój technologii, które oferują różne sposoby rozszerzania rzeczywistości (**XR**) użytkownika. Wdrożenie takich technologii poprzez inicjatywy **immersywnego uczenia się** wykazało ogromny potencjał w zakresie wzbogacania kompetencji uczniów. Osiąga się to poprzez umożliwienie nauczycielom efektywnego symulowania odpowiednich środowisk, które w innym przypadku byłyby zarówno trudne, jak i kosztowne w eksploatacji w świecie rzeczywistym. Symulacje te pozwalają uczniom **zapoznać się** ze środowiskami ściśle związanymi z ich przyszłym zawodem, co z kolei może skutkować bardziej efektywnym transferem wiedzy, a ogólną konsekwencją jest wyższy poziom kompetencji.

Aby lepiej zrozumieć najlepsze praktyki immersywnego uczenia się, niniejsza publikacja przedstawia i omawia udane wdrożenie aplikacji XR w **szkoleniach korporacyjnych** a także na różnych **poziomach edukacji**.

Ponadto wdrożenia te są prezentowane we wszystkich rozdziałach opracowanych przez **uczestników projektu I-TRACE**. Zwrócono uwagę zwłaszcza na przypadki, w których członkowie projektu I-TRACE mieli bezpośredni udział lub posiadają bogate doświadczenie, aby dokładnie zilustrować różne obszary zainteresowań w swoich branżach wiedzy specjalistycznej. Projekt I-TRACE koncentruje się głównie na sektorze **lotniczym i kosmicznym**, ale przykłady zastosowań z innych branżach są również zaprezentowane, aby jeszcze bardziej poszerzyć spojrzenie na zastosowanie immersyjnych metod nauczania. Następnie opracowano i zaprezentowano w sposób szczegółowy różne przypadki zastosowań rozszerzonej rzeczywistości w celu podkreślenia korzyści i wyzwań związanych z wdrażaniem immersywnego uczenia się.

Na koniec ustalenia podzielono na kategorie, a doświadczenia omówiono, aby podkreślić, co można uznać za najlepszą / dobrą praktykę.

6. DARMOWE ZASOBY ONLINE

- https://www.youtube.com/watch?v=a824fnWE5S0
- https://www.accenture.com/_acnmedia/PDF-86/Accenture-Extended-Reality-Immersive-Training.pdf
- https://www.youtube.com/watch?v=DQMA5NNhN58
- https://www.youtube.com/watch?v=5AjxGqzqQ54
- https://www.youtube.com/watch?v=rqmXT56jzy4&feature=youtu.be
- https://www.youtube.com/watch?v=wxy6hCvHrlo&feature=youtu.be
- https://youtu.be/rEKEP3KtsPs
- https://www.youtube.com/watch?v=SJMpVhk0yhY
- https://www.youtube.com/watch?v=L9UPWPgVlDo

7. ZAŁĄCZNIKI

ZAŁĄCZNIK 1: FORMAT GROMADZENIA DANYCH DLA DOŚWIADCZENIA DYDAKTYCZNEGO (INTELLECTUAL OUTPUT 2)

Podstawowe informacje		
Nazwa interwencji w języku angielskim i/lub języku rodzimym		
Nazwa organizacji odpowiedzialnej za wniosek dydaktyczny i referencje (strona, strona internetowa, kontakt)		
Opis zastosowania dydaktycznego (abstrakt): KTO, CO, GDZIE, KIEDY, JAK (proszę krótko opisać cel interwencji, grupę docelową oraz sekwencję działań / projektu / metody, częstotliwość, intensywność, czas trwania, rekrutację metoda, program szkoleniowy, wdrożone technologie, wsparcie techniczne lub wykorzystywane narzędzia, tło i profil trenerów / nauczycieli / mentorów):		
Kto finansuje/sfinansował (jedna lub więcej odpowiedzi)? * Zaznacz wszystkie które dotyczą.		Rząd krajowy / regionalny / lokalny
		Instytucja edukacji lub kształcenia i szkolenia zawodowego
		Uczelnia wyższa
		Organizacja pozarządowa / firma sektora prywatnego / organizacja z sektora lotniczego
		Inne (proszę określić w powyższym opisie) Nie wykryto lub nie dotyczy
Jaki jest / był poziom wdrożenia aplikacji dydaktycznej (jedna lub więcej odpowiedzi)? * Zaznacz wszystkie które dotyczą.		Krajowy
		Regionalny
		Lokalny (poziom gminy)
		Inne
		Nie wykryto lub nie dotyczy
Jakie są główne cele aplikacji dydaktycznej?*		
Proszę podać opis umiejętności / kompetencji / obowiązków zawodowych opracowanych przez aplikację dydaktyczną i dla jakiej grupy docelowej		

(studenci, pracownicy, osoby poszukujące pracy itp.)*		
Podstawowym komunikatem i / lub hasłem jest (jeśli dotyczy) aplikacji dydaktycznej jest:		
Jakie źródła i metodologia zostały wykorzystane do znaleznienia informacji (proszę opisać źródła) *		Wiedza bezpośrednia
		Internet
		Firma
		Bibliografia
		Inne
		Jeśli inne to jakie

Rozwój		
Który z tych interesariuszy był zaangażowany w rozwój tej aplikacji dydaktycznej (jedna lub więcej odpowiedzi)? * Zaznacz wszystkie które dotyczą.		Podmioty gospodarcze (sektor lotniczy lub inne powiązane z przemysłem)
		Rząd (krajowy, regionalny, lokalny)
		Fundatorzy
		Badacze
		Inne
		Nie wykryto lub nie dotyczy
Wdrażanie		
Wdrażanie twojej aplikacji dydaktycznej jest/było (jedna lub więcej odpowiedzi): * Zaznacz wszystkie które dotyczą.		Ciągłe (zintegrowane z systemem szkolenia) I
		Pojedyńcze - Ile trwało?
		Mniej niż rok
		Rok
		Od roku do 2 lat
		Dłużej niż 2 lata
		Nie wykryto lub nie dotyczy
Czy obowiązują Europejskie Ramy Kwalifikacji (ang. EQF)? * Zaznacz tylko jedną opcję.		Nie
		Tak EQF 3
		Tak EQF 4
		Tak EQF 5

		Tak EQF 6
		Nie wykryto lub nie dotyczy
Grupy docelowe (można zaznaczyć więcej niż jedną grupę docelową): * Zaznacz wszystkie które dotyczą.		Studenci
		Pracownicy
		Bezrobotni dorośli
		Inne
		Nie wykryto lub nie dotyczy
Kto wdraża/wdrożył interwencję (osoba indywidualna, zespół, organizacja, organizacja kształcenia i szkolenia zawodowego, uczelnia wyzsza, sieć organizacji) *		
Jakie technologie wspomagające i narzędzia zostały zastosowane? Proszę wymienić i szczegółowo opisać.		
Odwołania (z podaniem linków jeśli to możliwe), do najważniejszych artykułów lub raportów dotyczących interwencji		
Lista i krótki opis innych istotnych dokumentów (instrukcje wdrażania, instrukcje szkoleniowe)		
Prześlij wszelkie możliwe dokumenty (instrukcje wdrażania, instrukcje szkoleniowe, plakaty, filmy wideo lub inne narzędzia)		

Realizacja Nauki w Immersywnej Rzeczywistości	

Skupienie się na zastosowaniu immersywnego uczenia się:

Realizacja Nauki w Immersywnej Rzeczywistości	**Opisz zastosowanie immersywnego uczenia się w następujący sposób:**
ODNOSZĄC SIĘ DO POZYJCI 3 HARMONOGRAMU, SEKCJA – INFORMACJE PODSTAWOWE, STR. 1	
W odniesieniu do architektury szkolenia; określ ilość szkolenia immersywnego (w godzinach) w porównaniu z całkowitym czasem trwania programu szkoleniowego / kursu (w godzinach). **W odniesieniu do modułów szkoleniowych**: określ ile godzin zostało zrealizowanych w trakcie szkolenia immersywnego w stosunku do całkowitego czasu trwania każdego modułu).	

Monitorowanie i ocena (należy określić, czy szkolenie było monitorowane, efekty uczenia się zweryfikowane, za pomocą jakiego rodzaju narzędzi i przez kogo). Wskazać opcję Nie dotyczy w przypadku braku systemu monitorowania i oceny.	
Podaj uzasadnienie do zastosowania immersywnego szkolenia (szkolenie wewnątrzzakładowe w celu aktualizacji kompetencji pracowników, wprowadzenie nowych technologii w celu poprawy wydajności produkcji / organizacji; szkolenie studentów uniwersytetów, w zależności od kontekstu aplikacji (patrz POZYCJA N. 1).	
Określ osiągnięte korzyści wygenerowane przez immersywną aplikację szkoleniową dla stażystów / studentów (tj.: poprawa efektów uczenia się, zwiększenie upodmiotowienia i aktywnego uczestnictwa beneficjentów, skrócenie czasu szkolenia / zwiększenie wydajności szkolenia, zwiększenie jakości szkolenia, realizacja szkolenia zorientowanego na rynek, zwiększenie bezpośredniego zaangażowania firm w programy edukacyjne / wzmocnienie tak zwanych partnerstw biznes-edukacja itp.).	