



Program Erasmus+

KA2 STRATEGICZNY PROJEKT PARTNERSKI
„Współczesne podejście do rozwoju zrozumienia przestrzennego poprzez
wykorzystanie rzeczywistości rozszerzonej “
SPACAR
N° 2019-1-LT01-KA202-060471

OPRACOWANIE METODOLOGII MATERIAŁÓW
DYDAKTYCZNYCH
14/11/21

Prof. Manuel Contero
Universitat Politècnica de València



Niniejsza praca udostępniona jest na licencji [Creative Commons Attribution-NonCommercial-NoDerivatives 4.0 International License](https://creativecommons.org/licenses/by-nc-nd/4.0/).

Spis treści

1. Wstęp	6
2. Wyobraźnia przestrzenna.....	6
3. Ocenianie umiejętności przestrzennych	10
3.1 Test Cięcia w Wyobraźni (Mental Cutting Test, MCT).....	10
3.2 Test Obracania w Wyobraźni (Mental Rotation Test, MRT)	10
3.3 Test Umiejętności Rozróżniania: Relacje Przestrzenne.....	11
3.4 Testy Wyobraźni Przestrzennej Purdue: Obracanie i ich ulepszona wersja.....	11
3.5 Testy Wyobraźni Przestrzennej Purdue: Wizualizacja	12
3.6 Testy Wyobraźni Przestrzennej Purdue: Składanie.....	12
3.7 Test Orientacji Przestrzennej (Spatial Orientation Test, SOT)	12
4. Ramy pedagogiczne.....	14
4.1 Zasady opracowywania i wdrażania.....	16
4.2 Klasyfikacja ćwiczeń	16
4.3 Dostosowanie do proponowanej struktury rezultatów pracy intelektualnej.....	17
5. Forma ćwiczeń.....	18
6. Ramy walidacji.....	18
7. Bibliografia	20
Załącznik 1. Przykłady ćwiczeń	23
Przykładowe ćwiczenie nr 1	24
Przykładowe ćwiczenie nr 2	26
Przykładowe ćwiczenie nr 3	27
Załącznik 2. Przewodnik po używaniu platformy i aplikacji SPACAR.....	29
A2.1 Opis platformy	30
A2.2 Zarządzanie kursami	31
A2.3 Zarządzanie ćwiczeniami.....	34
A2.4 Zarządzanie użytkownikami.....	37
A2.5 Typy użytkowników.....	39
A2.6 Aplikacja mobilna	40
A2.7 Rozwiązywanie problemów z modelami 3D	46

Spis rysunków

Rysunek 1. Struktura przetwarzania wizualnego według teorii CHC	7
Rysunek 2. Poszerzona struktura podczynników przetwarzania wizualnego (GV)	9
Rysunek 3. Przykładowe pytanie z MCT	10
Rysunek 4. Przykładowe pytanie z MRT	10
Rysunek 5. Przykładowe pytanie z DAR:SR	11
Rysunek 6. Przykładowe pytanie z PSVT:R	11
Rysunek 7. Przykładowe pytanie z PSVT: V	12
Rysunek 8. Przykładowe pytanie z PSVT: D	12
Rysunek 9. Przykładowe pytanie z Testu Orientacji Przestrzennej	13
Rysunek 10. Schemat eksperymentu	18
Rysunek 11. Zarządzanie kursami poprzez platformę internetową	30
Rysunek 12. Ekran logowania oraz menu wyboru języka	31
Rysunek 13. Kursy na platformie	31
Rysunek 14. Dane do utworzenia kursu	32
Rysunek 15. Edycja informacji o kursie	32
Rysunek 16. Edycja informacji o kursie (II)	33
Rysunek 17. Fragment paska bocznego	33
Rysunek 18. Definiowanie ćwiczenia	34
Rysunek 19. Edycja informacji o ćwiczeniu	35
Rysunek 20. Opis ćwiczenia	35
Rysunek 21. Zarządzanie dołączonymi do ćwiczeń plikami	36
Rysunek 22. Zakładka „użytkownicy”	37
Rysunek 23. Okno tworzenia użytkownika	37
Rysunek 24. Działania na kontach użytkowników	38
Rysunek 25. Edycja danych użytkownika	38
Rysunek 26. Ekran początkowy i formularz rejestracji	40
Rysunek 27. Odzyskiwanie hasła	40
Rysunek 28. Wybór języka	41
Rysunek 29. Odblokowywanie kursu	41
Rysunek 30. Otwieranie kursu	42
Rysunek 31. Usuwanie kursu	42
Rysunek 32. Wybór ćwiczenia (lewo) oraz galeria obrazów jednego ćwiczenia (pravo)	43
Rysunek 33. Plik zasobu	43
Rysunek 34. Galeria	44
Rysunek 35. Przykład wizualizacji obiektu 3D	44
Rysunek 36. Wizualizacja w rzeczywistości rozszerzonej	45
Rysunek 37. Kod QR do wszystkich kursów	45
Rysunek 38. Sample parts for the tutorial.	46
Rysunek 39. Wgrywanie pliku do programu Blender	46
Rysunek 40. Panel „Transform”	47
Rysunek 41. Właściwości danych obiektu	47
Rysunek 42. Wybieranie trybu edycji	47
Rysunek 43. Zaznaczanie krawędzi	48



Rysunek 44. Zaznaczone krawędzie	49
Rysunek 45. Komenda Edge Split	49
Rysunek 46. Naprawiony model.....	50

Spis tabel

Tabela 1. Struktura podczynników przetwarzania wizualnego (Gv)	7
Tabela 2. Podczynniki nieuwzględnione w teorii CHC.....	8
Tabela 3. Podczynniki których poprawę umożliwiają ćwiczenia projektu SPACAR	9
Tabela 4. Struktura sfery poznawczej oryginalnej taksonomii Blooma	14
Tabela 5. Taksonomia Blooma w inżynierskim rysunku technicznym	15
Tabela 6. Typy użytkowników I ich uprawnienia.....	39

1. Wstęp

Według prac i poglądów licznych autorów rozwój wyobraźni przestrzennej w trójwymiarze jest kluczowym czynnikiem w wielu dyscyplinach naukowych i technicznych (Metz i in., 2012; Wai i in., 2009). Badania konsekwentnie wykazują, że właściwe umiejętności przestrzenne są bezpośrednio związane z sukcesami w naukach ścisłych, technicznych, inżynierskich oraz matematycznych (Adanez i Velasco, 2002; Sorby, 1990; Strong i Smith, 2001; Xiao i in., 2018).

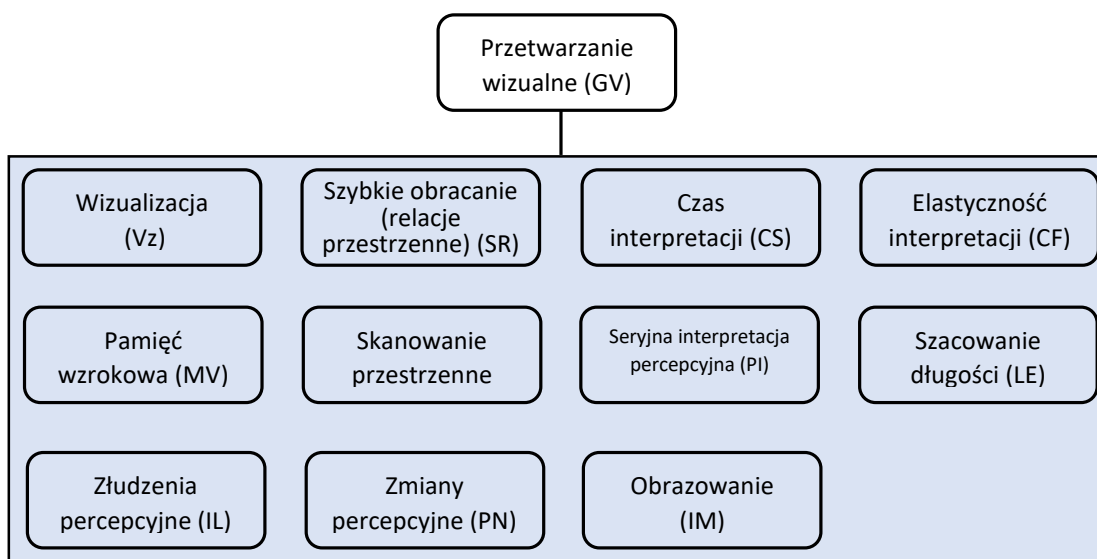
Chociaż wielu prowadzących nadal opiera naukę na tradycyjnych wykładach i zajęciach praktycznych, rosnąca liczba badań doświadczalnych pokazuje, że teoretyczne wykłady niekoniecznie pozwalają zrozumieć złożone zagadnienia (Terenzini i Pascareua, 1994) oraz że można poprawić efekty kształcenia stosując skoncentrowane na uczniu interaktywne metody nauczania (Arafah i Levin, 2003) wykorzystujące nowoczesne technologie (Kolb, 2014). Według Millara (2003), dobre nauczanie wymaga nieustannego wysiłku twórczego. Wychodząc temu naprzeciw, technologia rozszerzonej rzeczywistości (Augmented Reality, AR) stanowi atrakcyjną i angażującą metodę uzupełniania i wzbogacania tradycyjnych sposobów nauki polegających na pracy z papierem i ołówkiem, jednocześnie pozwalając na rozwój wyobraźni, możliwości samooceny i samodzielnego uczenia się (Chen i in., 2011; Martín-Gutiérrez i in., 2010).

2. Wyobraźnia przestrzenna

Wyobraźnia przestrzenna, jako istotna składowa inteligencji, jest dobrze zbadanym przez psychologów tematem. W związku z tym w literaturze znaleźć i przeanalizować można różne podejścia i metody klasyfikacji. Niektórzy autorzy (Linn i Petersen, 1985; Lohman i Kyllonen, 1983) dzielą wyobraźnię przestrzenną na kilka pod-zdolności, z których każda dotyczy innego aspektu: „relacja przestrzenna” związana jest z zadaniami polegającymi na obracaniu „w głowie” prostych obiektów dwu- lub trójwymiarowych (Thurstone, 1938); „wizualizacja przestrzenna” wiąże się z umiejętnością wieloetapowego operowania skomplikowanymi obiektami; „orientacja przestrzenna” odnosi się do zadań polegających na wyobrażeniu sobie z innej perspektywy różnorodnych obiektów.

Inni autorzy (Olkun, 2003; Pellegrino i in., 1984) upraszczają klasyfikację poprzez ograniczenie jej do dwóch kategorii: „relacji przestrzennych” obejmujących wspomniane powyżej relację przestrzenną i orientację przestrzenną oraz „wizualizacji przestrzennej” określanej jako manipulowanie „w głowie” obiektami złożonymi z większej liczby elementów, gdzie występuje ruch między składowymi fragmentami oraz operowanie na figurach płaskich.

Zgodnie z najnowszymi odkryciami w dziedzinie badań nad inteligencją wyobraźnia przestrzenna z perspektywy psychometrycznej jest określana jako wielostopniowy czynnik zwany **przetwarzaniem wizualnym (Gv)**, którego strukturę przedstawia Rysunek 1.



Rysunek 1. Struktura przetwarzania wizualnego według teorii CHC (Buckley i in., 2019)

Model inteligencji CHC (Cattell-Horn-Carroll) (Schneider i McGrew, 2012) określa **przetwarzanie wizualne (Gv)** jako umiejętność rozwiązywania problemów wykorzystując wyobrażanie sobie obrazów (często w połączeniu z obrazami obecnie widzianymi). Jego strukturę i podczynniki szczegółowo przedstawia Tabela 1.

Tabela 1. Struktura podczynników przetwarzania wizualnego (Gv) (Schneider i McGrew, 2012)

Podczynnik	Definicja
Wizualizacja (Vz)	Zdolność do rozumienia skomplikowanych wzorów i wyobrażania sobie, jak mogą wyglądać po przekształceniu (np. obrócone, pomniejszone lub częściowo zakryte)
Szybkie obracanie (relacje przestrzenne) (SR)	Umiejętność rozwiązywania problemów poprzez szybkie obracanie w wyobraźni prostymi obrazami
Czas interpretacji (CS)	Umiejętność szybkiej identyfikacji znanego i istotnego obiektu na podstawie niekompletnych (np. częściowych, przysłoniętych bądź odłączonych od całości) bodźców wizualnych bez wcześniejszej wiedzy jaki to konkretnie obiekt
Elastyczność interpretacji (CF)	Umiejętność identyfikacji obiektu lub kształtu w rozprasającym lub mylącym deseniach wiedząc jaki to konkretnie obiekt
Pamięć wzrokowa (MV)	Umiejętność zapamiętania skomplikowanych obrazów w krótkim czasie (poniżej 30 sekund)
Skanowanie przestrzenne (SS)	Umiejętność znalezienia drogi w labiryncie lub polu pokrytym wieloma przeszkodami
Seryjna interpretacja percepcyjna (PI)	Umiejętność rozpoznania obiektu gdy jego fragmenty pokazywane są w krótkich odstępach czasu
Szacowanie długości (LE)	Umiejętność szacowania długości obiektów
Złudzenia percepcyjne (IL)	Umiejętność nieulegania złudzeniom optycznym
Zmiany percepcyjne (PN)	Zbliżenie czasów rozróżniania poszczególnych obiektów wizualnych
Obrazowanie (IM)	Zdolność do wyobrażania sobie żywych i realistycznych obrazów

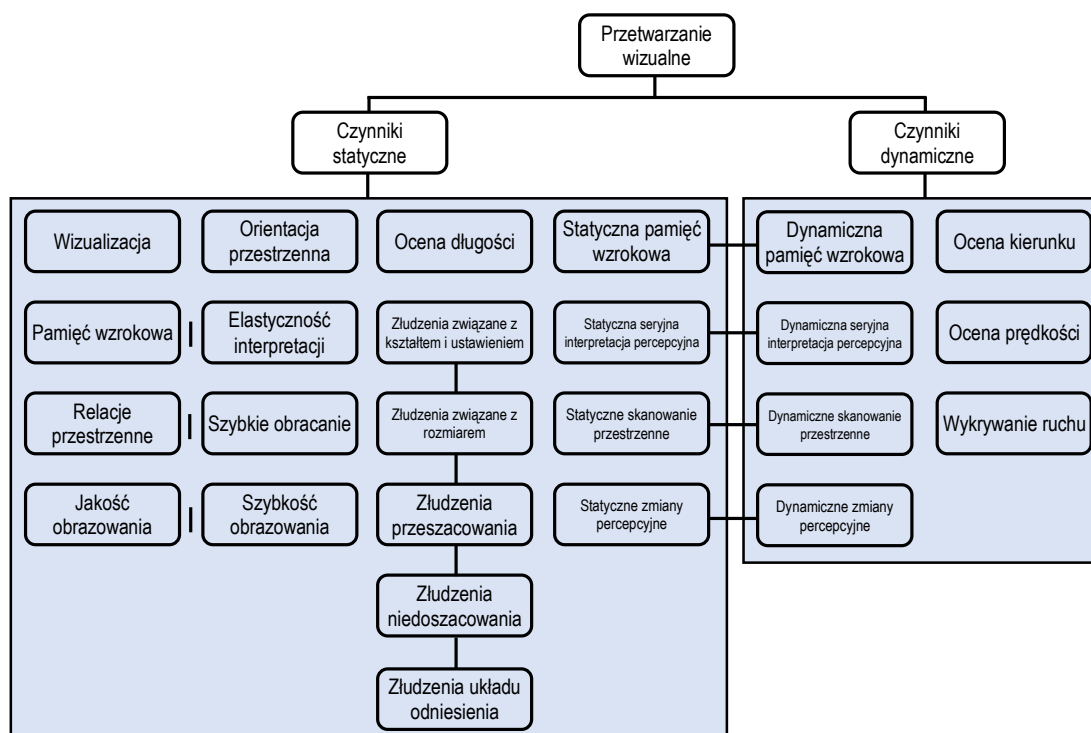
W ostatnich latach inni badacze przy analizowaniu wyobraźni przestrzennej zaczęli uwzględniać poruszające się obiekty i dynamiczne bodźce. Dodatkowo w Tabeli 2 zawarto

pozostałe podczynniki związane z przetwarzaniem wizualnym (Gv) rozpatrywane przez różnych badaczy a nieuwzględnione w teorii CHC; graficznie przedstawia je

Rysunek 2.

Tabela 2. Podczynniki nieuwzględnione w teorii CHC (Schneider i McGrew, 2012)

Podczynnik	Definicja
Relacje przestrzenne	Umiejętność rozwiązywania problemów poprzez operowanie w wyobraźni złożonymi obrazami bez ścisłego limitu czasowego
Orientacja przestrzenna	Umiejętność ustalenia ułożenia elementów desena, zdolność nie stracenia orientacji przy zmianie perspektywy patrzenia na deseń oraz możliwość określenia położenia obiektu względem siebie (McGee, 1979)
Jakość obrazowania	Umiejętność wyobrażania sobie obrazów , dodawania i/lub odejmowania szczegółów obrazu oraz obracania, zapamiętywania i przekształcania obrazu w określony sposób (Burton i Fogarty, 2003)
Szybkość obrazowania	Efektywność procesów związanych z generowaniem, zapamiętywaniem i przekształcaniem obrazów w wyobraźni (Burton i Fogarty, 2003)
Złudzenia związane z kształtem i ustawieniem	Umiejętność nieulegania obrazom których kształt, równoległość lub współliniowość mogą mylić, np. złudzeniem Poggendorffa, Wundta i Zollnera (Coren i in., 1976)
Złudzenia związane z rozmiarem	Umiejętność trafnej oceny obrazów, na których postrzeganie wpływa rozmiar otaczających je elementów, np. złudzeniom Delboeufa, Ebbinghausa, Jastrowa i Ponzo (Coren i in., 1976)
Złudzenia przeszacowania	Umiejętność nieulegania złudzeniom polegającym na przeszacowaniu długości obiektów liniowych, np. złudzeniom Mullera-Lyera lub Baldwina (Coren i in., 1976)
Złudzenia niedoszacowania	Umiejętność nieulegania złudzeniom polegającym na niedoszacowaniu długości obiektów liniowych, np. złudzeniu Oppel-Kundta (Coren i in., 1976)
Złudzenia układu odniesienia	Umiejętność nieulegania złudzeniom związanym z manipulacją układem odniesienia, takim jak złudzenie pręta i ramy (oryg. rod-and-frame illusion) (Coren i in., 1976)
Ocena kierunku	Umiejętność wykonywania zadań polegających na przewidywaniu kierunku ruchu (Colom i in., 2002)
Ocena prędkości	Umiejętność wykonywania zadań polegających na szacowaniu prędkości poruszających się obiektów (Colom i in., 2002)
Wykrywanie ruchu	Umiejętność wykrycia ledwo zauważalnego ruchu obiektu oraz określenia kierunku tego ruchu (Roff, 1953)
Dynamiczna pamięć wzrokowa	Umiejętność zapamiętania skomplikowanych poruszających się obrazów w krótkim czasie (poniżej 30 sekund)
Dynamiczna seryjna interpretacja percepcyjna	Umiejętność rozpoznania dynamicznego obiektu gdy jego fragmenty pokazywane są w krótkich odstępach czasu
Dynamiczne skanowanie przestrzenne	Umiejętność znalezienia drogi w zmieniającym się labiryncie lub polu pokrytym wieloma przeszkodami
Dynamiczne zmiany percepcyjne	Zbliżenie czasów rozróżniania poszczególnych dynamicznych obiektów wizualnych



Rysunek 2. Poszerzona struktura podczynników przetwarzania wizualnego (GV) (Buckley i in., 2019)

Wziąwszy pod uwagę charakter projektu SPACAR, opracowane materiały będą pozwalały wyćwiczyć umiejętności związane z czynnikami statycznymi. Potencjalne korzyści płynące z uczenia się wymieniono w Tabeli 3.

Tabela 3. Podczynniki których poprawę umożliwiają ćwiczenia projektu SPACAR

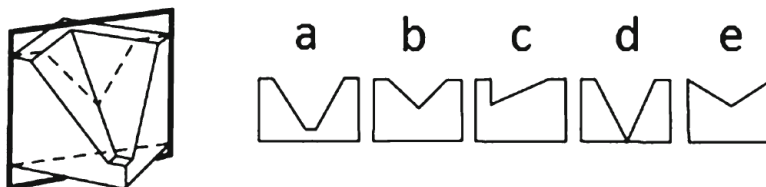
Podczynnik	Definicja
Wizualizacja	Zdolność do rozumienia skomplikowanych wzorów i wyobrażania sobie, jak mogą wyglądać po przekształceniu (np. obrócone, pomniejszone lub częściowo zakryte)
Szybkie obracanie	Umiejętność rozwiązywania problemów poprzez szybkie obracanie w wyobraźni prostymi obrazami
Czas interpretacji	Umiejętność szybkiej identyfikacji znanego i istotnego obiektu na podstawie niekompletnych (np. częściowych, przysłoniętych bądź odłączonych od całości) bodźców wizualnych bez wcześniejszej wiedzy jaki to konkretnie obiekt
Pamięć wzrokowa	Umiejętność zapamiętania skomplikowanych obrazów w krótkim czasie (poniżej 30 s)
Skanowanie przestrzenne	Umiejętność znalezienia drogi w labiryncie lub polu pokrytym wieloma przeszkodami
Relacje przestrzenne	Umiejętność rozwiązywania problemów poprzez operowanie w wyobraźni złożonymi obrazami bez ścisłego limitu czasowego
Orientacja przestrzenna	Umiejętność ustalenia ułożenia elementów desena, zdolność nie tracenia orientacji przy zmianie perspektywy patrzenia na deseń oraz możliwość określenia położenia obiektu względem siebie (McGee, 1979)
Jakość obrazowania	Umiejętność wyobrażania sobie obrazów, dodawania i/lub odejmowania szczegółów obrazu oraz obracania, zapamiętywania i przekształcania obrazu w określony sposób (Burton i Fogarty, 2003)
Szybkość obrazowania	Efektywność procesów związanych z generowaniem, zapamiętywaniem i przekształcaniem obrazów w wyobraźni (Burton i Fogarty, 2003)

3. Ocenianie umiejętności przestrzennych

Ocena zdolności związanych z orientacją i wyobraźnią przestrzenną jest prowadzona w postaci międzynarodowych testów, które w ciągu ostatnich 20 lat były szczegółowo analizowane (Nagy-Kondor, 2017). W niniejszym rozdziale opisane zostaną najczęściej używane metody badania rozwoju umiejętności przestrzennych wśród studentów kierunków inżynierskich (Marunić i Glażar, 2014).

3.1 Test Cięcia w Wyobraźni (Mental Cutting Test, MCT)

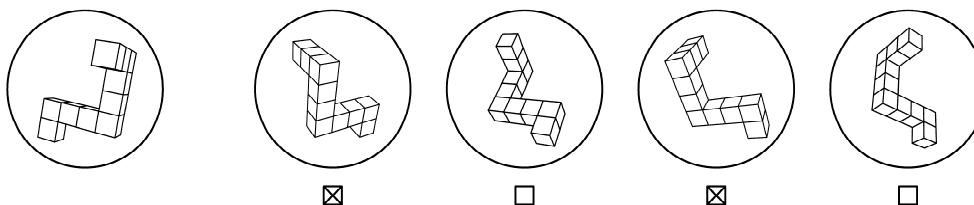
Standardowy MCT (CEEB, 1939) składa się z 25 pytań. W każdym z nich (przykład pokazuje Rysunek 3) jest przedstawiona bryła i płaszczyzna cięcia. Egzaminowany musi wybrać figurę odpowiadającą powstałemu przekrojowi. Niektóre bryły są dosyć nietypowe i czasem bardzo trudne jest znalezienie właściwego przekroju (Tsutsumi, 2004). Rozwiązanie testu zajmuje 20 minut, a wynik przedstawia się jako liczbę uzyskanych punktów na 25 możliwych.



Rysunek 3. Przykładowe pytanie z MCT

3.2 Test Obracania w Wyobraźni (Mental Rotation Test, MRT)

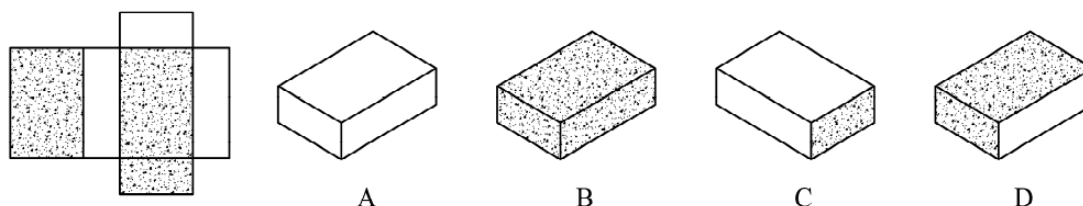
MRT (Vandenberg & Kuse, 1978) składa się z 20 pytań (przykład na Rysunek 4), podzielonych na dwa równe zestawy z limitem czasowym wynoszącym 3 minuty na zestaw. Każde pytanie zawiera pięć obiektów zbudowanych z sześciątów, w tym jednego wzorca i czterech odpowiedzi (dwóch poprawnych i dwóch błędnych). Poprawne odpowiedzi przedstawiają obiekt identyczny ze wzorcem, ale obrócony. Uczestnicy proszeni są o wskazanie ich. Za zaznaczenie dwóch poprawnych odpowiedzi dostaje się dwa punkty. Za jedną poprawną odpowiedź jest przyznawany jeden punkt. Za zaznaczenie w jednym pytaniu odpowiedzi poprawnej oraz błędnej bądź dwóch błędnych nie są przyznawane żadne punkty. Maksymalny wynik to 40 punktów.



Rysunek 4. Przykładowe pytanie z MRT

3.3 Test Umiejętności Rozróżniania: Relacje Przestrzenne (Differential Aptitude Test: Space Relations, DAT: SR)

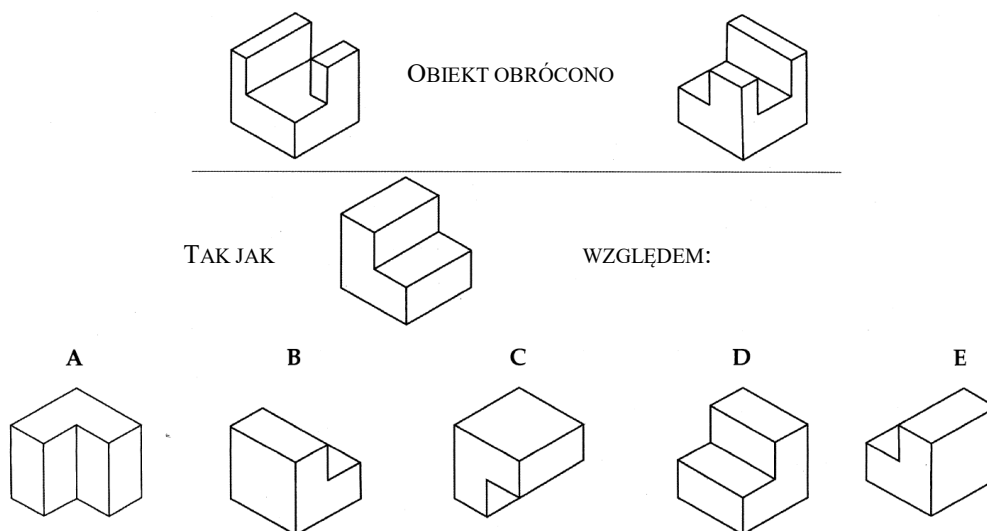
DAT:SR (Bennet i in., 1956) składa się z 50 pytań (przykład na Rysunek 5) i polega na wybraniu spośród czterech obiektów tego uzyskanego z zaprezentowanej obok siatki. Wypełnienie DAT:SR zajmuje 20 minut, a wynik to liczba punktów przy 50 możliwych do uzyskania.



Rysunek 5. Przykładowe pytanie z DAR:SR

3.4 Testy Wyobraźni Przestrzennej Purdue: Obracanie i ich ulepszona wersja (Purdue Spatial Visualization Tests: Rotations, PSVT: R)

PSVT: R (Guay, 1977) składa się z 30 pytań, a jego wypełnienie zajmuje 20 minut. Każde pytanie zawiera obrócony obiekt. Następnie przedstawione jest 5 obróconych wariantów innego obiektu. Egzaminowani mają wybrać odpowiedź, w której drugi obiekt jest obrócony w ten sam sposób, co pierwszy (przykład na Rysunek 6).

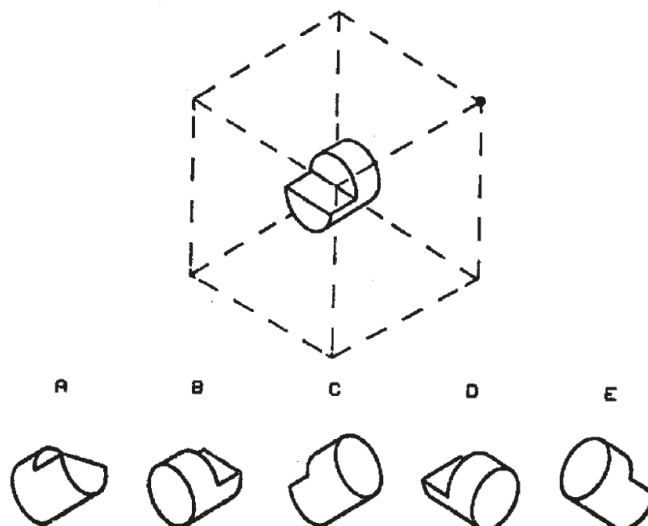


Rysunek 6. Przykładowe pytanie z PSVT:R

Ulepszony Test Wyobraźni Przestrzennej Purdue: Obracanie (Ulepszony PSVT:R) (Yoon, 2011) to unowocześniona wersja PSVT:R. Zawiera 2 pytania przykładowe i 30 pytań testowych, na które składa się 13 symetrycznych i 17 asymetrycznych rysunków izometrycznych brył trójwymiarowych. W nowej wersji rysunki przeskalowano, a pytania ułożono od najłatwiejszych do trudniejszych.

3.5 Testy Wyobraźni Przestrzennej Purdue: Wizualizacja (Purdue Spatial Visualization Tests: Visualization, PSVT: V)

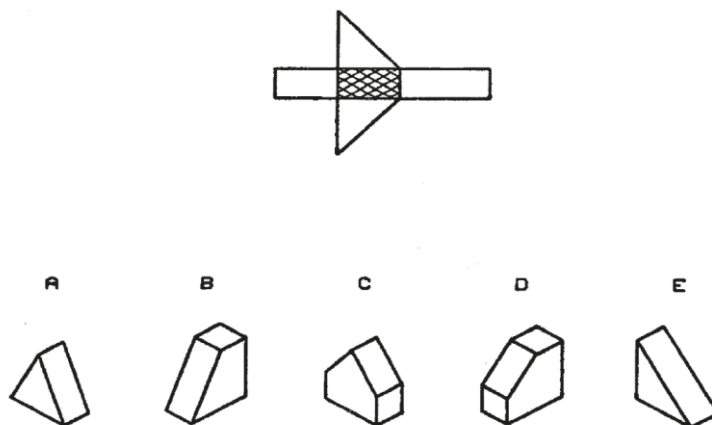
PSVT: V (Guay, 1977) składa się z 30 pytań. Uczestnicy proszeni są o wyobrażenie sobie widoku obiektu z zaznaczonego kropką miejsca. Do wyboru jest pięć odpowiedzi, z których tylko jedna jest poprawna.



Rysunek 7. Przykładowe pytanie z PSVT: V

3.6 Testy Wyobraźni Przestrzennej Purdue: Składanie (Purdue Spatial Visualization Tests: Development, PSVT: D)

PSVT: R (Guay, 1977) składa się z 30 pytań zawierających siatkę obiektu. Uczestnicy muszą spośród 5 odpowiedzi wybrać tę przedstawiającą widok aksonometryczny obiektu powstałego ze złożenia danej siatki. Tylko jedna odpowiedź jest poprawna.



Rysunek 8. Przykładowe pytanie z PSVT: D

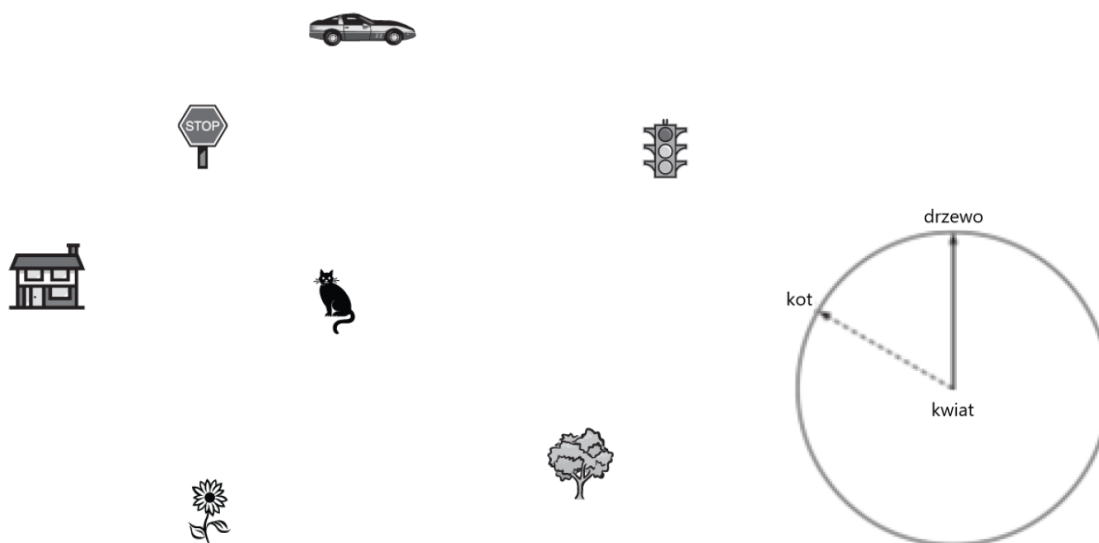
3.7 Test Orientacji Przestrzennej (Spatial Orientation Test, SOT)

Test Orientacji Przestrzennej (Hegarty i Waller, 2005) składa się z 12 pytań. Na górnej połowie kartki z zadaniem narysowane jest siedem obiektów (patrz Rysunek 9).

12

Uczestnicy proszeni są o wyobrażenie sobie, że znajdują się w miejscu położenia któregoś obiektu (punktu stacjonarnego) patrząc bezpośrednio na inny obiekt; następnie proszeni są o wskazanie w jakim kierunku znajduje się trzeci obiekt (cel). Uczestnicy udzielają odpowiedzi wykorzystując okrąg narysowany na dolnej połowie kartki. Na przykład gdy punktem stacjonarnym jest kwiat, kierunek patrzenia to drzewo, zaś celem jest kot, uczestnik powinien narysować linię przerywaną taką jak na Rysunek 9.

Wyniki określa się osobno dla każdego pytania mierząc w stopniach bezwzględne odchylenie linii nakreślonej przez uczestnika od dokładnego kierunku do celu. Wynik całkowity to średnie odchylenie uzyskane z wszystkich odpowiedzi.



Rysunek 9. Przykładowe pytanie z Testu Orientacji Przestrzennej

4. Ramy pedagogiczne

Charakterystyka zagadnień związanych z rysunkiem technicznym stwarza wiele możliwości tworzenia materiałów dydaktycznych pozwalających na trenowanie umiejętności przestrzennych. Jednym z głównych rodzajów ćwiczeń są te polegające na operacjach geometrycznych (rzut i przekrój) łączących model 3D z jego odwzorowaniem w 2D. Dobrymi ćwiczeniami są również transformacje geometryczne, takie jak obracanie i rysowanie lustrzanego odbicia obiektu. Niezłym sposobem jest też wykorzystanie CAD 3D, jako że proces modelowania wymaga umiejętności zidentyfikowania odpowiednich funkcji, które w połączeniu z operatorami logicznymi pozwalają uzyskać model 3D będący wiernym odwzorowaniem rzeczywistego obiektu.

W celu uporządkowania treści dydaktycznych przewiduje się zastosowanie taksonomii Blooma (Bloom i in., 1956) do zorganizowania działań szkoleniowych. Pomimo pojawienia się propozycji zrewidowania pracy Blooma (Krathwohl, 2002), to biorąc pod uwagę szerokie zastosowanie oryginalnej taksonomii i prace łączące ją z rysunkiem inżynierskim (Violante i in., 2020) w niniejszym dokumencie nie wprowadzi się do wspomnianej taksonomii zmian, tak jak przedstawiono w Tabeli 4.

Tabela 4. Struktura sfery poznawczej oryginalnej taksonomii Blooma

Poziomy	Podpoziomy
1. Wiedza	1.1 Znajomość specyfiki 1.11 Znajomość terminologii 1.12 Znajomość konkretnych faktów 1.2 Znajomość sposobów i metod postępowania 1.21 Znajomość konwencji 1.22 Znajomość trendów i następstw 1.23 Znajomość klasyfikacji i kategorii 1.24 Znajomość kryteriów 1.25 Znajomość metodologii 1.3 Znajomość pojęć ogólnych i abstrakcyjnych z danej dziedziny 1.31 Znajomość zasad i uogólnień 1.32 Znajomość teorii i struktur
2. Rozumienie	2.1 Tłumaczenie 2.2 Interpretacja 2.3 Wnioskowanie
3. Zastosowanie	
4. Analiza	4.1 Analiza elementów 4.2 Analiza relacji 4.3 Analiza zasad organizacyjnych
5. Synteza	5.1 Tworzenie unikalnej komunikacji 5.2 Tworzenie planu bądź proponowanie zestawów działań 5.3 Wyprowadzenie zbioru abstrakcyjnych relacji
6. Ewaluacja	6.1 Ocena w zakresie kryteriów wewnętrznych 6.2 Ocena w zakresie kryteriów zewnętrznych

Tabela 5. Taksonomia Blooma w inżynierskim rysunku technicznym (Violante i in., 2020)

Poziomy	Opis	Słowa kluczowe	Przykładowe pytania dotyczące rzutowania prostokątnego
1. Wiedza	Wydodrębnianie z pamięci wcześniej wyuczonego materiału poprzez przypominanie faktów, procedur, podstawowych pojęć i konceptów	cytowanie, definiowanie, identyfikowanie, oznaczanie, wymienianie, dopasowywanie, nazywanie, rozpoznawanie, odtwarzanie, wybieranie, określanie	<ol style="list-style-type: none"> 1. Wypisać nazwy poszczególnych widoków na rysunku 2. Wymienić główne rodzaje rzutów 3. Dopasować symbol do odpowiedniego rodzaju rzutowania
2. Rozumienie	Zrozumienie zastosowań i implikacji danych (pojęć, faktów, metod, procedur, koncepcji)	klasyfikowanie, konwertowanie, opisywanie, rozróżnianie, wyjaśnianie, rozszerzanie, podawanie przykładów, ilustrowanie, interpretowanie, parafrazowanie, podsumowywanie, tłumaczenie	<ol style="list-style-type: none"> 1. W rzutowaniu prostokątnym widok z lewej strony jest umieszczony: (a) nad widokiem z przodu (b) po prawej stronie widoku od przodu (c) nad widokiem z góry (d) poniżej widoku od góry 2. W której metodzie rzutowania nie wykorzystuje się płaszczyzn prostopadłych do rzutni: (a) izometrii (b) rzucie prostokątnym (c) dimetrii (d) aksonometrii?
3. Zastosowanie	Wykorzystanie strategii, konceptów, zasad i teorii w konkretnych sytuacjach. Rozwiązywanie problemów	stosowanie, organizowanie, obliczanie, wykonywanie, konstruowanie, demonstrowanie, odkrywanie, wykonywanie, wdrażanie, modyfikowanie, obsługiwane, przewidywanie, przygotowywanie, produkowanie, wiązanie, pokazywanie, rozwiązywanie, używanie	<ol style="list-style-type: none"> 1. Brakujący widok zaznaczono okręgiem. Wybrać pasujący widok z podanych 2. Dla każdego przykładu dopasować widok poglądowy obiektu pozwalający uzyskać pokazane rzuty prostokątne
4. Analiza	Podział informacji na części w celu badania zależności	analizowanie, kojarzenie, określanie, tworzenie, diagramy, rozróżnianie, porównywanie, oszacowanie, wnioskowanie, uporządkowanie, zarysowywanie, wskazywanie, oddzielanie, podział	<ol style="list-style-type: none"> 1. Porównać ze sobą dwie wybrane metody rzutowania
5. Synteza	Zestawianie wszystkich informacji w innowacyjny sposób poprzez łączenie elementów w nowe struktury lub proponowanie alternatywnych rozwiązań	łączenie, kompilowanie, komponowanie, konstruowanie, tworzenie, projektowanie, rozwijanie, obmyślanie, formułowanie, integrowanie, wymyślanie, modyfikowanie, organizowanie, planowanie, produkowanie, proponowanie, przedstawianie, reorganizowanie, poprawianie, przepisywanie	<ol style="list-style-type: none"> 1. Określić odpowiednią liczbę widoków potrzebnych do pełnego odwzorowania obiektu metodą rzutowania prostokątnego
6. Ewaluacja	Ocenianie pomysłów i metod opracowując i stosując standardy i kryteria	ocenie, sprawdzanie, podsumowywanie, kontrastowanie, krytykowanie, stawianie hipotez, osądzanie, uzasadnianie, wspieranie, testowanie	<ol style="list-style-type: none"> 1. Określić czy przedstawione rzuty zostały wykonane poprawnie

W rozdziale 2 niniejszego opracowania przetwarzanie wizualne (Gv) określono jako wyobrażanie sobie obrazów (często w połączeniu z obrazami obecnie widzianymi) w celu rozwiązywania problemów. Celem projektu SPACAR jest opracowanie serii ćwiczeń umysłowych, które mają na celu sprowokowanie wykorzystania wyobraźni do rozwiązywania problemów związanych z dziedziną grafiki inżynierskiej. Aby pomóc w opracowaniu tych ćwiczeń, w

Tabela 5 podano kilka przykładów w kontekście rysunku technicznego, które pozwolą zrozumieć hierarchię poziomów taksonomii Blooma. Wybór ćwiczeń zgodnie z przypisanym im poziomem wg Blooma pozwoli nauczycielom na dostosowanie ich do różnych zastosowań i poziomów kształcenia. Rolą rzeczywistości rozszerzonej będzie zapewnienie zarówno pomocy w zrozumieniu ćwiczenia (danych wejściowych), jak i rozwiązania lub kroków potrzebnych do jego uzyskania (danych wyjściowych).

4.1 Zasady opracowywania i wdrażania

Rezultat pracy intelektualnej projektu (ćwiczeń) będzie zgodny z następującymi zasadami:

1. Głównym celem ćwiczeń jest doskonalenie umiejętności przestrzennych u studentów korzystających z opracowanych zasobów.
2. Ćwiczenia będą operowały na poziomach Blooma od 2 do 6 i będą przekazywane uczniom zgodnie z ich wcześniejszą wiedzą.
3. Ćwiczenia będą miały stopniowany poziom trudności. Dla każdego poziomu Blooma opracowane zostaną zestawy ćwiczeń o rosnącym stopniu skomplikowania. Do pomiaru poziomu trudności należy zastosować obiektywną podstawę, np. stopień złożoności geometrii w danym ćwiczeniu.
4. Ćwiczenia będą przekazywane uczniom po kolei, począwszy od poziomu 2 wg Blooma, a skończywszy na poziomie 6.
5. W miarę możliwości w zadaniach powinny być uwzględniane ćwiczenia polegające na szkicowaniu, ponieważ one także przyczyniają się do rozwoju zdolności przestrzennych (Mohler i Miller, 2008).
6. W żadnym z ćwiczeń nie należy umieszczać zadań z testów umiejętności przestrzennych wykorzystanych w badaniu walidacyjnym opisanym w rozdziale 6 niniejszego dokumentu.

4.2 Klasyfikacja ćwiczeń

Aby pomóc uczestnikom projektu w opracowaniu rezultatów pracy intelektualnej, w niniejszej części podano kilka przykładów aktywności uporządkowanych według poziomu w taksonomii Blooma. Poniższa lista nie jest ostateczna i może zostać rozszerzona w kolejnych wersjach tego dokumentu.

Poziom „rozumienie” (2)

Przykładowe ćwiczenia powiązane z tym poziomem:

- Identyfikacja powierzchni i wierzchołków w widoku aksonometrycznym i rzucie prostokątnym zadanego trójwymiarowego obiektu wirtualnego.
- Identyfikacja rzutów prostokątnych odpowiadających wirtualnemu modelowi trójwymiarowemu.
- Określenie geometrii bryły obrotowej na podstawie podanych: przekroju, osi i kątów.
- Określenie wyniku operacji logicznej zastosowanej do kilku obiektów.
- Szkicowanie izometryczne obiektów o strukturze blokowej zdefiniowanych poprzez kodyfikację (Connolly i in., 2009).

Poziom „zastosowanie” (3)

Przykładowe ćwiczenia powiązane z tym poziomem:

- Tworzenie rzutów prostokątnych (z zaznaczeniem widoczności linii lub bez zaznaczenia) na bazie perspektywy - obiekty o rosnącym poziomie trudności: oparte na bryłach, pojedynczych i podwójnych płaszczyznach pochyłych, powierzchniach obrotowych.
- Identyfikacja obróconych obiektów.
- Określanie i szkicowanie lustrzanego odbicia obiektu.

Poziom „analiza” (4)

Przykładowe ćwiczenia powiązane z tym poziomem:

- Identyfikacja i numeracja części na instrukcji rysunkowej.
- Identyfikacja graniastosłupów używanych jako elementy konstrukcyjne.
- Określanie rozwoju przedmiotów.

Poziom „synteza” (5)

Przykładowe ćwiczenia powiązane z tym poziomem:

- Określanie kroków konstrukcyjnej geometrii brył (constructive solid geometry, CSG) w celu zbudowania modelu 3D.
- Tworzenie perspektyw na podstawie rzutów prostokątnych.
- Czytanie map topograficznych.
- Identyfikacja obiektu na podstawie jego rozwoju.
- Tworzenie modelu BIM projektu budowlanego lub infrastrukturalnego z wykorzystaniem rysunków jako danych wejściowych.

Poziom „ewaluacja” (6)

Przykładowe ćwiczenia powiązane z tym poziomem:

- Zgodność części konstrukcji w widokach rozsuniętych.
- Możliwość reprezentacji modelu za pomocą drzewka CSG.
- Ocena poprawności liczby i wyglądu cięć, przekrojów i widoków w celu zdefiniowania obiektu.

4.3 Dostosowanie do proponowanej struktury rezultatów pracy intelektualnej

Rezultaty pracy intelektualnej w projekcie SPACAR podzielone są na pięć głównych bloków:

- O1: Przycinanie brył płaszczyznami.
- O2: Wzajemne przycinanie się brył.
- O3: Rzuty ortogonalne.
- O4: Konstruowanie elementów maszyn.
- O5: Rysunek architektoniczny i budowlany.

Każdy z pięciu bloków stwarza wiele okazji do zastosowania różnych typów ćwiczeń wymienionych w punkcie 4.2. Ze względu na większą złożoność tematów poruszanych w blokach O3, O4 i O5, ten typ zadań może być realizowany na wszystkich poziomach taksonomii Blooma.

5. Forma ćwiczeń

Każde ćwiczenie powinno zawierać przynajmniej poniższe informacje:

- Oznaczenie rezultatu pracy intelektualnej.
- Oznaczenie/numer ćwiczenia.
- Tytuł.
- Opis.
- Załączone pliki.
- Rezultat.
- Wiedzę wymaganą do rozwiązania ćwiczenia.
- Opis zawartości w rozszerzonej rzeczywistości.

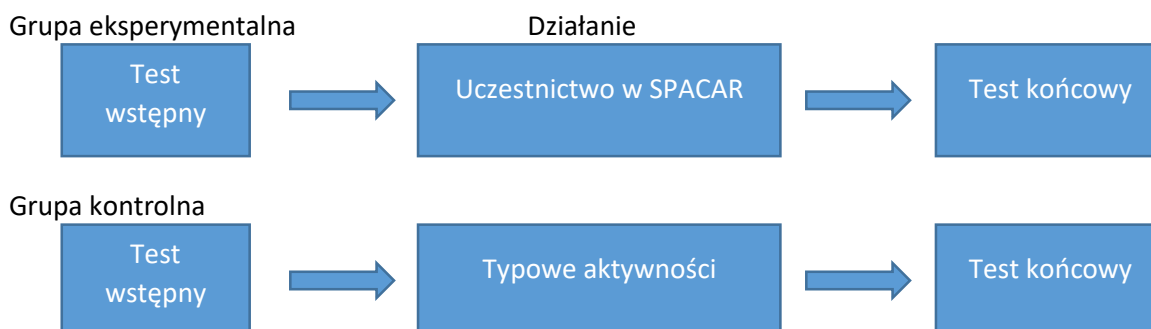
Obiekty 3D mające być wyświetlane z wykorzystaniem rzeczywistości rozszerzonej powinny być w formatach FBX lub OBJ. W programie Word opracowany został szablon ćwiczenia. Przykładowe ćwiczenie opracowane z wykorzystaniem szablonu przedstawiono w załączniku 1.

6. Ramy walidacji

Aby ocenić skuteczność osiągnięcia rezultatów pracy intelektualnej w projekcie, zaleca się zastosowanie metody quasi-eksperymentalnej (Campbell i Stanley, 2015) ze względu na problematyczność losowego przydzielania uczestników (uczniów) do grupy eksperymentalnej lub kontrolnej. Studentów do badania eksperymentalnego mogłyby dostarczyć niektóre uczelnie i szkoły branżowe uczestniczące w projekcie SPACAR lub inne ośrodki uwzględnione w działaniach upowszechniających projektu.

Na Rysunek 10 przedstawiono schemat blokowy eksperymentu. Jeśli chodzi o testy wstępne i końcowe, to wzięwszy pod uwagę sprawdziany najczęściej stosowane w dotychczasowych badaniach łączących rozwój zdolności przestrzennych z wykształceniem inżynierskim, zaleca się stosowanie następujących:

- Ulepszony Test Wyobraźni Przestrzennej Purdue: Obracanie (Ulepszony PSVT: R).
- Test Umiejętności Rozróżniania: Relacje Przestrzenne (DAT: SR).
- Test Orientacji Przestrzennej (SOT).



Rysunek 10. Schemat eksperymentu

Aby przeanalizować wpływ projektu SPACAR na motywację uczniów, zaleca się przeprowadzenie Ankiety Motywacji do Materiałów Instruktażowych (Instructional Materials Motivation Survey - IMMS) w tym samym czasie, co testy końcowe. IMMS jest oparty na modelu ARCS (Attention, Relevance, Confidence and Satisfaction - Uwaga, Trafność, Pewność i Satysfakcja) (Keller, 2010). IMMS składa się z 36 pozycji. Podskale Trafność i Pewność mają po 9 pozycji, podskala Satysfakcja ma 6 pozycji, a podskala Uwaga ma 12 pozycji. Zarówno grupa eksperymentalna, jak i kontrolna otrzymają do wypełnienia formularz IMMS.

Aby poznać opinie uczniów na temat aplikacji rzeczywistości rozszerzonej (w grupie eksperymentalnej), zaleca się zastosowanie Skali Użyteczności Mobilnej Rzeczywistości Rozszerzonej (Handheld Augmented Reality Usability Scale, HARUS) (Santos i in., 2015).

Dane uzyskane podczas badań walidacyjnych poprawią rozpoznawalność i zakres wpływu projektu SPACAR, zapewniając dodatkowy sposób upowszechniania efektów projektu w czasopiśmie i na konferencjach naukowych.

7. Bibliografia

- Adanez, G. P., & Velasco, A. D. (2002). Predicting academic success of engineering students in technical drawing from visualization test scores. *Journal of Geometry and Graphics*, 6(1), 99–109.
- Arafeh, S., & Levin, D. (2003). The digital disconnect: The widening gap between internet-savvy students and their schools. *Society for Information Technology & Teacher Education International Conference*, 1002–1007.
- Bennet, G. K., Seashore, H. G., & Wesman, A. G. (1956). The differential aptitude tests: An overview. *The Personnel and Guidance Journal*, 35(2), 81–91.
<https://doi.org/10.1002/j.2164-4918.1956.tb01710.x>
- Bloom, B. S., Engelhart, M. D., Furst, E. J., Walker, H. H., & Krathwohl, D. R. (1956). Taxonomy of educational objectives. Vol. 1: Cognitive domain. In *New York: McKay*.
- Buckley, J., Seery, N., & Canty, D. (2019). Spatial cognition in engineering education: developing a spatial ability framework to support the translation of theory into practice. *European Journal of Engineering Education*, 44(1–2), 164–178.
<https://doi.org/10.1080/03043797.2017.1327944>
- Burton, L. J., & Fogarty, G. J. (2003). The factor structure of visual imagery and spatial abilities. *Intelligence*, 31(3), 289–318.
- Campbell, D. T., & Stanley, J. C. (2015). *Experimental and quasi-experimental designs for research*. Ravenio Books.
- CEEB. (1939). *Special Aptitude Test in Spatial Relations*. College Entrance Examination Board New York.
- Chen, Y.-C., Chi, H.-L., Hung, W.-H., & Kang, S.-C. (2011). Use of tangible and augmented reality models in engineering graphics courses. *Journal of Professional Issues in Engineering Education & Practice*, 137(4), 267–276.
- Colom, R., Contreras, M., Botella, J., & Santacreu, J. (2002). Vehicles of spatial ability. *Personality and Individual Differences*, 32(5), 903–912.
- Connolly, P., Harris, L. V. A., & Sadowski, M. (2009). Measuring and enhancing spatial visualization in engineering technology students. *ASEE Annual Conference and Exposition, Conference Proceedings*. <https://peer.asee.org/4712>
- Coren, S., Girgus, J. S., Erlichman, H., & Hakstian, A. R. (1976). An empirical taxonomy of visual illusions. *Perception & Psychophysics*, 20(2), 129–137.
- Guay, R. B. (1977). Purdue spatial visualization test-visualization of rotations. W. Lafayette, IN. *Purdue Research Foundation*.
- Hegarty, M., & Waller, D. (2005). Individual differences in spatial abilities. *The Cambridge Handbook of Visuospatial Thinking*, 121–169.
- Keller, J. M. (2010). *Motivational Design for Learning and Performance*. 21–42.
<https://doi.org/10.1007/978-1-4419-1250-3>
- Kolb, D. A. (2014). *Experiential learning: Experience as the source of learning and development*. FT press.
- Krathwohl, D. R. (2002). A revision of Bloom's taxonomy: An overview. *Theory into Practice*, 41(4), 212–218.
- Linn, M. C., & Petersen, A. C. (1985). Emergence and characterization of sex differences in spatial ability: A meta-analysis. *Child Development*, 1479–1498.

- Lohman, D. F., & Kyllonen, P. C. (1983). Individual differences in solution strategy on spatial tasks. *Individual Differences in Cognition, 1*, 105–135.
- Martín-Gutiérrez, J., Contero, M., & Alcañiz, M. (2010). Intelligent Tutoring Systems. In V. Alevén, J. Kay, & J. Mostow (Eds.), *Lecture Notes in Computer Science (including subseries Lecture Notes in Artificial Intelligence and Lecture Notes in Bioinformatics)* (Vol. 6094, Issue PART 1, pp. 296–306). Springer Berlin Heidelberg. <https://doi.org/10.1007/978-3-642-13388-6>
- Marunić, G., & Glažar, V. (2014). Improvement and assessment of spatial ability in engineering education. *Engineering Review. University of Rijeka, 34*(2), 139–150.
- McGee, M. G. (1979). Human spatial abilities: Psychometric studies and environmental, genetic, hormonal, and neurological influences. *Psychological Bulletin, 86*(5), 889.
- Metz, S. S., Donohue, S., & Moore, C. (2012). Spatial skills: A focus on gender and engineering. *International Journal of Science Education, 31*, 3.
- Millar, S. B. (2003). Effecting faculty change by starting with effective faculty: Characteristics of successful STEM education innovators. *National Research Council, Improving Undergraduate Instruction in Science, Technology, Engineering, and Mathematics: Report of a Workshop*, 101–117.
- Mohler, J. L., & Miller, C. L. (2008). Improving spatial ability with mentored sketching. *The Engineering Design Graphics Journal, 72*(winter), 19–27.
- Nagy-Kondor, R. (2017). Spatial Ability: Measurement and Development. In M. S. Khine (Ed.), *Visual-spatial Ability in STEM Education: Transforming Research into Practice* (pp. 35–58). Springer International Publishing. https://doi.org/10.1007/978-3-319-44385-0_3
- Newcombe, N. S., Weisberg, S. M., Atit, K., Jacovina, M. E., Ormand, C. J., & Shipley, T. F. (2015). The Lay of the Land: Sensing and Representing Topography. *Baltic International Yearbook of Cognition, Logic and Communication, 10*, 1–57. <https://doi.org/10.4148/1944-3676.1099>
- Olkun, S. (2003). Making connections: Improving spatial abilities with engineering drawing activities. *International Journal of Mathematics Teaching and Learning, 3*(1), 1–10.
- Pellegrino, J. W., Alderton, D. L., & Shute, V. J. (1984). Understanding spatial ability. *Educational Psychologist, 19*(4), 239–253.
- Roff, M. (1953). *A factorial study of tests in the perceptual area* (Issue 8). Psychometric Society.
- Santos, M. E. C., Polvi, J., Taketomi, T., Yamamoto, G., Sandor, C., & Kato, H. (2015). Toward standard usability questionnaires for handheld augmented reality. *IEEE Computer Graphics and Applications, 35*(5), 66–75.
- Schneider, W. J., & McGrew, K. S. (2012). The Cattell–Horn–Carroll model of intelligence. In D. P. Flanagan & P. L. Harrison (Eds.), *Contemporary intellectual assessment* (3rd., pp. 99–144). Guilford Press.
- Sorby, S. A. (1990). Developing 3-D Spatial Visualization Skills. *Engineering Design Graphics Journal, 63*(2), 21–32.
- Terenzini, P. T., & Pascareua, E. T. (1994). Living with myths: Undergraduate education in America. *Change: The Magazine of Higher Learning, 26*(1), 28–32.

- Thurstone, L. L. (1938). *Primary mental abilities* (Vol. 119). University of Chicago Press Chicago.
- Tsutsumi, E. (2004). A Mental Cutting Test using drawings of intersections. *Journal for Geometry and Graphics*, 8(1), 117–126.
- Vandenberg, S. G., & Kuse, A. R. (1978). Mental rotations, a group test of three-dimensional spatial visualization. *Perceptual and Motor Skills*, 47(2), 599–604.
- Violante, M. G., Moos, S., & Vezzetti, E. (2020). A methodology for supporting the design of a learning outcomes-based formative assessment: the engineering drawing case study. *European Journal of Engineering Education*, 45(2), 305–327. <https://doi.org/10.1080/03043797.2019.1622653>
- Wai, J., Lubinski, D., & Benbow, C. P. (2009). Spatial ability for STEM domains: Aligning over 50 years of cumulative psychological knowledge solidifies its importance. *Journal of Educational Psychology*, 101(4), 817.
- Xiao, Z., Wauck, H., Peng, Z., Ren, H., Zhang, L., Zuo, S., Yao, Y., & Fu, W. T. (2018). Cubicle: An adaptive educational gaming platform for training spatial visualization skills. *International Conference on Intelligent User Interfaces, Proceedings IUI*, 91–101. <https://doi.org/10.1145/3172944.3172954>
- Yoon, S. Y. (2011). *Psychometric properties of the revised Purdue spatial visualization tests: visualization of rotations (The Revised PSVT: R)*. (Doctoral dissertation). Available from ProQuest Dissertations & Theses Global database. (UMI No. 3480934).

Załącznik 1. Przykłady ćwiczeń

Przykładowe ćwiczenie nr 1

Rezultat pracy intelektualnej: 5-Rysunek architektoniczny i budowlany

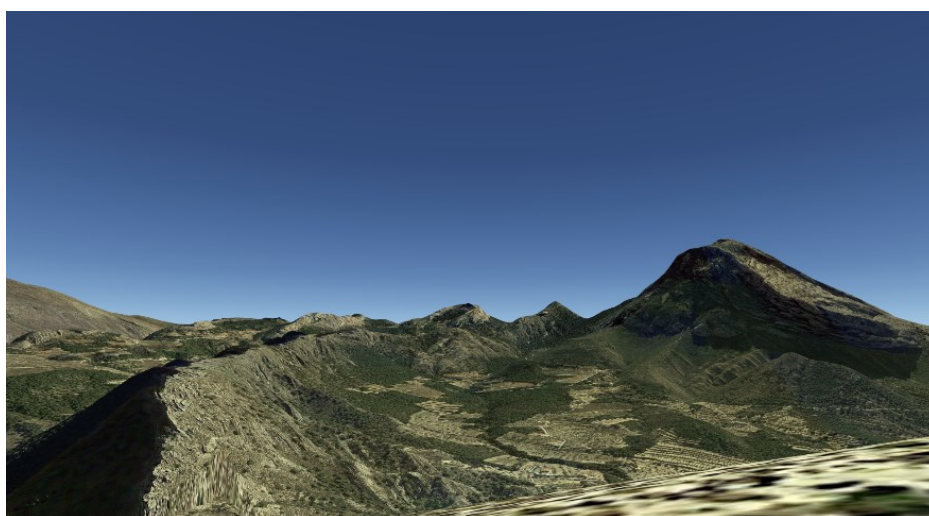
Numer zadania: 11

Tytuł: Znajdowanie punktu widzenia na mapie topograficznej.

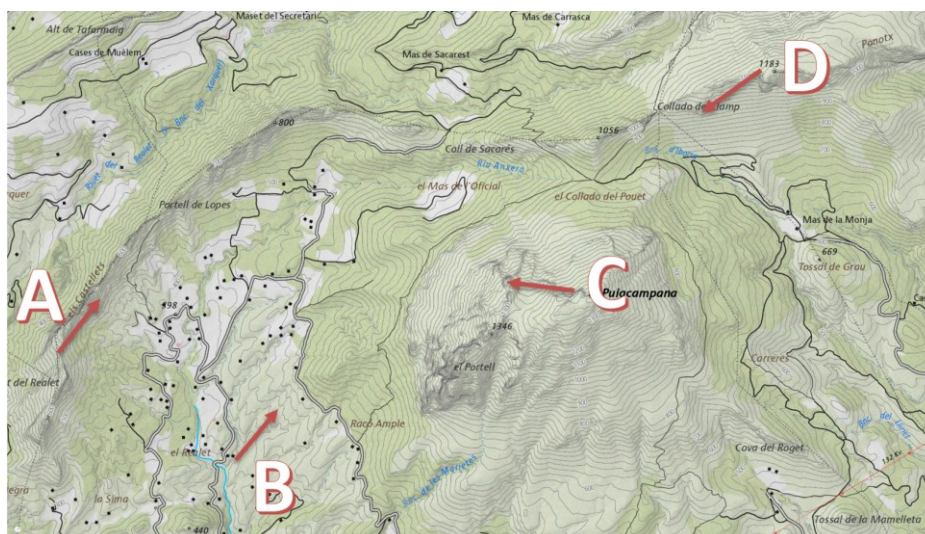
Opis: Proszę wyobrazić sobie, że stoi się na górze i widzi obraz przedstawiony na zdjęciu. Następnie określić położenie punktu patrzenia na załączonej mapie topograficznej. Wybrać literę odpowiadającą znalezionemu miejscu.

Załączone pliki:

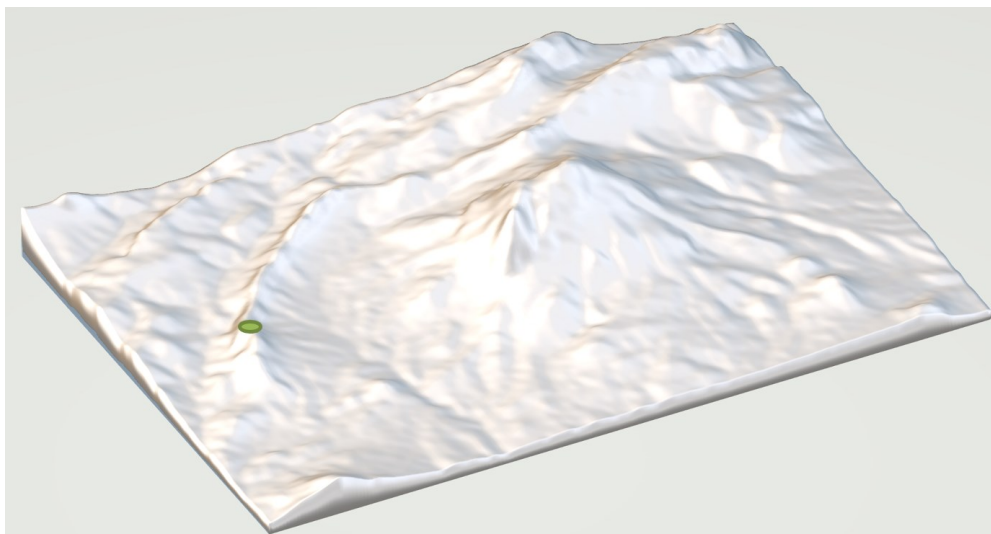
IO5-11-a.png: Widok na krajobraz górski.



IO5-11-b.png: Mapa topograficzna.



IO5-11-c.fbx: Cyfrowy model rzeźby terenu odpowiadający obszarowi przedstawionemu na mapie. Prawidłową odpowiedź zaznaczono zielonym punktem.



Rezultat: Poprawną odpowiedzią jest A. Punkt ten jest zaznaczony na zielono na modelu trójwymiarowym.

Zawartość w rozszerzonej rzeczywistości: Model 3D terenu z rozwiązaniem zadania.

Wymagana wiedza: Umiejętność czytania map topograficznych.

Przykładowe ćwiczenie nr 2

Tytuł: Dom pani Farnsworth

Opis: Dom pani Farnsworth, zaprojektowany i zbudowany między 1946 a 1951 przez architekta Miesa van der Rohe'a jest powszechnie uznawany za prawdziwe dzieło architektury. Mieści się w Plano w stanie Illinois, ok. 95 kilometrów na południowy zachód od Chicago. Proszę utworzyć model 3D szkieletu budynku korzystając z projektu dostępnego za darmo na stronie Biblioteki Kongresu: <https://www.loc.gov/resource/hhh.il0323.sheet>

Załączone pliki:

IO5-20-a.png: Zdjęcie budynku wykonane przez V. Grigas (Photographer, 2013)



IO5-20-b.fbx: Trójwymiarowy model 3D szkieletu



Rezultat: Trójwymiarowy model szkieletu budynku.

Zawartość w rozszerzonej rzeczywistości: Rezultat ćwiczenia (model szkieletu budynku).

Wymagana wiedza: Znajomość rysunku technicznego i modelowania 3D.

Przykładowe ćwiczenie nr 3

Rezultat pracy intelektualnej: 5-Rysunek architektoniczny i budowlany

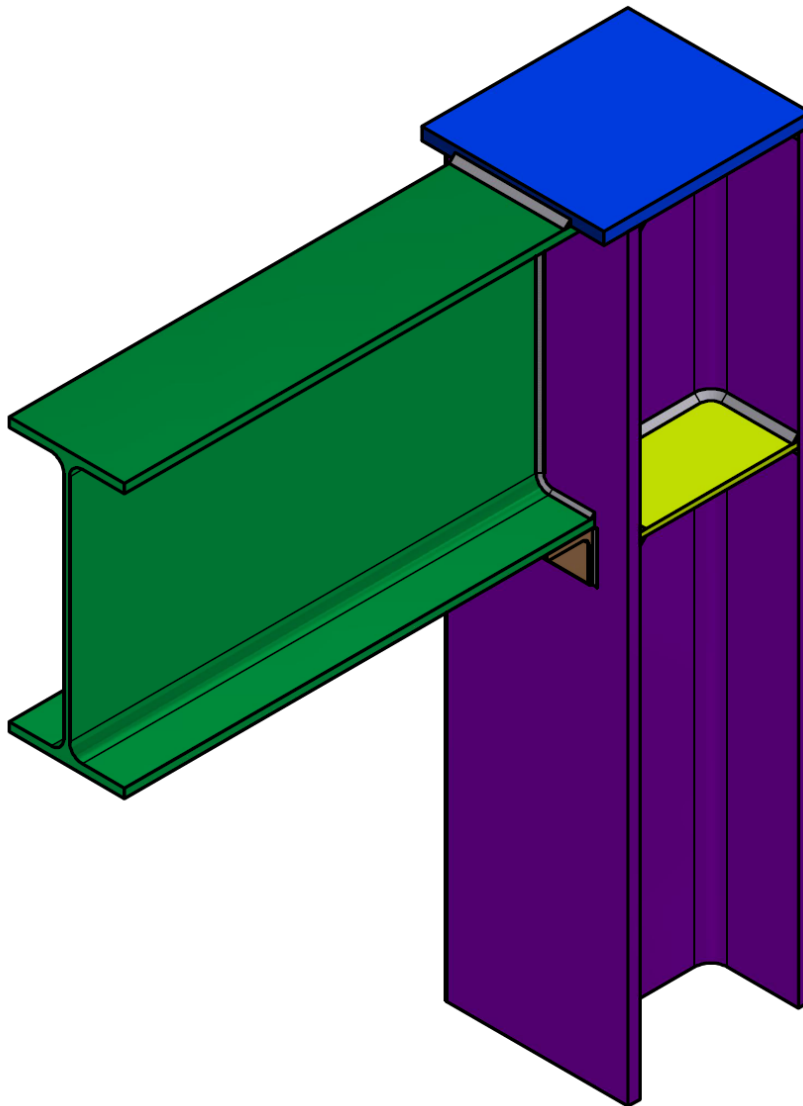
Numer zadania: 7

Tytuł: Konstrukcje metalowe. Połączenie półsztatowe belki IPE ze słupem HEB na ostatniej kondygnacji

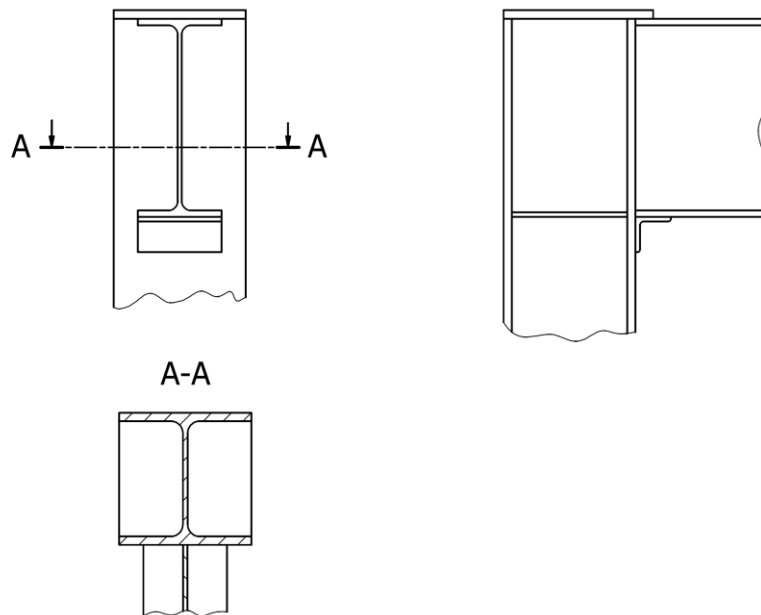
Opis: Wykorzystując model 3D dodać oznaczenia spoin na rysunkach przedstawiających połączenie. Grubość wszystkich spoin założyć jako 10 mm; wszystkie spoiny są pachwinowe. Wszystkie spoiny poza tymi łączącymi podpierający kątownik z belką wykonywane są na placu budowy.

Załączone pliki:

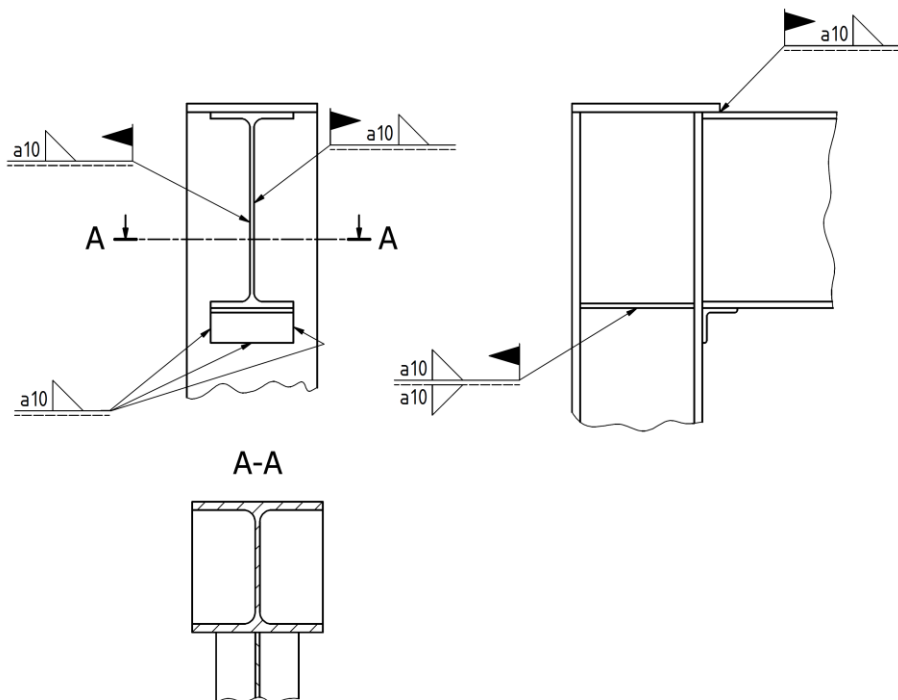
IO5-07-a.fbx: Model 3D połączenia.



IO5-07-b.png: Rysunki przedstawiające połączenie.



IO5-07-c.png: Rysunek z rozwiązaniami.



Rezultat: Zaprezentowany w IO5-07-c.png.

Zawartość w rozszerzonej rzeczywistości: Model 3D połączenia.

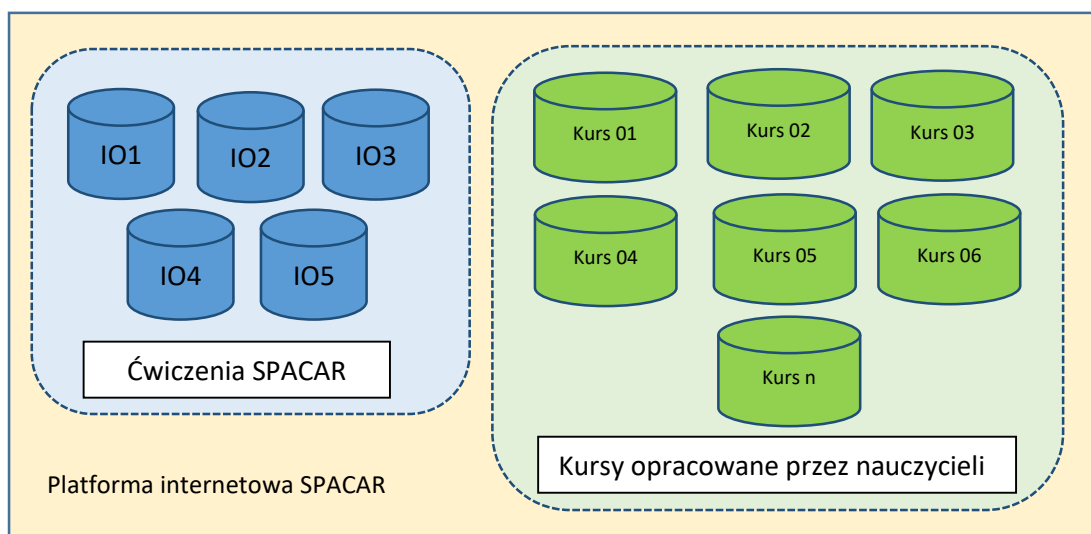
Wymagana wiedza: Oznaczanie połączeń spawanych na rysunku technicznym.



Załącznik 2. Przewodnik zastosowania platformy i aplikacji SPACAR

A2.1 Opis platformy

W ramach projektu SPACAR opracowano platformę internetową służącą do zarządzania kursami przez nauczycieli i partnerów projektu. Do zawartość kursów można mieć dostęp za pośrednictwem aplikacji mobilnej, która pozwala wizualizować różne rodzaje plików. Modele 3D mogą być wizualizowane w rzeczywistości rozszerzonej. W niektórych przypadkach wspomniane modele 3D są wykorzystywane jako dane wejściowe do ćwiczeń. W innych przypadkach są one wykorzystywane do prezentacji rozwiązania problemu. Platforma internetowa dostępna jest pod adresem: <https://admin-spac-ar.azurewebsites.net>

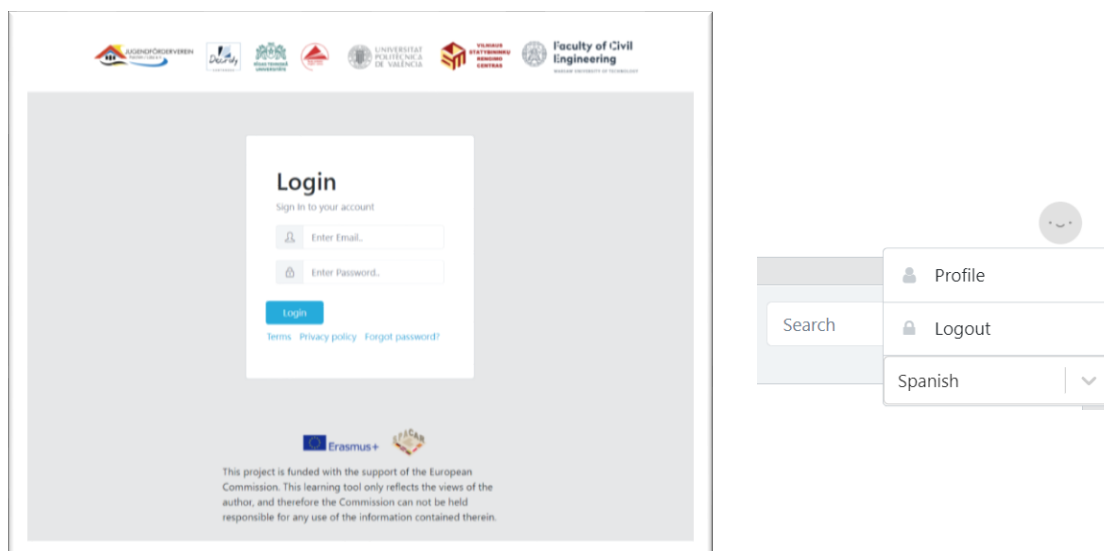


Rysunek 11. Zarządzanie kursami poprzez platformę internetową

Rezultaty pracy intelektualnej (Intellectual Outputs, IO) w projekcie SPACAR przyjmują formę zestawu ćwiczeń podzielonych na pięć grup według rezultatu (IO):

- IO1: 1. Przycinanie brył płaszczyznami.
- IO2: 2. Wzajemne przecinanie się brył.
- IO3: 3. Rzuty ortogonalne.
- IO4: 4. Konstruowanie elementów maszyn.
- IO5: 5. Rysunek architektoniczny i budowlany.

Platforma internetowa SPACAR (ekran logowania przedstawiono na Rysunek 12) daje nauczycielom posiadającym odpowiednie uprawnienia możliwość tworzenia własnych kursów. Jako kurs rozumiany jest zbiór ćwiczeń. Ćwiczenia te mogą być skopiowane z IO opracowanych przez partnerów projektu SPACAR. Mogą też być tworzone od podstaw, jeśli nauczyciele chcą je tak opracować, aby lepiej dostosować je do celów nauczania w danym kursie. Język interfejsu platformy internetowej można wybrać za pomocą ikony, która pojawia się w prawej górnej części ekranu (przedstawionego na Rysunek 13). Otwiera ona menu pokazane po prawej stronie Rysunek 12.

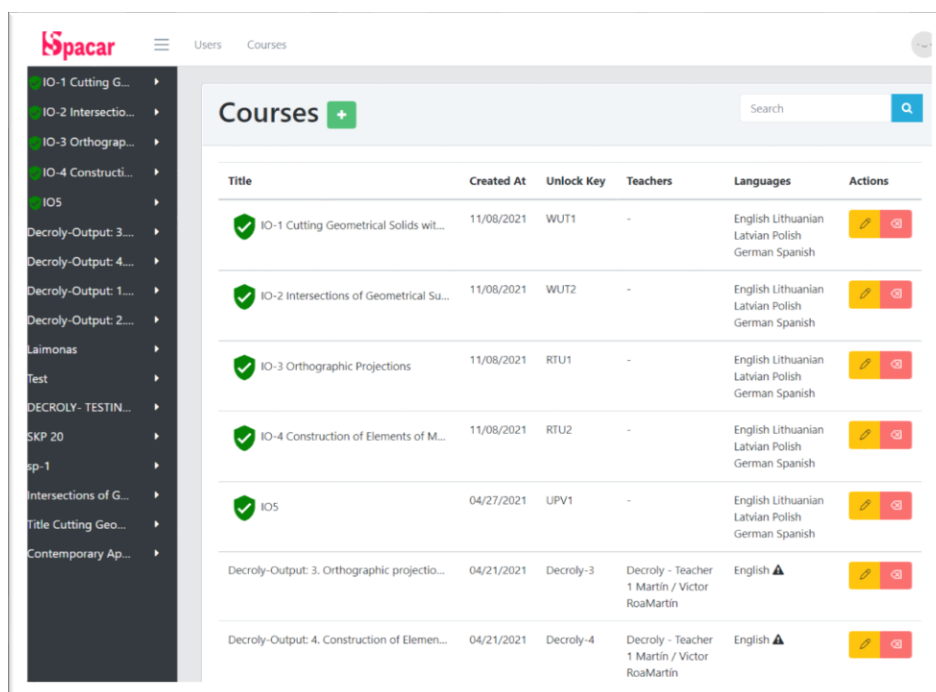


Rysunek 12. Ekran logowania oraz menu wyboru języka

A2.2 Zarządzanie kursami

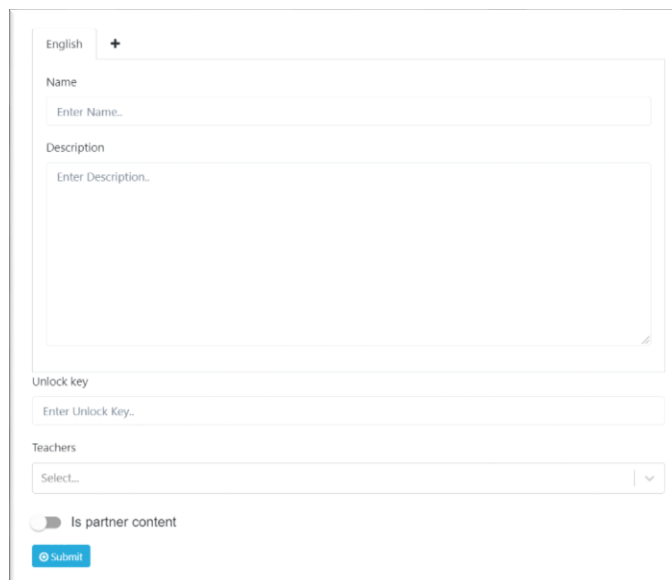
Zarządzanie kursami umożliwiają następujące funkcje:

- Aby wyświetlić wszystkie kursy, należy otworzyć zakładkę „Kursy” w górnym menu zakładek (Rysunek 13). Kursy związane z oryginalnymi rezultatami pracy intelektualnej w projekcie oznaczone są symbolem ✓



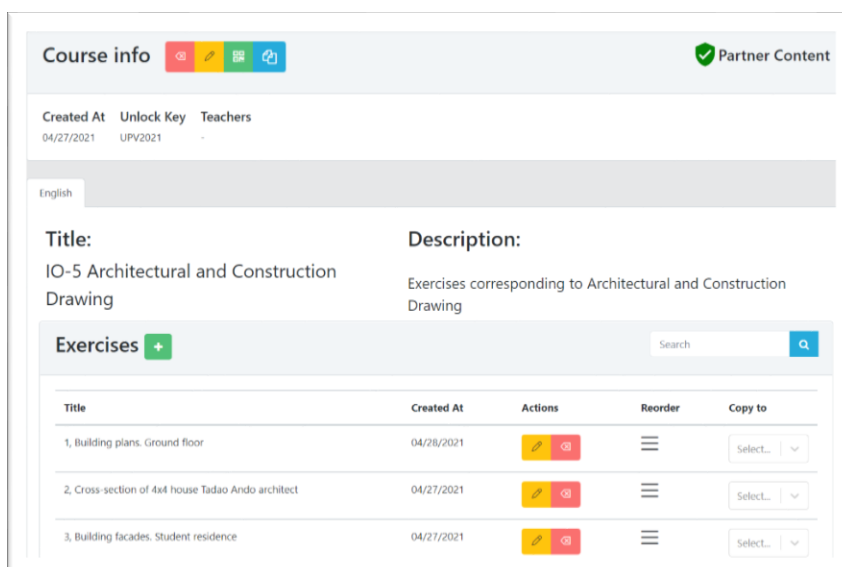
Rysunek 13. Kursy na platformie













- By utworzyć nowy kurs należy kliknąć przycisk z zielonym „+” Następnie należy wypełnić wymagane pola i wcisnąć „zatwierdź” (Rysunek 14). By dodać nowy język trzeba wcisnąć znak „+” i wybrać język. Nazwy i opisy są różne dla każdego języka, zaś klucz odblokowania i nauczyciele są tacy sami dla całego kursu.



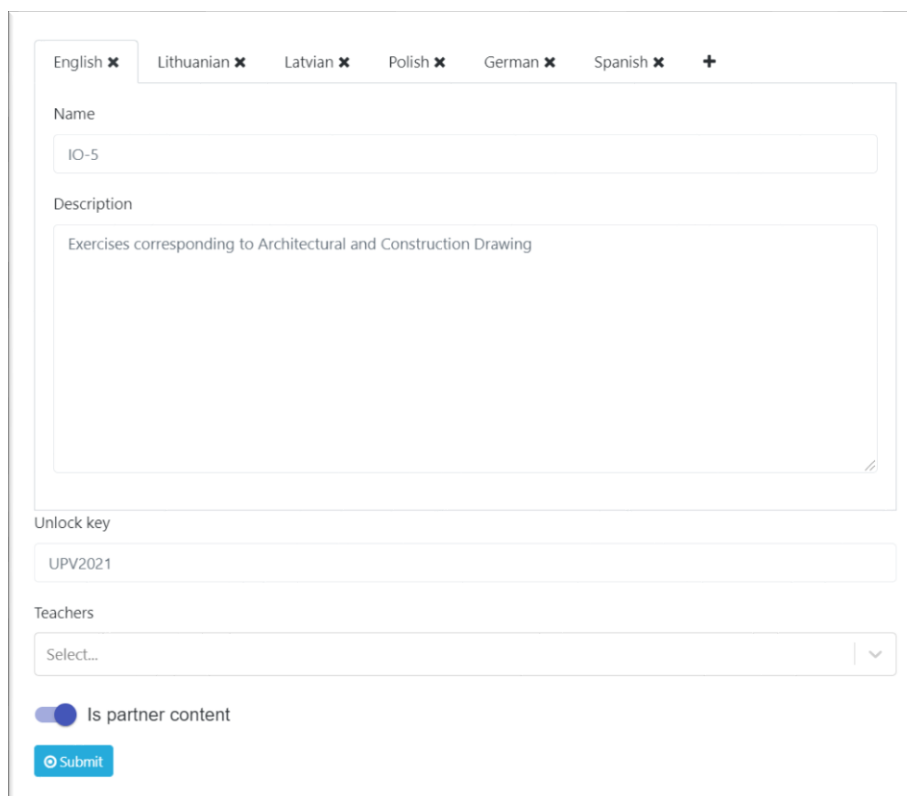
Rysunek 14. Dane do utworzenia kursu

- By edytować informacje o kursie, należy wybrać go z listy i otworzyć ekran z informacjami o kursie. Następnie nacisnąć pomarańczowy przycisk z ikoną ołówka (Rysunek 15). Następnie edytować wedle życzenia i wcisnąć „zatwierdź”. By usunąć język z kursu należy nacisnąć x (krzyżyk) w zakładce „język” (Rysunek 16)




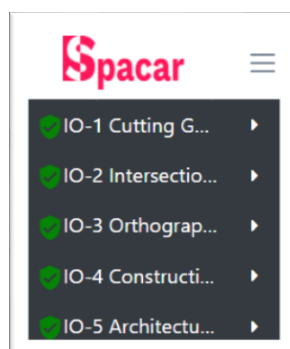
Title	Created At	Actions	Reorder	Copy to
1. Building plans. Ground floor	04/28/2021	 		Select... 
2. Cross-section of 4x4 house Tadao Ando architect	04/27/2021	 		Select... 
3. Building facades. Student residence	04/27/2021	 		Select... 

Rysunek 15. Edycja informacji o kursie



Rysunek 16. Edycja informacji o kursie (II)

- By usunąć kurs należy wcisnąć czerwony przycisk (Rysunek 15).
- By wydrukować kod QR potrzebny do wizualizowania zawartości w rzeczywistości rozszerzonej wykorzystując aplikację SPACAR, należy kliknąć na zieloną ikonę  obok pola „informacje o kursie” w górnej części okna (Rysunek 15).
- By otworzyć okno kursu, należy kliknąć w odpowiednie pole w tabeli kursów lub na pasku bocznym (Rysunek 17).



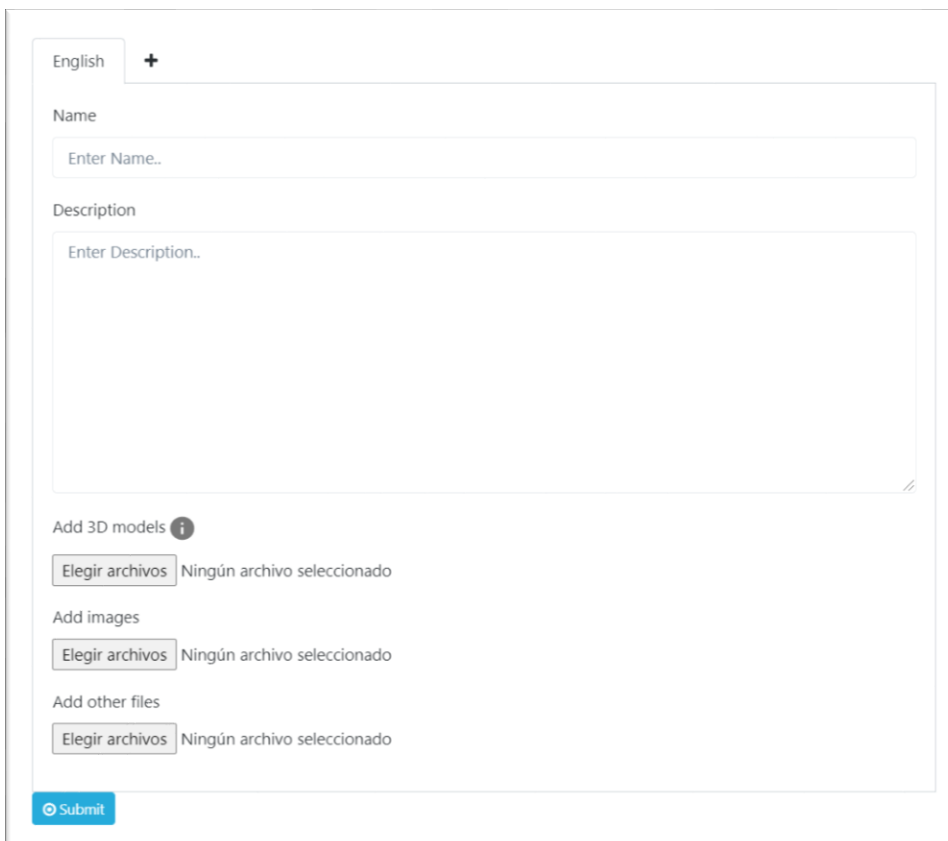
Rysunek 17. Fragment paska bocznego

A2.3 Zarządzanie ćwiczeniami

- Aby wyświetlić ćwiczenia z danego kursu, należy nacisnąć odpowiadający wiersz w tabeli kursów lub na pasku bocznym.
- Aby utworzyć nowe ćwiczenie, należy nacisnąć zielony przycisk ze znakiem „+”

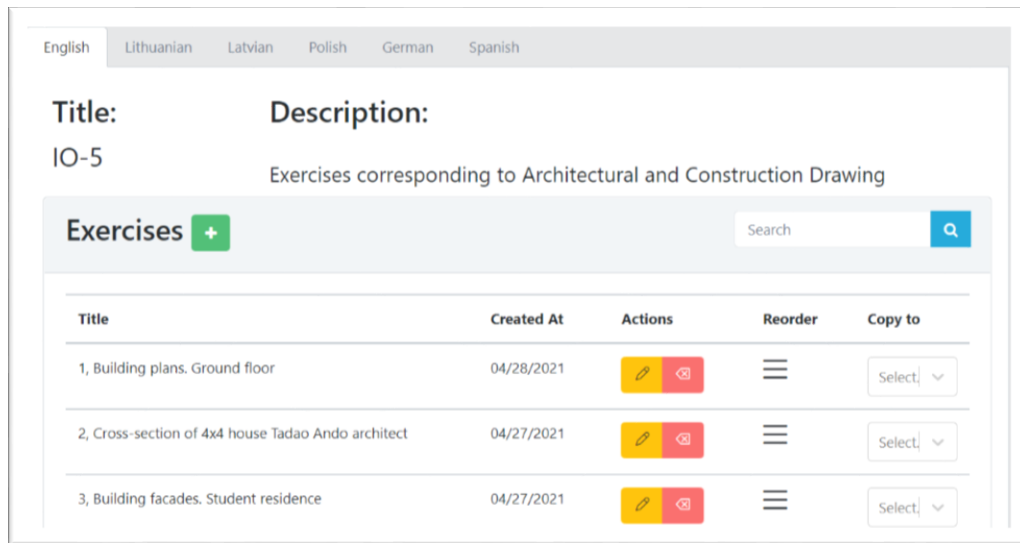
Exercises 

, wypełnić wymagane pola i wcisnąć „zatwierdź” (Rysunek 18). Jeśli kurs ma więcej wersji językowych, można dodać nowy język ćwiczenia, naciskając znak „+” i wybierając żądany język.



Rysunek 18. Definiowanie ćwiczenia

- Aby edytować informacje o ćwiczeniu, należy nacisnąć pomarańczowy przycisk z ikoną ołówka w kolumnie „działania” (Rysunek 19). edytować pola i nacisnąć “zatwierdź” (Rysunek 20). Aby usunąć dany język z ćwiczenia, należy nacisnąć znak „x” w zakładce „język”.



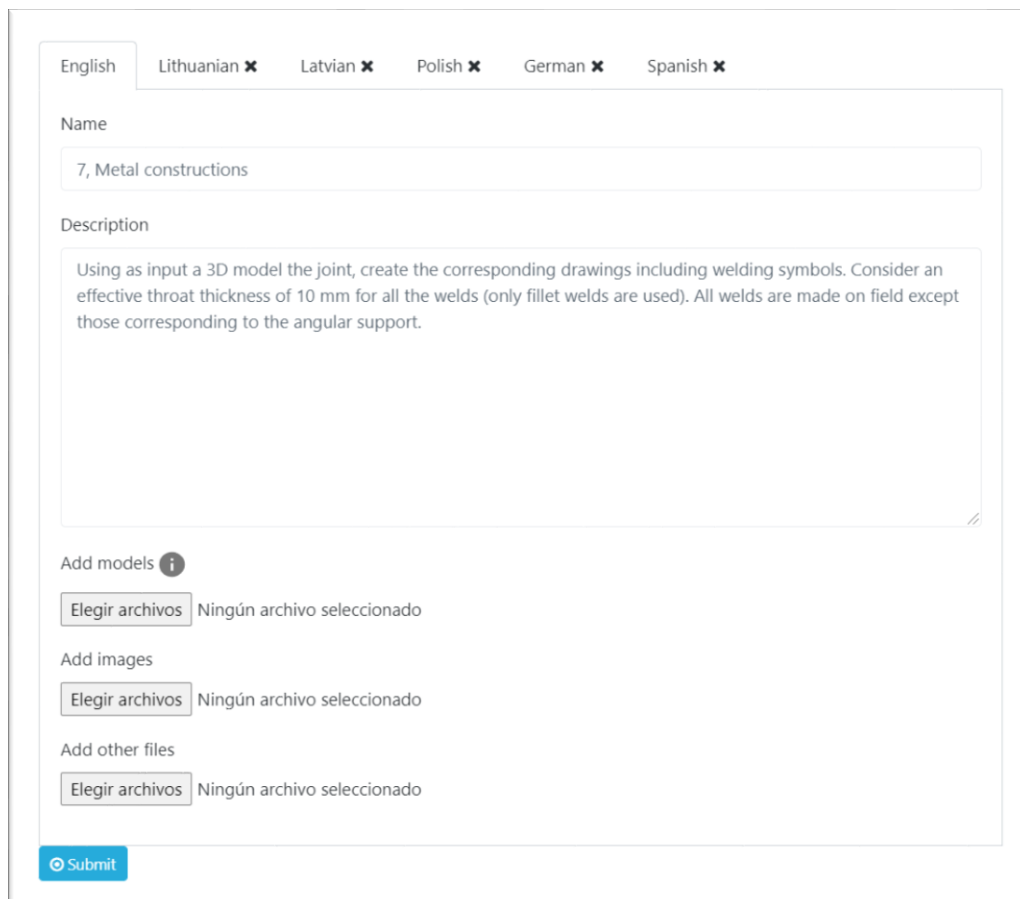
English | Lithuanian | Latvian | Polish | German | Spanish

Title: IO-5 **Description:** Exercises corresponding to Architectural and Construction Drawing

Exercises + Q

Title	Created At	Actions	Reorder	Copy to
1, Building plans. Ground floor	04/28/2021			Select v
2, Cross-section of 4x4 house Tadao Ando architect	04/27/2021			Select v
3, Building facades. Student residence	04/27/2021			Select v

Rysunek 19. Edycja informacji o ćwiczeniu



English | Lithuanian ✕ | Latvian ✕ | Polish ✕ | German ✕ | Spanish ✕

Name



Description

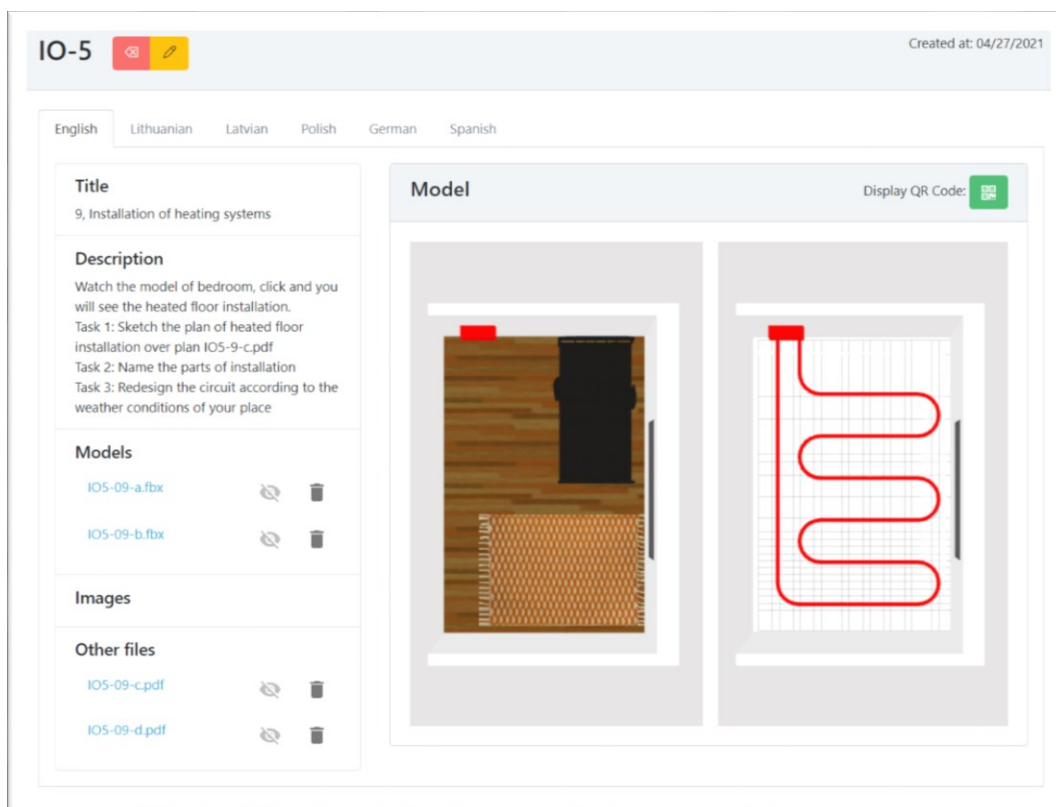
Add models ⓘ
 Ningún archivo seleccionado

Add images
 Ningún archivo seleccionado

Add other files
 Ningún archivo seleccionado

Rysunek 20. Opis ćwiczenia

- Aby usunąć ćwiczenie, należy nacisnąć czerwony przycisk w kolumnie „działania” (Rysunek 19).
- Aby skopiować wszystkie ćwiczenia do innego kursu, należy nacisnąć niebieski przycisk  i wybrać kurs, do którego chce się je skopiować (Rysunek 15).
- Aby skopiować jedno ćwiczenie do innego kursu, należy nacisnąć zaznaczenie w kolumnie „działania” i wybrać kurs, do którego chce się je skopiować (Rysunek 19).
- Aby zmienić kolejność ćwiczeń, należy nacisnąć i przytrzymać przycisk  w kolumnie „zmiana kolejności” i przeciągnąć ćwiczenia w wybrane miejsca
- Aby otworzyć okno ćwiczenia, należy wcisnąć wiersz z ćwiczeniem w tabeli lub na pasku bocznym (Rysunek 19).
- Aby włączyć wizualizację pliku powiązanego z ćwiczeniem, należy użyć ikony oka (Rysunek 21). Użytkownicy aplikacji mobilnej muszą odświeżyć zawartość swoich kursów.
- Aby usunąć plik powiązany z ćwiczeniem, należy użyć ikony kosza na śmieci (Rysunek 21).



Rysunek 21. Zarządzanie dołączonymi do ćwiczeń plikami

A2.4 Zarządzanie użytkownikami

Poniższe działania mogą wykonywać jedynie użytkownicy z uprawnieniami administratora.

By wyświetlić wszystkich zarejestrowanych użytkowników należy wcisnąć zakładkę „użytkownicy” w górnym pasku zakładek (

- Rysunek 22).



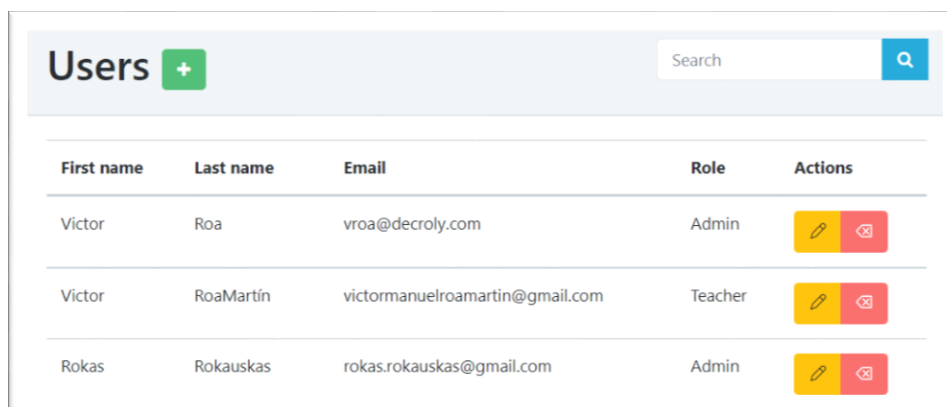
Rysunek 22. Zakładka „użytkownicy”







- By utworzyć nowego użytkownika należy nacisnąć przycisk „+” w kolorze zielonym, wypełnić wymagane pola i kliknąć „zatwierdź” (Rysunek 23).

The image shows a modal window titled 'Add a User' with a close button (X) in the top right corner. The form contains several input fields: 'First name' with a placeholder 'Enter First Name..', 'Last name' with a placeholder 'Enter Last Name..', 'Email' with a placeholder 'Enter Email..', and 'Password' with a placeholder 'Enter Password..'. Below these fields is a dropdown menu for 'Role' with 'Teacher' selected. At the bottom left of the form is a blue button with a white plus sign and the text 'Submit'.

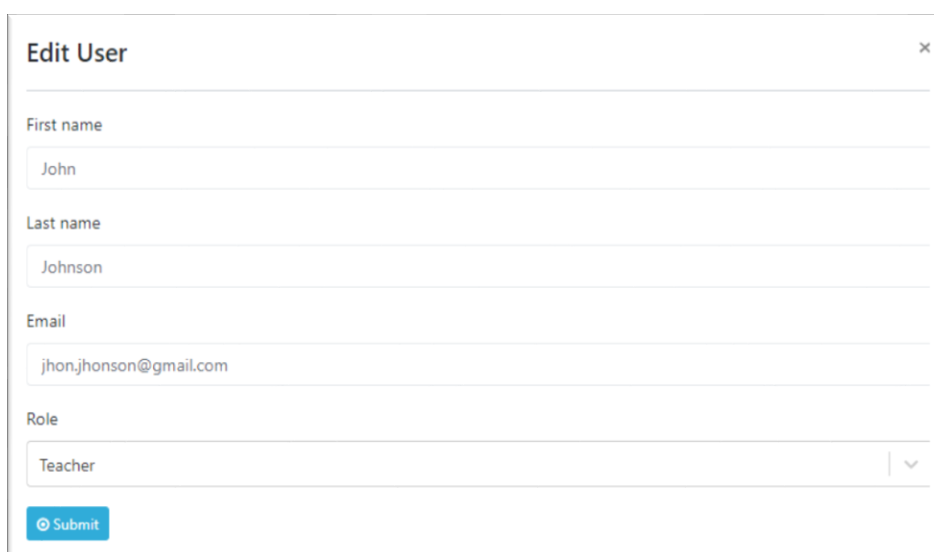
Rysunek 23. Okno tworzenia użytkownika

- By edytować dane użytkownika należy wcisnąć pomarańczowy przycisk z ikoną ołówka w zakładce „działania” (Rysunek 24), następnie edytować wybrane pola i wcisnąć „zatwierdź” (Rysunek 25).



First name	Last name	Email	Role	Actions
Victor	Roa	vroa@decroly.com	Admin	 
Victor	RoaMartín	victormanuelroamartin@gmail.com	Teacher	 
Rokas	Rokauskas	rokas.rokauskas@gmail.com	Admin	 

Rysunek 24. Działania na kontach użytkowników



Edit User ✕

First name

Last name

Email

Role

Rysunek 25. Edycja danych użytkownika

- By usunąć konto użytkownika należy wcisnąć czerwony przycisk w kolumnie „działania” (Rysunek 24).

A2.5 Typy użytkowników

Na platformie są trzy typy użytkowników, które przedstawiono w Tabeli 6. Mają oni różne poziomy uprawnień do wykonywania działań na platformie.

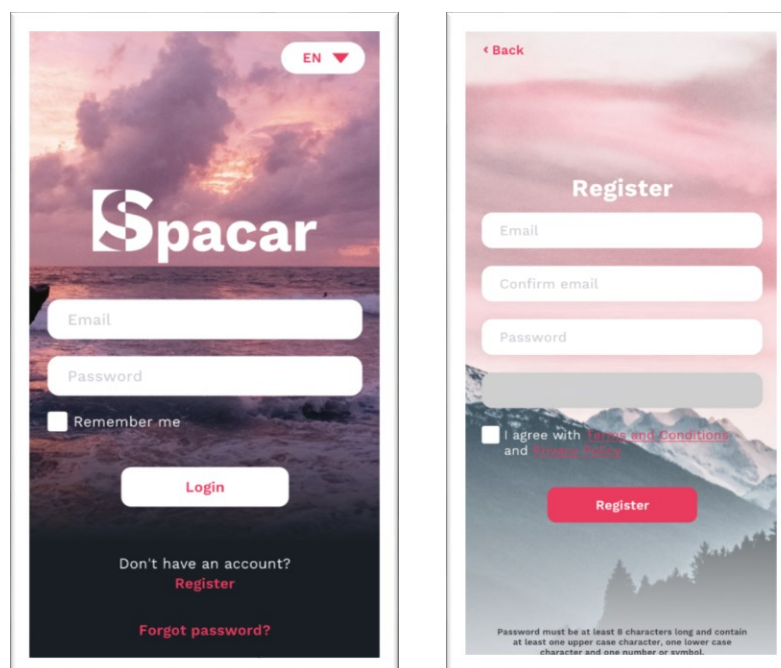
Tabela 6. Typy użytkowników i ich uprawnienia

	Administrator	Nauczyciel	Student
Tworzenie, zmienianie, usuwanie użytkowników	✓	✗	✗
Przeglądanie listy użytkowników	✓	✓ (jedynie przypisani studenci)	✗
Tworzenie, zmienianie, usuwanie kursów	✓	✓ (jedynie przydzielone)	✗
Tworzenie, zmienianie, usuwanie ćwiczeń	✓	✓	✗
Przeglądanie list kursów i ćwiczeń	✓	✓ (jedynie przydzielone)	✓ (jedynie odblokowane)
Zmiana domyślnego języka	✓	✗	✗
Kopiowanie ćwiczeń	✓	✓	✗
Odblokowywanie kursów	✗	✗	✓
Wizualizowanie obiektów 3D w AR	✗	✗	✓
Przeglądanie galerii obrazów ćwiczenia	✗	✗	✓

A2.6 Aplikacja mobilna

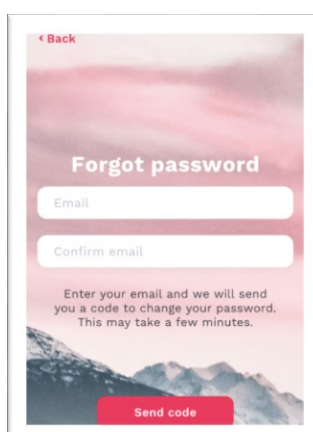


Aplikacja SPACAR jest środkiem umożliwiającym studentom dostęp do treści opracowanych kursów. Na ekranie początkowym (Rysunek 26) można zalogować się lub utworzyć konto, klikając napis „zarejestruj się” i podając e-mail oraz hasło. Hasło musi składać się z co najmniej 8 znaków i zawierać co najmniej jedną wielką literę, jedną małą literę oraz jedną cyfrę lub znak specjalny.




Rysunek 26. Ekran początkowy i formularz rejestracji

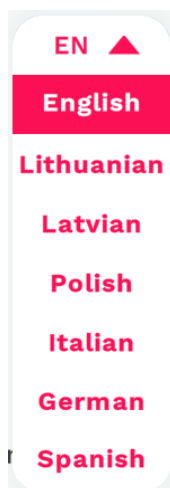
Zapomniane hasło można odzyskać wchodząc w ekran odzyskiwania hasła, klikając napis „zapomniałeś hasła?” (Rysunek 27).




Rysunek 27. Odzyskiwanie hasła

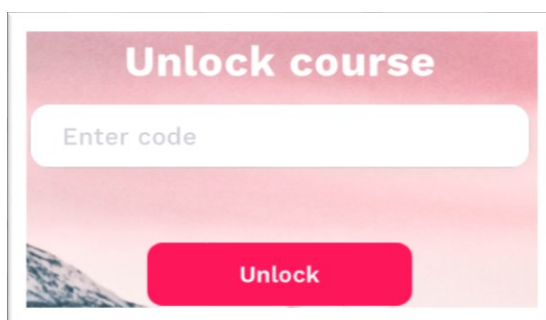
Rozpatrując obsługę aplikacji, za najważniejsze działania i funkcje uznać można:

- By zmienić język należy wcisnąć przycisk  w górnym prawym rogu ekranu logowania lub preferencji i wybrać żądany język (Rysunek 28).



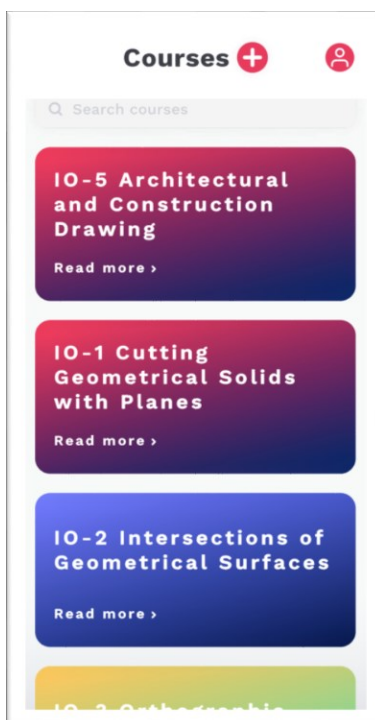
Rysunek 28. Wybór języka

- By odblokować kurs należy nacisnąć przycisk „+” , wpisać kod, a następnie wcisnąć „odblokuj” (Rysunek 29).



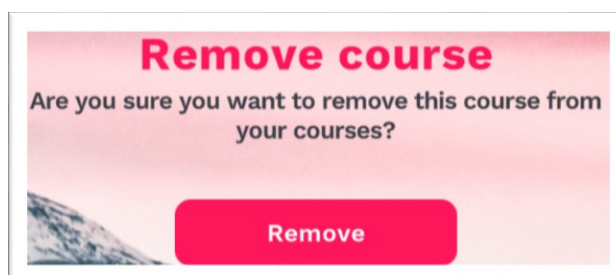
Rysunek 29. Odblokowywanie kursu

- By otworzyć kurs należy wcisnąć przycisk z tytułem żadanego kursu. Przyciski te pojawiają się wraz z odblokowywaniem kursów (Rysunek 30).



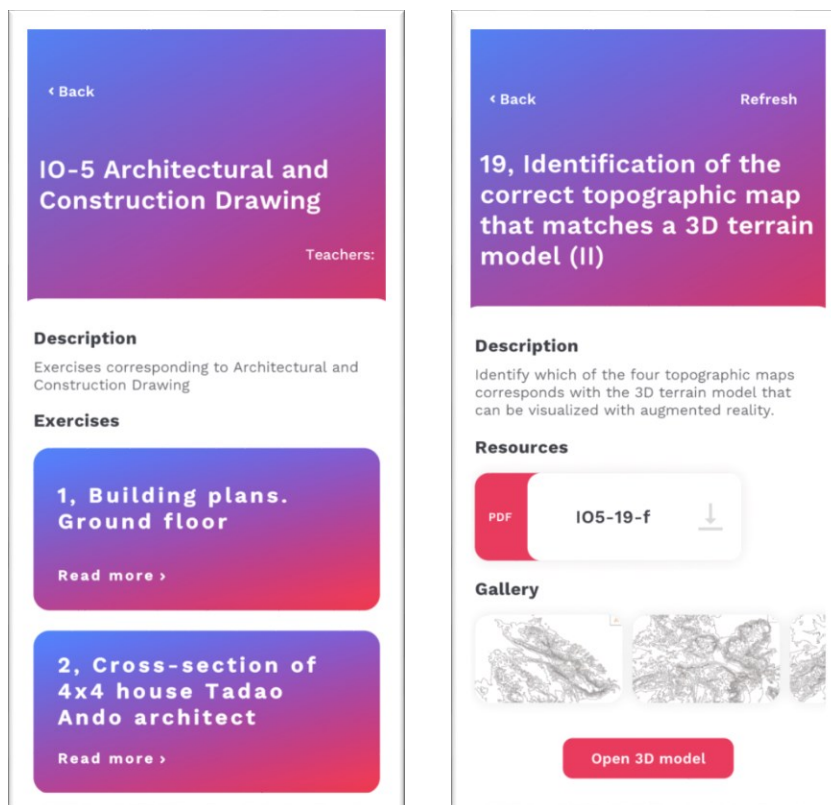
Rysunek 30. Otwieranie kursu

- By usunąć kurs należy wcisnąć przycisk **X Remove course** pod spodem kursu, a następnie wybrać „usuń” (Rysunek 31).



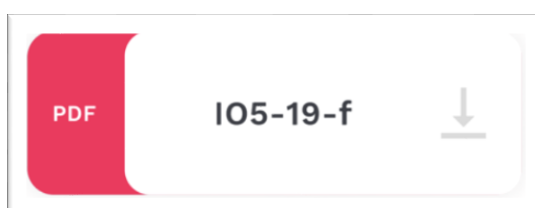
Rysunek 31. Usuwanie kursu

- By otworzyć ćwiczenie należy kliknąć przycisk z tytułem żadanego ćwiczenia (Rysunek 32). By wyświetlić obraz z galerii należy go kliknąć.



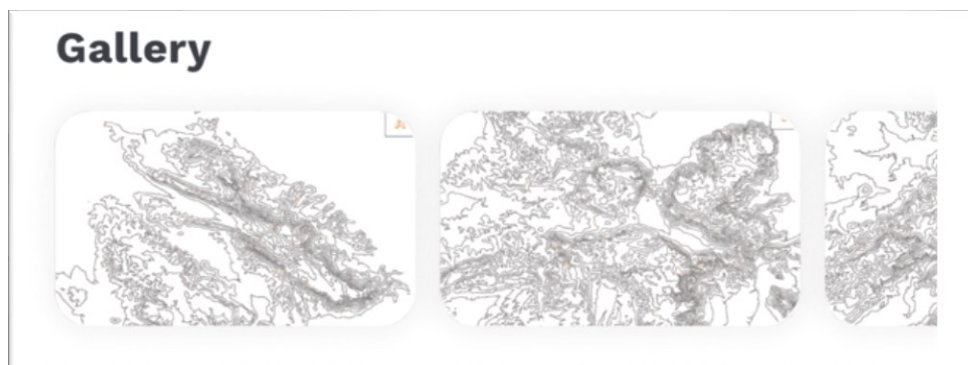
Rysunek 32. Wybór ćwiczenia (lewo) oraz galeria obrazów jednego ćwiczenia (pravo)

- By pobrać plik niebędący obrazem lub modelem 3D (są one wyszczególnione jako zasoby) należy kliknąć na tytuł pliku (rysunek 33).




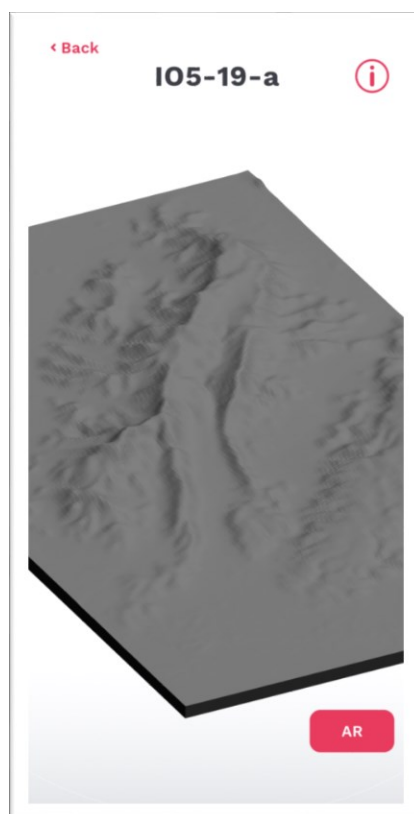
Rysunek 33. Plik zasobu

- By wyświetlić obraz z galerii należy na niego kliknąć (Rysunek 34)



Rysunek 34. Galeria

- Wy wyświetlić model 3D należy kliknąć „otwórz model 3D” . Wczyta się wówczas model 3D który można obracać i przybliżać/oddalać palcami (Rysunek 35).



Rysunek 35. Przykład wizualizacji obiektu 3D

- By wyświetlić model w rzeczywistości rozszerzonej należy kliknąć przycisk

 AR

Rysunek 36. Wizualizacja w rzeczywistości rozszerzonej

By skorzystać z rzeczywistości rozszerzonej niezbędne jest wydrukowanie kodu QR (Rysunek 37). By wizualizacja przebiegła pomyślnie aparat telefonu musi widzieć cały kod QR.

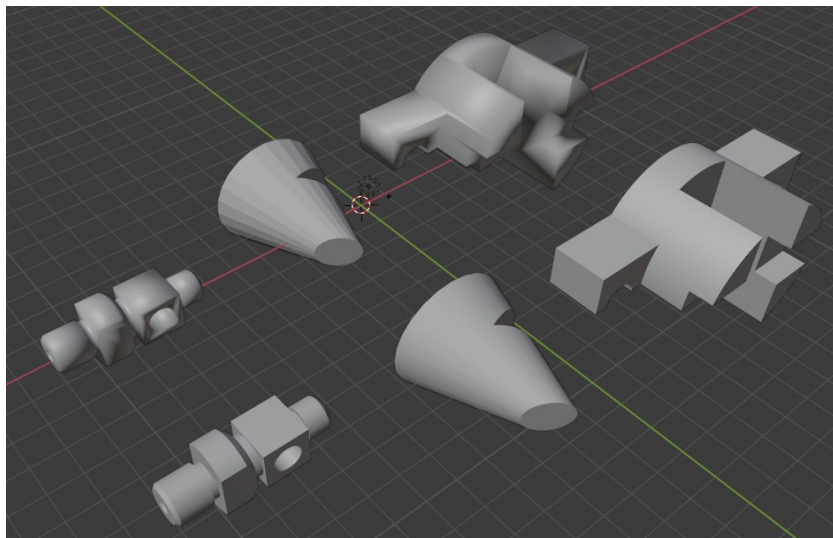


Rysunek 37. Kod QR do wszystkich kursów

A2.7 Rozwiązywanie problemów z modelami 3D

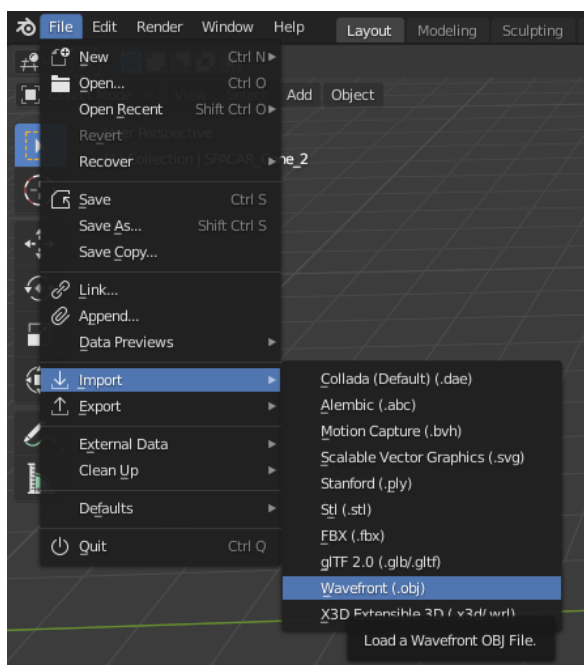
Czasem modele 3D mogą wydać się zwichrowane, a ich cieniowanie - niewłaściwe. Niniejszy poradnik pokaże jak naprawić ten problem wykorzystując otwarte oprogramowanie **Blender**, które można pobrać pod niniejszym linkiem: <https://www.blender.org>.

Na Rysunek 38 przedstawiono kilka przykładów modeli przed i po naprawie.



Rysunek 38. Przykładowe elementy na potrzeby samouczka.

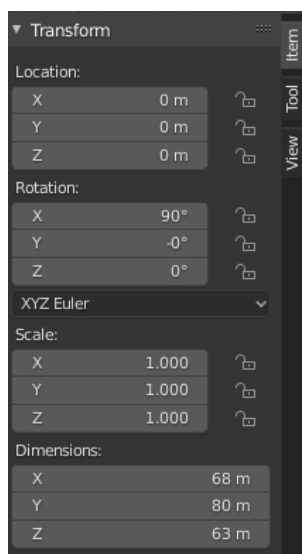
1.- Najpierw należy wgrać model do programu Blender (File -> Import -> wybór formatu -> wybór pliku) (Rysunek 39).



Rysunek 39. Wgrywanie pliku do programu Blender

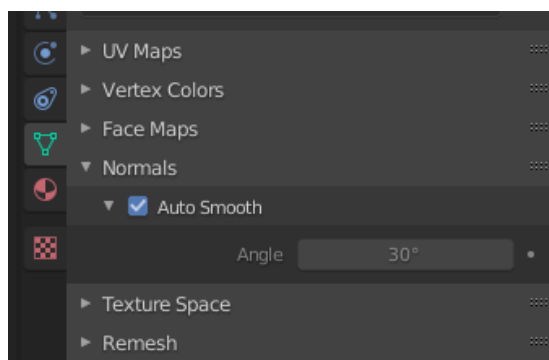
2.- Kliknąć lewym przyciskiem myszy na modelu.

3.- Jeżeli jest on zbyt duży, wprowadzić z klawiatury „n” i zmienić wymiary na panelu „Transform”, który powinien się pojawić (Rysunek 40).



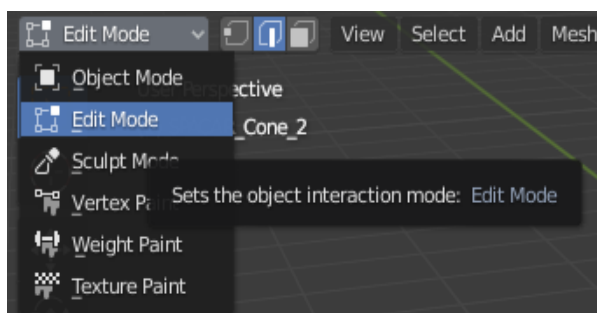
Rysunek 40. Panel „Transform”

4.- Wcisnąć przycisk „Object Data Properties” (zielony trójkąt), rozwinąć zakładkę „Normals” i wybrać „Auto Smooth” (Rysunek 41).




Rysunek 41. Właściwości danych obiektu

5.- Jeżeli „Auto Smooth” jest już wybrane, a obiekt wciąż nie jest gładki należy odznaczyć „Auto Smooth”, wcisnąć na klawiaturze Tab lub wybrać w menu górnym „Edit mode” (Rysunek 42).



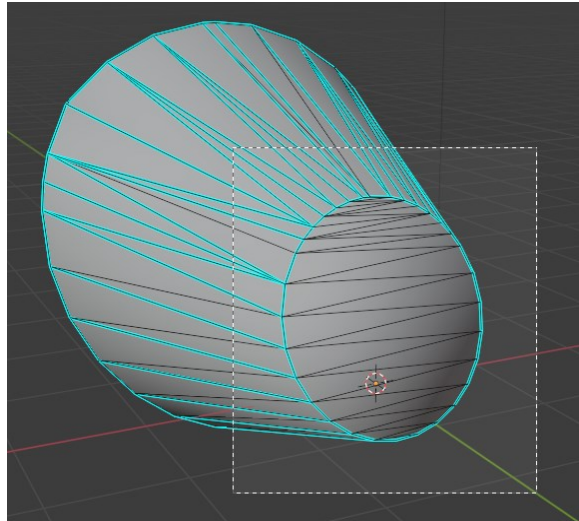
Rysunek 42. Wybieranie trybu edycji

6.- Następnie wcisnąć na klawiaturze „2” (nad literami, nie na panelu numerycznym) albo wybrać środkową opcję „Edge Select” - . Należy upewnić się że na panelu bocznym wybrano



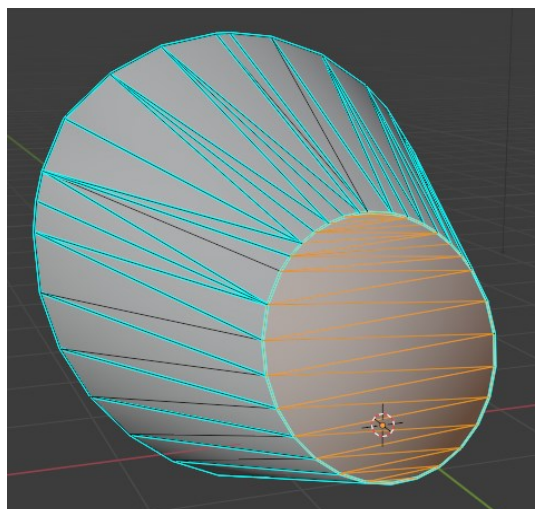
opcję „Select Box” -

7.- Następnie zaznaczyć krawędzie modelu rysując myszką pole zaznaczenia wokół nich (lub pozaznaczać je jedna po drugiej) (Rysunek 43).



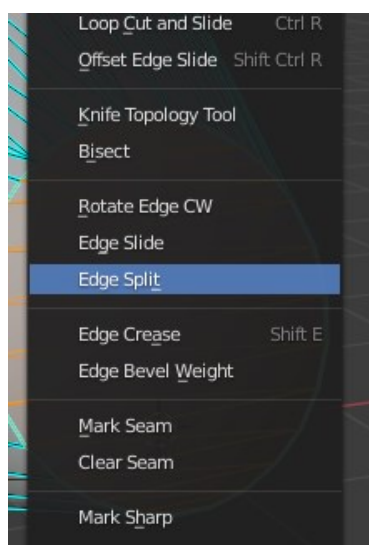
Rysunek 43. Zaznaczanie krawędzi

8.- Należy upewnić się, że zaznaczono jedynie ostre krawędzie (Rysunek 44).



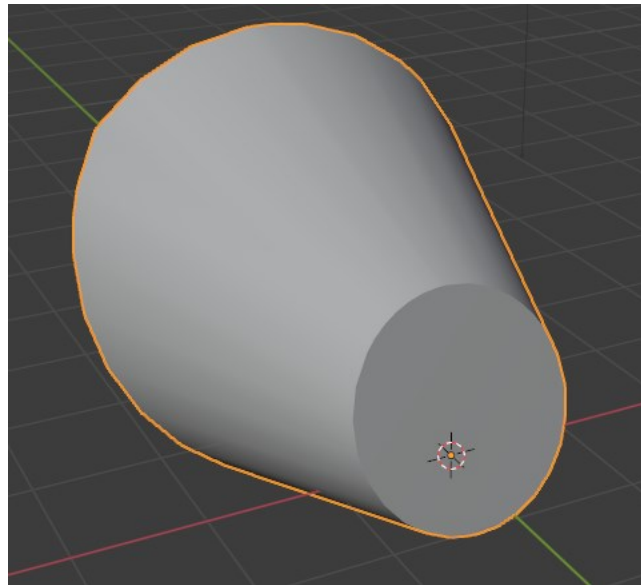
Rysunek 44. Zaznaczone krawędzie

9.- Po zaznaczeniu krawędzi wcisnąć prawy przycisk myszy i wybrać „Edge Split” (Rysunek 45).



Rysunek 45. Komenda Edge Split

10.- Powtórzyć kroki 7 – 9 dla każdej płaskiej (gdy nie jest to zamierzone) strony modelu (Rysunek 46).



Rysunek 46. Naprawiony model