

## SCENARIUSZ ZAAWANSOWANEGO E-MATERIAŁU

### 1. Metryczka materiału

<b>Tytuł materiału</b>	<b>Co siedzi w bryłach</b>
<b>Numer materiału</b>	II.6
<b>Autor scenariusza</b>	Adam Makowski
<b>Weryfikacja WCAG</b>	Zespół ekspertów ds. WCAG (Dominika Gaponiuk, Agnieszka Brodowska, Urszula Grygier, Łukasz Mroziński)
<b>Weryfikacja założeń techniczno-informatycznych</b>	Zespół informatyków ds. integrowania e-materiałów pod względem technologicznym (Paweł, Tomaszek, Katarzyna Gagan, Anna Magdziarz-Tomaszek, Grzegorz Kusztelak)
<b>Weryfikacja językowa</b>	Angelika Wiśniewska
<b>Rodzaj multimedium</b>	wirtualne laboratorium
<b>Wykorzystanie AR lub VR</b> AR - rozszerzona rzeczywistość VR - wirtualna rzeczywistość	<input type="checkbox"/> standardowa 2D lub 3D <input type="checkbox"/> AR <b>VR</b>
<b>Etap(y) edukacyjny(e), dla których przeznaczony jest materiał</b>	III etap: Liceum / technikum zakres podstawowy Liceum / technikum zakres rozszerzony
<b>Przedmiot(y), do nauki których przeznaczony jest materiał</b>	matematyka

### 2. Opis materiału

<b>Skrócony opis materiału (abstrakt)</b>
Wirtualna przestrzeń, w której uczeń ma możliwość wejścia w środek bryły, obserwacji od środka kątów, odcinków, wskazywania przekątnych wielościanów, kątów wewnątrz wielościanów, elementów w bryłach obrotowych. Możliwość zaznaczania płaszczyzn (przekrojów brył).
<b>Cel ogólny materiału</b>
Bliższe poznanie brył, w szczególności wielościanów. Umiejętność wskazywania przekątnych wielościanów, kątów pomiędzy odcinkami, odcinkiem i płaszczyzną oraz pomiędzy dwiema płaszczyznami w wielościanie oraz kąta rozwarcia stożka, kąta między tworzącą a podstawą poprzez możliwość "wejścia" w środek bryły, dotknięcia odpowiednich elementów, wskazania, obejrzenia z każdej strony stosownych odcinków i kątów. Możliwość zaznaczania przekrojów brył.



Fundusze Europejskie  
dla Rozwoju Społecznego



Rzeczpospolita  
Polska

Dofinansowane przez  
Unię Europejską



## Cele z podstawy programowej kształcenia ogólnego możliwe do realizacji za pomocą materiału

### Matematyka III etap edukacyjny:

Stereometria. Zakres podstawowy.

Uczeń:

- rozpoznaje w graniastosłupach i ostrosłupach kąty między odcinkami (np. krawędziami, krawędziami i przekątnymi) oraz kąty między ścianami, oblicza miary tych kątów;
- rozpoznaje w walcach i w stożkach kąt między odcinkami oraz kąt między odcinkami i płaszczyznami (np. kąt rozwarcia stożka, kąt między tworzącą a podstawą), oblicza miary tych kątów;

Stereometria. Zakres rozszerzony.

Uczeń:

- zna i stosuje twierdzenie o prostej prostopadłej do płaszczyzny i o trzech prostopadłych;
- wyznacza przekroje sześcianu i ostrosłupów prawidłowych oraz oblicza ich pola, także z wykorzystaniem trygonometrii.

## 3. Charakterystyka materiału

### Opis zawartości merytorycznej materiału

W wirtualnej przestrzeni z pomocą okularów VR i czujników na dłoniach uczeń ma możliwość "wejścia" do środka bryły. Poruszając dłońmi, aktywując stosowne czujniki, może zaznaczać przekątne, kąty między odcinkami, odcinkiem i płaszczyzną oraz między płaszczyznami w wielościanie. W stożkach np. kąt rozwarcia stożka, kąt między tworzącą a podstawą stożka. Użytkownik ma również możliwość wskazywania, budowania płaszczyzn, w tym przekrojów wielościanów.

Powinna istnieć możliwość oznaczania odcinków i płaszczyzn różnymi kolorami. Możliwość swobodnej zmiany kąta obserwacji poszczególnych elementów. Obraz z okularów można pokazywać równolegle na ekranie monitora (lub np. na projektorze) dla całej klasy.

### Kluczowe wymagania merytoryczne i dydaktyczne dla Wykonawcy materiału, które muszą zostać uwzględnione

Możliwość wskazywania kątów między:

- przekątnymi graniastosłupa;
- przekątną graniastosłupa i krawędzią podstawy;
- przekątną graniastosłupa i płaszczyzną podstawy;
- przekątną graniastosłupa i przekątną podstawy;
- pomiędzy sąsiednimi ścianami bocznymi w graniastosłupach i ostrosłupach;
- wysokością ostrosłupa i wysokością ściany bocznej;
- wysokością ostrosłupa i krawędzią boczną;
- krawędzią boczną i wysokością w ostrosłupie trójkątnym;
- krawędzią boczną i przekątną w graniastosłupie o podstawie czworokąta, sześciokąta;

Możliwość wskazywania kątów nachylenia:

- ściany bocznej do płaszczyzny podstawy w ostrosłupach i graniastosłupach.
- tworzącą stożka i płaszczyzną podstawy

Możliwość wskazywania:

- przekątnych graniastosłupa, przekątnych jego podstaw i ścian bocznych.
- wysokości ostrosłupa i jego ścian bocznych, przekątnych podstawy ostrosłupa.



Fundusze Europejskie  
dla Rozwoju Społecznego



Rzeczpospolita  
Polska

Dofinansowane przez  
Unię Europejską



Minimum, to opcja z graniastosłupami i ostrosłupami o podstawach: trójkąta, czworokąta w tym kwadratu, sześciokąta, z wielościanami foremnymi, stożkiem, walcem i kulą.

Powinna być też możliwość zajrzenia do stożek (kąt rozwarcia stożka, kąt między tworzącą a płaszczyzną podstawy stożka); walca (przekątna przekroju osiowego i jej kąt nachylenia do płaszczyzny podstawy) i kuli (średnica, koło wielkie, ortodroma).

## Opis struktury materiału

Uczeń ma możliwość eksplorowania brył w dwóch trybach: **trybie standardowym** oraz **VR**.

Po wyborze bryły nie może zmieniać długości krawędzi.

### Tryb standardowy:

- **Nawigacja i interakcja:**
  - Uczeń widzi menu na ekranie komputera, które umożliwia wybór bryły z listy.
  - Za pomocą myszy i klawiatury uczeń może:
    - obracać bryłę w przestrzeni 3D, zmieniając perspektywę widoku
    - wejść do wnętrza bryły, aby eksplorować jej strukturę od środka
    - wskazywać wierzchołki, krawędzie i ściany bryły
    - zaznaczać odcinki, przekątne, kąty oraz wysokości brył i ich ścian
    - tworzyć przekroje bryły za pomocą wirtualnych narzędzi.
  - Ruch kamery jest realizowany poprzez połączenie skrótów klawiaturowych (przemieszczanie w przestrzeni) i myszy (obracanie widoku, zbliżanie/oddalanie).
- **Dodatkowe funkcje:**
  - widok 2D do analizy rzutów bryły i ich porównania z widokiem 3D
  - narzędzia do pomiaru długości, kątów i powierzchni, z wynikami wyświetlanymi w czasie rzeczywistym.

### Tryb VR:

- **Nawigacja i interakcja:**
  - Uczeń zakłada okulary VR i rękawice z czujnikami ruchu.
  - Interaktywne menu w przestrzeni VR pozwala na wybór bryły oraz narzędzi do manipulacji.
  - Uczeń może:
    - obracać bryłę i zmieniać perspektywę widoku za pomocą gestów
    - wejść do wnętrza bryły i eksplorować jej strukturę w immersyjnym środowisku
    - wskazywać i manipulować wierzchołkami, krawędziami i ścianami bryły
    - zaznaczać i mierzyć odcinki, przekątne, kąty oraz wysokości brył i ich ścian
    - tworzyć przekroje bryły, używając wirtualnych narzędzi.
- **Dodatkowe funkcje:**
  - system haptic feedback dla realistycznego odczucia interakcji z elementami bryły (jeśli dostępny w urządzeniach VR).



Fundusze Europejskie  
dla Rozwoju Społecznego



Rzeczpospolita  
Polska

Dofinansowane przez  
Unię Europejską



- transmisja widoku VR na monitor, aby nauczyciel i koledzy mogli obserwować działania ucznia.

**Obserwacja pracy:** Widok z okularów VR lub działania w trybie standardowym mogą być transmitowane na monitor. Funkcja umożliwia nauczycielowi interwencję lub dodawanie wskazówek w czasie rzeczywistym.

**Wsparcie edukacyjne:** System interaktywnych odpowiedzi wyjaśnia właściwości brył oraz zależności między ich elementami, np. długości przekątnych, kąty między ścianami czy zasady budowy przekrojów. Możliwość pomiaru zaznaczonych odcinków i kątów oraz wyświetlania ich wartości w obu trybach.

**Dokumentacja i analiza:** Uczeń prowadzi wirtualny dziennik, w którym zapisuje obserwacje, wyniki pomiarów oraz wnioski z przeprowadzonych działań. System automatycznie zapisuje wszystkie wykonane konstrukcje, które uczeń może później przeglądać i analizować.

## Mechanika materiału

### Tryby pracy:

- **Tryb standardowy:**
  - Użytkownik korzysta z myszy i klawiatury do poruszania się po bryle, zaznaczania jej elementów i wykonywania interakcji.
  - Kamera sterowana jest za pomocą myszy (obracanie i zbliżanie/oddalanie), a klawiatura umożliwia przemieszczanie w przestrzeni.
  - Aktywne przyciski na ekranie pozwalają na szybkie wybieranie narzędzi i funkcji (np. zaznaczanie krawędzi, tworzenie przekrojów).
- **Tryb VR:**
  - Czujniki ruchu na dłoniach oraz kontrolery VR umożliwiają użytkownikowi realistyczną manipulację bryłą.
  - Gesty dłoni pozwalają na obracanie bryły, wskazywanie jej elementów oraz zaznaczanie odcinków, kątów i płaszczyzn.

### Nawigacja i eksploracja:

- **Poruszanie się w przestrzeni:**
  - Użytkownik może obracać bryłę i przybliżać się do jej elementów, eksplorując zarówno zewnętrzną, jak i wewnętrzną strukturę.
  - W trybie VR możliwe jest dosłowne „wchodzenie” do wnętrza bryły w celu analizy jej elementów od środka.
  - Użytkownik może wejść do wnętrza bryły poprzez aktywację trybu eksploracji wewnętrznej.
- **Menu kontekstowe:**
  - Intuicyjne menu dostępne w każdym momencie pozwala na zmianę narzędzi, wybór funkcji oraz zapisanie wyników pracy.
  - Płynne przejścia: Przejścia między ekranami lub scenami są płynne i zrozumiałe. Uczestnicy mogą swobodnie przemieszczać się między różnymi częściami materiału, np. pomiędzy poszczególnymi eksperymentami, zadaniami i sekcjami teoretycznymi.
  - Przełączanie trybów VR/standardowego: Umożliwiamy opcję łatwego przełączania między trybami pracy – trybem VR oraz trybem standardowym (obsługiwanym za pomocą ekranu, myszki i klawiatury), co zapewnia elastyczność użytkowania i



Fundusze Europejskie  
dla Rozwoju Społecznego



Rzeczpospolita  
Polska

Dofinansowane przez  
Unię Europejską



spełnia wymagania dostępności.

#### Interakcje z bryłą:

- **Zaznaczanie elementów:**
  - Wierzchołki, krawędzie, ściany i przekroje bryły mogą być wskazywane za pomocą myszy (tryb standardowy) lub gestów (tryb VR).
  - Użytkownik może oznaczać odcinki i płaszczyzny różnymi kolorami, zmieniać przezroczystość wybranych ścian i eksplorować wnętrza bryły.
  - System automatycznie wyświetla informacje o zaznaczonych elementach (np. długość krawędzi, powierzchnia ściany, kąty między elementami).
- **Tworzenie konstrukcji:**
  - Użytkownik może rysować linie pomocnicze, przekątne, wysokości oraz kąty.
  - Tworzenie przekrojów za pomocą narzędzi wirtualnych pozwala na wizualizację relacji geometrycznych.

#### Manipulacja bryłą:

- **Tryb standardowy:**
  - Kliknięcie na element bryły aktywuje kontekstowe opcje (np. zaznaczanie, mierzenie, tworzenie przekrojów).
  - Przyciski klawiatury mogą służyć do precyzyjnego sterowania ruchem kamery lub wykonywania bardziej skomplikowanych działań (np. obrót o określony kąt).
- **Tryb VR:**
  - Gesty dłoni i kontrolery umożliwiają chwytywanie, przesuwanie i obracanie bryły w trójwymiarowej przestrzeni.
  - Użytkownik może „narysować” przekrój za pomocą kontrolera, symulując cięcie bryły w wirtualnym środowisku.

#### Realistyczne wizualizacje i narzędzia pomiarowe:

- **Dynamiczne wizualizacje:**
  - Wszystkie zmiany w bryle (np. zaznaczenie krawędzi, wierzchołków, odcinków) są widoczne w czasie rzeczywistym.
- **Narzędzia pomiarowe:**
  - Użytkownik może mierzyć długości, kąty i pola powierzchni za pomocą wirtualnych narzędzi. Wyniki są wyświetlane na ekranie lub w widoku VR.

#### System błędów i odpowiedzi:

- **Interaktywne odpowiedzi:**
  - W przypadku błędnych oznaczeń lub pomiarów system wyświetla wskazówki, jak poprawnie przeprowadzić operację.
- **Wirtualny asystent:**
  - W trybie standardowym oraz VR wirtualny asystent wyjaśnia, jak korzystać z narzędzi oraz poprawia błędy użytkownika.

#### Notatki i dokumentacja:

- Użytkownik prowadzi wirtualny dziennik, w którym zapisuje wyniki pracy, rysunki przekrojów oraz wnioski z analizy bryły.
- Wszystkie wyniki i konstrukcje są automatycznie zapisywane i mogą być eksportowane do plików tekstowych lub graficznych.

#### Obserwacja pracy w VR:



Fundusze Europejskie  
dla Rozwoju Społecznego



Rzeczpospolita  
Polska

Dofinansowane przez  
Unię Europejską



- Obraz z okularów VR może być transmitowany na monitor, aby nauczyciel lub grupa uczniów mogli śledzić działania użytkownika.

## Grafika

### Stylizacja i estetyka:

- Grafika stylizowana, z jasnymi, kontrastowymi kolorami, które ułatwiają użytkownikowi identyfikację elementów bryły i przestrzeni.
- Prostota i czytelność wizualna, dopasowana do celów edukacyjnych, aby skupiać uwagę na treści merytorycznej.

### Bryły geometryczne:

- Realistyczne odwzorowanie brył w przestrzeni 3D z opcją dodawania przezroczystości, aby umożliwić wgląd w ich wnętrze.
- Wysoka jakość renderowania powierzchni brył, aby zachować szczegóły nawet podczas zbliżeń.

### Elementy interaktywne:

- Oznaczanie wierzchołków, krawędzi, ścian i przekrojów za pomocą kolorów, które użytkownik może samodzielnie wybierać.
- Dynamiczne zmiany kolorów podczas zaznaczania elementów, aby ułatwić ich identyfikację i śledzenie relacji między nimi.

### Przezroczystość i warstwowość:

- Możliwość dodawania i zdejmowania przezroczystości dla wybranych płaszczyzn bryły, aby uwidocznic jej wnętrze i interakcje między elementami.
- Przezroczyste warstwy mogą być wyświetlane z delikatnym podświetleniem krawędzi, aby zachować ich czytelność.

### Narzędzia wizualne:

- Interaktywne linie pomocnicze, które wizualizują zależności geometryczne, takie jak przekątne, wysokości, kąty czy płaszczyzny symetrii.
- Narzędzia do tworzenia przekrojów bryły, wizualizujące ich granice i powierzchnie w różnych kolorach.

### Tło i środowisko:

- Neutralne, subtelne tło (np. gradienty lub jednolite pastelowe kolory), które nie rozprasza uwagi użytkownika.
- Opcja zmiany stylu tła na ciemniejsze lub jaśniejsze w zależności od preferencji użytkownika.

### Animacje i efekty:

- Płynne animacje podczas obrotu bryły, zaznaczania elementów czy przechodzenia między różnymi widokami (zewnątrzny i wewnętrzny).
- Subtelne efekty wizualne, takie jak rozbłyski lub pulsujące podświetlenie, sygnalizujące



Fundusze Europejskie  
dla Rozwoju Społecznego



Rzeczpospolita  
Polska

Dofinansowane przez  
Unię Europejską



punkty interakcji.

#### **Tryb VR i standardowy:**

- W trybie VR grafika zapewnia immersyjny widok bryły z możliwością oglądania jej z dowolnej perspektywy.
- W trybie standardowym kamera umożliwia obracanie bryły oraz przybliżanie i oddalanie widoku, symulując wrażenie trójwymiarowej przestrzeni.

#### **Pomoc wizualna i podpowiedzi:**

- Graficzne wskaźniki i ikony, które ułatwiają użytkownikowi zrozumienie dostępnych funkcji i narzędzi (np. przyciski do zmiany koloru, dodania przezroczystości).
- Wirtualne notatki i oznaczenia na bryle, które użytkownik może dodawać w trakcie pracy.

#### **Przykład struktury materiału**

##### **Ekran główny:**

- Centralny przycisk „Rozpocznij” prowadzący do wyboru bryły.
- Przycisk „Konfiguracja i dostępność” w rogu ekranu, umożliwiający dostosowanie opcji (np. tryb VR/standardowy, kolory, przezroczystość).
- Przycisk „Tutorial” oferujący wprowadzenie do obsługi aplikacji.

##### **Widok wyboru bryły:**

- Lista brył geometrycznych (przewijana w pionie lub poziomie).
- Miniatury wizualne brył z podpisami.
- Przycisk „Powrót do menu” na górze ekranu.

##### **Przestrzeń robocza:**

- Główna bryła geometryczna w centrum widoku, z możliwością obracania i eksploracji.
- Panel narzędzi po prawej stronie:
  - Przyciski do zmiany kolorów, dodawania przezroczystości, rysowania odcinków, przekrojów, itp.
  - Ikona „Reset” do przywracania domyślnego widoku bryły.
- Panel notatek po lewej stronie:
  - Sekcja do wpisywania obserwacji i wyników pracy.
  - Możliwość zapisywania notatek oraz zrzutów ekranu bryły.
- Menu kontekstowe na dole ekranu:
  - Przyciski umożliwiające przejście do wnętrza bryły, włączenie linii pomocniczych lub widoków symulacyjnych.

##### **Widok w trybie VR:**

- Immersyjny widok przestrzeni 3D, z bryłą geometryczną jako głównym obiektem.
- Wirtualne ikony narzędzi widoczne w polu widzenia użytkownika, umożliwiające szybki dostęp do funkcji (np. rysowanie przekrojów, zaznaczanie wierzchołków).
- Opcja „Powrót do standardowego trybu” dostępna w menu kontekstowym.

##### **Podgląd na monitorze (dla obserwatorów):**

- Transmisja widoku z gogli VR w czasie rzeczywistym.



Fundusze Europejskie  
dla Rozwoju Społecznego



Rzeczpospolita  
Polska

Dofinansowane przez  
Unię Europejską





- Pasek postępu eksperymentu lub zadań, widoczny dla nauczyciela lub kolegów.

### Przykładowe inspiracje

#### **GeoGebra 3D**

- **Manipulacja bryłami:** Dynamiczne tworzenie i edycja brył geometrycznych w przestrzeni 3D.
- **Zaznaczanie elementów brył:** Użytkownik może zaznaczać krawędzie, wierzchołki i płaszczyzny, co pozwala na wizualizację ich relacji.
- **Intuicyjny interfejs:** Łatwa obsługa w trybie 2D może być wzorem dla projektowania trybu standardowego w aplikacji.

#### **Shapspark**

- **Renderowanie 3D:** Realistyczne wizualizacje przestrzeni, które mogą inspirować w projektowaniu wnętrza bryły.
- **Płynne przejścia między widokami:** Łatwe przełączanie między różnymi częściami środowiska może być użyteczne przy eksploracji brył od zewnątrz i od środka.

#### **Pano2VR**

- **Zaznaczanie punktów:** Funkcja umożliwiająca podświetlanie interaktywnych elementów może być zaadaptowana do wskazywania wierzchołków i płaszczyzn bryły.
- **Interaktywne przejścia:** Płynne animacje pozwalające użytkownikowi nawigować między różnymi częściami przestrzeni bryły.

#### **Neotrie VR**

- **Immersyjność w VR:** Eksploracja brył w przestrzeni VR w pełni interaktywnym środowisku, z możliwością manipulacji gestami.
- **Tworzenie przekrojów:** Funkcje umożliwiające realistyczne dzielenie brył geometrycznych i analizowanie ich struktur.
- **Praca grupowa w VR:** Możliwość współdzielenia przestrzeni VR, co może być rozwijane w przyszłości jako opcja dla trybu współpracy w aplikacji.

#### **PhET Interactive Simulations**

- **Przejrzystość i intuicyjność interakcji:** Proste i jasne mechanizmy interakcji, które mogą być inspiracją dla projektowania systemu zaznaczania i manipulacji w bryłach.
- **Dostosowanie poziomu trudności:** *PhET* oferuje opcje dla różnych grup wiekowych, co może być zaadaptowane w aplikacji.

## 4. Wymagania WCAG

### Opis dostosowania materiału celem spełnienia standardu WCAG

Zaawansowany e-materiał musi uwzględniać założenia uniwersalnego projektowania w edukacji (UDL) oraz być zgodne ze standardami dostępności cyfrowej WCAG 2.2. na poziomie AA, standardem ATAG 2.0 i zapisami Ustawy o dostępności cyfrowej stron



Fundusze Europejskie  
dla Rozwoju Społecznego



Rzeczpospolita  
Polska

Dofinansowane przez  
Unię Europejską





**internetowych i aplikacji mobilnych podmiotów publicznych z dnia 4 kwietnia 2019 roku. Powinno też uwzględniać dobre praktyki, stosowane w celu zapewnienia wysokiej jakości dostępnych cyfrowo materiałów edukacyjnych.**

Użytkownik ze szczególnymi potrzebami, korzystający z przygotowanego zaawansowanego e-materiału multimedialnego, powinien korzystać z mechaniki materiału (menu nawigacyjnego) w taki sam sposób, jak wszyscy użytkownicy. Należy przygotować menu, w którym wybiera on dostosowania materiału do swoich potrzeb. W ramach wybranych dostosowań multimedialnego materiału użytkownik powinien korzystać ze wszystkich zaprojektowanych funkcjonalności. Zaawansowany e-materiał powinien spełniać kryteria dostępu dla technologii dotykowych (np. ekranów dotykowych), dostępności z poziomu klawiatury czy za pomocą zewnętrznych urządzeń wejściowych (np. mysz powiększona), technologii asystujących (np. czytniki ekranu).

Zaawansowany e-materiał powinien spełniać następujące kryteria:

1. umożliwiać użytkownikowi z różnymi potrzebami korzystającemu z ułatwień dostępu na wszystkich poziomach i etapach materiału;
2. posiadać instrukcję dla użytkowników z różnymi potrzebami, zawierającą informacje o sposobie korzystania z ułatwień dostępu i mechanizmach poruszania się po menu;
3. posiadać rozwiązania z zakresu dostępności, które pozwalają uniknąć QTE lub działań związanych z łączeniem przycisków (uwzględnia ustawienie pozwalające je uprościć lub pominąć/wyłączyć);
4. umożliwiać korzystanie z wirtualnej klawiatury ekranowej, którą można sterować za pomocą myszy lub technologii wspomagających, takich jak wzrok lub przełącznik;
5. wszystkie treści w materiale powinny być przedstawione za pomocą tzw. prostego języka;
6. użytkownik przed skorzystaniem z zaawansowanego e-materiału powinien zapoznać się tutorialiem objaśniającym, jak korzystać z ułatwień dostępu;
7. mieć możliwość korzystania z pomocy w sytuacjach potencjalnie trudnych, związanych z poruszaniem się po materiale;
8. mechanika zaawansowanego e-materiału powinna pozwalać na dostęp do wszystkich obszarów interfejsu użytkownika;
9. zaawansowany e-materiał powinien być dostępny za pomocą technologii asystujących, m.in. czytników ekranu, oprogramowania asystującego w technologiach mobilnych.

Jeżeli w materiale będą występowały treści nieinterpretowalne, wykonawca zobowiązany jest zapewnić alternatywę wchodzącą w e-materiał i stanowiącą integralną całość zaawansowanego e-materiału. Bez konsultacji z ekspertami ORE nie dopuszcza się tworzenia alternatywnego (równoległego rozwiązania) dedykowanego osobom z różnymi potrzebami.

W przypadku specyficznego typu aplikacji jaką jest VR dopuszcza się możliwość zaproponowania alternatywnego rozwiązania, które nie wymaga zakładania okularów i uwzględnia wszystkie typy niepełnosprawności. Możliwe jest np. przygotowanie rozwiązania opartego o aplikację dźwiękową dla niewidomych, aplikację graficzną i dźwiękową dostosowaną dla słabowidzących lub inną uwzględniającą zaburzenia neurologiczne.

Zaawansowany e-materiał musi uwzględniać między innymi potrzeby osób:

- z ograniczeniami wzroku,
- z ograniczeniami słuchu,
- z ograniczeniami ruchu rąk i mobilności,
- z ograniczeniami możliwości poznawczych (związanymi z np. pamięcią, przetwarzaniem informacji, dysleksją),
- z zaburzeniami neurorozwojowymi i psychicznymi (np. spektrum autyzmu, ADHD, stanami



Fundusze Europejskie  
dla Rozwoju Społecznego



Rzeczpospolita  
Polska

Dofinansowane przez  
Unię Europejską



- lęgowymi, epilepsją),
- z zaburzeniami mowy,
- korzystających z czytników ekranu.

Podczas projektowania e-materiału należy uwzględnić różne potrzeby i możliwości użytkowników ze względu na:

#### Ograniczenia wzroku:

- stosowanie dobrze kontrastujących kolorów, czytelnych rozmiarów i typów fontów, możliwość zmiany i indywidualnego dopasowania przez użytkownika tych elementów;
- stosowanie zawsze widocznego fokusa (przynajmniej częściowo);
- używanie kombinacji koloru, kształtów i tekstu, niestosowanie znaczenia tylko kolorem;
- umieszczanie przycisków i powiadomień w kontekście;
- stosowanie odpowiedniej wielkości, kolorów i rozmieszczenia elementów interfejsu;
- umożliwienie zmiany kolorów dla osób będących daltonistami;
- umożliwienie zmiany wielkości elementów interfejsu;
- używanie dźwięku przestrzennego i rozróżnialnych dźwięków, różnych w zależności od zdarzeń;
- umożliwienie wyboru wyglądu kursora/celownika, zmiany kształtu, wielkości, koloru, jeśli projektowana mapa interaktywna zakłada bardzo dużo obiektów;
- wyświetlanie istotnych informacji w centrum, na linii wzroku lub możliwość powiększania całości, poszczególnych elementów mapy interaktywnej;
- nawigacja i sterowanie za pomocą klawiatury;
- stosowanie tekstów alternatywnych lub audiodeskrypcji do grafik;
- elementy materiału powinny być duże i łatwe do odróżnienia oraz oddalone od siebie;
- dodanie opisów alternatywnych do obrazów i innych elementów wizualnych, które opisują treści lub funkcje;
- stosowanie dużego kontrastu między istotnymi elementami w materiale;
- użytkownicy niewidomi powinni móc skorzystać z każdej funkcjonalności materiału z poziomu klawiatury.

#### Ograniczenia słuchu:

- stosowanie prostego języka, niestosowanie figur stylistycznych i idiomów;
- zapewnienie alternatywy tekstowej każdej kluczowej informacji dźwiękowej;
- dodanie napisów i transkrypcji do treści audio i wideo;
- możliwość modyfikacji napisów, zmiana rozmiaru/koloru oraz ich włączania i wyłączania zanim pojawi się dźwięk;
- stosowanie napisów rozszerzonych informujących o dodatkowych dźwiękach i nastroju oraz postaci mówiących;
- stosowanie prostych logicznych i spójnych układów treści;
- zapewnienie możliwości osobnej regulacji dźwięku dla różnych elementów multimedialnych w mapie interaktywnej;
- zastosowanie przełącznika dźwięku mono/stereo w materiałach filmowych i audio (jeśli takie się pojawiają w zaawansowanym materiale).

#### Ograniczenia ruchu rąk i mobilności:

- umożliwienie w menu materiału ustawienia dużych obszarów klikalnych;
- projektowanie obsługi za pomocą klawiatury i mowy;
- unikanie tworzenia dynamicznych treści, wymagających dużego ruchu myszy;
- nieograniczanie czasu otwarcia okien, wykonania zadań;
- zapewnienie alternatywy dla akcji, wymagających równoczesnych czynności (np. klik zamiast przeciągnij i upuść);
- zapewnienie sterowania przy użyciu prostych kontrolerów.
- unikanie stosowania bardzo precyzyjnych ruchów.



Fundusze Europejskie  
dla Rozwoju Społecznego



Rzeczpospolita  
Polska

Dofinansowane przez  
Unię Europejską



Ograniczenia poznawcze oraz zaburzenia neurorozwojowe i psychiczne:

- używanie prostych, stonowanych barw;
- używanie prostego języka, bez stosowania figur stylistycznych i idiomów;
- używanie krótkich zdań i punktowania;
- używanie wyjaśnienia skrótów;
- tworzenie opisowych przycisków;
- budowanie prostych i spójnych układów treści;
- wyrównanie tekstów do lewej i zachowanie spójnego układu;
- niestosowanie dużych bloków ciężkiego tekstu;
- niestosowanie podkreślania słów, niepochylenia tekstu i pisanie wielkimi literami;
- umożliwienie zmiany kontrastu pomiędzy tłem a tekstem;
- niestosowanie ograniczenia czasowego na wykonanie zadania;
- niestosowanie presji czasowej lub związanej z możliwością wykonania tylko jednej próby wykonania zadania.

Ograniczenia związane z korzystaniem z czytników ekranów:

- opisywanie obrazów, stosownie transkrypcji, audiodeskrypcji;
- nieumieszczanie informacji tylko na obrazie lub wideo;
- nadawanie struktury treści i nieoznaczanie jej tylko rozmiarem i rozmieszczeniem tekstu;
- stosowanie liniowego logicznego układu;
- umożliwienie sterowania za pomocą klawiatury;
- tworzenie opisowych łącz.

Powyższe wytyczne są jedynie przykładami potrzeb, jakie powinny zostać spełnione przy projektowaniu zaawansowanego e-materiału. Beneficjent konkursowy powinien zapewnić możliwie największą dostępność dla osób z różnymi potrzebami. Rozwiązania związane z zapewnieniem dostępności osobom z różnymi potrzebami Beneficjent konkursowy powinien konsultować z ekspertami ORE na poszczególnych etapach realizacji projektu konkursowego.

## 5. Wymagania funkcjonalne i techniczne

### Kluczowe warunki funkcjonalne dla Wykonawców

**Aplikacja musi spełniać wymagania określone w dokumencie „Ogólne wymagania funkcjonalne i techniczne dla e-materiałów”.**

**Interaktywne środowisko i realistyczna symulacja:**

- **Manipulacja bryłami:**
  - Możliwość zaznaczania wierzchołków, krawędzi, przekątnych, kątów oraz tworzenia przekrojów brył.
  - Obracanie brył oraz obserwacja z różnych perspektyw.
- **Kolory i przezroczystości:**
  - Zmiana kolorów elementów brył, dodawanie i zdejmowanie przezroczystości płaszczyzn.
- **Wizualizacje:**



Fundusze Europejskie  
dla Rozwoju Społecznego



Rzeczpospolita  
Polska

Dofinansowane przez  
Unię Europejską



- Realistyczne i atrakcyjne graficznie przedstawienie brył geometrycznych, zgodne z ustalonym stylem wizualnym (stylizowany, jasny, przyjazny).

#### **Interfejs użytkownika:**

- **Menu główne:** Stały dostęp do menu wyboru bryły, narzędzi oraz instrukcji.
- **Ikony kontekstowe:** Punkty interakcji ułatwiające zaznaczanie elementów bryły.
- **Notatki i wnioski:** Możliwość sporządzania notatek oraz zapis wyników działań użytkownika.

#### **Dostosowanie poziomu trudności:**

- **Poziomy edukacyjne** Możliwość wyboru poziomu trudności w zależności od zaawansowania użytkownika.
- **Scenariusze edukacyjne:** Predefiniowane scenariusze dla różnych grup wiekowych i poziomów zaawansowania.

#### **System oceny i feedbacku:**

- Informacja zwrotna po każdym wykonanym zadaniu (np. poprawność zaznaczonych elementów, stworzonych przekrojów).
- Możliwość ponownego wykonania zadania w przypadku popełnienia błędów.

#### **Personalizacja przez nauczyciela:**

- Opcja wyboru dostępnych brył i narzędzi, dostosowanie poziomu trudności oraz zakresu materiału edukacyjnego.
- Możliwość przygotowania własnych scenariuszy lub dostosowania istniejących do potrzeb dydaktycznych.
- Nauczyciel może ograniczyć dostęp do bardziej zaawansowanych funkcji w zależności od grupy uczniów.
- Raporty wyników mogą być eksportowane w formacie CSV/PDF i filtrowane według uczniów.

#### **Rejestrowanie wyników i analiza danych:**

- Po każdej aktywności użytkownik otrzymuje informację zwrotną oraz możliwość ponownego wykonania zadania w przypadku błędów.
- Zapisywanie wyników działań użytkownika oraz generowanie raportów do analizy postępów.
- Raporty wyników mogą być eksportowane w formacie CSV/PDF.
- Historia pracy użytkownika, umożliwiającą powrót do wcześniejszych działań.

**Zapis postępu :** Użytkownik może zapisywać wykonane konstrukcje i analizować je w kolejnych sesjach.



Fundusze Europejskie  
dla Rozwoju Społecznego



Rzeczpospolita  
Polska

Dofinansowane przez  
Unię Europejską



## Kluczowe warunki techniczne dla Wykonawców

Aplikacja musi spełniać wymagania określone w dokumencie „Ogólne wymagania funkcjonalne i techniczne dla e-materiałów”.

### Mechanizmy zapisu i odzyskiwania danych:

- Automatyczne zapisywanie postępów użytkownika, w tym historii interakcji z bryłami, zapisanych notatek i wyników.
- Funkcja odzyskiwania wyników oraz historii działań w przypadku przerwania pracy lub zmiany urządzenia.
- Możliwość eksportu wyników do formatu pliku (np. PDF, CSV) oraz synchronizacja z Zintegrowaną Platformą Edukacyjną (ZPE).



Fundusze Europejskie  
dla Rozwoju Społecznego



Rzeczpospolita  
Polska

Dofinansowane przez  
Unię Europejską

