

PRAKTYCZNY PRZEWODNIK

VR





O projekcie

Partners



Program: Erasmus

Numer projektu: 2024-1-PL01-KA220-HED-000245347

Kluczowe działanie: Partnerstwa na rzecz współpracy i wymiany praktyk

Rodzaj działania: Partnerstwa na rzecz współpracy w szkolnictwie wyższym

Data rozpoczęcia: 01-09-2024

Data zakończenia: 31-08-2027

Koordynator projektu: Politechnika Krakowska im. Tadeusza Kościuszki

Zastrzeżenie:

Wyrażone poglądy i opinie są jedynie opiniami autora lub autorów i niekoniecznie odzwierciedlają poglądy i opinie Unii Europejskiej lub Fundacji Rozwoju Systemu Edukacji. Unia Europejska ani podmiot udzielający dotacji nie ponoszą za nie odpowiedzialności.



Co-funded by
the European Union



<https://vrchem.pk.edu.pl/>



Podsumowanie

1 Wirtualna rzeczywistość, przegląd i technologia 11

1.1 Definicja VR.....	11
1.2 Urządzenia i kategorie w ramach technologii VR.....	12
1.3 Oprogramowanie i aplikacje	14
1.4 VR w edukacji	15
1.5 Zastosowania w szkolnictwie wyższym.....	16
1.6 Wspieranie badań.....	21

2 Jak włączyć VR do programów nauczania 23

2.1 Przegląd i główne pojęcia	24
2.2 Projektowanie doświadczeń VR i integracja z programem nauczania	29
2.2.1 Zamierzone efekty kształcenia: dlaczego są one ważne?	29
2.2.2 Jak sformułować zamierzone efekty kształcenia?.....	32
2.3 Zadanie oceniające	34
2.3.1 Funkcje oceny.....	36
2.3.2 Przykłady zadań związanych z oceną	38
2.3.3 Rubryka	40
2.3.4 Podsumowanie.....	42
2.4 Działania dydaktyczne i edukacyjne	43
2.4.1 Jakie ramy należy (prze)projektować TLA, aby dostosować je do VR?	44
2.4.2 Program nauczania i plan lekcji	52
2.4.3 Niektóre narzędzia i zasoby.....	54
2.5 Wyzwania	56
2.6 Projektowanie integracyjnych doświadczeń edukacyjnych z wykorzystaniem VR	58
2.7 Skrócona instrukcja obsługi	60
2.8 Wspieranie badań.....	61

3 Przeprowadź eksperymenty z nauczaniem VR: doświadczenia

Politecnico di Milano **65**

3.1 Tworzenie laboratoriów VR.....	65
3.1.1 Role zaangażowanych osób.....	67
3.1.2 Kwestie związane z urządzeniami.....	67
3.2 Zajęcia wzbogacone o VR na POLIMI.....	71
3.3 Narzędzia monitorowania i oceny.....	73
3.3.1 Gromadzenie danych za pomocą formularzy wypełnianych na miejscu.....	73
3.3.2 Kwestionariusze po lekcji.....	75
3.3.3 Raport końcowy.....	77
3.4 Badania wspierające.....	78

4 Materiały szkoleniowe do zajęć VR **79**

4.1 Wytyczne dla nauczycieli i trenerów.....	79
4.2 Wytyczne dla uczniów.....	85
4.3 Materiały wspólne.....	89

Zestaw Startowy **91**





Streszczenie

Niniejsza broszura zawiera empiryczne i teoretyczne informacje przydatne dla decydentów, nauczycieli, instruktorów i trenerów w kontekście szkolnictwa wyższego, którzy pragną pogłębić swoją wiedzę na temat technologii wirtualnej rzeczywistości i jej praktycznych zastosowań w środowisku uniwersyteckim.

Broszura zatytułowana „Praktyczny przewodnik po VR” została opracowana w ramach europejskiego projektu badawczego VRChem jako część pakietu roboczego 2.

Jej autorem jest **METID - Learning Innovation się Uniwersytet Politechniczny w Mediolanie**, przy wsparciu, nadzorze i weryfikacji konsorcjum projektowego.

Broszura podzielona jest na cztery sekcje:

Rozdział 1 wprowadza pojęcie technologii VR (wirtualnej rzeczywistości), jej definicje teoretyczne oraz skutki jej zastosowania w edukacji. Przedstawiono krótki przegląd literaturowy podkreślający korzyści płynące z zastosowania tej technologii w środowisku edukacyjnym. Przedstawiono różne perspektywy dotyczące tej technologii, skupiając się nie tylko na wyświetlaczach montowanych na głowie, ale także na innych urządzeniach, systemach i oprogramowaniu wykorzystywanym w jej ramach.

Jako przykłady zastosowania VR w systemach edukacyjnych podano realizacje wynikające z doświadczeń partnerów projektu na uniwersytetach

Rozdział 2 zawiera wskazówki dla nauczycieli akademickich dotyczące projektowania skutecznych doświadczeń edukacyjnych opartych na VR.

Rozdział rozpoczyna się od zdefiniowania jasnych zamierzonych efektów kształcenia (ILO). Następnie wyjaśnia, jak zaprojektować zadanie dostosowane do tych efektów. Nauczyciele otrzymają wskazówki dotyczące tworzenia ćwiczeń wspieranych przez VR, które promują zaangażowanie. Rozdział kładzie duży nacisk na spójność między ILO, ćwiczeniami i ocenami. Zawiera praktyczne wskazówki dotyczące planowania i wdrażania w nauczaniu.

Rozdział 3 przedstawia informacje nie tylko z perspektywy teoretycznej, ale z empirycznych obserwacji przeprowadzonych przez POLIMI (Politecnico di Milano University) w swoich laboratoriach od momentu wprowadzenia w nich systemów VR. Ta część broszury ma na celu przedstawienie doświadczeń uniwersytetu, służących jako przykład dla innych instruktorów,

nauczycieli lub decydentów w kontekście edukacyjnym, którzy chcą wprowadzić VR do swoich zajęć. Przedstawiono role i zaangażowane strony, a także konfiguracje sprzętu i oprogramowania wymagane do zarządzania wieloma kursami w laboratoriach. Na koniec przedstawiono narzędzia monitorujące, takie jak formularze obecności, kwestionariusze/ankiety po lekcji i raporty, jako możliwe do zastosowania.

Rozdział 4 stanowi dodatek do poprzedniego rozdziału i zawiera szczegółowe informacje na temat materiałów przygotowawczych, które POLIMI opracowało na przestrzeni lat dla nauczycieli i studentów, aby jak najlepiej przygotować się do zajęć wzbogaconych o VR. Przedstawiono wytyczne dla obu zainteresowanych stron związanych z edukacją, a ich przydatność opisano w ostatnim rozdziale.

Broszura stanowi opracowanie przedstawiające teoretyczne i praktyczne perspektywy zastosowania technologii VR w dziedzinie edukacji m.in. wśród nauczycieli, studentów i trenerów.



Słowniczek

AR - Rzeczywistość rozszerzona

AV - Rozszerzona wirtualność

CAVE - Cave Automatic Virtual Environment (automatyczne środowisko wirtualne)

DPIA - Ocena skutków dla ochrony danych

HMDs - Wyświetlacze montowane na głowie

ILO - Zamierzone efekty kształcenia

LMS - System zarządzania nauczaniem

METID - Learning Innovation się Uniwersytet Politechniczny w Mediolanie
www.metid.polimi.it

MR - Rzeczywistość mieszana

POLIMI - Uniwersytet Politechniczny w Mediolanie (Włochy, Mediolan)

STEM - Nauki ścisłe, technologia, inżynieria i matematyka

TLA - Działania związane z nauczaniem i uczeniem się

VR - Wirtualna rzeczywistość

VR Labs - Zazwyczaj odnosi się do laboratoriów VR opracowanych w ramach Uniwersytetu Politechnicznego w Mediolanie

VRCHEM - Europejski projekt Erasmus dotyczący badań nad innowacyjnym włączeniem wirtualnej rzeczywistości do edukacji w zakresie inżynierii chemicznej

VRISE - Objawy i skutki wywołane przez wirtualną rzeczywistość

XR - Rzeczywistość rozszerzona



Plan działania

FAZA	ZADANIE	POGŁĘBIENIE
Zrozumienie podstaw VR i możliwości w dziedzinie edukacji	Przedstawienie technologii, jej kontekstu teoretycznego oraz głównych zalet i wpływu na dziedzinę edukacji.	Rozdział 1
Projektowanie doświadczeń VR i integracja z programem nauczania	Przekształcenie i/lub wzbogacenie istniejącego programu nauczania w zakresie zamierzonych efektów kształcenia, w tym osiągnięcia umiejętności miękkich, poprawy zdolności emocjonalnych i psychomotorycznych. Nowe zdefiniowanie zadań oceniających oraz działań dydaktycznych i edukacyjnych zgodnie z zasadami konstruktywizmu.	Rozdział 2
Wdrażanie doświadczenia	Opracowanie planów lekcji, określenie sposobu wykorzystania VR w klasie, pilotażowa lekcja VR, zapewnienie wskazówek i wsparcia.	Rozdział 2
Wybór i opracowanie narzędzi i zasobów VR	Wybór najbardziej odpowiedniej platformy VR, tworzenie komponentów, ocena dostępności i kosztów oraz samodzielne testowanie środowiska VR w celu zrozumienia nawigacji, interakcji i potencjalnych problemów.	Rozdział 3
Ocena i skalowanie	Przyjrzenie się, w jaki sposób inni wykorzystali narzędzia i formularze do monitorowania i zarządzania, aby jak najlepiej zorganizować zajęcia przeniesione do technologii VR.	Rozdział 4



Wirtualna rzeczywistość, przegląd i technologia

W ciągu ostatnich dziesięcioleci technologie immersyjne, takie jak wirtualna rzeczywistość (VR) i rzeczywistość rozszerzona (AR), znalazły szerokie zastosowanie w różnych dziedzinach: od zastosowań wojskowych po gry, od sektora artystycznego i kulturalnego po rozrywkę, a także w coraz większym stopniu w edukacji i wielu innych obszarach. Powszechna integracja tych technologii w różnych dziedzinach została ułatwiona dzięki ich zdolności do poprawy doświadczeń użytkowników, zaangażowania i interakcji w wielu zastosowaniach. Ponadto ich przyjęcie wynikało ze znacznych korzyści, jakie oferują one w symulacjach rzeczywistych sytuacji, w tym zysków w zakresie efektywności pod względem czasu, energii i zasobów finansowych.

W dziedzinie edukacji liczne badania podkreślają korzyści płynące z VR w zakresie poprawy jakości nauki. Poprzez pogłębianie zaangażowania, poprawę zapamiętywania wiedzy i ułatwianie nauki opartej na doświadczeniu, VR wykazuje duży potencjał w zakresie transformacji tradycyjnych metod pedagogicznych.

W niniejszym rozdziale wprowadzającym przedstawiono kompleksowy przegląd technologii VR, opisując jej podstawowe zasady, ogólne zastosowania oraz kluczowe systemy wyświetlania i urządzenia wykorzystywane w środowiskach VR. Ponadto przeanalizowano konkretne korzyści płynące z zastosowania technologii immersyjnych w środowisku edukacyjnym, opierając się na studiach przypadków europejskiego konsorcjum VRChem, aby zilustrować ich wpływ i skuteczność w poprawie wyników nauczania.

1.1 Definicja rzeczywistości wirtualnej

Termin „wirtualna rzeczywistość” został po raz pierwszy wprowadzony przez Jarona Laniera w 1986 r., a jego koncepcja ewoluowała wraz z postępowaniem technologicznym (Berkman, 2018).

Schroeder (1996) definiuje VR jako środowisko generowane komputerowo, które sprzyja poczuciu obecności, umożliwiając użytkownikom interakcję w przestrzeni cyfrowej odrębnej od ich fizycznego otoczenia. Podobnie Glännfjord i in. (2017) opisują VR jako symulację, która generuje realistycznie wyglądający wirtualny świat, podczas gdy Levy i in. (2016) podkreślają jej interaktywny charakter w trójwymiarowym środowisku generowanym komputerowo.

Te i inne definicje zbiegają się w kluczowych pojęciach, takich jak obecność, bodźce, percepcja sensoryczna, interakcja i środowisko, które są fundamentalne dla immersyjnych doświadczeń w VR (Spallazzo & Ceconello, 2024).

Kluczowymi ramami teoretycznymi w tej dziedzinie jest kontinuum wirtualności, wprowadzone przez Milgrama i Kishino (1994), które wyznacza szerszą kategorię technologii rozszerzonej rzeczywistości (XR). Ich kontinuum konceptualizuje spektrum systemów wizualizacji, od w pełni immersyjnej rzeczywistości wirtualnej — gdzie użytkownika otacza środowisko stworzone cyfrowo — po rzeczywistość namacalną, czyli świat fizyczny, w którym zazwyczaj funkcjonujemy bez technicznego pośrednictwa jakiegokolwiek urządzenia. W tym spektrum znajdują się technologie rzeczywistości mieszanej (MR), które integrują elementy wirtualne i rzeczywiste. Obejmują one między innymi rzeczywistość rozszerzoną, w której artefakty cyfrowe nakładają się na środowisko fizyczne, oraz rzeczywistość rozszerzoną, w której obiekty namacalne są włączane do przestrzeni głównie wirtualnej. Łącznie technologie te stanowią szerszy krajobraz XR.

Niniejsza broszura skupia się jednak wyraźnie na VR i jej zastosowaniach w edukacji, gdzie jej immersyjne, interaktywne i angażujące cechy odgrywają kluczową rolę w kształtowaniu doświadczeń edukacyjnych. Aby lepiej zrozumieć wykorzystanie tej technologii w dziedzinie edukacji, w kolejnych rozdziałach omówiono urządzenia typowo wykorzystywane do działań VR oraz związane z nimi oprogramowanie i aplikacje.

1.2 Urządzenia i kategorie w technologii VR

Technologia VR może być wdrażana przy użyciu różnych systemów wyświetlania i urządzeń, w tym hełmów wirtualnej rzeczywistości (HMD), systemów opartych na projekcji, głośników i in-nych technologii związanych z sensoryką. Należy podkreślić, że środowiska immersyjne wykraczają poza percepcję wzrokową, obejmując bodźce słuchowe, dotykowe, węchowe, a nawet termiczne lub związane z wilgotnością, w zależności od konkretnych urządzeń i systemów.

We współczesnych instalacjach artystycznych i rozrywkowych doświadczenia immersyjne coraz częściej wykorzystują niekonwencjonalne bodźce sensoryczne i komputerowe elementy wykonawcze

poprzez integrację perfum, laserów lub pary wodnej, poszerzając w ten sposób zakres immersji sensorycznej.

W odniesieniu do VR termin ten zazwyczaj oznacza środowiska wirtualne złożone z cyfrowych bodźców wizualnych i słuchowych 360° lub 180°. Doświadczenia te mogą być dostarczane za pośrednictwem systemów w pełni immersyjnych, pół-immersyjnych lub nieimmersyjnych, z których każdy różni się poziomem zaangażowania sensorycznego, jaki zapewnia. (Martirosov et al., 2021)

Systemy w pełni immersyjne oferują symulację 360°, która całkowicie otacza użytkownika środowiskiem cyfrowym. Kategoria ta obejmuje wyświetlacze HMD (np. Meta Quest 2/3, Apple Vision Pro, HTC Vive) oraz systemy CAVE, które wykorzystują wiele projektorów lub ekranów, aby otoczyć użytkownika. Immersja audio jest osiągnięta dzięki zintegrowanym głośnikom lub systemom audio przestrzennego, natomiast interakcja z elementami wirtualnymi może odbywać się za pomocą kontrolerów ręcznych lub urządzeń z haptycznym sprzężeniem zwrotnym, co dodatkowo zwiększa zaangażowanie dotykowe.

Systemy pół-immersyjne wykorzystują ekrany lub wyświetlacze oparte na projekcji, które prezentują wirtualne symulacje bez całkowitego otaczania użytkownika. Chociaż systemy te mogą zapewniać wciągające doświadczenia, nie dominują one całkowicie nad percepcją sensoryczną użytkownika, tak jak robią to konfiguracje w pełni immersyjne

Systemy nieimmersyjne obejmują urządzenia przenośne, takie jak tablety lub smartfony, umożliwiające użytkownikom poruszanie się po wirtualnych środowiskach bez bezpośredniej immersji przestrzennej. Platformy te oferują bardziej ograniczone doznania sensoryczne w porównaniu z ich immersyjnymi odpowiednikami.

W kontekście edukacji doświadczenia edukacyjne oparte na VR są głównie ułatwiane dzięki HMD. Preferencja ta wynika ze stosunkowo niskich kosztów, skuteczności jakościowej i zalet logistycznych HMD, które zapewniają łatwość wdrożenia i dostępność zarówno dla uczniów, jak i nauczycieli. (Jensen & Konradsen, 2017)

Z naszego doświadczenia wynika, że zestawy HMD stanowią bardziej praktyczne i opłacalne rozwiązanie dla treści zapewniających pełną immersję w porównaniu z systemami opartymi na projekcji lub systemami CAVE.

Umożliwiają one szerszy dostęp uczniów do technologii VR, jednocześnie usprawniając procesy organizacyjne i zarządcze.

1.3 Oprogramowanie i aplikacje

HMD umożliwiają uczniom dostęp do różnorodnych treści edukacyjnych, dostosowanych do konkretnych celów pedagogicznych. Wybór treści VR zależy w dużej mierze od ILO i poruszanego tematu. W niektórych przypadkach działania edukacyjne mogą wymagać jedynie doświadczenia wideo 360°, takiego jak wirtualna wycieczka po muzeum, historycznym centrum miasta lub środowisku naturalnym. W innych przypadkach mogą być konieczne bardziej interaktywne aplikacje, takie jak wirtualne symulacje do analizy wektorowej w matematyce, ćwiczenia z zakresu nauki języków obcych lub aplikacje zorientowane na projektowanie, które ułatwiają modelowanie 3D i szkicowanie. Ponadto konkretne scenariusze edukacyjne mogą wymagać bardzo szczegółowych symulacji środowisk laboratoryjnych lub obiektów przemysłowych, takich jak zakłady chemiczne, aby zapewnić praktyczne możliwości uczenia się przez doświadczenie.

Prowadząc badania terenowe mające na celu ocenę aktualnego stanu aplikacji VR związanych ze współczesnymi praktykami edukacyjnymi, METID podjął próbę sklasyfikowania dostępnych aplikacji. Wprowadzono podział ogólny na:

Aplikacje, odnoszące się do aplikacji dostępnych w sklepie Steam VR lub Meta Quest lub podobnych serwisach, w tym unikalne aplikacje opracowane wewnątrz uniwersytetu lub wydziału.

Platformy, czyli usługi świadczone przez strony trzecie, które opracowują niestandardowe symulacje VR lub doświadczenia edukacyjne (głównie z zakresu przedmiotów STEM).

W ramach aplikacji zidentyfikowaliśmy różne grupy:

Aplikacja do szkicowania 3D: oprogramowanie przeznaczone do tworzenia trójwymiarowych szkiców, operacji malar-skich i realizacji prac graficznych z wykorzystaniem technologii VR.

Aplikacja do modelowania 3D: oprogramowanie przeznaczone do modelowania 3D produktów, architektury, wnętrz i urbanistyki.

Aplikacja do tworzenia VR: oprogramowanie i platformy przeznaczone do opracowywania modeli/interakcji/środowisk w VR.

Aplikacje do przestrzeni roboczej: aplikacje umożliwiające korzystanie z wirtualnych przestrzeni, w których można organizować spotkania/prezentacje/konferencje/wydarzenia, z możliwością korzystania z narzędzi usprawniających/wspomagających pracę.

Aplikacje do przestrzeni wirtualnych: aplikacje umożliwiające wykorzystanie przestrzeni wirtualnych do spotkań/wydarzeń/wystaw/konferencji w celach informacyjnych/artystycznych/itp.

Inne aplikacje: dotyczące bardziej specyficznych treści VR, takich jak symulacje laboratorium chemiczne-go, aplikacje do szkolenia medycznego, wizualizacja danych, wtyczki do oprogramowania BIM, aplikacje do nauki języków i wiele innych.

1.4 VR w edukacji

Technologie immersyjne, w tym VR, są coraz częściej wykorzystywane w różnych dziedzinach, od sektora kultury i sztuki po szkolenia zawodowe i edukację. W dziedzinie edukacji technologie te są stopniowo wdrażane w różnych kontekstach nauczania, wykazując swój potencjał w zakresie poprawy jakości nauki i wyników w nauce (Beck et al., 2023; Pellas et al., 2020).

Uznanie potencjału VR w edukacji wynika z jego zdolności do zapewnienia wysokiego poziomu immersji i interakcji, które są kluczowymi czynnikami sprzyjającymi zaangażowaniu i ułatwiający naukę opartą na doświadczeniu. Wyniki badań konsekwentnie podkreślają pozytywny wpływ VR na skuteczność uczenia się. Shute i in. (2017) przedstawili badania, które pokazują korzyści płynące z integracji VR w środowisku edukacyjnym. Podobnie Hamilton i in. (2021) przeprowadzili systematyczny przegląd, który wykazał znaczące korzyści w zakresie uczenia się poznawczego, proceduralnego i afektywnego. Co ważne, zastosowania VR w edukacji wiążą się ze zwiększonym zaangażowaniem i motywacją uczniów, co wzmacnia ich wartość pedagogiczną. (Parong & Mayer, 2018)

Kompleksowy przegląd literatury wskazuje, że w pełni immersyjne środowiska VR poprawiają efektywność uczenia się w około połowie analizowanych badań poznawczych, szczególnie w przypadku złożonych lub abstrakcyjnych pojęć wymagających wizualizacji przestrzennej. Po-nadto badania nad uczeniem się proceduralnym sugerują, że szkolenia oparte na VR mogą ułatwiać nabywanie umiejętności. Istnieją mocne dowody potwierdzające możliwość przenoszenia tych umiejętności z zastosowań wirtualnych do rzeczywistych. Pomimo szeroko zakrojonych badań nad uczeniem się poznawczym i proceduralnym, rola VR w uczeniu się afektywnym i zmianach behawioralnych pozostaje niedostatecznie zbadana w kontekście edukacyjnym. Chociaż immersyjna VR była szeroko badana

pod kątem jej wpływu na emocje i zachowania w zastosowaniach pozauczelnianych, potrzebne są dalsze badania, aby zrozumieć jej pełny potencjał w środowiskach edukacyjnych. (Concannon et al., 2019)

VR stała się skutecznym narzędziem przyswajania wiedzy i rozwoju umiejętności, wykazując swoją wartość zarówno w teoretycznych, jak i praktycznych scenariuszach uczenia się. (Radianti et al., 2020) Obserwacje przeprowadzone przez METID na Politecnico di Milano, gdzie wdrożono zajęcia VR z wykorzystaniem hełmów HMD, dodatkowo potwierdzają te ustalenia. Studenci zgłaszają wysoki poziom satysfakcji i zadowolenia, nawet gdy korzystają z treści VR w ramach ćwiczeń związanych z oceną. Ponadto wielu studentów wyraża duże zainteresowanie powtórzeniem tego doświadczenia i opowiada się za szerszym zastosowaniem nauki opartej na VR w różnych kursach. Te spostrzeżenia podkreślają rosnące zapotrzebowanie na immersyjne doświadczenia edukacyjne i wskazują na potrzebę dalszych badań i wdrażania technologii VR w środowisku akademickim.

1.5 Zastosowania w szkolnictwie wyższym

W ramach europejskiego projektu badawczego VRChem konsorcjum otrzymało zadanie przedstawienia studiów przypadków dotyczących zastosowania technologii VR w rzeczywistych sytuacjach. Partnerzy zgłosili kilka sytuacji, w których VR został zastosowany podczas zajęć w ich własnych instytucjach edukacyjnych. Poniżej przedstawiamy kilka przykładów; natomiast inne wraz z dodatkowymi informacjami zostały udostępnione przez konsorcjum projektu pod tym [linkiem](#).

ChemXP - Uniwersytet w Aveiro

ChemXP to multidyscyplinarna inicjatywa opracowana we współpracy naukowców zajmujących się komunikacją multimedialną, informatyką i chemią z Uniwersytetu w Aveiro i Uniwersytetu w Ovideo.

Głównym celem ChemXP jest zaprojektowanie, wdrożenie i ocena dwóch poważnych gier wykorzystujących technologie rzeczywistości mieszanej (MR) – rzeczywistości rozszerzonej (AR) i rzeczywistości wirtualnej (VR) – w celu zwiększenia zaangażowania uczniów i zrozumienia chemii organicznej. W szczególności obie gry koncentrują się na pomocy uczniom w określeniu konfiguracji absolutnej R/S enancjomerów. Gra oparta na AR zawiera ustrukturyzowane doświadczenie edukacyjne obejmujące wiele misji, podejście oparte na narracji, interaktywny samouczek, system nagród w

postaci odznak oraz oparte na fizyce narzędzie do tworzenia cząsteczek. Natomiast gra oparta na VR wprowadza unikalną interaktywną mechanikę, w tym wykorzystanie specjalnych mocy ułatwiających naukę.

Użyteczność i skuteczność tych gier zostały ocenione w ramach badania pilotażowego z udziałem studentów chemii Uniwersytetu w Aveiro. Gra AR była dostępna na smartfonach, natomiast gra VR była dostępna na hełmach Meta Quest 2 HMD.



◀ Rys. 1.5a: ChemXP – Uniwersytet w Aveiro

Wirtualne wizyty w laboratorium badawczym inżynierii chemicznej – Uniwersytet w Kadyksie

Od 2021 r. Uniwersytet w Kadyksie w Puerto Real w Hiszpanii realizuje innowacyjną inicjatywę edukacyjną mającą na celu zwiększenie zaangażowania studentów w inżynierię chemiczną.

Inicjatywa ta umożliwia studentom odwiedzanie laboratoriów dydaktycznych i badawczych związanych z programami studiów licencjackich i magisterskich w zakresie inżynierii chemicznej, wykorzystując VR do zapewnienia studentom studiów licencjackich i magisterskich immersyjnych wrażeń w tych laboratoriach.

Zajęcia VR są zintegrowane jako opcjonalny element seminarium mającego na celu poinformowanie studentów o programach studiów licencjackich i magisterskich z zakresu inżynierii chemicznej.

Dzięki wirtualnym wizytom w laboratoriach inicjatywa ta pozwala studentom na zdalne zapoznanie się ze środowiskiem badawczym, a tym samym lepsze zrozumienie obiektów i działań badawczych w ramach programu. Oprócz laboratoriów wirtualne wycieczki zostały rozszerzone o dwa obiekty związane z nauczaniem inżynierii chemicznej: oczyszczalnię ścieków i winiarnię.

Szkoła letnia – Politechnika Łódzka

W Szybeniku zorganizowano szkołę letnią w ramach projektu ATOMIC, której głównym celem było przetestowanie narzędzi immersyjnych opracowanych do szkolenia umiejętności miękkich. Program zgromadził uczestników z różnych środowisk zawodowych i akademickich, którzy wzięli udział w praktycznych sesjach z wykorzystaniem najnowocześniejszych technologii VR i AR. Skupiono się na ocenie, w jaki sposób te narzędzia immersyjne mogą poprawić komunikację, pracę zespołową i umiejętności rozwiązywania problemów w dynamicznych i reali-stycznych scenariuszach. Uczestnicy przekazali cenne informacje zwrotne na temat użyteczności, zaangażowania i skuteczności tych narzędzi w odtwarzaniu rzeczywistych wyzwań.

Letnia szkoła służyła nie tylko jako platforma do rygorystycznych testów, ale także sprzyjała dyskusjom na temat szerszych zastosowań technologii immersyjnych w edukacji i rozwoju zawodowym. Wydarzenie to podkreśliło potencjał VR i AR w zakresie rewolucjonizowania szkolenia umiejętności miękkich, czyniąc je bardziej interaktywnym, angażującym i wpływowym.

Uzyskane spostrzeżenia będą stanowić wskazówki do dalszych ulepszeń i integracji tych narzędzi w różnych kontekstach szkoleniowych.



◀ Rys. 1.5b: Szkoła letnia – Politechnika Łódzka

Wirtualny symulator spawania VRTEX 360 – Politechnika Krakowska

Od 2021 r. wirtualny symulator spawania VRTEX 360 został włączony do programu nauczania Politechniki Krakowskiej, z czego corocznie korzysta około 50 studentów kierunków inżynierii lądowej, inżynierii materiałowej oraz mechaniki i konstrukcji maszyn.

Inicjatywa ta wykorzystuje platformę VRTEX® 360 Compact K4914-1 firmy Lincoln Electric w celu ulepszenia praktycznego szkolenia w zakresie spawania łukowego.

Symulator zapewnia wciągające doświadczenie edukacyjne, umożliwiając studentom rozwijanie technik spawalniczych i nabywanie pamięci mięśniowej niezbędnej do wykonywania precyzyjnych ruchów ręką, takich jak utrzymywanie prawidłowego kąta palnika i kierunku ruchu.

Pozwala on na ćwiczenie różnych procesów, technik i materiałów spawalniczych, minimalizując jednocześnie straty materiałowe i zmniejszając zużycie energii.

Dzięki zapewnieniu ekonomicznego i pozbawionego ryzyka środowiska symulator wyposaża studentów w niezbędne umiejętności spawalnicze, podstawy procesów oraz wiedzę na temat różnych rodzajów połączeń i ustawień sprzętu, przygotowując ich do zastosowań w rzeczywistych warunkach.



◀ Rys. 1.5c Wirtualny symulator spawania

Laboratorium VR – Politecnico di Milano

Jak opisano szczegółowo w kolejnych rozdziałach, Politecnico di Milano włączyło VR do swojego programu nauczania poprzez specjalistyczne laboratoria wyposażone w hełmy HMD.

Laboratoria te zapewniają immersyjne środowisko nauki, wzbogacając doświadczenia edukacyjne w wielu dyscyplinach.

Uniwersytet utworzył dwa dedykowane laboratoria VR, z których każde wyposażone jest w 15 stanowisk roboczych z komputerami stacjonarnymi, monitorami, hełmami Quest 2 HMD oraz wyznaczonymi przestrzeniami zapewniającymi bezpieczne użytkowanie.

Od 2021 r. obiekty te wspierają różne wydziały akademickie, w tym inżynierię chemiczną, projektowanie, architekturę i inne dziedziny inżynierii, angażując setki studentów w różnorodne działania oparte na VR.

W laboratoriach tych VR jest wykorzystywany do ułatwiania praktycznych szkoleń, umożliwiając studentom interaktywne zapoznanie się ze złożonymi treściami technicznymi. Niezależnie od tego, czy chodzi o eksplorację wirtualnych środowisk, manipulowanie modelami cyfrowymi, czy zapoznanie się z najnowocześniejszymi technologiami, studenci korzystają z angażującego i dynamicznego podejścia do nauki.

W kolejnych rozdziałach przedstawiono szczegółową analizę tych laboratoriów, stosowanych w nich metod pedagogicznych oraz wpływu VR na nauczanie akademickie.

1.6 Literatura rozszerzająca

Beck, D., Morgado, L., & O'Shea, P. (2023). Educational practices and strategies with immersive learning environments: Mapping of reviews for using the metaverse. *IEEE Transactions on Learning Technologies*, 17, 319-341.

<http://dx.doi.org/10.1109/TLT.2023.3243946>

Berkman, M. I. (2018). History of virtual reality. In *Encyclopedia of Computer Graphics and Games* (pp. 1-9).

https://doi.org/10.1007/978-3-319-08234-9_169-1

Concannon, B. J., Esmail, S., & Roberts, M. R. (2019). Head-Mounted display virtual reality in post-secondary education and skill training. *Frontiers in Education*, 4.

<https://doi.org/10.3389/educ.2019.00080>

Glännfjord, F., Hemmingsson, H., & Ranada, Å. L. (2016). Elderly people's perceptions of using Wii sports bowling – A qualitative study. *Scandinavian Journal of Occupational Therapy*, 24(5), 329-338.

<https://doi.org/10.1080/11038128.2016.1267259>

Hamilton, D., McKechnie, J., Edgerton, E., & Wilson, C. (2021). Immersive virtual reality as a pedagogical tool in education: a systematic literature review of quantitative learning outcomes and experimental design. *Journal of Computers in Education*, 8(1), 1-32.

<https://doi.org/10.1007/s40692-020-00169-2>

Jensen, L., & Konradsen, F. (2017). A review of the use of virtual reality head-mounted displays in education and training. *Education and Information Technologies*, 23(4), 1515-1529.

<https://doi.org/10.1007/s10639-017-9676-0>

Levy, F., Rautureau, G., Komano, O., Millet, B., Jouvent, R., & Leboucher, P. (2016). Fear of falling: efficacy of virtual reality associated with serious games in elderly people. *Neuropsychiatric Disease and Treatment*, 877.

<https://doi.org/10.2147/ndt.s97809>

Martirosov, S., Bureš, M., & Zítka, T. (2021). Cyber sickness in low-immersive, semi-immersive, and fully immersive virtual reality. *Virtual Reality*, 26(1), 15-32.

<https://doi.org/10.1007/s10055-021-00507-4>

Milgram, P., & Kishino, F. (1994). Taxonomy of Mixed Reality Visual Displays. *IEICE Transactions on Information and Systems*, E77, 1321-1329.

https://cs.gmu.edu/~zduric/cs499/Readings/r76JBo-Milgram_IEICE_1994.pdf

Parong, J., & Mayer, R. E. (2018). Learning science in immersive virtual reality. *Journal of Educational Psychology*, 110(6), 785-797.

<https://psycnet.apa.org/doiLanding?doi=10.1037%2Fedu0000241>

Pellas, N., Dengel, A. & Christopoulos, A. (2020). A scoping review of immersive virtual reality in STEM education. *IEEE Transactions on Learning Technologies*, 13(4), 748-761.

<https://ieeexplore.ieee.org/document/9177354>

Radianti, J., Majchrzak, T. A., Fromm, J., & Wohlgenannt, I. (2020). A Systematic Review of Immersive Virtual Reality Applications for Higher Education: design elements, lessons learned, and research agenda. *Computers & Education*, 147.

<https://www.sciencedirect.com/science/article/pii/S0360131519303276?via%3Dihub>

Schroeder, R. (1996). *Possible Worlds: The Social Dynamic of Virtual Reality Technologies*. Boulder: Westview Press. (1-s2.0-S1876139918302688-main, P. 6)

<https://www.semanticscholar.org/paper/Possible-Worlds%3A-The-Social-Dynamic-of-Virtual-Schroeder/d378c9ae848307da370034c387f79bf72bef11f9>

Shute, V., Rahimi, S., & Emihovich, B. (2017). Assessment for learning in Immersive Environments. In *Smart computing and intelligence* (pp. 71-87).

https://doi.org/10.1007/978-981-10-5490-7_5

Spallazzo, D., & Ceconello, M. (2024, October 30). *Designing Immersion in Art and Culture*. Insights from Artcat4D Project.

<https://series.francoangeli.it/index.php/oa/catalog/book/1246>

02



Jak włączyć VR do programów nauczania

Zmiana programu nauczania lub jego części w celu przeprowadzenia konkretnego eksperymentu z wykorzystaniem narzędzi i środowisk VR wymaga specjalnego projektu, który może mieć znaczący wpływ na program nauczania. **Należy pamiętać, że VR nie ma na celu zastąpienia innych metod nauczania lub zasobów dydaktycznych, ale jest raczej narzędziem uzupełniającym, które może usprawnić naukę i powiązania z innymi dyscyplinami.**

VR można włączyć na różnych etapach nauczania. Na przykład eksploracja VR może być wykorzystana na etapie zapoznawczym w metodzie odwróconej lekcji (flipped learning approach). Natomiast tworzenie VR może być wykorzystane w projektach zadań zespołowych w celu pogłębienia wiedzy uczniów. Ponadto immersyjne symulacje VR mogą wspierać nauczanie pojęć podczas bezpośredniego nauczania poprzez wizualizację abstrakcyjnych pojęć np. struktury molekularnej w chemii lub złożonych projektów inżynierskich. Także w scenariuszach odgrywania ról opartych na VR mogą zwiększyć zaangażowanie podczas formatywnych działań oceniających. Wirtualne wycieczki mogą zapewnić możliwości uczenia się przez doświadczenie w środowiskach, które w innym przypadku byłyby niedostępne, takich jak zabytki historyczne lub odległe instalacje.

Środowiska VR mogą z łatwością symulować zakłady produkcyjne, takie jak fabryki chemiczne, które uczniowie mogą zwiedzać w bezpieczny, wydajny i ekonomiczny sposób. Ćwiczenia praktyczne z zakresu inżynierii mechanicznej można przeprowadzać bez konieczności zapewnienia specjalnych pomieszczeń lub narzędzi. Uczniowie mogą korzystać z instrumentów, które mogą być niebezpieczne lub trudno dostępne.

Wielozmysłowe doświadczenie, jakie VR może zaoferować uczniom, może wymagać rozszerzenia działań związanych z przeprojektowaniem całego kursu, przeformułowania jego celów kształcenia (ILO), aby umożliwić uczniom osiągnięcie wiedzy i kompetencji na wysokim poziomie taksonomii Blooma. Także dodania nowych celów związanych z dziedziną psychomotoryczną, takich jak umiejętność manipulowania przedmiotami, lub afektywną, takich jak lepsza samoregulacja w eksperymentowaniu

w ryzykownych sytuacjach.

Istotne jest również uwzględnienie zaangażowania multidyscyplinarnego zespołu. Może on obejmować instytucje szkolnictwa wyższego, które powinny zatwierdzić rozpoczęcie eksperymentów z VR, oraz eksperta pedagogicznego, który będzie wspierał nauczycieli w skutecznym wdrażaniu VR do programów nauczania. W skład tego zespołu powinni również wchodzić eksperci techniczni w dziedzinie VR, którzy będą współpracować z nauczycielem przy tworzeniu środowiska wirtualnego, oraz personel techniczny odpowiedzialny za instalację i konfigurację urządzeń, zapewniający dostępność dla uczniów niepełnosprawnych i równy dostęp do technologii VR dla wszystkich uczniów. Wszystkie te elementy, które są dość wymagające pod względem czasu i wysiłku, oznaczają, że należy dokładnie zaplanować cały proces efektywnego projektowania i wykonalnego wirtualnego doświadczenia edukacyjnego. Dostępna jest matryca decyzyjna, która pomaga w początkowej fazie podejmowania decyzji.

Viitaharju (2023) wskazuje kilka elementów, które należy wziąć pod uwagę:

Zidentyfikowanie najbardziej wymagających zadań dydaktycznych i edukacyjnych w ramach każdego celu edukacyjnego oraz znalezienie wspólnej płaszczyzny między nimi, aby umożliwić skoncentrowanie się na punkcie wyjścia dla projektowania.

Skupienie się na obszarach zastosowań, w których VR można łatwo przetestować, z możliwością skalowania opracowanych materiałów w miarę upływu czasu.

Stworzenie doświadczenia edukacyjnego w sposób, który stymuluje tworzenie powiązań z dotychczasową wiedzą i wspiera przekształcanie tej wiedzy w nowe koncepcje, przy użyciu różnych formatów treści, aby umożliwić tworzenie zasobów w sposób efektywny i łatwą edycję przy użyciu podstawowych umiejętności technicznych.

2.1 Przegląd i główne koncepcje

Wprowadzenie VR do edukacji może stanowić wyzwanie dla nauczycieli, którzy nie są zaznajomieni z tą technologią i jej kontekstem pedagogicznym¹, dlatego jasne wytyczne mają kluczowe znaczenie dla skutecznego wdrożenia. W przeciwieństwie do konwencjonalnych narzędzi dydaktycznych, VR wymaga zrozumienia zarówno sprzętu, jak i oprogramowania, a także immersyjnego charakteru tego medium. Bardzo ważne jest również zarządzanie oczekiwaniami dotyczącymi problemów technicznych lub kwestii dostępności dla wszystkich uczniów. Nauczyciele muszą zdobyć podstawową wiedzę na temat możliwości i ograniczeń VR, aby podejmować świadome decyzje dotyczące jego wdrażania. Bez

¹ Związek między kontekstem pedagogicznym a technologią został zbadany przez Punę Mishrę i Matthew J. Koehlera w ramach modelu TPACK z 2006 r., który koncentruje się na wiedzy technologicznej (TK), wiedzy pedagogicznej (PK) i wiedzy merytorycznej (CK), oferując produktywny podejście do wielu dylematów, przed którymi stają nauczyciele wdrażający technologie edukacyjne (edtech) w swoich klasach.

tej wiedzy istnieje ryzyko przeszacowania potencjału VR lub niedostatecznego wykorzystania jego wyjątkowych zalet, co prowadzi do nieefektywnego wdrożenia.

Z tego powodu niezbędne jest stworzenie multidyscyplinarnego zespołu, w skład którego wejdą eksperci VR, którzy potrafią „przetłumaczyć” dane potrzeby na ustawienia techniczne i zaproponować rozwiązania lepiej dopasowane do projektu pedagogicznego. Także projektanci instruktażowi, którzy pomogą dostosować aplikacje VR do konkretnych celów edukacyjnych.

W związku z tym będziesz musiał działać nie tylko jako ekspert merytoryczny, ale także jako projektant całościowego doświadczenia edukacyjnego. Zmiana sposobu nauczania wymaga wcześniejszego określenia, co chcesz osiągnąć i jak to osiągnąć.

Kolejnym krokiem do włączenia doświadczenia VR do swojego kursu jest ustalenie **wyników**, które chcesz osiągnąć wśród studentów, pamiętając, że powinny one być:

- **Zgodne z programem nauczania;**
- **Skoncentrowane na potrzebach studentów;**
- **Zorientowane na utrzymanie motywacji i zaangażowania studentów.**

Po jasnym określeniu efektów uczenia się możliwe będzie zaprojektowanie zadań oceniających i działań dydaktycznych angażujących studentów. Pomocne w tym będzie konstruktywne dostosowanie, opracowane przez Biggsa (2003).

Przed przystąpieniem do pracy nad wynikami zajęć VR warto wziąć pod uwagę następujące aspekty:

Określ poziomy taksonomii Blooma² które uczniowie powinni osiągnąć — od podstawowych (zapamiętywanie, rozumienie) do umiejętności wyższego rzędu (stosowanie, analizowanie, ocenianie, tworzenie). VR okazuje się skuteczny w projektowaniu praktycznych doświadczeń edukacyjnych ukierunkowanych na te wyższe poziomy, promując głębsze uczenie się przy jednoczesnym utrzymaniu rozsądnego nakładu pracy nauczycieli.

Wysięk, jaki chcesz poświęcić na stworzenie takiego doświadczenia.

Im bardziej VR jest zorientowany na oferowanie „uczenia się przez działanie” i immersyjnego doświadczenia, tym więcej czasu, kosztów itp. wymaga opracowanie jego elementów projektowych (np. interakcja z obiektami, montaż, poruszanie się itp.).

Staranny wybór ram pedagogicznych, które kierują projektowaniem całego doświadczenia VR. W tym sensie technologia musi być podporządkowana procesowi projektowania nauczania.

² Taksonomia Blooma to model klasyfikujący cele edukacyjne według sześciu hierarchicznych poziomów umiejętności poznawczych: Zapamiętywanie: przywoływanie faktów i podstawowych pojęć. Rozumienie: wyjaśnianie idei lub pojęć. Stosowanie: wykorzystywanie informacji w nowych sytuacjach. Analizowanie: dzielenie informacji na części w celu zbadania wzorców i relacji. Ocenianie: uzasadnianie decyzji lub opinii. Tworzenie: tworzenie nowych lub oryginalnych dzieł.

Aby wyjaśnić dostępne możliwości, można zapoznać się z poniższą tabelą.

POZIOM WYSIŁKU NAUCZYCIELA	GŁÓWNY CEL (ale nie tylko)	MOŻLIWOŚCI VR	NARZĘDZIA (przykładowe, nieograniczone)
<p>NISKI;</p> <p>Wykorzystanie gotowych treści i aplikacji VR.</p>	<p>ZAANGAŻOWANIE;</p> <p>W celu zwiększenia zainteresowania i zaangażowania uczniów.</p>	<p>BIBLIOTEKI GOTOWYCH TREŚCI</p> <p>Dostęp do szerokiej gamy istniejących doświadczeń VR, które są dostosowane do różnych przedmiotów i nadają się do łatwej integracji.</p>	<p>ThingLink VR</p> <p>Chociaż nie jest to w pełni otwarte oprogramowanie, niektóre funkcje umożliwiają łatwe osadzanie obrazów i filmów 360°.</p>
<p>UMIARKOWANE;</p> <p>Dostosowywanie istniejących platform lub treści VR.</p>	<p>ULEPSZENIE;</p> <p>W celu pogłębienia zrozumienia złożonych pojęć.</p>	<p>NARZĘDZIA DO WSPÓLNEGO TWORZENIA;</p> <p>Platformy umożliwiające nauczycielom współpracę przy tworzeniu lub modyfikowaniu treści VR wymagają umiarkowanego wysiłku</p>	<p>A-Frame (autorstwa Mozilla)</p> <p>Otwarta platforma internetowa do tworzenia doświadczeń VR przy użyciu znaczników podobnych do HTML; łatwa adaptacja istniejących treści.</p> <p>Delightex</p> <p>nie jest w pełni oprogramowaniem typu open source, ale oferuje przyjazne dla klas narzędzia do modyfikowania scen 3D, z możliwością pewnej integracji za pośrednictwem interfejsów API.</p>
<p>WYSOKI;</p> <p>Tworzenie oryginalnych treści VR od podstaw</p>	<p>ROZSZERZENIE;</p> <p>Wykorzystanie wiedzy w rzeczywistych sytuacjach lub zgłębianie tematów wykraczających poza standardowy program nauczania</p>	<p>ZAAWANSOWANE NARZĘDZIA DO TWORZENIA;</p> <p>Oprogramowanie, które umożliwi nauczycielom (wspólnie z programistami) tworzenie kompleksowych środowisk VR dostosowanych do konkretnych potrzeb edukacyjnych, wymagające dużego nakładu pracy.</p>	<p>Unity + XR Interaction Toolkit</p> <p>choć Unity nie jest oprogramowaniem typu open source, wiele bibliotek open source (takich jak MRTK lub VRTK) można zintegrować z projektami VR.</p> <p>Blender</p> <p>pakiet do tworzenia grafiki 3D typu open source, służący do tworzenia zasobów wykorzystywanych w niestandardowych środowiskach VR.</p> <p>OpenXR</p> <p>otwarty standard API do tworzenia VR/AR, umożliwiający tworzenie VR na wielu platformach z obsługą open source.</p>

Aby skutecznie pomóc uczniom w osiągnięciu ILO, doświadczenie VR powinno oferować środowisko, w którym użytkownicy czują się w pełni zaangażowani i obecni. Wciągające doświadczenia, które zazwyczaj charakteryzują się na przykład wysokim poziomem wierności odtwarzania obiektów (patrz pełna lista cech poniżej), prowadzą do „poczucia obecności” (uczucie „bycia tam”), które może mieć pozytywny wpływ na motywację uczniów (Ochs, 2022).

W każdym razie systemy o niskim stopniu immersji, takie jak VR na komputerach stacjonarnych, również są w stanie zapewnić użytkownikom doświadczenie o wysokim stopniu obecności (Núñez, 2004), ponieważ „bycie obecnym i zaangażowanym” wymaga połączenia **czynników technologicznych, poznawczych i emocjonalnych**, które wpływają na motywację, stymulują głęboką refleksję, ułatwiają zapamiętywanie wiedzy i rozwój umiejętności, a ostatecznie prowadzą uczniów do osiągnięcia celów kształcenia określonych dla danego kursu.

Mając to na uwadze, można zidentyfikować kluczowe elementy, które można włączyć do projektu środowiska VR i działań, które mają być w nim realizowane. Jako punkt wyjścia należy rozważyć definicję **przemysłanej struktury projektowania instruktażowego**, podczas gdy pozostałe elementy można zrównoważyć w różny sposób w oparciu o cele ILO, które mają zostać osiągnięte, oraz wysiłek, jaki Ty (i Twój zespół) możecie poświęcić na taką działalność:

Strukturyzowanie doświadczenia poprzez **jasne ramy pedagogiczne**, które mogą wzmocnić refleksyjne uczenie się i powiązania wiedzy (Fowler, 2015).

Aktywna interakcja uczących się, która odnosi się do stopnia ucieleśnienia poprzez awatary, umożliwiające komunikację, wyrażanie emocji i manipulowanie obiektami. Interakcja odnosi się do działań i gestów wykonywanych na obiektach (takich jak obracanie, składanie, chwytanie i uzyskiwanie informacji zwrotnej w czasie rzeczywistym na temat działań) lub eksploracji środowiska, a także interakcji z innymi użytkownikami w celu wykonania zadania, na przykład wspólnie.

Zaangażowanie wielozmysłowe poprzez bodźce wizualne (grafika w wysokiej rozdzielczości itp.), słuchowe, dotykowe (urządzenia zapewniające fizyczne odczucia) i ruchowe (płynne śledzenie ruchów użytkownika);

Zapewnienie użytkownikom natychmiastowej informacji zwrotnej po ich działaniach w środowisku wirtualnym i z obiektami, aby wspierać kontekstowe dostosowania decyzji podejmowanych podczas doświadczenia. Stopniowane poziomy trudności pozwalają na postęp w odpowiednim tempie. Wszystkie te elementy promują metapoznanie, samoregulację i umiejętności rozwiązywania problemów, sprzyjając kontroli użytkownika nad swoim doświadczeniem.

Zaangażowanie emocjonalne poprzez fascynujące narracje lub scenariusze oraz obecność społeczną;

Wierność reprezentacji, czyli realizm środowiska, w tym grafika, zachowanie obiektów i komunikacja. Realizm obejmuje nie tylko aspekty wizualne wyświetlacza, ale także spójność zachowania obiektów, autentyczność komunikacji i dostępność interakcji, a także ogólną jakość — zarówno pod względem zachowania, jak i wyglądu — reprezentacji użytkownika.

Aby pogłębić wiedzę zobacz na:

Fowler, C. (2015). Virtual reality and learning: Where is the pedagogy? *British journal of educational technology*, 46(2), 412-422.

DOI: <https://doi.org/10.1111/bjet.12135>

Artykuł ten zawiera krytyczną analizę integracji VR w edukacji, argumentując, że chociaż VR oferuje potencjał immersyjnego uczenia się, jego wdrożenie często nie ma jasnych ram pedagogicznych. Podkreśla potrzebę ustrukturyzowanego podejścia, aby zapewnić, że VR skutecznie poprawia wyniki edukacyjne.

Nuñez, D. (2004, November). How is presence in non-immersive, non-realistic virtual environments possible? In *Proceedings of the 3rd international conference on Computer graphics, virtual reality, visualisation and interaction in Africa* (pp. 83-86).

DOI: <https://doi.org/10.1145/1029949.1029964>

W niniejszym artykule przeanalizowano zjawisko obecności w nieimmersyjnych, nierealistycznych środowiskach wirtualnych. Sugeruje się w nim, że obecność nie zależy wyłącznie od immersji lub realizmu, ale może być pod wpływem czynników poznawczych, takich jak uwaga i pamięć robocza. W badaniu stwierdzono, że nawet w mniej immersyjnych środowiskach użytkownicy mogą odczuwać obecność, jeśli przeznaczą wystarczające zasoby poznawcze na przetwarzanie środowiska wirtualnego.

Radianti, J., Majchrzak, T. A., Fromm, J., & Wohlgenannt, I. (2020). A systematic review of immersive virtual reality applications for higher education: Design elements, lessons learned, and research agenda. *Computers & Education*, 147, Article 103778.

<https://doi.org/10.1016/j.compedu.2019.103778>

Autorzy przeprowadzili systematyczny przegląd immersyjnej rzeczywistości wirtualnej (IVR) w szkolnictwie wyższym, podkreślając jej potencjał w zakresie zwiększania zaangażowania i poprawy wyników nauczania. W badaniu zidentyfikowano kluczowe elementy projektu i codzienne wyzwania, takie jak użyteczność i zapotrzebowanie na zasoby. Na zakończenie wezwano do przeprowadzenia dalszych badań nad długoterminową skutecznością i integracją pedagogiczną.

2.2 Projektowanie doświadczeń VR i ich integracja w nauczaniu

ILO wyrażają **to, co uczeń powinien wiedzieć lub umieć po zakończeniu nauki**, na przykład: „Studenti będą potrafili powtórzyć procedury bezpieczeństwa dotyczące dostępu do laboratorium chemicznego i korzystania z niego”.

Niezależnie od planowanych działań, pierwszym krokiem jest określenie wyników, które uczniowie mają osiągnąć, ponieważ wyniki te będą kierować projektowaniem znaczących, wartościowych zadań oceniających oraz działań dydaktycznych i edukacyjnych.

2.2.1 Zamierzone efekty kształcenia: dlaczego są ważne?

Skuteczne sformułowanie zamierzonych efektów kształcenia służy jako wskazówka przy projektowaniu symulacji i odpowiadaniu na konkretne pytania, takie jak:

- **Co uczniowie powinni wiedzieć lub umieć? Zamierzone efekty kształcenia**
- **W jaki sposób będzie mierzona nauka? Zadania oceniające**
- **W jaki sposób uczniowie będą się uczyć? Działania dydaktyczne i edukacyjne**

ILO wynikają z celów kursu i muszą być z nimi spójne. W idealnym przypadku **efekty uczenia się kursu stanowią plan** działania prowadzący do ostatecznego celu uczenia się. Innymi słowy, ILO powinny łącznie przedstawiać jasny obraz celu działań i kursu, a także tego, co uczniowie będą potrafili zrobić po ich zakończeniu.

ILO mogą odnosić się nie tylko do wiedzy i umiejętności związanych z tematyką kursu (**wiedza z danej dyscypliny i umiejętności przedmiotowe**), ale także do **umiejętności i kompetencji przekrojowych**. Podczas pracy lub nauki z wykorzystaniem VR nawet sfera afektywna i psychomotoryczna będą podlegały pewnym wpływom. Korzystanie z VR może sprzyjać poczuciu własnej skuteczności i pewności siebie (szczególnie w sektorze sanitarnym i zdrowotnym), komunikacji i współpracy między rówieśnikami oraz zarządzaniu czasem (Hickman, 2017; Hafner, 2013; Angel-Urdinola, 2021).

Sugerujemy odwołanie się do ram ESCO³ w zakresie umiejętności i kompetencji przekrojowych (klasyfikacja europejskich umiejętności, kompetencji i zawodów) w celu zidentyfikowania głównych kategorii, w ramach których można uporządkować te umiejętności. Ramy te uwzględniają nie

³ Ramy ESCO https://esco.ec.europa.eu/en/classification/skill_main

tylko umiejętności poznawcze, ale także zdolności manualne i kompetencje afektywne (takie jak rozwiązywanie konfliktów, okazywanie empatii i motywowanie innych).

WIEDZA DZIEDZINOWA

Tematy kursów/sekcji/lekcji

UMIEJĘTNOŚCI I KOMPETENCJE O CHARAKTERZE OGÓLNYM

Umiejętności, które są wspólne dla różnych zawodów i sektorów i odnoszą się do kompetencji osobistych i społecznych (Cedefop³)

PODSTAWOWE UMIEJĘTNOŚCI I KOMPETENCJE	UMIEJĘTNOŚCI I KOMPETENCJE W ZAKRESIE MYŚLENIA	UMIEJĘTNOŚCI I KOMPETENCJE W ZAKRESIE SAMOZARZĄDZANIA
<ul style="list-style-type: none"> ▪ Opanowywać języki ▪ Pracować z liczbami i miarami ▪ Pracować z urządzeniami i aplikacjami cyfrowymi 	<ul style="list-style-type: none"> ▪ Myśleć w sposób kreatywny i innowacyjny ▪ Planować i organizować ▪ Przetwarzać informacje, idee i koncepcje ▪ Rozwiązywać problemy 	<ul style="list-style-type: none"> ▪ Wydajna praca ▪ Proaktywne podejście ▪ Utrzymywanie pozytywnego nastawienia ▪ Wykazanie gotowości do nauki
UMIEJĘTNOŚCI I KOMPETENCJE SPOŁECZNE I KOMUNIKACYJNE	UMIEJĘTNOŚCI I KOMPETENCJE FIZYCZNE I MANUALNE	UMIEJĘTNOŚCI I KOMPETENCJE ŻYCIOWE
<ul style="list-style-type: none"> ▪ Kierować się kodeksem etycznego postępowania ▪ Komunikować się ▪ Przewodzić innym osobom ▪ Wspierać innych ▪ Współpracować w zespołach i sieciach 	<ul style="list-style-type: none"> ▪ Operować i sterować przedmiotami i sprzętem ▪ Reagować na okoliczności fizyczne 	<ul style="list-style-type: none"> ▪ Stosować umiejętności i kompetencje obywatelskie ▪ Stosować umiejętności i kompetencje związane ze środowiskiem <ul style="list-style-type: none"> ▪ Stosować wiedzę ogólną ▪ Wykorzystywać umiejętności i kompetencje w zakresie przedsiębiorczości i finansów ▪ Wykorzystywać umiejętności i kompetencje związane z kulturą ▪ Wykorzystywać umiejętności i kompetencje związane ze zdrowiem

▲ Tab. 2.2.1: Umiejętności i kompetencje, które należy wziąć pod uwagę przy formułowaniu zamierzonych efektów kształcenia

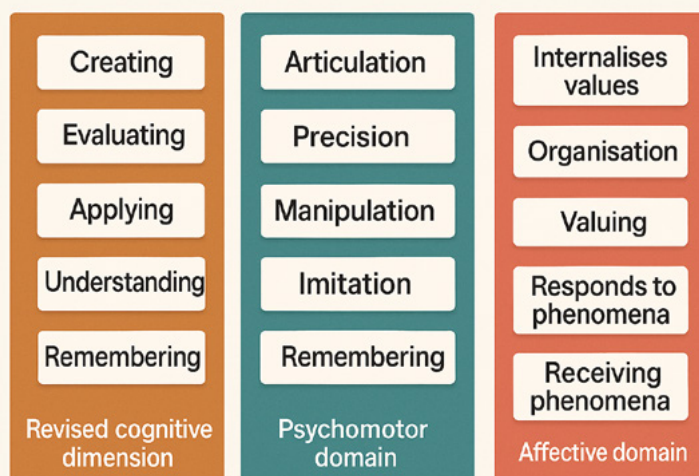
Formułując zamierzone efekty kształcenia dla przeprojektowanego kursu, aby jak najlepiej uwzględnić rozwój VR, należy wziąć pod uwagę nie tylko sferę poznawczą, ale także emocjonalną i psychomotoryczną. **Taksonomia Blooma** opisuje cele edukacyjne jako należące do trzech dziedzin:

Afektywna: uwzględnia sposób, w jaki uczący się radzi sobie z rzeczami emocjonalnie, więc obejmuje zachowania wskazujące na postawy świadomości, odpowiedzialności, umiejętność słuchania i reagowania w interakcjach z innymi oraz umiejętność wykazania się cechami postawy lub wartościami odpowiednimi do sytuacji testowej i dziedziny studiów (na przykład postrzegana skuteczność uczenia się i satysfakcja z wirtualnego środowiska);

Psychomotoryczna: przejawia się w umiejętnościach fizycznych lub zdolnościach motorycznych niezbędnych do wykonywania zadań lub ruchów (koordynacja, manipulacja, szybkość, posługiwanie się precyzyjnymi instrumentami lub narzędziami);

Kognitywny: związany z wiedzą i rozwojem intelektualnym. Obejmuje procesy myślenia, rozumienia, analizowania, stosowania, oceny i tworzenia informacji.

Wstępnie zdefiniowane dziedziny są konstruktami analitycznymi, które w praktyce często trudno rozróżnić. Zazwyczaj dochodzi do interakcji między tymi dziedzinami, co powoduje zatarcie ich granic. Klasyfikuje się różne rodzaje uczenia się w każdej dziedzinie, zgodnie z rosnącym stopniem złożoności, począwszy od poziomu podstawowego do bardziej złożonego.



▲ Rys. 2.2.1: Dziedziny taksonomii Blooma. Źródła: Bloom et al. (1956); Dave (1970); Anderson et al. (2001).

2.2.2 Jak sformułować ILO?

ILO powinny być zrozumiałe dla uczniów i wyrażone z ich punktu widzenia, przy użyciu sformułowania „uczniowie będą potrafili”:

Czasownik (oczekiwane działanie, czyli rodzaj czynności, którą uczniowie będą potrafili wykonać);

Przedmiot (treść działania);

W razie potrzeby: kontekst (gdzie uczeń będzie działał, czyli gdzie uczniowie będą stosować nabyte kompetencje);

Jeśli to możliwe: kryterium osiągnięcia biegłości lub, innymi słowy, sposób, w jaki można stwierdzić, że student osiągnął cel.

Kluczowe znaczenie ma dopracowanie każdego ILO poprzez użycie znaczącego czasownika, który opisuje, co uczniowie będą potrafili zrobić w wyniku procesu uczenia się: najlepiej **czasownika oznaczającego czynność, którą można zaobserwować i zmierzyć**. Formułując ILO, spróbuj zadać sobie pytanie: „Jak to ocenię?”. Jeśli ILO sugeruje jasną ocenę, prawdopodobnie oznacza to, że jest ono skuteczne.

Podczas projektowania doświadczenia VR należy wziąć pod uwagę wszystkie trzy dziedziny i dokładnie dobrać czasowniki opisujące, co uczniowie powinni umieć po zakończeniu nauki.

- **Przykład mniej skuteczny:** Studenci poznają kluczowe cechy bioreaktora fermentacyjnego w trzech różnych konfiguracjach: pracy okresowej, okresowej z podawaniem substratu i ciągłej.
- **Bardziej skuteczny przykład:** Studenci będą potrafili sformułować kluczowe cechy bioreaktora fermentacyjnego w trzech różnych konfiguracjach: pracy okresowej, okresowej z podawaniem substratu i ciągłej, stosując bilans materiałowy dla różnych składników i komórek. [ZROZUMIENIE] [ZASTOSOWANIE] [OCENA]

Umiejętności przekrojowe

- *Studenci będą potrafili zidentyfikować i złożyć elementy składające się na trzy różne konfiguracje bioreaktora fermentacyjnego [MANIPULACJA] [PRECYZJA]*
- *Studenci będą potrafili rozpoznać implikacje etyczne i środowiskowe bioreaktorów fermentacyjnych oraz wyrazić zaangażowanie w zrównoważone praktyki bioprosesowe. [OCENA] [INTERNALIZACJA WARTOŚCI]*

Inspiracje

Arkansas State University, Konkretne przykłady uczenia się uporządkowane według kategorii wiedzy w trzech dziedzinach

<https://www.astate.edu/a/assessment/assessment-resource-links/files/Revised-Bloom%20s-Taxonomy-All-Domains.pdf>

Przykłady czasowników dla dziedziny poznawczej, afektywnej, i psychomotorycznej Red Deer Polytechnic

Przykłady wykorzystania VR z Uniwersytetu Maryland

<https://www.umaryland.edu/fctl/resources/technology/emerging-trends/virtual-reality-vr/#page-1>

Aby pogłębić wiedzę zobacz na:

Instituut Innovacji Edukacyjnych Uniwersytetu w Maastricht (EDLAB). (2016).

The UM Handbook for Constructive Alignment

https://edlab.nl/wp-content/uploads/2022/01/CoAL_PDF_final_version.pdf

Podręcznik Instytutu Innowacji Edukacyjnych Uniwersytetu w Maastricht zawiera praktyczne wskazówki dotyczące dostosowania zamierzonych efektów kształcenia, metod nauczania i oceny w szkolnictwie wyższym. Kładzie nacisk na nauczanie skoncentrowane na studencie w celu zwiększenia skuteczności i spójności edukacyjnej.

Häfner, P., Häfner, V., & Ovtcharova, J. (2013). *Teaching Methodology for Virtual Reality Practical course in Engineering Education*. *Procedia Computer Science*, 25, 251-260

<https://doi.org/10.1016/j.procs.2013.11.031>

Artykuł przedstawia metodologię nauczania służącą włączeniu wirtualnej rzeczywistości do edukacji inżynierskiej, z naciskiem na poprawę umiejętności praktycznych poprzez nauczanie immersyjne. Podejście to kładzie nacisk na zwiększenie zaangażowania studentów i poprawę rozumienia pojęć w złożonych przedmiotach technicznych.

Hamilton, D., McKechnie, J., Edgerton, E., & Wilson, C. (2021). *Immersive virtual reality as a pedagogical tool in education: a systematic literature review of quantitative learning outcomes and experimental design*.

Journal of Computers in Education, 8(1), 1-32.

<https://doi.org/10.1007/s40692-020-00169-2>

Autorzy przeprowadzili systematyczny przegląd skuteczności immersyjnej rzeczywistości wirtualnej (IVR) jako narzędzia pedagogicznego w edukacji. Analizując 29 badań eksperymentalnych, stwierdzili, że IVR często poprawia wyniki nauczania, szczególnie w przypadku przedmiotów złożonych lub proceduralnych, chociaż wyniki różnią się w zależności od projektu interwencji i metod oceny.

2.3 Zadanie oceniające

Ocena ma kluczowe znaczenie nie tylko dla wspierania procesu uczenia się uczniów, ale także dla jego pomiaru. Ocena dostosowana do celu pozwala sprawdzić, czego uczniowie się nauczyli i czego nauczono ich. Innymi słowy, pozwala określić, czy uczeń osiągnął cele kształcenia określone w zakresie wiedzy dyscyplinarnej, psychomotorycznej i emocjonalnej, a także umiejętności miękkich i cyfrowych. Promuje ona również proces uczenia się uczniów, zachęcając ich do przygotowania się, zaangażowania w proces oceny i refleksji poprzez informacje zwrotne. Ponadto pomaga instruktorom uzyskać wgląd w to, jak uczniowie reagują na ich metody nauczania oraz ocenić, jak skutecznie uczniowie dostosowują się do doświadczeń VR.

Proces ten jest przejrzysty i dostępny zarówno dla pracowników, jak i studentów. Na przykład nauczyciele jasno komunikują cel, wymagania i oczekiwane standardy każdego zadania oceniającego. Studenci otrzymują konkretne i konstruktywne informacje zwrotne, które pomagają im zrozumieć, jak poprawić swoje wyniki w przyszłości.

Oceny VR różnią się od tradycyjnych ocen w następujących kluczowych aspektach:

- **Ucieleśnienie i interaktywność:** nauka odbywa się poprzez działanie, a nie tylko mówienie lub pisanie.
- **Dynamiczne gromadzenie dowodów:** nauczyciele mogą analizować dane dotyczące zachowań, ścieżki decyzyjne i interakcje przestrzenne.
- **Scenariusze bogate w kontekst:** uczniowie reagują na złożone, zmieniające się środowiska, które wymagają krytycznego myślenia i zdolności adaptacyjnych
- **Pętle informacji zwrotnej:** VR umożliwia natychmiastową informację zwrotną poprzez symulowane reakcje, oferując więcej możliwości oceny formatywnej.

W przeciwieństwie do tradycyjnych środowisk edukacyjnych, VR pozwala uczniom zanurzyć się w złożonych, interaktywnych scenariuszach, które odzwierciedlają rzeczywiste konteksty, w których mogą poruszać się po środowiskach, podejmować decyzje, manipulować obiektami i rozwiązywać problemy. Dlatego też niezbędne jest, z jednej strony, promowanie systemu, który sprzyja rozwijaniu wiedzy specjalistycznej podczas działania w VR, a z drugiej strony, autentyczna ocena, która ocenia nabycie umiejętności przekrojowych, kompetencji emocjonalnych i psychomotorycznych, a także wiedzy poznawczej, realizacji zadań i artefaktów.

W fazie projektowania należy pracować nad:

- **Ukierunkowanie na wyniki:** zapewnienie informacji zwrotnej w czasie rzeczywistym, aby

uczniowie mogli natychmiast zrozumieć konsekwencje swoich działań. Na przykład blokowanie postępów ucznia po popełnieniu błędu do momentu jego poprawienia (Sankaranarayanan et al., 2018; Fracaro et al., 2021) lub pokazanie wybuchowego efektu w zakładzie przemysłowym w przypadku nieprawidłowego ustawienia określonych parametrów.

- **Ukierunkowanie na samokontrolę zachowań związanych z uczeniem się:** włączenie ćwiczeń z zakresu autorefleksji, takich jak quizy samooceny, raporty z przeprowadzonych ćwiczeń, dyskusje itp. podczas lub po zakończeniu zadania szkoleniowego w celu sprawdzenia zrozumienia i zaoferowania bardziej szczegółowych wyjaśnień lub zaproponowania materiałów pogłębiających wiedzę. To rozwija zdolność uczniów do zarządzania własnymi myślami, emocjami i działaniami podczas nabywania nowych umiejętności lub wiedzy. (Panadero, 2017; Zimmerman, 2000)

Dzięki cyfrowemu charakterowi VR, a także skuteczności, użycie wyświetlaczy montowanych na głowie i kontrolerów umożliwia automatyczne śledzenie i gromadzenie szerokiego zakresu danych, które mogą zapewnić instruktorom (i innym zainteresowanym stronom) cenne informacje na temat wyników uczniów. Dane mogą odnosić się do użytkowania, wyników i zachowań, a także analizy emocji i analizy predykcyjnej, oprócz danych biometrycznych.

Dane te, wraz z wynikami zadań i ocenami artefaktów powstałych podczas refleksji lub podsumowań, przyczynią się do wartościowej oceny doświadczeń VR. W rzeczywistości niezbędne jest zaplanowanie **wielu rodzajów danych oceniających**, zarówno z VR (analizy, zachowania, artefakty), jak i spoza niego (refleksje, dyskusje, prace pisemne) oraz dostosowanie **zadań i rubryk do oceny zarówno procesu, jak i produktu**, często łącząc wyniki w czasie rzeczywistym z interpretacją po VR.

Chociaż te spostrzeżenia mogą znacznie poprawić ocenę i spersonalizować naukę, budzą one również obawy dotyczące nadzoru, własności danych i świadomej zgody. Nauczyciele muszą zapewnić, że wszelkie zebrane dane są wykorzystywane w sposób odpowiedzialny, bezpiecznie przechowywane i udostępniane wyłącznie odpowiednim zainteresowanym stronom. Niezbędna jest przejrzystość wobec uczniów i opiekunów w zakresie tego, jakie dane są gromadzone, w jaki sposób będą wykorzystywane i jak długo będą przechowywane.

VR może być również wykorzystywana jako miejsce przeprowadzania oceny. Bogomolova i in. (2021) przedstawili eksperyment z zakresu anatomii, w którym student musi odpowiedzieć na zestaw pytań dotyczących zagadnień trudnych do oceny na papierze (rozpoznanie struktur podudzia, określenie ich relacji przestrzennych i funkcji oraz wskazanie zaburzeń funkcji w scenariuszu klinicznym). 10-minutowa sesja oceny odbywała się w czasie rzeczywistym, z interakcją między egzaminowanym a oceniającym, podczas której egzaminowany musiał odpowiedzieć na konkretne pytania po manipulowaniu modelem.

2.3.1 Funkcje oceny

W poniższej tabeli przedstawiono kilka wskazówek dotyczących danych źródłowych, które można zebrać w celu uzyskania określonych wyników oceny, oraz działań, które można zaprojektować w celu ich zebrania, zgodnie z czterema podstawowymi funkcjami oceny edukacyjnej: diagnostyczną, formatywną, sumatywną i promującą jakość.

WYMIAR	WYNIK	TERMIN	DANE ŹRÓDŁOWE	CZYNNOŚCI (kilka przykładów)
Diagnostyka	Planowanie nauczania, ocena aktualnej wiedzy, błędnych przekonań i umiejętności uczniów	Przed rozpoczęciem nauki (przed kursem/jednostką/tematem)	<ul style="list-style-type: none"> ▪ Wcześniejsze wyniki w nauce lub wyniki testów wstępnych <ul style="list-style-type: none"> ▪ Wstępny wybór narzędzi lub próby wykonania zadań w VR ▪ Wzorce nawigacji i wahania ▪ Czas potrzebny do wykonania podstawowych zadań 	<ul style="list-style-type: none"> ▪ Umieść uczniów w symulacji bez wcześniejszych wskazówek, aby obserwować ich instynktowne reakcje ▪ Pozwól na swobodną eksplorację w VR i obserwuj, na czym uczniowie się skupiają lub czego unikają ▪ Zaproponuj quizy online dla wszystkich, aby ocenić wiedzę lub pewność siebie przed sesją VR ▪ Poproś uczniów, aby opowiedzieli o swoich decyzjach podczas pierwszej próby wykonania zadania w VR
Formatywne	Zastanów się, w jakim stopniu osiągnięto efekty uczenia się, aby ukierunkować naukę.	Podczas nauki (doświadczenie VR + ćwiczenia refleksyjne)	<ul style="list-style-type: none"> ▪ Dzienniki symulacji w czasie rzeczywistym (błędy, użycie narzędzi, ścieżki) <ul style="list-style-type: none"> ▪ Częstotliwość korzystania z podpowiedzi lub wskazówek systemowych ▪ Wyniki quizów wbudowanych w VR ▪ Odpowiedzi audio lub tekstowe w VR ▪ Notatki obserwacyjne nauczyciela ▪ Refleksje uczniów i samooceny 	<ul style="list-style-type: none"> ▪ Dodaj mikro-zadania z natychmiastową informacją zwrotną i obserwacją procesu podejmowania decyzji ▪ Po zajęciach VR poproś uczniów o wypełnienie tabel refleksji lub dzienników (cyfrowych lub papierowych) ▪ Zorganizuj dyskusje w małych grupach, podczas których uczniowie wyjaśnią, co robili w VR i dlaczego ▪ Zatrzymaj symulację w kluczowych momentach, aby zadać pytania <ul style="list-style-type: none"> ▪ Obserwuj uczniów wykonujących zadania w VR i udzielaj informacji zwrotnych w czasie rzeczywistym lub krótko po zakończeniu zadania

<p>Podsumowujące</p>	<p>Ocena osiągnięcia efektów uczenia się, wystawianie ocen.</p>	<p>Po zakończeniu nauki</p>	<ul style="list-style-type: none"> ▪ Ostateczne wyniki lub wykonanie zadań w VR <ul style="list-style-type: none"> ▪ Artefakty wygenerowane w VR (np. modele 3D, wyniki cyfrowe) ▪ Dokładność i złożoność decyzji dotyczących scenariusza ▪ Nagrania wideo/audio z sesji VR studentów ▪ Eseje lub prezentacje po symulacji ▪ Oceny oparte na rubrykach 	<ul style="list-style-type: none"> ▪ Poproś uczniów o wykonanie zadania z życia codziennego (np. zaprojektowanie siedliska, zarządzanie firmą) ▪ Poproś uczniów, aby przelali swoje refleksje z doświadczeń VR na papier w formie formalnych esejów ▪ Wykorzystaj standardowe rubryk do oceny wyników na podstawie nagrań lub dzienników ▪ Połącz doświadczenia VR z tradycyjnym testem lub ustną obroną wyborów dokonanych w VR
<p>Promowanie jakości</p>	<p>Poprawa nauczania / narzędzie VR</p>	<p>Po zakończeniu kursu/lekcji</p>	<ul style="list-style-type: none"> ▪ Zbierz dane analityczne dotyczące wyników VR (np. wskaźniki sukcesu, średni czas). ▪ Wzorce w refleksjach lub opiniach uczniów ▪ Mapy ciepłe i dane dotyczące użytkownika środowisk VR ▪ Wpisy do dzienników nauczycieli/uczniów i protokoły podsumowujące 	<ul style="list-style-type: none"> ▪ Wykorzystanie danych VR do identyfikacji słabych punktów programu nauczania i wprowadzenia zmian ▪ Narzędzia oceny, takie jak: <ul style="list-style-type: none"> - SUS (skala użyteczności systemu); - SSQ (pomiar dyskomfortu/ mdłości wywołanych przez VR); - VRNQ (ocena ogólnej jakości i komfortu VR) ▪ Wykorzystanie analiz platformy w celu dostrzeżenia trendów i odpowiedniego dostosowania instrukcji ▪ Prowadzenie dzienników dotyczących tego, co sprawdziło się, a co nie podczas korzystania z VR

▲ Tab. 2.3.1: Funkcje oceny w VR wraz z odpowiednimi danymi źródłowymi i działaniami

2.3.2 Przykłady zadań związanych z oceną

Poniżej można zapoznać się z praktycznymi **przykładami konstruktywnie dostosowanych zadań oceniających**, które można zastosować w zależności od celów kształcenia, jakie instruktor chce osiągnąć wśród studentów.

Opisane zadania mogą stanowić część oceny formatywnej lub być wdrożone jako elementy oceny sumatywnej, które mają wpływ na ocenę z kursu.

Praktyczny przykład zadania oceniającego dostosowanego do konstruktywnych celów

Oczekiwane efekty kształcenia

Studenci będą potrafili zidentyfikować i złożyć elementy składające się na trzy różne konfiguracje bioreaktora fermentacyjnego

Zadanie oceniające

Tabela refleksji

Rozwijane umiejętności/kompetencji: *autorefleksja, krytyczne myślenie i samoregulacja.*

Inne umiejętności: *manipulowanie i kontrolowanie obiektów i sprzętu.*

Nauczyciel przedstawia uczniom treści teoretyczne, wyjaśniając podczas lekcji trzy konfiguracje bioreaktora, a następnie uczniowie muszą wykonać zadanie w wirtualnym zakładzie bioprosesowym. Po zakończeniu doświadczenia VR każdy uczeń proszony jest o wypełnienie cyfrowej tabeli refleksji (formularz Google, quiz LMS lub arkusz PDF), w której musi krótko opisać kluczowe wykorzystane komponenty, unikalne cechy i przykłady zastosowań dla każdej konfiguracji. Instruktor może przyznać punkty za pomyślne ukończenie zadania.

W laboratorium VR

W laboratorium VR uczniowie mogą znaleźć quizy formatywne, które pomagają lepiej zrozumieć zastosowanie i cechy każdego elementu bioreaktora, a także otrzymać natychmiastową informację zwrotną po nieprawidłowym złożeniu elementów.

Praktyczny przykład zadania oceniającego dostosowanego do przykładu

Oczekiwane efekty kształcenia

Studenci będą potrafili zidentyfikować nieznany związek poprzez interpretację danych spektralnych i symulowanego zachowania reakcji.

Zadanie oceniające

Raport

Rozwijane umiejętności miękkich: rozwiązywanie problemów, praca zespołowa, analiza danych i komunikacja.

Inne umiejętności: obejmują precyzję w posługiwaniu się instrumentami laboratoryjnymi.

W małych grupach studenci wchodzą do wirtualnego laboratorium, gdzie mają za zadanie zidentyfikować nieznaną substancję chemiczną. W ramach sesji ograniczonej czasowo badają dane spektralne i przeprowadzają symulowane reakcje, aby opracować proponowane rozwiązanie. Następnie każda grupa składa krótki raport opisujący podjęte kroki, wyniki badań i uzasadnienie swojego rozwiązania. Instruktorzy oceniają następnie zarówno proces, jak i ostateczny wynik, korzystając z rubryki.

W laboratorium VR

Materiały edukacyjne (slajdy, pliki PDF, strony internetowe itp.) są osadzone w VR, aby umożliwić poszukiwanie wskazówek dotyczących rozwiązania. System może również zapewnić bogate informacje zwrotne w przypadku niepowodzenia.

Praktyczny przykład zadania dostosowanego do oceny

Oczekiwane efekty uczenia się

Studenci będą potrafili bezpiecznie i dokładnie wykonywać procedury krok po kroku w zakresie konserwacji i kontroli sprzętu w środowisku zakładu chemicznego.

Zadanie oceniające

Dyskusja i test wielokrotnego wyboru

Rozwijane umiejętności miękkich: samoorganizacja, rozwiązywanie problemów i zarządzanie stresem.

Inne umiejętności: myślenie proceduralne, dbałość o szczegóły, świadomość bezpieczeństwa, zdolności psychomotoryczne.

Studenci są indywidualnie umieszczani w wirtualnym laboratorium chemicznym, gdzie muszą wykonać prawidłową procedurę konserwacji i kontroli sprzętu w oparciu o wstępny kontekst zaproponowany przez nauczyciela. System VR śledzi każde działanie. Po zakończeniu generowany jest wynik wydajności oparty na precyzji, przestrzeganiu protokołu i zdolności reagowania na nieprzewidywalne sytuacje. Na podstawie uzyskanych wyników instruktor proponuje dyskusję plenarną, aby podkreślić trudne etapy i porównać różne podjęte decyzje.

Następnie proponowany jest test wielokrotnego wyboru, aby zastanowić się nad błędami lub krytycznymi zadaniami/procedurami, które wymagają wyjaśnienia. Nauczyciel może również przejrzeć nagranie sesji i użyć listy kontrolnej do oceny.

W laboratorium VR

Zapewnij pytania wielokrotnego wyboru do samooceny zintegrowane z VR dla każdego trudnego/kluczowego tematu/zadania, które uczeń ma wykonać.

2.3.3 Rubryka

Rubryka to narzędzie, które określa **oczekiwania dotyczące zadań i zadań wykonawczych** poprzez wymienienie kryteriów i opisanie poziomów jakości dla każdego kryterium. Rubryka jest bardzo elastycznym narzędziem, które można opracować w celu oceny zarówno wiedzy przedmiotowej, jak i umiejętności miękkich i cyfrowych.

Rubryka składa się z następujących podstawowych części:

- **Listy kryteriów** które będą stosowane do oceny wyników, najlepiej powiązanych z ocenianymi ILO.
 - **Skali (i punktacja)** opisującej poziom opanowania (np. przekracza oczekiwania, spełnia oczekiwania, nie spełnia oczekiwań lub podstawowy, biegły, zaawansowany).
 - **Opis różnych poziomów jakości wyników** (deskryptory wyników) poszczególnych elementów/ wymiarów na każdym poziomie opanowania. Element ten powinien być jak najbardziej szczegółowy, aby ułatwić studentom samoocenę i ocenę wzajemną.
- Poniżej znajduje się konkretny przykład zastosowania.

Edytowalny przykład rubryki można znaleźć [tutaj](#) (patrz Zestaw Startowy).

Praktyczny przykład zadania dostosowanego do oceny

Planowane efekty uczenia się

Studenci będą potrafili analizować i przedstawiać wyniki symulowanej sesji laboratoryjnej, stosując strukturę i terminologię naukową.

Zadanie oceniające

Wirtualny raport laboratoryjny

Po zakończeniu wirtualnych zajęć laboratoryjnych z biologii dotyczących kinetyki enzymów studenci sporządzają uporządkowany raport laboratoryjny zawierający cel, metodologię, dane, analizę i wnioski. Raporty są składane za pośrednictwem platformy LMS i oceniane według rubryki skupiającej się na przejrzystości, dokładności naukowej i krytycznym myśleniu.

Przykład rubryki analitycznej:

Określa różne wymiary wydajności VR w 3 różnych obszarach (poznawczym, afektywnym, psychomotorycznym) oraz w zakresie wyników (raportu) i zawiera oceny dla każdego wymiaru: przykład rubryki analitycznej znajduje się w załączniku do następującego artykułu - Hamid, R., et al. (2012). Ocena dziedziny psychomotorycznej w pracach laboratoryjnych z zakresu technologii materiałów. *Procedia - Nauki społeczne i behawioralne*, 56, 718-723.

<https://doi.org/10.1016/j.sbspro.2012.09.708>

Materiały inspirujące

Uniwersytet Utica, Rubryka oceny zeszytu laboratoryjnego

https://www.utica.edu/academic/Assessment/new/NB_Rubric.pdf

Uniwersytet Alabama A&M udostępnia listę przykładowych rubryk do oceny różnych rodzajów wyników nauczania STEM - Fas rubrics

https://www.aamu.edu/academics/colleges/agricultural-life-natural-sciences/departments/food-animal-sciences/_documents/rubrics-fas2018.pdf

Zespół ds. oceny College of Business and Technology, Rubryka do oceny wyników studentów w zespołach,

<https://wit.edu/sites/default/files/2020-10/Teamwork-Assessment-Rubric.pdf>

2.3.4 Podsumowanie

POZIOM BLOOMA	ODPOWIEDNIE RODZAJE ZADAŃ VR	PRZYKŁADOWE ZADANIE	SUGEROWANE METODY OCENY
ZAPAMIĘTAJ	Eksploracje 360°, wycieczki z przewodnikiem	Wirtualna wycieczka po muzeum lub zakładzie	Quiz wielokrotnego wyboru (w trakcie lub po VR), SUS (skala użyteczności systemu)
ZROZUM	Wizualizacje koncepcyjne, samuczki VR	Obserwacja procesów chemicznych w VR	Wbudowane pytania, SUS + VRNQ (kwestionariusz VR Neuroscience Questionnaire)
ZASTOSOWANIE	Interaktywne symulacje, zadania oparte na podejmowaniu decyzji	Ustaw parametry procesu w symulacji laboratoryjnej	Rejestr wykonania zadań, śledzenie błędów, informacje zwrotne w VR
ANALIZUJ	Diagnostyka oparta na scenariuszach, analiza danych w VR	Interpretacja ścieżek reakcji lub anomalii	Refleksyjne pisanie, analiza mapy cieplnej, wspólna dyskusja
OCENA	Odgrywanie ról z krytycznym myśleniem, symulacje z rozgałęzionymi wynikami	Ocena etycznych implikacji wyborów laboratoryjnych	Ocena rówieśnicza, rubryka, dzienniki zachowań, otwarte podsumowania
TWORZENIE	Prototypowanie VR, zadania współprojektowania, opowiadanie historii	Projektowanie wirtualnej konfiguracji reaktora lub prezentacja wyników	Modele 3D, wyniki oparte na projekcie, obrona ustna w sesji po VR

▲ Tab. 2.3.4: Zadania VR i metody oceny dla każdego poziomu wiedzy Blooma

2.4 Działania dydaktyczne i edukacyjne (TLAs)

Po ustaleniu wyników, które uczniowie mają osiągnąć oraz określeniu sposobu ich oceny, konstruktywna zgodność może pomóc w projektowaniu TLA. Mają one kluczowe znaczenie dla umożliwienia **uczniom rozwijania umiejętności spełniających kryteria oceny**, a tym samym osiągnięcia ILO.

Jak możemy pomóc uczniom osiągnąć cele określone na początku kursu? Teraz nadszedł czas, aby zaprojektować i zaplanować działania, które uczestnicy muszą wykonać zarówno podczas doświadczenia VR, jak i przed nim oraz po nim.

Podczas projektowania integracji działań VR należy wziąć pod uwagę następujące elementy:

E-szkolenie: ponieważ wielu użytkowników może nie być przyzwyczajonych do VR, zaleca się zaplanowanie wielu sesji szkolenia krok po kroku z przewodnikiem VR lub nawet swobodnej eksploracji, zanim studenci wykonają rzeczywiste zadania, aby osiągnąć sformułowane ILO. Niezbędne jest również zorganizowanie sesji wprowadzającej, podczas której studenci otrzymają instrukcje, oczekiwania i zadania (zobacz [listę kontrolną](#), która pomoże Ci zaprojektować tę fazę). Przed szkoleniem można nawet zaprosić uczniów do zapoznania się z otoczeniem i oswojenia się z wyświetlaczem montowanym na głowie i kontrolerami. Jest to idealna faza do zidentyfikowania ewentualnych problemów z percepcją 3D, widzeniem stereoskopowym lub wrażliwością na chorobę lokomocyjną u niektórych uczniów.

Podsumowanie: powinna to być systematyczna sesja, podczas której uczniowie, pod kierunkiem nauczyciela, identyfikują i wyrażają swoje reakcje na symulację, co daje im możliwość refleksji i głębokiego uczenia się (Fanning, 2007). Podsumowanie może obejmować informacje zwrotne z oprogramowania symulacyjnego, samodzielne podsumowanie i/lub podsumowanie z udziałem nauczyciela przy użyciu narzędzi takich jak SUS, SSQ i VRNQ (patrz **tabela 2.3.1**).

Refleksja po zakończeniu: zwiększ retencję wiedzy i wartość VR w pracy nad umiejętnościami poznawczymi wysokiego poziomu poprzez kolejne działania, które promują głębsze zrozumienie pojęć i metapoznanie, takie jak dyskusje z rówieśnikami lub instruktorem, otwarte pytania, debaty, pisanie refleksyjne itp.

Długość sesji VR: w celach edukacyjnych sugerowany czas trwania sesji VR wynosi od **20 do 70 minut**, w zależności od rodzaju działania, które również ma wpływ na idealną długość. Wyższy poziom odnosi się do założenia, że oprogramowanie VR spełnia wysokie standardy jakości (oceniane za pomocą narzędzi takich jak Virtual Reality Neuroscience Questionnaire,

VRNQ), a użytkownicy są odpowiednio zaznajomieni z systemem dzięki wprowadzającym samouczkom. Dłuższe sesje mogą zwiększać ryzyko wystąpienia objawów wywołanych przez VR (VRISE). Można je jednak złagodzić dzięki immersyjnym funkcjom projektowym, takim jak ulepszona grafika, lepsza jakość dźwięku i pomocne instrukcje w grze.

Praca w zespołach: est to cenne podejście do planowania działań w VR, przede wszystkim dlatego, że sprzyja rozwijaniu umiejętności współpracy i pracy zespołowej wśród uczniów. Po drugie, ułatwia organizację obiektów VR, ponieważ liczba urządzeń (komputerów, zestawów słuchawkowych itp.) dostępnych do doświadczeń VR jest zazwyczaj mniejsza niż liczba uczniów. W tym podejściu, podczas gdy jedna osoba eksploruje środowisko VR, inne otrzymują różne zadania (np. studiowanie dodatkowych materiałów w celu wsparcia ucznia w VR, udzielanie instrukcji koledze itp.) lub przyjmują różne role w ramach bardziej złożonego działania, w którym VR stanowi tylko jeden z etapów.

2.4.1 Co należy (prze)projektować w TLA, aby uwzględnić VR?

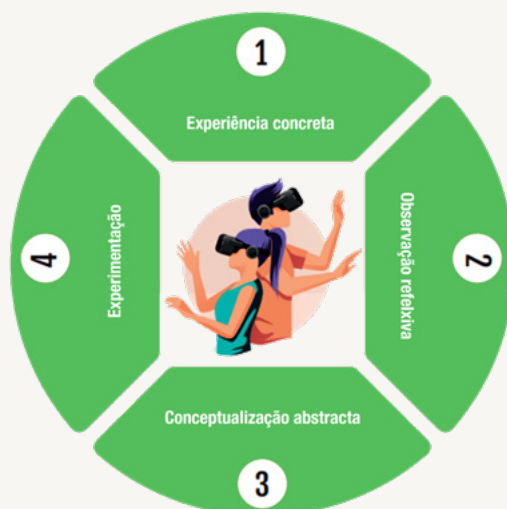
Najskuteczniejsze metody nauczania przy projektowaniu doświadczeń VR są przede wszystkim powiązane z zasadami teorii konstruktywistycznej (Cao et al., 2023), które kładą nacisk **na aktywną rolę uczniów** w budowaniu własnej wiedzy i zrozumienia. W szczególności:

- **Uczący się aktywnie wykorzystują swoją dotychczasową wiedzę**, aby zrozumieć nowe informacje.
- **Interakcje społeczne** z rówieśnikami, nauczycielami i otoczeniem odgrywają kluczową rolę w procesie uczenia się.
- **Nauka jest najskuteczniejsza**, gdy ma zastosowanie w rzeczywistych lub istotnych kontekstach.
- **Uczący się aktywnie angażują się** w swoje otoczenie, aby budować wiedzę pod kierunkiem nauczyciela.

Narracje, obiekty i działania w rzeczywistości wirtualnej można następnie uporządkować za pomocą różnych metod. Omówimy kilka z nich bardziej szczegółowo, podając konkretne przykłady ich zastosowania. Przykłady można łatwo dostosować do różnych dyscyplin.

Cykl Kolba

Zakłada on, że nauka jest procesem tworzenia wiedzy poprzez transformację doświadczeń. Nowe doświadczenia w dużej mierze napędzają rozwój nowych koncepcji, a nauka polega na przyswajaniu abstrakcyjnych pojęć, które można następnie elastycznie stosować w różnych sytuacjach.



▲ Rys. 2.4.1.1: Cykl Kolba

Nauczanie oparte na problemach (Problem-Based Learning- PBL)

Nauczanie oparte na problemach to metoda dydaktyczna, w której na początku cyklu nauczania przedstawiane są istotne problemy, dla których nie ma jednoznacznej odpowiedzi, a **uczniowie poznają dany temat poprzez doświadczenie rozwiązywania problemów otwartych**.



▲ Rys. 2.4.1.2: Nauczanie oparte na problemach

Nauczanie oparte na dociekaniu (Inquiry-based learning)

Nauczanie oparte na dociekaniu promuje naukę poprzez coraz bardziej **niezależne badanie złożonych pytań, problemów i zagadnień**. Zamiast uczyć wyników badań innych osób, które uczniowie przyswajają biernie, nauczyciel zadaje jedno lub więcej znaczących pytań i pomaga uczniom w nauce poprzez aktywne badanie tematu.



▲ Rys. 2.4.1.3: Nauczanie oparte na dociekaniu

Praktyczny przykład konstruktywnie dostosowanego działania

Cykl Kolbego, indywidualny

Planowany efekt kształcenia

Studenci będą potrafili zidentyfikować i złożyć elementy składające się na trzy różne konfiguracje bioreaktora fermentacyjnego.

Zadanie oceniające

Tabela refleksji

Działania dydaktyczne

15 minut wprowadzenia do zadania + 30/60 minut (w zależności od liczby dostępnych urządzeń) szkolenia VR + 30 minut zadania VR + 30 minut refleksji + 30 minut konceptualizacji + VR.

Rozwijane umiejętności/kompetencje: *autorefleksja, krytyczne myślenie i samoregulacja.*

Inne umiejętności: *manipulowanie i kontrolowanie obiektów i sprzętu.*

Konkretne doświadczenie: podczas lekcji nauczyciel przedstawia uczniom teoretyczne wyjaśnienie działania bioreaktora, jego trzech możliwych konfiguracji itp. Na koniec przedstawia ćwiczenie VR, zadanie i zasady, które należy zastosować. W laboratorium VR nauczyciel zachęca uczniów do zapoznania się z otoczeniem i urządzeniami przed rozpoczęciem ćwiczenia. Następnie uczniowie wchodzi do wirtualnego zakładu bioprosesowego, gdzie wchodzi w interakcję z interfejsem cyfrowym symulującym laboratorium fermentacyjne. Każdy z nich ma za zadanie uzyskać z góry określony produkt, który można uzyskać w oparciu o różne konfiguracje bioreaktora.

Obserwacja refleksyjna: Po zakończeniu doświadczenia VR każdy uczeń proszony jest o wypełnienie cyfrowej tabeli refleksyjnej (formularz Google, quiz LMS lub arkusz PDF), w której dla każdej konfiguracji musi krótko opisać kluczowe wykorzystane komponenty, unikalne cechy i przykłady zastosowań. Nauczyciel wraz z uczniami dokonuje refleksji na temat przeprowadzonego doświadczenia (przypominając działania, zadając pytania itp.).

Należy krótko opisać kluczowe wykorzystane komponenty, unikalne cechy i przykłady zastosowań. Nauczyciel wraz z uczniami dokonuje refleksji na temat przeprowadzonego doświadczenia (przywołując działania, zadając pytania itp.).

Abstrakcyjna konceptualizacja: Nauczyciel abstrahuje proces od właśnie przeprowadzonego praktycznego doświadczenia i tworzy powiązanie z koncepcjami teoretycznymi. Faza konceptualizacji może być również przeprowadzona wspólnie, stymulując uczniów do połączenia kluczowych punktów wynikającego doświadczenia z koncepcjami teoretycznymi, ewentualnie poprzez wspólny dokument lub mapę.

Aktywne eksperymentowanie: Uczniowie ponownie wchodzi do środowiska, aby powtórzyć doświadczenie, biorąc pod uwagę przeprowadzone dyskusje.

W laboratorium VR

Vergara (2019) zalecił, aby w laboratoriach eksperymentalnych VR przyjęto protokół krok po kroku jako metodę poprawy długotrwałego zapamiętywania wiedzy.

W laboratorium VR uczniowie mogą znaleźć quizy formacyjne, które pomagają im lepiej zrozumieć zastosowanie i cechy każdego elementu bioreaktora, a także otrzymać natychmiastową informację zwrotną po nieprawidłowym złożeniu elementów.

Wskazówka: Nauczyciel może zaproponować quiz skupiający się na głównych elementach każdej konfiguracji i etapach montażu przed doświadczeniem VR

Praktyczny przykład działania dostosowanego do konstruktywnej nauki

Nauczanie oparte na problemach, w parach

Oczekiwane efekty uczenia się

Studenci będą potrafili bezpiecznie i dokładnie **wykonywać** procedury konserwacji i kontroli sprzętu w zakładzie chemicznym, krok po kroku.

Zadanie oceniające

Dyskusja i test wielokrotnego wyboru

Działania dydaktyczne

15 minut na przedstawienie zasad VR i ćwiczenia + 60 minut szkolenia VR + 30 minut x 2 ćwiczenia w VR + 30/45 minut dyskusji + 15 minut quizu

Umiejętności/umiejętności miękkie: samoorganizacja, rozwiązywanie problemów, radzenie sobie ze stresem.

Inne umiejętności: myślenie proceduralne, dbałość o szczegóły, świadomość bezpieczeństwa i umiejętności psychomotoryczne.

Nauczyciel przedstawia początkowy problem, który wystąpił w zakładzie chemicznym, który uczniowie powinni rozwiązać w parach. Uczniowie otrzymują wszystkie niezbędne instrukcje i materiały referencyjne do przeprowadzenia ćwiczenia, a także czas na zapoznanie się z VR przed rozpoczęciem. Uczniowie, pracując w parach, muszą wykonać zadanie w VR, podczas gdy ich kolega kieruje ćwiczeniem za pomocą komputera, korzystając z materiałów dostarczonych przez instruktora. W VR muszą zidentyfikować problem, rozwiązać go i wykonać procedurę konserwacji i kontroli. Po zakończeniu generowany jest wynik działania oparty na precyzji, przestrzeganiu protokołu i zdolności reagowania na nieprzewidywalne sytuacje.

Na podstawie uzyskanych wyników instruktor proponuje dyskusję plenarną, aby podkreślić trudne etapy i porównać różne podjęte decyzje. Następnie proponowany jest test wielokrotnego wyboru, aby zastanowić się nad błędami lub krytycznymi zadaniami/procedurami, które wymagają wyjaśnienia. Nauczyciel może również przejrzeć nagranie z sesji i skorzystać z listy kontrolnej do oceny.

W laboratorium VR

Niepowodzenie procedur awaryjnych można przedstawić za pomocą „rzeczywistych” konsekwencji, takich jak wybuchy i zaważenia, aby umożliwić uczniom eksperymentowanie bez ryzyka.

Wskazówka: VR można wdrożyć jako odwróconą klasę, umożliwiając studentom naukę i przegląd procedur w domu przed zajęciami, a następnie wykorzystanie czasu zajęć na wirtualne ćwiczenia.

Praktyczny przykład konstruktywnie dostosowanego zadania

Nauczanie oparte na problemach, z wykorzystaniem elementów grywalizacji

Oczekiwane efekty kształcenia

Uczniowie będą potrafili zidentyfikować nieznaną substancję chemiczną poprzez interpretację danych spektralnych i symulowanego zachowania reakcji.

Zadanie oceniające

Raport grupowy z wykorzystaniem rubryki

Działania dydaktyczne

20 minut na przedstawienie scenariusza + 15 minut na przedstawienie zasad VR i ćwiczenia + 60 minut szkolenia VR, organizację zespołów + 30 minut ćwiczenia w VR + 30 minut podsumowania + przygotowanie raportu w domu + 60 minut prezentacji rozwiązań i końcowego podsumowania.

Rozwijane umiejętności/umiejętności miękkie: rozwiązywanie problemów, praca zespołowa, analiza danych i komunikacja.

Inne rozwijane umiejętności obejmują precyzję w postępowaniu się instrumentami laboratoryjnymi.

Nauczyciel przedstawia scenariusz rzeczywistego problemu, w którym uczniowie muszą zidentyfikować nieznaną substancję na podstawie danych spektralnych i symulowanego zachowania reakcji. Uczniowie otrzymają treści teoretyczne, które mogą pogłębić podczas VR. W następnej lekcji uczniowie są podzieleni na zespoły i zapoznają się z zasadami konkursu. Każdy zespół zajmie stanowisko VR i będzie pracował w określonym czasie, aby rozwiązać ten sam problem, korzystając z instrumentów cyfrowych i narzędzi analitycznych wbudowanych w wirtualne laboratorium. Aby wesprzeć swoje badania, uczniowie mają dostęp do zestawu materiałów edukacyjnych.

Zespoły zarządzają własnym przebiegiem pracy, dzieląc zadania: niektórzy członkowie obsługują instrumenty w laboratorium VR, podczas gdy inni przeglądają treści teoretyczne i kompilują wyniki.

W miarę postępu sesji uczniowie gromadzą i interpretują dane spektralne, symulują reakcje chemiczne i próbują zidentyfikować związek. Po upływie czasu nauczyciel przeprowadza podsumowanie, zbierając opinie na temat wirtualnego doświadczenia. Każdy zespół pracuje nad raportem grupowym, w którym przedstawia swoje rozwiązanie. Raport zostanie ukończony w domu. Podczas następnej lekcji zespoły przedstawiają swoje rozwiązania, nauczyciel wyjaśnia prawidłową odpowiedź i ogłasza zwycięski zespół.

W laboratorium VR

Materiały edukacyjne (slajdy, pliki PDF, strony internetowe itp.) są osadzone w VR, aby umożliwić poszukiwanie wskazówek dotyczących rozwiązania. Możliwe jest również umożliwienie systemowi udzielania bogatych informacji zwrotnych w przypadku nieudanego przebiegu.

Wskazówka: Zachęć uczniów do prowadzenia dziennika sesji VR lub rejestrowania kluczowych obserwacji za pomocą nagrywania głosu podczas doświadczenia, aby ułatwić pisanie raportu.

Poniżej przedstawiono kilka dodatkowych wskazówek dotyczących integracji aktywności VR:

ZADANIE	TEMAT	ZADANIE SKONSTRUOWANE W SPOSÓB KONSTRUKTYWNY
<p>CYKL KOLBEGO PRACA ZESPOŁOWA</p>	<p>ZARZĄDZANIE SYTUACJAMI KRYZYSOWYMI W KLINICE</p>	<p>Działanie: W ramach symulacji studenci pracują w zespołach, formułują diagnozę, rozpoczynają proces i współpracują z wirtualnymi członkami zespołu, aby rozwiązać problem. Po zakończeniu działania członkowie zespołu zastanawiają się nad swoimi decyzjami z perspektywy przypisanych im ról. Nauczyciel moderuje dyskusję, zwracając uwagę na dynamikę grupy i proces podejmowania decyzji. Następnie pomaga studentom wyciągnąć ogólne wnioski z doświadczenia i powiązać je z treścią teoretyczną kursu. Studenci ponownie wchodzą w nowy wirtualny scenariusz, stosując swoje spostrzeżenia i sprawdzając swoją wiedzę w podobnym środowisku zespołowym.</p> <p>Zadanie oceniające: Ocena opiera się na wynikach osiągniętych w scenariuszu VR, koncentrując się na krytycznych działaniach, pracy zespołowej oraz umiejętnościach technicznych i nietechnicznych. Każdy przypadek otrzymuje punkty na podstawie jego znaczenia klinicznego w ramach dostosowanej rubryki, która obejmuje łączną liczbę punktów i szczegółowy podział według kategorii umiejętności.</p> <p>Wskazówka: wszystkie etapy zostały przeprowadzone online za pośrednictwem systemu wideokonferencyjnego.</p> <p>Więcej informacji można znaleźć na stronie:</p> <p>https://asmepublications.onlinelibrary.wiley.com/doi/full/10.1111/tct.13727</p>
<p>NAUKA OPARTA NA SCENARIUSZACH</p>	<p>UMIEJĘTNOŚCI PRZEKROJOWE + BIOLOGIA</p>	<p>Zajęcia: Uczniowie grają w Cellverse, wspólną grę VR poświęconą biologii komórkowej. Uczestnicy przyjmują różne role - nawigatora lub odkrywcy - i pracują w parach, aby rozwiązywać zagadki przestrzenne poprzez skuteczną komunikację, wykorzystując swoje role i wcześniejszą wiedzę w celu poprawy współpracy i rozwiązywania problemów.</p> <p>Więcej informacji można znaleźć na stronie:</p> <p>https://upload01.uocslive.com/ISTE/ISTE2019/PROGRAM_SESSION_MODEL/HANDOUTS/112190528/CellverseISTEhandoutdocx.pdf</p> <p>https://www.researchgate.net/publication/336240793_Designing_for_Group_Flow_in_Collaborative_Cross-Platform_Learning_Experiences</p>

<p>NAUCZANIE OPARTE NA DOCIEKANIU</p>	<p>FIZYKA LUB INNE DYSCYPLINY</p>	<p>Zadanie: Nauczyciel formułuje pytania, na które uczniowie mogą odpowiedzieć po zapoznaniu się z filmem VR lub 360°. Nauczyciel sam przedstawia scenariusz lub kontekst i prosi uczniów o przeczytanie/obejrzenie innych materiałów (artykułów, filmów, książek itp.), a następnie zachęca uczniów, pełniących różne role w każdym zespół, do rozpoczęcia refleksji i dyskusji nad początkowymi pytaniami. Następnie uczniowie rozpoczynają „wirtualną podróż” i zbierają informacje, aby opracować odpowiedź. Każdy zespół dzieli się swoimi odpowiedziami z klasą (ustnie lub za pomocą wspólnego dokumentu). Nauczyciel zbiera odpowiedzi i rozpoczyna dyskusję, starając się poprowadzić uczniów do wspólnej syntezy. Nauczyciel kończy zadanie, podając prawidłowe odpowiedzi: na ich podstawie może rozpocząć krótką refleksję, przydatną do zaproponowania nowych treści lub nowych pytań z myślą o kolejnych lekcjach.</p> <p>Zadanie oceniające (propozycja): Każda drużyna pisze komentarz do każdej prezentacji odpowiedzi, używając techniki „róży i ciernia”, określając, co się jej podoba (róża) i co należy poprawić (cierń).</p> <p>Więcej informacji można znaleźć na stronie:</p> <p>https://www.nytimes.com/2020/10/29/learning/lesson-plans/virtual-reality-curriculum-guide-experience-immersion-and-excursion-in-the-classroom.html#link-66027f44</p>
<p>NAUKA OPARTA NA GRACH</p>	<p>CHEMIA</p>	<p>Zajęcia: Kurs ma na celu zanurzenie uczniów w roli współczesnego badacza chemicznego, w szczególności naukowca medycyny sądowej, przy użyciu refleksyjnego i empirycznego podejścia do nauki opartego na grze VR Dead Herring. Zajęcia rozpoczynają się od podzielenia się przez uczniów swoimi początkowymi spostrzeżeniami na temat współczesnych badań chemicznych, a następnie ustalenia oczekiwań dotyczących ich roli i sposobu myślenia jako badaczy. Następnie uczniowie indywidualnie doświadczają gry VR, zastanawiając się nad swoim podejściem metodologicznym, nauką chemii i immersyjnym doświadczeniem. Po zakończeniu gry uczniowie analizują swoje doświadczenia w odniesieniu do swoich początkowych poglądów, co pozwala im pogłębić zrozumienie tematu. W drugiej fazie każdy uczeń tworzy innowacyjne materiały dydaktyczne do lekcji chemii w szkole, wykorzystując współczesne koncepcje chemiczne lub narzędzia cyfrowe, takie jak VR.</p> <p>Zadanie oceniające wzajemna ocena poprzez dyskusje grupowe.</p> <p>Więcej informacji można znaleźć na stronie:</p> <p>https://pubs.sciepub.com/wjce/9/1/1/</p>

▲ Tab. 2.4.1: Praktyczne wskazówki dotyczące integracji VR z dydaktyką

2.4.2 Program nauczania i plan lekcji

Istotne jest, aby integracja VR, we wszystkich jej możliwościach, była jasno przedstawiona studentom w programie nauczania ([edytowalny szablon dostępny tutaj](#)).

Poniżej wymieniono najważniejsze kwestie, na których warto się skupić.

Informacje o kursie: jasno opisz rolę VR w kursie, w tym jego cel (np. usprawnienie nauki poprzez immersyjne symulacje; wzmocnienie umiejętności przekrojowych, przygotowanie do prawdziwego laboratorium itp.) oraz jego zgodność z celami nauczania.

Planowane efekty kształcenia: szczegółowo opisz, co chcesz, aby studenci osiągnęli, nie tylko w zakresie wiedzy i umiejętności dotyczących wiedzy dyscyplinarnej, ale także w zakresie psychomotorycznym i afektywnym, a także w zak

Materiały i zasoby kursu: określ sprzęt (np. wyświetlacz montowany na hełmie (HMD) i kontroler, Oculus Rift, HTC Vive), oprogramowanie (Unity 3D, ViRSE API) oraz dodatkowe zasoby, takie jak samouczki lub podręczniki dotyczące tworzenia VR.

Zajęcia laboratoryjne: opisz szczegółowo zajęcia laboratoryjne. Dołącz harmonogramy praktycznych warsztatów i samodzielnej nauki. Pamiętaj, aby zaplanować zajęcia, które zapewniają elastyczność czasową w realizacji zadań w VR, ponieważ użytkownicy mogą tak bardzo zanurzyć się w doświadczeniu, że mogą się rozpraszać (Cao et al., 2023).

Szkolenie wstępne VR: przed doświadczeniem VR należy zaplanować szkolenie wstępne, aby zapoznać się ze sprzętem i środowiskiem wirtualnym w celu optymalizacji czasu podczas „prawdziwych” zajęć laboratoryjnych, ponieważ wykazano, że zwiększa to transfer wiedzy i poczucie własnej skuteczności. (Meyer et al., 2019)

Odprawa wstępna: należy ją zorganizować tuż przed aktywnością VR, aby przekazać instrukcje, oczekiwania i zadania.

Sesje podsumowujące: należy je zaplanować na koniec zajęć VR, aby zachęcić do refleksji nad zdobytą wiedzą (Parong & Mayer, 2018), nad tym, jak działa doświadczenie, biorąc pod uwagę cele nauczania i własny proces uczenia się (metapoznanie).

Integracja: należy jasno zaznaczyć, że wszyscy studenci mają dostęp do doświadczenia VR dzięki alternatywnym rozwiązaniom (np. wersjom na komputery stacjonarne) i elastycznym

harmonogramom. Należy zachęcać do tworzenia otwartego środowiska, w którym studenci mogą wyrażać swoje obawy lub wybierać równoważne działania bez ponoszenia kary.

Logistyka: należy zapewnić informacje na temat dostępu do laboratoriów VR, dostępności sprzętu, pomocy w rozwiązywaniu problemów i harmonogramów realizacji zadań. Należy aktywnie promować dostępność zasobów VR wśród uczniów jako dodatkowe narzędzie do nauki.

Kwestie prywatności: poinformuj uczniów, że aplikacje VR mogą gromadzić dane osobowe, behawioralne lub biometryczne podczas użytkowania i zachęć ich do odpowiedzialnego korzystania z narzędzi VR oraz zapoznania się z ustawieniami prywatności i polityką dotyczącą danych.

Inspirujące pudełko

Gannon, K. (12 settembre 2018). How to Create a Syllabus Advice Guide. The chronicle of Higher Education.

<https://www.chronicle.com/interactives/advice-syllabus>

Szablon briefingu wstępnego od eCampusOntario, dotyczący dziedziny opieki zdrowotnej

<https://ecampusontario.pressbooks.pub/app/uploads/sites/1641/2022/02/Table-3.1-Prebriefing-Template-1.pdf>

Niektóre przykłady modeli podsumowań oraz ich struktury lub procesu zostały przedstawione w zestawie narzędzi dla nauczycieli wirtualnej symulacji eCampusOntario

<https://ecampusontario.pressbooks.pub/app/uploads/sites/1641/2022/02/Table-5.1-Debriefing-Model-Examples-Based-on-Pivec-2011-Dreifuerst-2012-Gardner-2013-Lusk-2013-1.pdf>

2.4.3 Niektóre narzędzia i zasoby

Wprowadzenie narzędzi AR i VR do sal lekcyjnych nie musi być kosztowne. Dostępne zasoby, od niedrogich wyświetlaczy, takich jak Google Cardboard, po ekonomiczny sprzęt, który można podłączyć do smartfonów, można nabyć bez nadwyrężania budżetu. W Internecie można znaleźć oprogramowanie i zasoby cyfrowe, które można zintegrować lub ponownie wykorzystać w kursach. W poniższej tabeli znajduje się lista bezpłatnych (w momencie publikacji) narzędzi i zasobów, które można wykorzystać.

NAZWA NARZĘDZIA	TYPOLOGIA
LabSim https://nova.disfarm.unimi.it/labsim/index_it.htm	LABSIM TO SYMULATOR DLA LABORATORIÓW CHEMII ANALITYCZNEJ NIEORGANICZNEJ.
Labxchange https://www.labxchange.org/library	NARZĘDZIE CYFROWE OFERUJĄCE ZASOBY NAUKOWE (SYMULACJE, OCENY, FILMY ITP.) DO WYKORZYSTANIA PODCZAS TWORZENIA LEKCJI. OPRACOWANE PRZEZ UNIWERSYTET HARVARDA.
MERLOT https://www.merlot.org/merlot/index.htm	ZAPEWNIĄ SYMULACJE I WIRTUALNE LABORATORIA Z DOWOLNEJ DZIEDZINY NAUKI.
MoleculARweb https://molecularweb.epfl.ch/	MOLECULARWEB TO BEZPŁATNA PLATFORMA INTERNETOWA, KTÓRA WYKORZYSTUJE RZECZYWISTOŚĆ ROZSZERZONĄ (AR) DO POMOCY UCZNIOM W WIZUALIZACJI I INTERAKCJI Z TRÓJWYMIAROWYMI STRUKTURAMI MOLEKULARNYMI I POJĘCIAMI CHEMICZNYMI
Nearpod https://nearpod.com/	NARZĘDZIE UMOŻLIWIAJĄCE NAUCZYCIELOM OPRACOWYWANIE PLANÓW LEKCJI Z WYKORZYSTANIEM TECHNOLOGII VR I AR
Interaktywne symulacje PhET https://phet.colorado.edu/	PHET OFERUJE ZBIÓR BEZPŁATNYCH, INTERAKTYWNYCH SYMULACJI, KTÓRE UMOŻLIWIAJĄ UCZNIOM ZGŁĘBIANIE POJĘĆ NAUKOWYCH POPRZEZ PRAKTYCZNE EKSPERYMENTY.

<p>TimeLooper https://www.timeLooper.com/</p>	<p>APLIKACJA UMOŻLIWIAJĄCA ZWIEDZANIE MIEJSC Z PERSPEKTYWY HISTORYCZNEJ.</p>
<p>Unreal Engine https://www.unrealengine.com/en-US</p>	<p>JEST TO PLATFORMA DO TWORZENIA GRAFIKI 3D W CZASIE RZECZYWISTYM, OPRACOWANA PRZEZ EPIC GAMES, WYKORZYSTYWANA GŁÓWNIIE DO TWORZENIA GIER WIDEO, SYMULACJI I INTERAKTYWNYCH DOŚWIADCZEŃ. JEST CZĘŚCIOWO BEZPŁATNA.</p>
<p>VR i symulacje z College of Staten Island https://library.csi.cuny.edu/oer/virtual-labs-simulations</p>	<p>ZBIÓR LABORATORIÓW I SYMULACJI, Z KTÓRYCH WYKŁADOWCY MOGĄ KORZYSTAĆ W KONTEKŚCIE ZDALNEGO NAUCZANIA, OPRACOWANY PRZEZ COLLEGE OF STATEN ISLAND.</p>
<p>VR i symulacje z Colorado School of Mines https://libguides.mines.edu/oer/simulationslabs</p>	<p>ZBIÓR LABORATORIÓW I SYMULACJI PRZYGOTOWANY PRZEZ COLORADO SCHOOL OF MINES.</p>
<p>RV 360: The New York Times https://www.youtube.com/playlist?list=PL4CGYNsoW2iCGZa3_Pes8LP_jQ_GPTW8w</p>	<p>FILMY 360° UMOŻLIWIAJĄ WCIĄGAJĄCE, REALISTYCZNE DOŚWIADCZENIA, KTÓRE ZWIĘKSZAJĄ EMPATIE, KRYTYCZNE MYŚLENIE I ZAANGAŻOWANIE.</p>
<p>360Cities https://www.360cities.net/</p>	<p>APLIKACJA UMOŻLIWIAJĄCA ODWIEDZANIE MIEJSC NA CAŁYM ŚWIECIE</p>

▲ Tab. 2.4.2: Bezpłatne narzędzia i zasoby online dla VR

2.5 Wyzwania

Wdrażanie VR przez nauczycieli i uczniów jest spowalniane przez takie wyzwania, jak:

WYZWANIA DLA NAUCZYCIELI	WYZWANIA DLA UCZNIÓW
BRAK UMIEJĘTNOŚCI TECHNICZNYCH I PEWNOŚCI SIEBIE W OBSŁUDZE SPRZĘTU I OPROGRAMOWANIA VR	LUKI W UMIEJĘTNOŚCIACH CYFROWYCH WPŁYWAJĄ NA ZDOLNOŚĆ KRYTYCZNEGO KORZYSTANIA Z TREŚCI VR
WYSOKIE KOSZTY SPRZĘTU, OPROGRAMOWANIA I KONSERWACJI VR	NIERÓWNY DOSTĘP DO URZĄDZEŃ VR, SZYBKIEGO INTERNETU I SPRZYJAJĄCEGO ŚRODOWISKA (PRZEPAŚĆ CYFROWA)
TRUDNOŚCI W PEDAGOGICZNEJ INTEGRACJI VR Z PROGRAMEM NAUCZANIA I CELAMI EDUKACYJNYMI	PROBLEMY ZDROWOTNE, TAKIE JAK CHOROBA LOKOMOCYJNA, ZMĘCZENIE OCZU I DYSKOMFORT PODCZAS KORZYSTANIA Z VR
OGRANICZONA DOSTĘPNOŚĆ WYSOKIEJ JAKOŚCI TREŚCI EDUKACYJNYCH VR DOSTOSOWANYCH DO PROGRAMU NAUCZANIA	RYZYKO ROZPROSZENIA UWAGI I PRZECIĄŻENIA POZNAWCZEGO W IMMERSYJNYCH ŚRODOWISKACH VR
NIEWYSTARCZAJĄCE WSPARCIE INFORMATYCZNE I TRUDNOŚCI TECHNICZNE ZWIĄZANE Z KONFIGURACJĄ I ROZWIĄZYWANIEM PROBLEMÓW	OPÓŹNIONE LUB NIEKONSEKWENTNE KORZYSTANIE Z NAUKI VR Z POWODU POWOLNEGO WDRAŻANIA TEJ TECHNOLOGII
OGRANICZENIA CZASOWE ZWIĄZANE Z NAUKĄ, PRZYGOTOWANIEM I WDRAŻANIEM LEKCJI VR	BARIERY DOSTĘPNOŚCI DLA UCZNIÓW NIEPEŁNOSPRAWNYCH SPOWODOWANE BRAKIEM FUNKCJI ADAPTACYJNYCH VR
OBAWY DOTYCZĄCE SKUTECZNOŚCI VR I PRZEKONANIA KIEROWNICTWA INSTYTUCJI	KOSZTY SUBSKRYPCJI I POWTARZAJĄCE SIĘ OPŁATY OGRANICZAJĄ CIĄGŁY DOSTĘP DO TREŚCI VR (JEŚLI NIE SĄ OGRANICZONE DO DOŚWIADCZEŃ ZWIĄZANYCH Z KURSEM)
POTRZEBA CIĄGŁEGO ROZWOJU ZAWODOWEGO I WSPARCIA ZE STRONY INNYCH NAUCZYCIELI	PRZYTLĄCZAJĄCE BODŹCE SENSORYCZNE POWODUJĄCE DYSKOMFORT LUB BRAK ZAANGAŻOWANIA
ZARZĄDZANIE ZACHOWANIEM W KLASIE I ZAPEWNIENIE FORMALNEJ KOMUNIKACJI W ŚRODOWISKU VR	
ZAPEWNIENIE WSZYSTKIM UCZNIOM RÓWNYCH SZANS W ZAKRESIE NAUKI	

▲ Tab. 2.5.1: Wyzwania związane z integracją VR w dydaktyce

Zapewnienie, że zarówno nauczyciele, jak i uczniowie są przygotowani do skutecznego wykorzystania VR w środowisku edukacyjnym, wymaga ustrukturyzowanego podejścia, które obejmuje szkolenia, jasną komunikację i ciągłe wsparcie. Poniższe strategie opierają się na najlepszych praktykach i rzeczywistych przykładach integracji edukacyjnej VR.

Oferowanie ustrukturyzowanych programów szkoleniowych, które obejmują z jednej strony główne etapy procesu projektowania (główne koncepcje VR, dostosowanie do celów nauczania, praktyczne ćwiczenia z wykorzystaniem treści VR, opracowywanie programów nauczania i planów lekcji), a z drugiej strony umiejętności techniczne i pedagogiczne, które pozwolą nabrać większej pewności w stosowaniu VR w dydaktyce.

Skuteczna komunikacja i jasne wytyczne od nauczyciela dla uczniów, aby uświadomić im cele integracji VR, oczekiwania, oferowane wsparcie i informacje zwrotne, wraz z protokołami i instrukcjami związanymi z korzystaniem z VR, bezpieczeństwem, etykietą cyfrową i prywatnością. Obejmuje to zaplanowanie wstępnej sesji informacyjnej w celu budowania zaufania oraz końcowej sesji podsumowującej w celu zwiększenia świadomości obszarów, które można poprawić w doświadczeniu zaprojektowanym przez nauczyciela, czyniąc je bardziej skutecznym i wartościowym dla uczniów.

Stale wsparcie zorganizowane poprzez: personel ekspertów IT i VR, który jest w stanie zagwarantować pomoc podczas korzystania z VR i zapewnić odpowiednią konserwację narzędzi i urządzeń; wsparcie rówieśnicze i społeczności praktyków dla instruktorów, aby współpracować, dzielić się najlepszymi praktykami i wzajemnie się mentorować w ramach dedykowanego systemu zarządzania nauczaniem (LMS) w celu scentralizowania treści VR, śledzenia postępów i zapewnienia analiz zarówno dla instruktorów, jak i uczniów.

Podejście oparte na nauczaniu mieszanym: integracja VR z tradycyjnymi metodami nauczania w celu maksymalizacji zaangażowania i wyników nauczania, zamiast polegania wyłącznie na VR.

2.6 Projektowanie inkluzywnych doświadczeń edukacyjnych VR

Rozpoczynając projektowanie działań edukacyjnych opartych na VR, należy wziąć pod uwagę szereg potrzeb uczniów, w tym związanych z różnicami fizycznymi, poznawczymi, sensorycznymi i sytuacyjnymi.

Na początek należy pamiętać, że niektórzy uczniowie mogą odczuwać wrażliwość na ruch lub przeciążenie sensoryczne w środowiskach wirtualnych. Aby złagodzić te wyzwania, warto:

Ograniczyć czas trwania sesji VR do krótszych przedziałów czasowych (np. 10–15 minut) i wprowadzić przerwy.

Priorytetowo traktować komfort użytkownika w mechanizmach nawigacyjnych: funkcje takie jak teleportacja lub gwałtowne obroty są często preferowane w przeciwieństwie do ciągłego ruchu.

Unikaj szybkich ruchów, efektów migotania i przytłaczających bodźców wizualnych.

W miarę możliwości należy zapewnić uczniom możliwość dostosowania ustawień ruchu do ich poziomu komfortu.

Od samego początku należy również zadbać o dostępność dla uczniów z niepełnosprawnościami. W przypadku osób z dysfunkcją wzroku warto rozważyć oferowanie alternatywnych formatów, takich jak symulacje kompatybilne z czytnikami ekranu, materiały dotykowe lub opisowe przewodniki audio. Osoby z niepełnosprawnością ruchową powinny mieć możliwość pełnego uczestnictwa w zajęciach z pozycji siedzącej, z opcjami wprowadzania danych obejmującymi konfigurowalne elementy sterujące lub obsługę klawiatury/myszy. W przypadku uczniów z padaczką fotogenną kluczowe znaczenie ma unikanie migających elementów wizualnych i jasne informowanie z wyprzedzeniem o wszelkich potencjalnych czynnikach wywołujących napady. **W razie potrzeby zawsze należy oferować wersję doświadczenia bez VR.**

Elastyczne modele interakcji mogą mieć duże znaczenie. Zaprojektuj doświadczenie tak, aby dostosować je do potrzeb uczniów, którzy mogą uczestniczyć w zajęciach w pozycji siedzącej lub stojącej, w zależności od indywidualnych potrzeb. Wykorzystaj wiele metod wprowadzania danych, takich jak polecenia głosowe, wybór wzrokiem lub uproszczone kontrolery, aby dostosować się do

różnych zdolności motorycznych.

Zadania powinny być skonstruowane w taki sposób, aby uczniowie mogli postępować we własnym tempie, z możliwością uzyskania wsparcia i dostosowania w razie potrzeby.

W wielu przypadkach nie wszyscy uczniowie będą mieli taki sam dostęp do sprzętu VR, szczególnie w środowiskach hybrydowych lub poza kampusem. Aby promować równość, rozważ zaoferowanie alternatywnych rozwiązań internetowych lub kompatybilnych z komputerami stacjonarnymi oraz wybierz narzędzia wieloplatformowe, które umożliwiają wiele trybów uczestnictwa. Jeśli dostępność sprzętu jest ograniczona, zaplanuj programy wypożyczania urządzeń lub ustrukturyzowany dostęp poprzez laboratoria i centra edukacyjne.

Z punktu widzenia projektowania instruktażowego należy sprawdzić, czy sformułowane zamierzone efekty kształcenia (ILO) są osiągalne zarówno poprzez VR, jak i alternatywne ścieżki, w tym ich ocenę. Należy wyraźnie zaznaczyć w programie nauczania możliwość korzystania z alternatywnych rozwiązań VR.

2.7 Skrócona instrukcja obsługi

KROKI	VR	SZACOWANY CZAS	PERSONEL
Decyzja: dlaczego warto korzystać z VR	Wysoka interaktywność, immersja, nauka przestrzenna lub symulacja w czasie rzeczywistym		Ekspert merytoryczny
Planowane efekty kształcenia (ILO)	Do sformułowania w odniesieniu do wiedzy dyscyplinarnej i umiejętności przedmiotowych, a także umiejętności i kompetencji przekrojowych	0,5 dnia	Ekspert merytoryczny Projektant instruktażowy
Strategia oceny	Wbudowane quizy VR, decyzje dotyczące rozgałęzień scenariuszy i rubryki oparte na ILO	2 dni	Ekspert merytoryczny Projektant instruktażowy
Działania dydaktyczne	Przed VR: Orientacja + cele W VR: Symulacja, eksploracja, zadania Po VR: : Refleksja, dyskusja, zadanie	1-2 dni na projekt	Ekspert merytoryczny Projektant instruktażowy
Plan oceny	<u>Mierzenie sukcesu za pomocą:</u> <ul style="list-style-type: none"> ▪ Skuteczność nauczania (testy, obserwacja) ▪ Zaangażowania i użyteczności (formularze opinii, mapy ciepłe) ▪ Wydajności technicznej (wskaźnik awaryjności) 	1 dzień	Technik VR Projektant instruktażowy Ekspert merytoryczny
Wdrożenie VR	Tworzenie doświadczeń za pomocą dedykowanego oprogramowania (np. Unity/Unreal)	W zależności od poziomu realizmu i interaktywności (zazwyczaj konieczny jest iteracyjny proces weryfikacji między programistą VR, ekspertem merytorycznym i projektantem instruktażowym)	Programista VR Ekspert merytoryczny Projektant instruktażowy
VR w działaniu	Przygotowanie sali, planu lekcji i materiałów, wsparcie oraz przeprowadzenie oceny i ewaluacji	Łącznie 1 dzień Przed VR 60 min W VR 30 min Po VR 30 min	Ekspert merytoryczny Technik VR

2.8 Literatura

Anderson, L. W., & Krathwohl, D. R. (Eds.) (2001). *A Taxonomy for Learning, Teaching, and Assessing: A Revision of Bloom's Taxonomy of Educational Objectives*. Longman.

Angel-Urdinola, D. F., Castillo-Castro, C., & Hoyos, A. (2021).

Meta-analysis assessing the effects of virtual reality training on student learning and skills development. Washington, DC: WorldBank.

<https://documents.worldbank.org/en/publication/documents-reports/documentdetail/204701616091079027>

Beck, D., Morgado, L., & O'Shea, P. (2023). Educational Practices and Strategies with Immersive Learning Environments: Mapping of Reviews for using the Metaverse. *IEEE Transactions on Learning Technologies*. doi: 10.1109/TLT.2023.3243946

Bell, J. T., & Fogler, H. S. (1997). Ten steps to developing virtual reality applications for engineering education. Paper presented at the Proceedings of the American Society for Engineering Education Annual Conference.

Biggs, J. (2003). Aligning teaching for constructing learning. *Higher Education Academy*, 1(4), 1-4.

Bloom, B. S. (1956). *Taxonomy of educational objectives: The classification of educational goals*. New York: D.MacKay

Bogomolova, K., Hierck, B. P., Looijen, A. E., Pilon, J. N., Putter, H., Wainman, B., Hovius, S. E R, Van der Hage & van der Hage, J. A. (2021). Stereoscopic three-dimensional visualisation technology in anatomy learning: A meta-analysis. *Medical education*, 55(3), 317-327.

DOI: <https://doi.org/10.1111/medu.14352>

Cao, Y., Ng, G.-W., & Ye, S.-S. (2023). Design and Evaluation for Immersive Virtual Reality Learning Environment: A Systematic Literature Review. *Sustainability*, 15(3), 1964

<https://doi.org/10.3390/su15031964>

Cedefop (2017). *Defining, writing and applying learning outcomes: a European handbook*. Luxembourg: Publications Office

<http://dx.doi.org/10.2801/566770>

Chen, C. J. (2009). Theoretical bases for using virtual reality in education. *Themes in science and technology education*, 2, 71-90.

Retrievable at: <https://files.eric.ed.gov/fulltext/EJ1131320.pdf>

Coan, H. A., Goehle, G., & Youker, R. T. (2020). Teaching Biochemistry and Molecular Biology with Virtual Reality — Lesson Creation and Student Response. *J. Teach. Learn. Special Issue Digit. Learn. High. Educat.* 14 (1), 71- 92.

<https://doi.org/10.22329/jtl.v14i1.6234>

Fanning, R. M., & Gaba, D. M. (2007). The role of debriefing in simulation-based learning. *Simulation in healthcare*, 2(2), 115-125. DOI: 10.1097/SIH.0b013e3180315539

Fowler, C. (2015). Virtual reality and learning: Where is the pedagogy?. *British journal of educational technology*, 46(2), 412-422.

Fracaro, S. G., Chan, P., Gallagher, T., Tehreem, Y., Toyoda, R., Bernaerts, K., Glassey, J., Pfeiffer, T., Slof, B., Wachsmuth, S. & Wilk, M. (2021). Towards design guidelines for virtual reality training for the chemical industry. *Education for Chemical Engineers*, 36, 12-23

<https://doi.org/10.1016/j.ece.2021.01.014>

Goodwin, M. S., Wiltshire, T., & Fiore, S. M. (2015). Applying Research in the Cognitive Sciences to the Design and Delivery of Instruction in Virtual Reality Learning Environments. In (pp. 280-291). Springer International Publishing.

https://doi.org/10.1007/978-3-319-21067-4_29

Häfner, P., Häfner, V., & Ovtcharova, J. (2013). Teaching methodology for virtual reality practical course in engineering education. *Procedia Computer Science*, 25, 251-260.

Hamilton, D., McKechnie, J., Edgerton, E., & Wilson, C. (2021). Immersive virtual reality as a pedagogical tool in education: a systematic literature review of quantitative learning outcomes and experimental design. *Journal of Computers in Education*, 8(1), 1-32.

<https://doi.org/10.1007/s40692-020-00169-2>

Harrow, A.J. (1972). A taxonomy of the psychomotor domain. New York: David McKay Co.

Hickman, L., & Akdere, M. (2017, November). Exploring virtual reality for developing soft-skills in STEM education. In 2017 7th World Engineering Education Forum (WEEF) (pp. 461-465). IEEE.

Holopainen, J., Lahtevanoja, A. J., Mattila, O., Sodervik, I., Poyry, E., & Parvinen, P. (2020). Exploring the learning outcomes with various technologies: Proposing design principles for virtual reality learning environments. Proceedings of the 53rd Annual Hawaii International Conference on System Sciences

Lee, E. A.L., Wong, K. W., & Fung, C. C. (2010). How does desktop virtual reality enhance learning outcomes? A structural equation modeling approach. *Computers & Education*, 55(4), 1424-1442.

<https://doi.org/10.1016/j.compedu.2010.06.006>

Makransky, G., & Petersen, G. B. (2021). The cognitive affective model of immersive learning (CAMIL). *Educational Psychology Review*, 33(3), 937-958.

<https://doi.org/10.1007/s10648-020-09586-2>

Meyer, O. A., Omdahl, M. K., & Makransky, G. (2015). Virtual reality and learning: Where is the pedagogy?. *British journal of educational technology*, 46(2), 412-422.

Mishra, P., & Koehler, M. J. (2006). Technological Pedagogical Content Knowledge: A Framework for Teacher Knowledge. *Teachers College Record*, 108(6), 1017-1054.

https://doi.org/10.1111/j.1467_9620.2006.00684.x (Original work published 2006)

Núñez, D. (2004, November). How is presence in non-immersive, non-realistic virtual environments possible? In Proceedings of the 3rd international conference on Computer graphics, virtual reality, visualisation and interaction in Africa (pp. 83-86).

Ochs, C., & Sonderegger, A. (2022). The interplay between presence and learning. *Frontiers in Virtual Reality*, 3, 742509.

Panadero, E., Jonsson, A., & Botella, J. (2017). Effects of self-assessment on self-regulated learning and self- efficacy: Four meta-analyses. *Educational research review*, 22, 74-98.

Parong, J., & Mayer, R. E. (2018). Learning science in immersive virtual reality. *Journal of Educational Psychology*, 110(6), 785.

Pellas, N., Mystakidis, S., & Kazanidis, I. (2021). Immersive Virtual Reality in K-12 and Higher Education: A systematic review of the last decade scientific literature. *Virtual Reality*, 25(3), 835-861.

Radianti, J., Majchrzak, T. A., Fromm, J., & Wohlgenannt, I. (2020). A systematic review of immersive virtual reality applications for higher education: Design elements, lessons learned, and research agenda. *Computers & Education*, 147, Article 103778.

<https://doi.org/10.1016/j.compedu.2019.103778>

Sankaranarayanan, G., Wooley, L., Hogg, D., Dorozhkin, D., Olasky, J., Chauhan, S., Fleshman, J.W., De, S., Scott, D. & Jones, D. B. (2018). Immersive virtual reality-based training improves response in a simulated operating room fire scenario. *Surgical endoscopy*, 32, 3439-3449. DOI: 10.1007/s00464-018-6063-x

Vergara, D., Extremera, J., Rubio, M. P., & Dávila, L. P. (2019). Meaningful Learning Through Virtual Reality Learning Environments: A Case Study in Materials Engineering. *Applied Sciences*, 9(21), 4625.

<https://doi.org/10.3390/app9214625>

Verkuyl Karyn Taplay; Lynda Atack; Mélanie Boulet; Nicole Dubois; Sandra Goldsworthy; Theresa Merwin; Timothy Willett; & Treva Job, 2022 *Virtual Simulation: An Educator's Toolkit*

Viitaharju, P., Nieminen, M., Linnera, J., Yliniemi, K., & Karttunen, A. J. (2023). Student experiences from virtual reality-based chemistry laboratory exercises. *Education for Chemical Engineers*, 44, 191-199.

Wiggins, G. (2012). Seven Keys to Effective Feedback. *Educational Leadership*, 70(1), 10-16.

Zimmerman, B. J. (2000). Self-efficacy: An essential motive to learn. *Contemporary educational psychology*, 25(1), 82-91.

03



Przeprowadź eksperymenty związane z nauką w VR, doświadczenia Politecnico di Milano

W niniejszym rozdziale przedstawiono wnioski wyciągnięte przez **METID - Learning Innovation** się **Uniwersytet Politechniczny w Mediolanie**, dotyczące rozwoju i zarządzania dwoma laboratoriami VR przeznaczonymi do prowadzenia lekcji z wykorzystaniem technologii. Celem podzielenia się tym doświadczeniem jest przedstawienie praktycznych zaleceń i wytycznych dla decydentów i specjalistów ds. edukacji w różnych środowiskach edukacyjnych, wspierających wdrażanie VR poprzez uwzględnienie konkretnych czynników kontekstowych. W rozdziale tym przedstawiono metody nauczania, sposoby wdrażania, kluczowe obserwacje oraz opracowane empirycznie narzędzia ułatwiające tę transformację

3.1 Tworzenie laboratoriów VR

W 2020 r. Uniwersytet Politecnico di Milano przeznaczył dwie sale lekcyjne na eksperymenty edukacyjne z wykorzystaniem VR. Rozpoczęło się to od pilotażowego projektu EYEducation, opracowanego we współpracy z AVEVA/Schneider Electric, który zintegrował immersyjne doświadczenia Digital Twin z programem studiów magisterskich z zakresu inżynierii przemysłowej. W projekcie wykorzystano dwa pakiety oprogramowania: Dynsim, dynamiczny symulator procesów chemicznych, oraz Eyesim, który oferuje wizualizacje 3D zakładów przemysłowych (Galeazzi et al., 2024).

W związku z sukcesem projektu uniwersytet rozbudował pojedynczą stację roboczą VR do pełnego laboratorium mogącego pomieścić wielu studentów. Wymagało to określenia odpowiednich przestrzeni i ról do zarządzania projektem. Wyznaczono dwie sale na dwóch różnych kampusach Uniwersytetu POLIMI i ustalono budżet na budowę laboratoriów. Rozważano łącznie 15 stacji roboczych w każdym pomieszczeniu, a każda stacja robocza była powiązana z przyległym obszarem, wyznaczonym taśmą

na podłodze, co było przydatne do ustalenia „granic” doświadczenia VR. Obszar ten, o wymiarach około 2 m x 2 m, zapobiega urazom studentów i pomaga w bardziej precyzyjnym rozłożeniu użytkowników w przestrzeni pomieszczenia (*rys. 3.1*).



▲ Rys. 3.1: Układ laboratorium VR z stanowiskami roboczymi i granicami na podłodze

3.1.1 Pełnione role

Należy określić kilka kluczowych ról związanych z zarządzaniem lekcjami VR, od rezerwacji przestrzeni po zaprojektowanie ogólnej aktywności edukacyjnej, w tym kwestie techniczne i przygotowanie pomieszczenia.

Grupa zadaniowa METID

Grupa zadaniowa METID jest odpowiedzialna za zarządzanie laboratoriami VR, współpracę z wykładowcami w zakresie projektowania metodologii lekcji opartych na VR oraz nadzorowanie realizacji lekcji w razie potrzeby. Potencjał i ograniczenia technologii VR są badane przez METID zarówno poprzez badania naukowe, jak i praktyczne eksperymenty podczas lekcji VR.

Wsparcie techniczne

Zespół wsparcia technicznego jest odpowiedzialny za przygotowanie sali lekcyjnej do prowadzenia lekcji VR oraz zapewnienie pomocy na miejscu dla każdej stacji roboczej w laboratorium. Zapewnia on prawidłowe funkcjonowanie zarówno sprzętu, jak i oprogramowania.

Usługi ICT

W przypadku konieczności zainstalowania nowego oprogramowania, aktualizacji istniejących aplikacji, wdrożenia określonych procedur dla nowych systemów cyfrowych lub modyfikacji lub ulepszenia łączności internetowej w sali lekcyjnej nauczyciel konsultuje się z przedstawicielem uniwersyteckich usług ICT (technologii informacyjno-komunikacyjnych).

3.1.2. Kwestie związane z urządzeniami

Z punktu widzenia sprzętu komputerowego stacja robocza musi zapewniać od średniej do wysokiej wydajności, ze szczególnym uwzględnieniem przetwarzania grafiki, ponieważ ten komponent ma kluczowe znaczenie dla renderowania złożonych środowisk 3D. Oprócz dobrze zrównoważonego połączenia procesora, pamięci RAM i pojemności pamięci masowej karta graficzna musi być zoptymalizowana pod kątem zastosowań w grach — ponieważ zazwyczaj wymagają one dużej mocy obliczeniowej — oraz w pełni kompatybilna z wybranym wyświetlaczem montowanym na głowie do wirtualnej rzeczywistości.

Oto użyte w specyfikacji:

Procesor: Intel Core i7 10. generacji (8 rdzeni, 16 MB pamięci podręcznej, taktowanie bazowe 2,9 GHz, do 4,8 GHz) DDR4-2933

Pamięć RAM: 32 GB DDR4

Pamięć główna (SSD): dysk półprzewodnikowy NVMe o pojemności 512 GB

Pamięć dodatkowa (HDD): 2 TB, 7200 obr./min, 6 Gb

System operacyjny: Windows™ 10 Pro (64-bitowy)

Karta sieciowa: kontroler Gigabit Ethernet 10/100/1000 z portem RJ45, obsługujący protokół PXE i tryb Wake-On-LAN

Karta graficzna: Nvidia GeForce RTX 3070, 8 GB, 3 porty DisplayPort, HDMI (certyfikowana do obsługi Oculus VR)

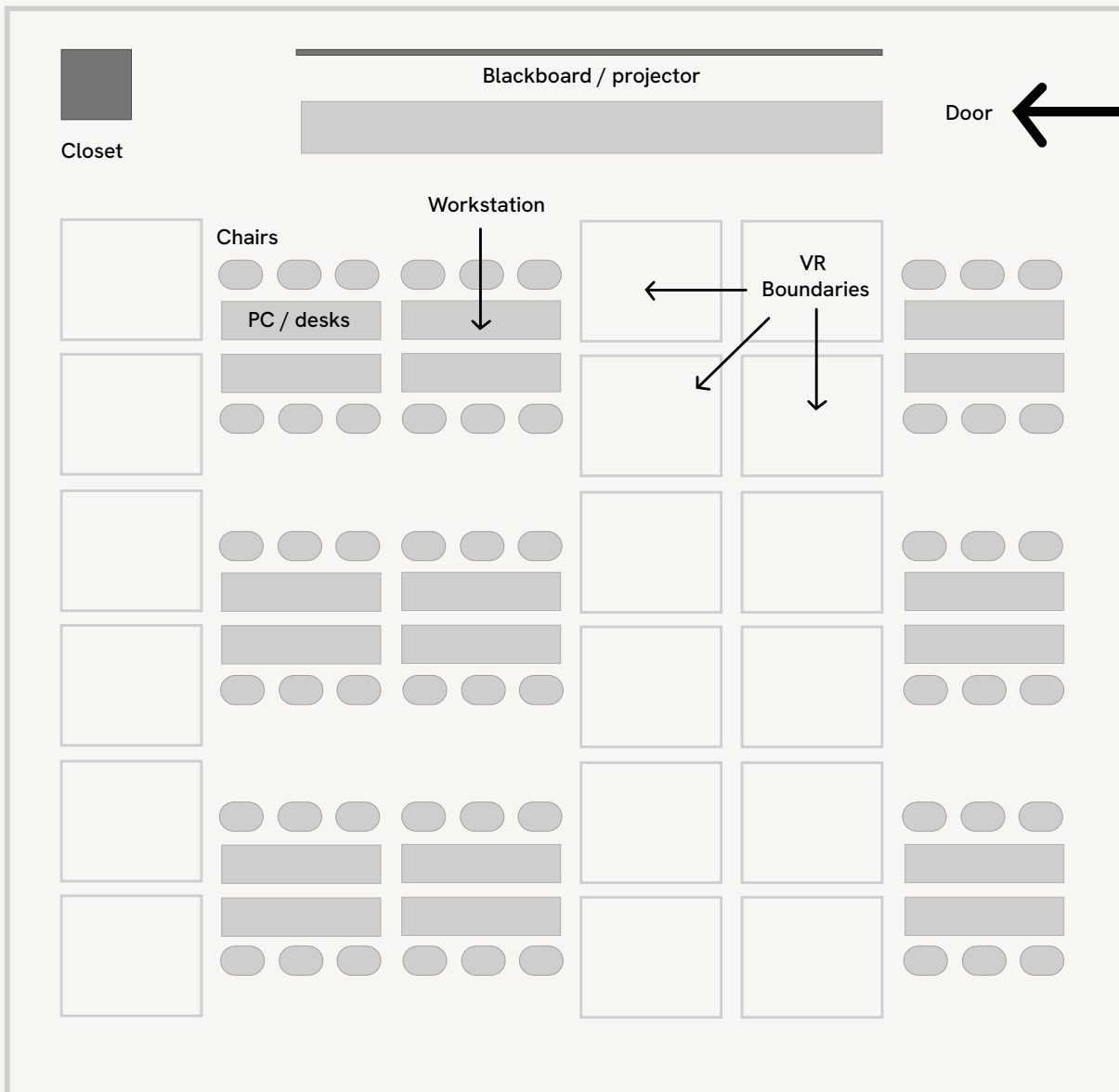
Monitor: 27-calowy wyświetlacz Full HD (1080p), 1920 x 1080 @ 60 Hz, panel IPS, współczynnik kontrastu 1000:1, czas reakcji: 8 ms (normalny), 5 ms (szybki), złącza HDMI i DisplayPort

Google Meta Quest 2 (w tym momencie nazwany Oculus Quest 2) został wybrany ze względu na jego powszechną dostępność i przystępną cenę. Później, na podstawie obserwacji empirycznych, nadal potwierdzono, że był to dobry wybór ze względu na jego funkcjonalną elastyczność podczas korzystania z różnych aplikacji VR, nawet jeśli Meta nie opracowała jeszcze trybu edukacyjnego. Warto zauważyć, że wskazówki i informacje podane w niniejszym dokumencie pozostają aktualne nawet po wyborze Politecnico, w odniesieniu do innych, nowszych modeli HMD, takich jak Quest Pro lub Quest 3.

Urządzenie to łączy się z komputerem za pomocą portu USB i DisplayPort przy użyciu pięciometrowego kabla Quest Link, który jest pomocny w odzwierciedlaniu aplikacji działających na komputerze PC w immersyjnym punkcie widzenia poprzez google VR. Połączenie za pomocą kabla jest preferowane w stosunku do Wi-Fi ze względu na jego stabilność i płynność w dostarczaniu treści z komputera PC do gogli VR i odwrotnie. Z drugiej strony, korzystanie z połączenia Air Link przez Wi-Fi pozwoli uczniom i nauczycielom na swobodniejsze poruszanie się. Może to zmniejszyć potencjalne szkody fizyczne i infrastrukturalne. Wybór między tymi dwoma systemami połączeń zależy od rodzaju aplikacji, urządzenia i przestrzeni. Nawigacja i interakcja z treściami VR są ułatwione dzięki dwóm ręcznym kontrolerom (**rys. 3.1.2**).



▲ Rys. 3.1.2: Stanowisko robocze, składające się z komputera stacjonarnego, zestawu słuchawkowego i kontroleró



▲ Schemat układu laboratorium VR na Uniwersytecie POLIMI.

Mapa ryzyka i sytuacji awaryjnych (Risk & Contingency Map)

<p>RYZYO TECHNICZNE</p> <p>Aktualizacje zestawu słuchawkowego, konflikty Wi-Fi, parowanie kontrolerów, zarządzanie baterią</p>	<p>ŚRODKI ZARADCZE</p> <p>Zamrożony obraz sceny na projektorze; Rezerwa przeglądarki internetowej; zapasowe baterie; okno aktualizacji przed zajęciami</p>
<p>RYZYO ZWIĄZANE ZE ZDROWIEM /BEZPIECZEŃSTWEM</p> <p>VRISE, kolizje w małych pomieszczeniach</p>	<p>OGRANICZANIE</p> <p>Preferuj opcję trybu siedzącego, wyraźne oznakowanie obszaru gry, sesje z ograniczeniem czasowym, zapewnienie bezpiecznego protokołu „stop”</p>
<p>RYZYO PRAWNE/PRYWATNOŚĆ</p> <p>Źródła danych (logi HMD, głos/czat), podstawa prawna, przechowywanie</p>	<p>OGRANICZANIE RYZYKA</p> <p>Szablon DPIA, sformułowanie zgody, minimalny zakres gromadzonych danych, harmonogram przechowywania</p>
<p>RYZYO ORGANIZACYJNE</p> <p>Obciążenie personelu, konflikty rezerwacji</p>	<p>OGRANICZANIE</p> <p>Interwencja moderatorów, aplikacja do rezerwacji i pulpit nawigacyjny z wykazem sprzętu</p>

3.2 Zajęcia wzbogacone o VR w POLIMI

Od momentu uruchomienia laboratoriów VR w 2021 r. na uczelni dedykowane sale — L.0.4 w kampusie Bovisa La Masa i 2.2.5 w kampusie Leonardo — są regularnie rezerwowane i wykorzystywane przez wykładowców z różnych wydziałów. (Fig. 3.2a - 3.2b)

Z biegiem czasu realizowano różnorodne kursy, a niektórzy wykładowcy oferowali wiele kursów z tej samej dziedziny. Większość uczestniczących wydziałów należy do dziedziny STEM i inżynierii.

Od pierwszego semestru (wrzesień – styczeń) roku akademickiego 2022/23 do pierwszego semestru (wrzesień – styczeń) roku akademickiego 2024/2025 w 152 lekcjach wzięło udział łącznie 2059 studentów. Zaangażowane były różne wydziały, w tym automatyka, chemia, energetyka i inżynieria mechaniczna, wydział elektroniki, informatyki i bioinżynierii, inżynieria lądowa i środowiskowa, wydział nauk lotniczych, projektowania, architektury, inżynierii budowlanej i środowiska zbudowanego.

W szczególności wykładowcy z Wydziału Chemii bardzo aktywnie korzystali z tych przestrzeni, przeprowadzając liczne ćwiczenia praktyczne. Ich sesje obejmują aplikacje symulujące obecność

w wirtualnych zakładach lub laboratoriach (Simsci dla zakładów chemicznych lub samodzielnie zaprojektowana aplikacja do testowania wirtualnego laboratorium radiochemii), gdzie studenci mają dostęp do immersyjnych środowisk za pomocą zestawów słuchawkowych i angażują się w praktyczne działania.



◀ Rys. 3.2a: Laboratorium VR 2.2.5 w kampusie Leonardo



◀ Rys. 3.2b: Laboratorium VR L.0.4 w kampusie Bovisa La Masa.

3.3 Narzędzia monitorowania i oceny

Podczas realizacji lekcji VR zespół zadaniowy METID opracował kilka narzędzi służących do monitorowania rozwoju projektu i zapewnienia wysokiej jakości metodologii edukacyjnej.

Podczas prowadzenia tego typu lekcji niezbędne jest zbieranie opinii od studentów oraz notatek z fazy przygotowań i postępów. Dane te mogą pomóc instytucji i trenerom/edukatorom w poprawie jakości prowadzonych lekcji VR. Są one również pomocne w opracowywaniu innych narzędzi monitorujących, zaprojektowanych specjalnie dla każdej sytuacji edukacyjnej zgodnie z potrzebami (takich jak dodatkowe raporty, tabele, wykresy itp.). Ciekawą możliwością jest sprawdzanie raportów i narzędzi monitorujących w celu uzyskania ogólnego przeglądu postępów w semestrze lub roku w zakresie lekcji VR.

3.3.1 Gromadzenie danych za pomocą formularzy obecności

W tej sekcji przedstawiono szczegóły dotyczące formularzy obecności POLIMI, aby pomóc innym instytucjom w tworzeniu własnych tabel, które będą wypełniane przez nauczycieli lub trenerów.

Celem formularza jest rejestrowanie notatek dotyczących jakościowych i ilościowych aspektów konkretnych lekcji, w tym liczby zaangażowanych studentów i podejścia do działań edukacyjnych. Oto przegląd tego, co można zobaczyć na **rysunku 3.3.1**.

W pierwszej sekcji gromadzone są następujące informacje: tytuł kursu, nazwisko(-a) wykładowcy(-ów) prowadzącego(-ych) zajęcia oraz wydział(-y), do którego(-ych) należą zarówno kadra dydaktyczna, jak i kurs. Rejestruje się również cele nauczania danej sesji. Dokumentuje się również czas rozpoczęcia i zakończenia sesji, datę realizacji oraz wszelkie kolejne daty sesji (lub częstotliwość korzystania). Odnotowuje się również nazwisko członka zespołu METID odpowiedzialnego za rejestrowanie informacji.

Gromadzone są dane dotyczące liczby profesorów obecnych podczas sesji, liczby tutorów, wszelkich uczestników zewnętrznych, obecności personelu technicznego oraz wszelkiego dodatkowego personelu pomocniczego METID. Rejestruje się frekwencję studentów wraz z rozmieszczeniem miejsc siedzących — czy siedzą w grupach, czy indywidualnie.

W kolejnej sekcji gromadzone są informacje o aplikacji używanej podczas sesji: jej nazwa, rodzaj sprzętu wymaganego do działania oraz krótki opis oprogramowania i jego funkcji. Odnotowuje się również

język, w którym prowadzone są zajęcia. Dokument zawiera następnie opisy różnych etapów realizacji sesji, w tym czynności przygotowawczych przed wejściem do sali lekcyjnej, fazy wstępnej, głównej sesji i czynności po zakończeniu sesji. Zawiera również szczegółowy opis procesu przygotowania sali lekcyjnej, w tym informacje o osobach odpowiedzialnych i sposobie przeprowadzenia przygotowań.

Ostatnia sekcja zawiera specjalne uwagi, liczbę uczestników dotkniętych chorobą VR (jeśli dotyczy) oraz dedykowane miejsca na umieszczenie linków do Google Photos, kwestionariusza opinii i ewentualnie raportu końcowego.

CZAS ZAJĘĆ	
	WIRTUALNE PROTOTY-POWANIE
INSTRUKTOR	NAZWISKA PROFESORÓW
WYDZIAŁ	INŻYNIERIA MECHANICZNA (MAGISTER)
DATA ZAJĘĆ	20/10/25
GODZINA	9:15 - 15:15
AUTOR RAPORTU	NAZWISKO AUTORA
LICZBA PRELEAGENTÓW	NAUCZYCIEL DOŁĄCZYŁ DO NAJBARDZIEJ EMPIRYCZNEJ CZĘŚCI LEKCJI
LICZBA UCZESTNIKÓW ZEWNĘTRZNYCH	1
TECHNICY	NAZWISKA TECHNIKÓW
METODOLOGIA WSPARCIE	IMIĘ I NAZWISKO WSPÓŁPRACOWNIKA

LICZBA STUDENTÓW	29+1 ZDALNY
LICZBA UŻYWANYCH STANOWISK ROBOCZYCH	15
DZIAŁ STUDENCKI	PARY LUB POJEDYNCZE OSOBY (13 PAR, 1 TRÓJKA, 2 OSOBY PO-JEDYNCZE)
OPROGRAMOWANIE	UNITY I UNREAL ENGINE
NIEZBĘDNY SPRZĘT	OSOBISTY LAPTOP UCZNIĄ, OCULUS I KONTROLERY, KABEL OCULUS LINK, GOOGLE CARDBOARD (DOSTĘPNY TYLKO DLA NAUCZYCIELA), OSOBISTY SMARTFON UCZNIĄ, PAMIĘĆ USB
OPIS OPROGRAMOWANIA	W UNITY TWORZONA JEST SCENA 3D, ZACZYNAJĄC OD MODELUI DODAJĄC ŚWIATŁA, KAMERY I OBIEKTY. ZA POMOCĄ SILNIKA UNREAL ENGINE PROJEKT JEST PRZEKSZTAŁCANY W APLIKACJĘ, KTÓRĄ MOŻNA URUCHOMIĆ ZA POMOCĄ SMARTFONA LUB GOGLI HMD.
JĘZYK	ANGIELSKI
WYNIK LABORATORIUM	STUDENCI POWINNI STWORZYĆ SERIĘ ŚRODOWISK W UNITY LUB UNREAL I PRZEPROWADZIĆ TESTY, WYKORZYSTUJĄC SWOICH KOLEGÓW JAKO OBIEKTY EKSPERYMENTU.

▲ Rys. 3.3.1: Przykład pierwszej części formularza obecności (arkusz Google)

3.3.2 Kwestionariusze po lekcji

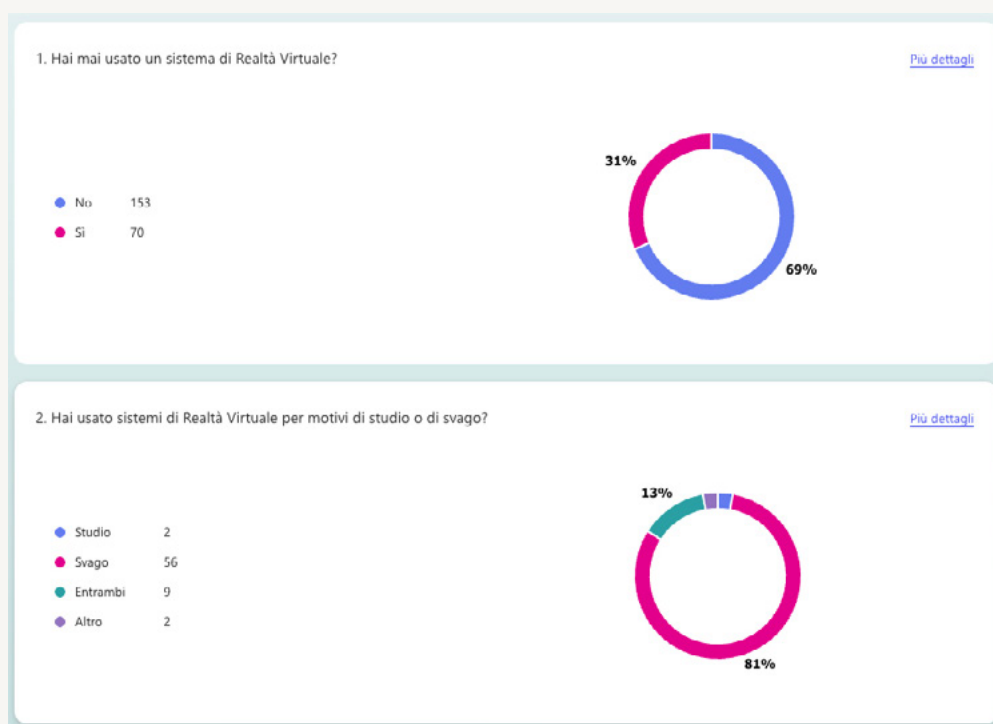
Po zakończeniu lekcji opartej na VR nauczyciele przeprowadzają wśród uczniów ankietę online. Jej celem jest zebranie ogólnych opinii na temat wykorzystania technologii VR, a także danych dotyczących samej lekcji i postrzegania przez uczniów tej innowacyjnej metody nauczania. Zazwyczaj ankietę jest przygotowywana przez zespół METID przy użyciu Microsoft Forms, a następnie przekazywana instruktorom kursu w formacie, który można dostosować do własnych potrzeb. (**Fig. 3.3.2**)

Pierwsza część zawiera ogólne pytania dotyczące wcześniejszych doświadczeń uczniów z technologiami VR. Pytania te są opcjonalne i mają na celu ocenę rozpowszechnienia i znajomości urządzeń VR wśród uczniów.

3.3.3 Raport końcowy

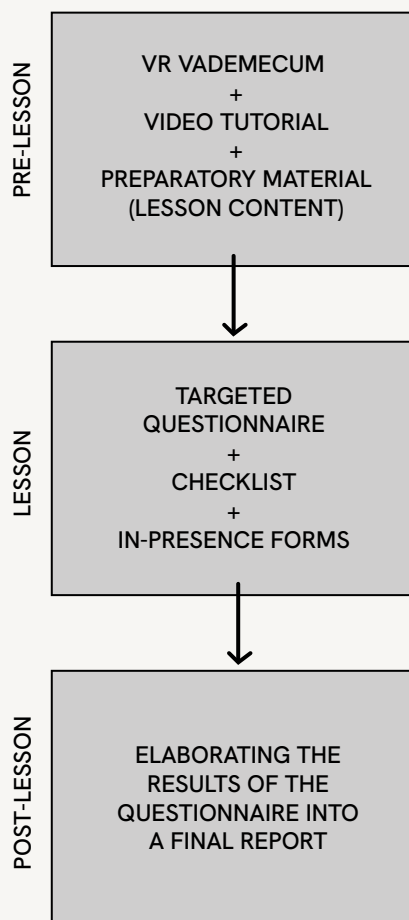
Po zebraniu odpowiedzi z kwestionariuszy są one analizowane i zestawiane w dokumencie przygotowanym przez zespół METID, zwanym „Raportem z lekcji VR”

Raport ten zawiera tytuł kursu, nazwiska zaangażowanych instruktorów oraz opisowy przegląd kursu. Dane uzyskane z kwestionariuszy są następnie przedstawiane w formie wykresów, wraz z adnotacjami i uwagami zarówno wykładowców, jak i pracowników METID. Głównym celem raportu jest skatalogowanie i przedstawienie zebranych danych w spójny wizualnie i profesjonalnie sformatowany sposób. Raport końcowy jest następnie udostępniany wykładowcom, którzy brali udział w prowadzeniu kursu. (Rys. 3.3.3)



▲ Rys. 3.3.3: Zrzut ekranu części narzędzia do tworzenia raportów (Google Doc)

W następnym rozdziale skupimy się na wytycznych dla trenerów, nauczycieli i studentów, opracowanych na podstawie empirycznych doświadczeń zdobytych przez zespół METID podczas tworzenia laboratoriów VR.



▲ Rys. 3.3.4: Idealny przebieg pracy przy korzystaniu z materiałów pomocniczych i monitorowaniu ich wykorzystania.

3.4 Literatura

Baldoni, V., Brambilla, F., Bruschi, F., Casiraghi, D., Denni, M., Marenghi, P., Longa, L., Pampanin, M., Pandocchi, S., Sancassani, S., & Santolini, B. (2024).

Due anni di laboratori VR. Politecnico di Milano – METID Learning Innovation.

<https://www.metid.polimi.it/pubblicazioni/>

Galeazzi, A., Marenghi, P., Duò, L., Galardo, M., Rota, R., Sancassani, S., & Manenti, F. (2024).

Realtà virtuale e gemelli digitali per un apprendimento potenziato nell'ingegneria chimica. In *Ingegneria chimica assistita dal computer/Computer aided chemical engineering* (pp. 3535-3540).

<https://doi.org/10.1016/b978-0-443-28824-1.50590-1>



Materiały szkoleniowe do zajęć VR

W niniejszym rozdziale przedstawiono wytyczne opracowane na podstawie empirycznych doświadczeń **METID - Learning Innovation** się **Uniwersytet Politechniczny w Mediolanie** od początku rozwoju laboratoriów VR.

Aby wyjaśnić rolę, METID działa w środowisku uniwersyteckim jako koordynator produkcji i zarządzania innowacyjnymi metodami i narzędziami nauczania i uczenia się. Na podstawie obserwacji działalności laboratoriów VR opracowano kilka wytycznych zarówno dla nauczycieli, jak i studentów. Zaobserwowano różne podejścia, cele edukacyjne i metodyki nauczania, które zostały połączone w sugestie krok po kroku.

4.1 Wytyczne dla nauczycieli i trenerów

Wdrożenie VR w szkolnictwie wyższym wymaga starannego planowania i kompetencji pedagogicznych. Poniższe wytyczne, opracowane na podstawie empirycznych doświadczeń METID, stanowią uporządkowane i kompleksowe podejście do projektowania i prowadzenia lekcji opartych na VR, mające na celu zwiększenie zaangażowania studentów i skuteczność nauczania.

Warto podkreślić rolę projektanta instruktażowego grupy zadaniowej METID - Learning Innovation w ramach Uniwersytetu POLIMI, która wspiera nauczycieli i pomaga innym kolegom w strukturyzowaniu działań. W odniesieniu do laboratoriów VR omówionych już w poprzednich rozdziałach, jak podkreślono, METID pełni rolę pośrednika między instruktorami, studentami i technikami, zapewniając wskazówki instruktażowe i metodologiczne oraz ogólne wsparcie.

Wytyczne dla instruktorów podzielone są na osiem logicznie uporządkowanych kroków:

1. Identyfikacja treści odpowiednich dla VR

Instruktorzy powinni zacząć od zrozumienia możliwości technologii VR i oceny programu nauczania, aby wskazać tematy, które skorzystałyby na immersyjnym uczeniu się.

Niezbędna jest koordynacja z jednostką w ramach każdej uczelni odpowiedzialną zarówno za aspekty techniczne, jak i metodologiczne. Pomoże to zoptymalizować czas i wysiłek poświęcony na dostosowanie układu klasy, jej struktury, w tym potrzebnego oprogramowania i sprzętu, oraz celów edukacyjnych instruktorów.

2. Wybór lub opracowanie aplikacji/platformy VR

Nauczyciele powinni zidentyfikować istniejące platformy VR zgodne z celami kształcenia, które chcą osiągnąć studenci. Omówimy tutaj wirtualne platformy internetowe – prawdopodobnie już odpowiednie jako standardowe oferty dostarczane przez agencje zewnętrzne – lub aplikacje, które mogą działać na komputerze lub w goglach VR. Zazwyczaj preferowane jest uruchamianie aplikacji lub platformy na komputerze ze względu na wysoką moc graficzną komponentów wewnętrznych. W przypadku gogli VR taka konfiguracja wymaga podłączenia ich do komputera za pomocą kabla Link lub Air Link, dzięki czemu gogle VR mogą służyć jako lustro tego, co uczniowie widzą na monitorze.

Z drugiej strony, pomimo większych ograniczeń graficznych, aplikacje VR działające bezpośrednio na goglach VR mogą zapewnić wyjątkowe wrażenia immersyjne dzięki innym elementom (grywalność, jakość treści, interakcja itp.). Dodatkowo istnieje również zaleta polegająca na tym, że aplikacje te są bardziej praktyczne w użyciu w klasie, ze względu na swobodę ruchu uczniów.

Istnieje kilka różnych typów aplikacji, także STEM. W zależności od celów edukacyjnych zajęć należy wybrać najbardziej odpowiednią, biorąc pod uwagę również licencję i cenę. Jeśli nie ma odpowiedniej aplikacji, instruktorzy mogą skonsultować się z wewnętrznymi lub zewnętrznymi programistami w celu stworzenia aplikacji zoptymalizowanej pod kątem konkretnych gogli VR.

3. Testowanie aplikacji

Przed wdrożeniem aplikacja VR musi zostać dokładnie przetestowana pod kątem użyteczności i niezawodności technicznej. Instruktorzy i ewentualni edukatorzy muszą być świadomi przebiegu działania aplikacji, aby móc podzielić się tą wiedzą z uczniami i ułatwić prowadzenie lekcji. Następnie nauczyciele powinni również być świadomi słabych punktów aplikacji i związanych z nimi rozwiązań ewentualnych problemów.

4. Struktura lekcji

Lekcja powinna zachowywać równowagę między elementami teoretycznymi i praktycznymi, integrując

VR w sensowny sposób. Uczniowie muszą zostać z wyprzedzeniem poinformowani o formacie sesji, protokołach użytkowania VR i konkretnych funkcjach aplikacji. Odnotowaliśmy wyższy poziom bezpieczeństwa w wykonywaniu zadań z punktu widzenia uczniów, gdy byli oni wcześniej świadomi przemieszczenia się w VR.

5. Organizacja laboratorium VR

Instruktorzy powinni współpracować z osobami odpowiedzialnymi za metodologię i kwestie techniczne na uczelni, aby zapewnić gotowość sprzętu, zaplanować rotację studentów w małych grupach w razie potrzeby oraz zapewnić wsparcie na miejscu w przypadku jakichkolwiek problemów technicznych lub fizycznych. Na kilka dni, a nawet tygodni przed lekcją warto omówić z tymi osobami treść lekcji i ogólny układ. Koordynacja między tymi kilkoma rolami powinna zapewnić dobry punkt wyjścia dla zajęć.

6. Przygotowanie studentów

Zazwyczaj dobrą praktyką jest udostępnienie studentom materiałów przygotowawczych przed lekcją, zaprojektowanych tak, aby zarządzać strukturą laboratorium VR. Na uniwersytecie POLIMI, METID opracowało dokument PDF (VR Vademecum) oraz samouczek wideo – patrz kolejne akapity – które można udostępnić studentom na kilka tygodni przed lekcją. Dodatkowo, jak już wspomniano, studenci powinni zostać poinformowani o konkretnej aplikacji, z której będą korzystać, oraz o oczekiwanych zachowaniach w środowisku VR.

Instruktorzy powinni poruszyć kwestie związane z zjawiskiem choroby lokomocyjnej, które może uniemożliwić niektórym studentom udział w zajęciach. Studenci ci mogą czuć się wykluczeni i najlepiej byłoby, gdyby mieli do dyspozycji alternatywną aplikację nie opartą na VR. Choroba lokomocyjna może występować w różnym nasileniu, uniemożliwiając studentom pozytywne doświadczenie zajęć. Konieczne jest poinformowanie uczniów o tej możliwości i poproszenie ich o poinformowanie swoich opiekunów (nauczycieli, tutorów itp.) w przypadku wystąpienia jakiegokolwiek dyskomfortu. Aby uniknąć zawstydzenia uczniów, należy podkreślić, że doświadczanie choroby lokomocyjnej jest czymś normalnym. Zazwyczaj złotą zasadą zapobiegania temu zjawisku jest pozostawienie otwartych okien podczas sesji VR w celu poprawy cyrkulacji powietrza oraz zarezerwowanie miejsca z krzesłami i wodą dla uczniów, którzy mogą tego potrzebować.

7. Przeprowadzenie lekcji

Przed sesją należy upewnić się, że sala jest przygotowana przy wsparciu techników, sprzęt działa, a personel pomocniczy jest obecny. W zależności od procedury rezerwacji na danej uczelni może być konieczne zgłoszenie prośby o wsparcie na kilka dni przed lekcją.

Przed lekcją nauczyciele i tutorzy powinni sprawdzić salę lekcyjną, dostosowując jej układ tak, aby stworzyć przestrzeń wolną od przeszkód i zagrożeń, zapewniającą jak najsprawniejsze korzystanie

z VR. Należy ustalić jasne kanały komunikacji (np. sygnały ręczne, sygnały werbalne), aby studenci mogli sygnalizować potrzebę pomocy. Priorytetem powinno być dobre samopoczucie studentów. Jeśli student zdejmie google VR z powodu dyskomfortu, należy ocenić jego stan i zapewnić wsparcie.

Podczas lekcji należy jasno komunikować cele, oferować wsparcie techniczne i emocjonalne oraz zapewnić odpowiedni stosunek liczby korepetytorów do liczby uczniów. Dobrym pomysłem jest poproszenie uczniów, którzy już korzystali z takiego systemu, i ewentualnie połączenie ich w pary, aby zrównoważyć umiejętności uczniów w klasie. Nauczyciele i korepetytorzy powinni pełnić rolę nadzorców całej grupy uczniów, zwracając uwagę na ich reakcje fizyczne i emocjonalne.

8. Zbieranie opinii

Po zakończeniu sesji należy zebrać opinie uczniów, aby ocenić doświadczenia związane z nauką, zidentyfikować obszary wymagające poprawy i wykorzystać te informacje w przyszłych inicjatywach związanych z VR.

Prowadzenie listy uczestników może ułatwić dalszą komunikację i przeprowadzanie ankiet.



▲ Rys. 4.1.1: Lekcje prowadzone w laboratoriach VR (2.2.5 i L.0.4).

Porównanie różnych konfiguracji doświadczeń VR

	BEZPOŚREDNIO NA HMD	PODŁĄCZONE DO KOMPUTERA
UCZNIOWIE UDZIAŁ	Zależy to od zastosowanej aplikacji lub platformy: jeśli umożliwia ona współpracę między większą liczbą użytkowników, zestawy HMD będą używane indywidualnie jako urządzenia, ale doświadczenie będzie wspólne lub aktywowane we współpracy między większą liczbą uczniów.	Odzwierciedlenie scenariusza VR na pulpicie komputera pozwala innym uczniom uczestniczyć (w różnym stopniu), pomagając i informując swoich kolegów. Niektóre aplikacje i platformy VR mogą być sterowane za pomocą komputera, a zestawy słuchawkowe działają tylko jako oko na środowisko 3D.
ŚLEDZENIE FIZYCZNE	Podczas noszenia zestawów słuchawkowych śledzenie oczu uczniów – i tego, co widzą podczas doświadczenia – nie jest dozwolone. Odzwierciedlenie doświadczenia na monitorze komputera jest złotą zasadą. Oprócz widoku można obserwować i monitorować ruchy ciała.	Doświadczenie zapewniane przez komputer PC daje możliwość łatwego monitorowania ruchów gatek ocznych i tego, co uczniowie widzą w otoczeniu. Ruchy ciała są trudne do monitorowania.
INTEGRACJA Z LMS	Zarówno modele HMD, jak i modele podłączone do komputera mogą umożliwić integrację oprogramowania i programów LMS, w zależności od licencji i programów dodatkowych.	Zarówno modele HMD, jak i modele podłączone do komputera mogą umożliwić integrację oprogramowania i programów LMS, w zależności od licencji i programów dodatkowych.
ORGANIZACYJNE	W przypadku korzystania z HMD dobrze jest mieć w zespole eksperta, który organizuje i zarządza działaniami – przed, w trakcie i po zakończeniu. HMD mogą powodować problemy związane ze sprzętem i oprogramowaniem, których nie zawsze da się przewidzieć.	Korzystanie z VR za pośrednictwem komputera PC może wiązać się z mniejszą liczbą problemów związanych z używaniem urządzenia: są one częściej używane przez techników, a znalezienie osoby pełniącej rolę pomocniczą przed, w trakcie i po zakończeniu fazy może być łatwiejsze niż w przypadku HMD. Zestawy słuchawkowe są używane wyłącznie jako lustro.

<p>INFRASTRUKTURA, URZĄDZENIA, NARZĘDZIA</p>	<p>W zależności od wybranego systemu łączności, zestawy HMD mogą wymagać kabla łączącego do podłączenia do komputera. Potrzebują baterii do kontrolerów i przydatne może być posiadanie narzędzia do czyszczenia na koniec lekcji. Do ładowania zestawów HMD potrzebne są stacje ładujące lub kable zasilające. Urządzenia te muszą być używane w strefie bezpieczeństwa, która wyznacza określony obszar dla zestawów HMD, zwany „granicami” (można je utworzyć za pomocą taśmy na podłodze lub innymi metodami). Zazwyczaj powinny one być obsługiwane przez stację roboczą składającą się z komputera z monitorem, myszą i klawiaturą.</p>	<p>Infrastruktura w obu sytuacjach jest taka sama: stacje robocze PC są powiązane z określonym obszarem, w którym będą używane zestawy HMD (granice). Będą one również wymagały monitora, klawiatury, myszy itp.</p>
<p>DOSTĘPNOŚĆ</p>	<p>Podczas korzystania z HMD uczniowie, w zależności od zaprogramowanego doświadczenia, mogą mieć większą swobodę ruchu i interakcji, zawsze biorąc pod uwagę bezpieczny obszar do działania. Ta swoboda pozwala na organizowanie doświadczeń w różnych przestrzeniach i pomieszczeniach. HMD mogą być również używane w trybie stacjonarnym.</p>	<p>Podłączenie do komputera PC nie pozwala uczniom na różne stopnie ruchu. Wykorzystanie funkcji oprogramowania i sprzętu komputerowego pozwala na uruchamianie cięższych aplikacji i programów z większą prędkością. Zazwyczaj pozwala to również na udział większej liczby uczniów dzięki bezpośredniemu odbiciu na monitorze.</p>

4.2 Wytyczne dla uczniów

Ścieżka edukacyjna z wykorzystaniem VR wymaga od uczniów świadomego i proaktywnego podejścia, zarówno pod względem innowacyjnych metod angażowania się w zajęcia, jak i unikania ryzyka spowodowania doświadczenia do zwykłej rozrywki, a tym samym utraty z oczu celów kształcenia. W rzeczywistości uczniowie muszą być przygotowani na to, z czym będą mieli do czynienia w klasie, zarówno z technologicznego, jak i metodologicznego punktu widzenia. Być może nie wszyscy mieli kiedyś do czynienia z instalacją lub aplikacją VR, co może powodować dezorientację i trudności w przewyciężeniu aspektów emocjonalnych i ludożerczych na rzecz racjonalnego, zorientowanego na naukę podejścia umysłowego.

VR Vademecum

Z tego powodu METID opracował w ciągu roku dokument PDF VR Vademecum, aby zapewnić jasne zrozumienie dostępnych narzędzi i zwiększyć znajomość funkcjonowania laboratoriów VR wśród studentów. (Rys. 4.2a).

W ten sposób stara się zapewnić bardziej satysfakcjonujące i produktywne doświadczenie edukacyjne. [Vademecum](#) musi zostać udostępnione studentom przez nauczycieli przed lekcją; profesorowie powinni poprosić studentów o przeczytanie go, aby lepiej przygotować się do nauki.

Główna treść dokumentu:

- **Czym są laboratoria VR, do których wchodzi.**
- **Jakie narzędzia będą używać.**
- **Jak nosić i ogólnie używać google VR i kontrolery.**
- **Kilka słów na temat choroby lokomocyjnej podczas używania googli VR i sposobów radzenia sobie z nią.**



◀ Rys. 4.1.2: Okładka VR Vademecum dla studentów

Samouczek wideo

Dodatkowo, główne praktyczne kroki wymagane przed wejściem do laboratoriów (takie jak zasady obowiązujące w laboratoriach, opisy przestrzeni i narzędzi) zostały przedstawione w filmie, aby ułatwić płynne wprowadzenie do środowiska nauki VR.

Film należy również udostępnić studentom przed lekcją lub wyświetlić w sali lekcyjnej przed rozpoczęciem zajęć.

W filmie:

- **Pierwsze wprowadzenie do Labs oraz prośba o przestrzeganie instrukcji nauczycieli i trenerów dotyczących realizacji lekcji.**



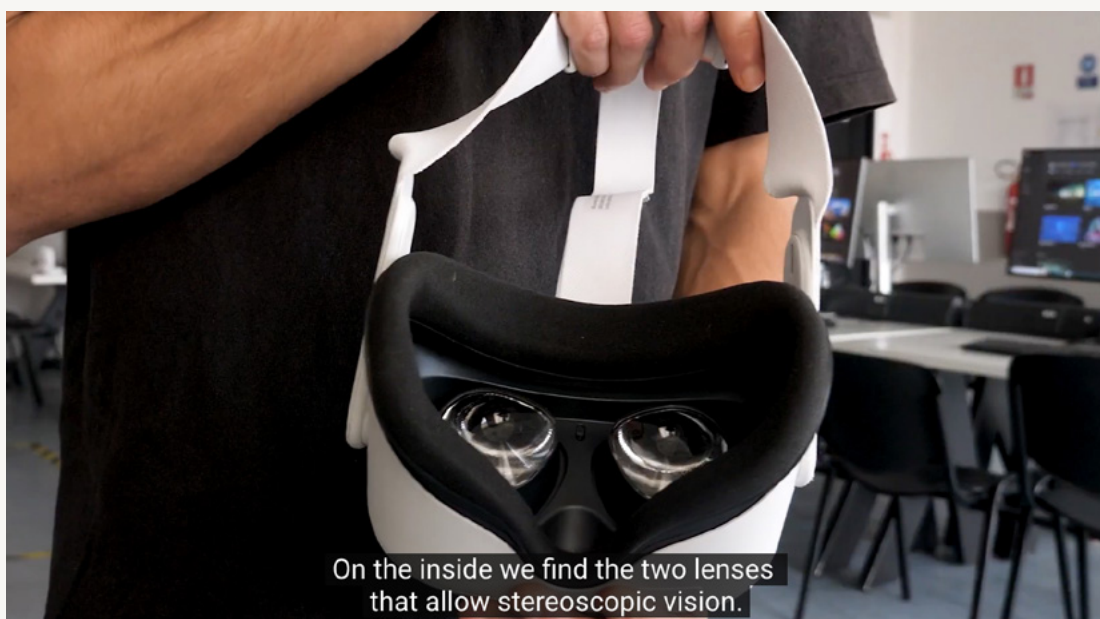
- **Skład stacji roboczej, od komputerów stacjonarnych po google VR i inne narzędzia.**



- Specjalna strefa robocza, odpowiadająca granicom zestawów słuchawkowych, w której treści VR będą wyświetlane w bezpieczny sposób. Jak widać na rzucie ekranu, w Labs strefy te są oznaczone taśmą przyklejoną do podłogi.



- Różne części i elementy sterujące zestawów słuchawkowych oraz ogólne działanie kontroleró



- **Jak bezpiecznie nosić zestawy słuchawkowe**



- **Konieczność stworzenia środowiska sprzyjającego współpracy, gdy w lekcji bierze udział więcej uczniów niż jest stanowisk roboczych: jeden uczeń będzie korzystał z treści VR, a pozostali będą pomagać w obsłudze narzędzi i komputera.**



- Kilka słów o chorobie lokomocyjnej w trakcie używania googli VR i jak sobie z nią radzić, jeśli się pojawi.



4.3 Materiały udostępnione

Aby zapewnić płynny przepływ zarządzania między podmiotami zaangażowanymi w różne role związane z organizacją zajęć VR, sugerujemy rozważenie udostępnienia niektórych z materiałów omówionych wcześniej.

Materiały udostępniane wszystkim zainteresowanym stronom — w tym, w razie potrzeby, bezpośrednio zaangażowanym członkom kadry nauczycielskiej — umożliwiają jasne zrozumienie aktualnego stanu sal lekcyjnych przeznaczonych do nauczania opartego na VR. Wymiana informacji obejmuje nie tylko stan operacyjny i konserwację używanych urządzeń, ale także różne aplikacje i usługi wykorzystywane podczas poprzednich lekcji.

Ponadto obejmuje analizę metod pedagogicznych stosowanych przez instruktorów podczas sesji VR. Na przykład w POLIMI zazwyczaj udostępniamy formularze obecności za pośrednictwem platformy Slite, z której często korzysta grupa zadaniowa METID. W ramach platformy tworzone są konkretne strony w zależności od rodzaju udostępnianych materiałów, a dostęp do nich mają odpowiednie zainteresowane strony (technicy, nauczyciele, służby informatyczne).

Wśród udostępnianych materiałów znajdują się również indywidualne raporty z lekcji, ekstrapolowane z formularza obecności – zasadniczo dokumentu Google Doc – które zawierają szczegółowy opis każdej sesji VR.

Dodatkowo udostępniane są karty konserwacji technicznej dotyczące urządzeń VR. Tworzony jest dokument zawierający aktualizacje lub modyfikacje związane z urządzeniami, wraz z opisem przeprowadzonych czynności konserwacyjnych. Najlepiej byłoby, gdyby taka konserwacja odbywała się co miesiąc, biorąc pod uwagę potencjalne problemy techniczne związane ze zużyciem lub wyczerpaniem baterii, a także częstymi aktualizacjami gogli VR i aplikacji. .

Zalecana lista kontrolna czynności konserwacyjnych obejmuje następujące kroki:

Sprawdzenie obecności wszystkich urządzeń w każdej stacji.

Sprawdzenie działania i obecności aplikacji na stacji komputerowej.

Sprawdzenie dokładności ustawień granic w goglach VR.

Upewnienie się, że zalogowane jest właściwe konto użytkownika.

Sprawdzenie połączenia internetowego zestawu słuchawkowego.

Przetestowanie co najmniej jednej aplikacji, i odnotowanie wszelkich problemów — jeśli podczas okresu konserwacji potrzebna jest konkretna aplikacja do celów instruktażowych lub eksperymentalnych, należy ją pobrać.

Testowanie dźwięku i haptycznego sprzężenia zwrotnego.

Weryfikacja środowiska wirtualnego.

Aktualizacja oprogramowania do najnowszej wersji, wykonanie wszelkich wymaganych aktualizacji (w tym sprawdzenie za pomocą przeglądarki) i ponowne uruchomienie systemu w celu zapewnienia pełnej funkcjonalności.

Sprawdzenie stanu naładowania gogli VR i baterii kontrolerów oraz podjęcie odpowiednich działań w razie potrzeby.

Oprócz arkuszy konserwacyjnych i raportów z lekcji VR prowadzona jest strona Slite, na której znajdują się dane kontaktowe — bezpośrednio lub pośrednio, w zależności od dostępności — różnych zainteresowanych stron, na wypadek konieczności skontaktowania się z konkretnymi osobami, a także niezbędne hasła.



Zestaw startowy

Tutaj znajdziesz [link](#) do listy szablonów wielokrotnego użytku:

Macierz decyzyjna „Czy powinniśmy tutaj używać VR?”

FAC SIMILE_Formularz obecności: szablon formularza obecności w arkuszu Google Sheet używanym w POLIMI do monitorowania liczby studentów, tutorów, nauczycieli, używanego oprogramowania, metod, przebiegu lekcji itp.

FAC SIMILE_Przegląd lekcji VR: ten plik Google Sheet jest pomocny w gromadzeniu wszystkich danych z różnych lekcji przeprowadzonych w laboratoriach VR i umieszczaniu ich w jednym pliku, aby uzyskać przegląd laboratoriów w czasie.

Vademecum dla studentów: plik PDF wspomnianego wcześniej Vademecum opracowanego dla studentów, aby zapewnić im wstępne informacje i wiedzę na temat technologii i laboratoriów: może to stanowić inspirację do opracowania konkretnego Vademecum dla poszczególnych przypadków na uniwersytetach.

Szablon szkicowania VR: przydatny w fazie projektowania VR, do interakcji z ekspertem VR, w celu zdefiniowania pozycji przestrzennej, sekwencji, ruchu i interakcji podczas wizualizacji obiektów w VR i opisywania działań użytkowników.

Szablon programu kursu VR: przykład programu kursu, w którym zintegrowano aktywność VR

Lista kontrolna realizacji lekcji VR: przypomnienie wszystkich działań i czynności, które są ważne dla przeprowadzenia skutecznej sesji VR

Lista kontrolna przed i po lekcji VR: per ricordare tutte le attività e le azioni importanti da implementare per condurre una sessione VR efficace

Szablon rubryki: do oceny trzech obszarów wiedzy

Kwestionariusz choroby symulatorowej (SSQ): do oceny doświadczenia VR pod kątem samopoczucia

Skala użyteczności systemu (SUS): do oceny użyteczności VR

Kwestionariusz neurobiologii wirtualnej rzeczywistości (VRNQ): do oceny czterech różnych kluczowych obszarów doświadczenia VR

Tabela refleksji: arkusz roboczy dla studentów do aktywnego przemyślenia doświadczenia



Broszura V.5 – Styczeń 2026

Licencja

© 2025 VRChem Consortium. Niniejsza praca jest objęta licencją Creative Commons Attribution 4.0 International License (CC BY 4.0).

Aby zapoznać się z treścią tej licencji, odwiedź stronę <https://creativecommons.org/licenses/by/4.0/>.

Atrybucja: „Konsorcjum VRChem (2025), Praktyczny przewodnik po VR, CC BY 4.0”.



CC BY 4.0 DEED

Attribution 4.0 International

