

## SCENARIUSZ ZAAWANSOWANEGO E-MATERIAŁU

### 1. Metryczka materiału

<b>Tytuł materiału</b>	Etiudy ze stereometrii
<b>Numer materiału</b>	VI.16
<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 Kuszczak)
<b>Weryfikacja językowa</b>	Angelika Wiśniewska
<b>Rodzaj multimedium</b>	wirtualna symulacja
<b>Wykorzystanie AR lub VR</b> AR - rozszerzona rzeczywistość VR - wirtualna rzeczywistość	standardowa 2D lub 3D <input type="checkbox"/> AR <input type="checkbox"/> VR
<b>Etap(y) edukacyjny(e), dla których przeznaczony jest materiał</b>	II etap: SP IV-VIII III etap: Liceum / technikum zakres podstawowy Liceum / technikum zakres rozszerzony
<b>Przedmiot(y), do nauki których przeznaczony jest materiał</b>	matematyka



Fundusze Europejskie  
dla Rozwoju Społecznego



Rzeczpospolita  
Polska

Dofinansowane przez  
Unię Europejską



## 2. Opis materiału

### Skrócony opis materiału (abstrakt)

Aplikacja zawiera komponenty związane z obrazowaniem brył, odcinków, płaszczyzn, kątów w przestrzeni. Etiuda 3 przeznaczona jest również dla szkoły podstawowej.

Etiuda 1. Przekroje brył

Możliwość dynamicznej obserwacji przekrojów brył przy "ruchomej" płaszczyźnie.

Etiuda 2. Kąty w bryłach

Możliwość zaznaczania kątów w bryłach: między odcinkami, między odcinkiem i płaszczyzną, między dwiema płaszczyznami oraz obserwacji tych elementów z różnej perspektywy.

Etiuda 3. Siatki brył

Możliwość dynamicznego rozkładu bryły na siatkę i odwrotnie, np. przy pomocy suwaka.

Możliwość obserwacji procesu z różnej perspektywy.

Etiuda 4. Najkrótsza droga na powierzchni bryły

Wyznaczanie najkrótszej drogi na powierzchni bryły, łączącej dwa wskazane punkty na jej powierzchni. Płynny rozkład bryły na siatkę, zaznaczenie najkrótszej drogi, płynny powrót od siatki do bryły. Możliwość obserwacji procesu z różnej perspektywy.

### Cel ogólny materiału

Pomoc w zrozumieniu budowy brył oraz ułatwienie dostrzegania zależności między odcinkami i płaszczyznami poprzez przestrzenną wizualizację modeli, które można obserwować z różnej perspektywy, dokonywać przejścia od siatki do bryły i odwrotnie.

Bliższe poznanie i zrozumienie przekrojów brył poprzez ich przestrzenną wizualizację i możliwość obserwacji płaszczyzn pod różnym kątem.

Zrozumienie idei wyznaczania najkrótszej drogi między dwoma punktami na powierzchni bryły poprzez wizualizację 3D tego problemu.

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

#### Szkoła podstawowa

##### Matematyka

Bryły. Uczeń:

- rozpoznaje siatki graniastopów prostych i ostrosłupów;
- rysuje siatki prostopadłościów;
- wykorzystuje podane zależności między długościami krawędzi graniastopu do wyznaczania długości poszczególnych krawędzi;

#### Szkoła ponadpodstawowa

##### Matematyka (zakres podstawowy)

- rozpoznaje wzajemne położenie prostych w przestrzeni, w szczególności proste prostopadłe nieprzecinające się;
- rozpoznaje w graniastopach 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



Fundusze Europejskie  
dla Rozwoju Społecznego



Rzeczpospolita  
Polska

Dofinansowane przez  
Unię Europejską



płaszczyznami (np. kąt rozwarcia stożka, kąt między tworzącą a podstawą), oblicza miary tych kątów;

#### **Matematyka (zakres rozszerzony)**

- 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**

We wszystkich etiudach uczeń ma możliwość wyboru bryły z dostępnego menu (graniastosłupy, ostrosłupy, wielokąty foremne, walce, stożki, kule), może zmieniać długości krawędzi wielościanów; tworzących i promieni podstawy walców i stożków, promieni kół np. poprzez chwytanie za wierzchołki (punkty).

Może również generować własne bryły, np.:

- graniastosłupy i ostrosłupy przez zadanie ilości wierzchołków w podstawie oraz wskazanie długości odpowiednich krawędzi;
- walce i stożki przez podanie długości promienia podstawy i wysokości lub tworzącej;
- kuli przez podanie długości promienia itp.

Przy generowaniu własnych brył (lub wyborze z menu) uczeń może zadać dodatkowe własności, np. miary kątów między wskazanymi odcinkami, odcinkami i płaszczyznami, dwoma płaszczyznami (np. kąt rozwarcia stożka, kąt nachylenia ściany bocznej ostrosłupa do płaszczyzny podstawy, kąt między ścianami bocznymi, itp.).

Użytkownik może oznaczać kolorami różne elementy: punkty, proste płaszczyzny, może również stosować różne grubości i rodzaje linii (kropkowana, przerywana).

W przypadku brył o zadanych długościach krawędzi można dodawać punkty na powierzchni bryły w określonej lokalizacji, np. punkt na krawędzi AB oddalony o 3 jednostki od wierzchołka A; punkt na ścianie ABCD oddalony od krawędzi AB o 4 jednostki i od krawędzi AD o 2 jednostki itp.

Możliwość łączenia punktów odcinkami, mierzenia długości odcinków, odległości punktów, miar kątów.

Wygenerowane bryły można oglądać z różnej perspektywy wraz z ewentualnie naniesionymi obiektami (odcinki, kąty,...).

#### **Etiuda 1. Przekroje brył**

Możliwość dynamicznej obserwacji przekrojów brył przy "ruchomej" płaszczyźnie.

Po wyborze (zbudowaniu) bryły użytkownik może zadać płaszczyznę tnącą. Może to być płaszczyzna "swobodna", wówczas poruszając bryłą, obracając bryłę, może nasuwać ją na tę płaszczyznę i w ten sposób obserwować powstałe przekroje bryły. Płaszczyznę można również zadać, wskazując kilka punktów na powierzchni bryły (w wierzchołkach na krawędziach na ścianach) lub podając inne parametry, np. kąt nachylenia do płaszczyzny podstawy i punkt przez który przechodzi, itp.

Powstały przekrój jest obrazowany kolorem na bryle w dowolnej perspektywie oraz równolegle na sąsiednim widoku na płaszczyźnie.

Na powstałych grafikach można nanosić inne punkty, łączyć punkty odcinkami, oznaczać kąty.

Przy pomocy suwaków lub myszy uczeń może:

- zmieniać kąt nachylenia płaszczyzny tnącej;
- przesuwając płaszczyznę równolegle, przechodząc przez całą bryłę;
- obracać przestrzenną grafikę, umożliwiając ogląd sytuacji z dowolnej strony pod dowolnym kątem.



Fundusze Europejskie  
dla Rozwoju Społecznego



Rzeczpospolita  
Polska

Dofinansowane przez  
Unię Europejską



### **Etiuda 2. Kąty w bryłach**

Możliwość zaznaczania kątów w bryłach: między odcinkami, między odcinkiem i płaszczyzną, między dwoma płaszczyznami oraz obserwacji tych elementów z różnej perspektywy.

Po wyborze (zbudowaniu) bryły użytkownik może wskazać oznaczyć lub zmierzyć kąt między prostymi, kąt między prostą a płaszczyzną, kąt między dwiema ścianami, wskazując te dwa obiekty np. kursorem myszy.

Możliwość obserwacji zaznaczonego kąta z różnej perspektywy (możliwość obracania bryły). Na powstałych grafikach można nanosić inne punkty, łączyć punkty odcinkami, oznaczać kąty.

### **Etiuda 3. Siatki brył**

Możliwość dynamicznego rozkładu bryły na siatkę i odwrotnie, np. za pomocą suwaka. Możliwość obserwacji procesu z różnej perspektywy.

Użytkownik po wybraniu (zbudowaniu) bryły ma możliwość dynamicznego rozłożenia danej bryły na siatkę np. za pomocą suwaka może swobodnie zmieniać postęp od bryły do siatki. Może obserwować ten proces z różnej perspektywy.

Istnieje możliwość wskazywania krawędzi, które należy "odkleić" przy przejściu z bryły do siatki, tzn. możliwość generowania różnych siatek dla danej bryły.

### **Etiuda 4. Najkrótsza droga na powierzchni bryły.**

Zadaniem ucznia jest znalezienie najkrótszej drogi łączącej dwa wybrane punkty na powierzchni bryły (drogi przebiegającej po powierzchni bryły).

Po wyborze (zbudowaniu) bryły użytkownik może wskazywać na jej powierzchni (w wierzchołkach, na krawędziach, na ścianach) punkty. Jeśli bryła ma zadane długości krawędzi lub tworzących, wówczas istnieje możliwość zaznaczania punktów w konkretnych lokalizacjach, np. punkt na krawędzi AB oddalony o 3 jednostki od wierzchołka A; punkt na ścianie ABCD oddalony od krawędzi AB o 4 jednostki i od krawędzi AD o 2 jednostki itp.

Możliwe jest generowanie przez system dwóch losowych punktów na powierzchni bryły.

Użytkownik może łączyć punkty odcinkami i mierzyć długości odcinków.

Możliwość dynamicznego rozkładu bryły na siatkę i generowania różnych siatek. Podczas generowania siatek, obiekty wskazane na bryle są widoczne na siatce i odwrotnie. Przy rozkładzie bryły na siatkę, bryła jest cały czas widoczna w jednym oknie, a w drugim oknie widoczna jest siatka. Uczeń może zaznaczać odcinki łączące punkty zarówno na bryle, jak i na siatce. Efekty są automatycznie widoczne na obydwu obiektach. Możliwość obserwacji bryły z różnej perspektywy. Możliwość zobaczenia odpowiedzi, tzn. poprawnego połączenia dwóch punktów (najkrótsza droga na powierzchni bryły) zarówno na bryle jak i na siatce.

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

Do wszystkich etiud.

Możliwość obserwacji powstałych struktur z dowolnej perspektywy (możliwość obracania, powiększania).

**Ważne:** Etiudy 3 i 4 powinny być dostępne również dla uczniów klas 7 i 8 SP. Zatem konieczne jest aby w każdej z nich uczeń miał do wyboru, czy będzie działał w obrębie graniastosłupów prostych (w szczególności prostopadłościanów) czy ostrosłupów i innych brył (to może być w jednym pakiecie).

**Etiuda 1.** Przekroje brył pozwala na wybór gotowych brył z narzędziownika, a także generowanie własnych brył, w tym o zadanych wymiarach (np. krawędzie, wysokość, kąty, itp.) Możliwe jest też nanoszenie punktów i odcinków na powstałe przekroje. Konieczny jest dynamiczny podgląd w drugim oknie na powstały przekrój przedstawiony na płaszczyźnie.

**Etiuda 2.** Kąty w bryłach daje możliwość zaznaczania i mierzenia wskazanych kątów między



Fundusze Europejskie  
dla Rozwoju Społecznego



Rzeczpospolita  
Polska

Dofinansowane przez  
Unię Europejską



prostymi, prostą i płaszczyzną, dwiema płaszczyznami.

**Etiuda 3.** Siatki brył daje możliwość generowania własnych siatek danych brył, np. poprzez wskazanie krawędzi, które "rozklejmy".

**Etiuda 4.** Najkrótsza droga na powierzchni bryły zawiera odpowiedź graficzną z poprawnie wskazaną drogą dla dowolnie wskazanych dwóch punktów. Konieczna jest możliwość generowania brył o zadanych wymiarach, miarach kątów.

### Opis struktury materiału

#### **Etiuda 1. Przekroje brył**

Podczas wyświetlania przekrojów widać dwa rysunki w jednym lub w dwóch oknach. Na jednym rysunku jest bryła z wyznaczonym przekrojem, na drugim (w drugim oknie) powstały przekrój na płaszczyźnie.

#### **Etiuda 2. Kąty w bryłach**

Wszystko dzieje się w jednym oknie.

#### **Etiuda 3. Siatki brył**

Obraz widać na dwóch rysunkach (w dwóch oknach). Na jednym rysunku jest bryła, na drugim (w drugim oknie) powstająca lub gotowa siatka.

#### **Etiuda 4. Najkrótsza droga na powierzchni bryły**

Obraz widać na dwóch rysunkach (w dwóch oknach). Na jednym rysunku jest bryła, na drugim (w drugim oknie) siatka. Na obydwu obiektach równolegle widoczne są wskazywane obiekty (punkty, odcinki).

### Mechanika materiału

Wybór brył w menu, możliwość powiększania zmniejszania np. za pomocą myszy, po przesunięciu punktów. Obracanie obrazów (brył) we wszystkich kierunkach np. za pomocą myszy lub klawiszy strzałek.

Wskazywanie punktów, budowanie odcinków za pomocą myszy.

Przesunięcia płaszczyzn, rozkład bryły na siatkę np. przy pomocy suwaka.

### Grafika

#### **Styl graficzny:**

- **Prosty, estetyczny wygląd:** Unikamy nadmiernie szczegółowych modeli 3D i skomplikowanych tekstur. Grafika powinna być minimalistyczna, z płaskimi kolorami i prostymi gradientami dla przejrzystości.
- **Kolory:** Jasne, wyraźne kolory z możliwością ich przypisania do różnych elementów (punkty, linie, płaszczyzny) przez użytkownika. Unikamy gradientów wymagających intensywnych obliczeń.

#### **Modele brył:**

- **Geometria:** Modele brył są proste i zoptymalizowane pod kątem wydajności. Zawierają podstawowe formy, takie jak sześciany, graniastosłupy, ostrosłupy, stożki, walce i kule.
- **Interaktywność:** Modele muszą umożliwiać użytkownikowi chwytanie punktów i



Fundusze Europejskie  
dla Rozwoju Społecznego



Rzeczpospolita  
Polska

Dofinansowane przez  
Unię Europejską



dynamiczne modyfikacje, np. rozciąganie krawędzi czy zmienianie wymiarów.

#### Przekroje i siatki:

- **Przekroje:** Płaszczyzna tnąca jest półprzezroczysta z możliwością zmiany koloru. Powstały przekrój jest zaznaczony grubą linią o wyraźnym kolorze, kontrastującym z bryłą.
- **Siatki brył:** Prosty mechanizm rozkładania bryły na siatkę i odwrotnie. Siatka jest wyświetlana jako rysunek na sąsiednim oknie, z możliwością wyboru, które krawędzie "odkleić".
- **Perspektywa:** Obrót bryły i siatki widoczny w czasie rzeczywistym, bez konieczności generowania skomplikowanych animacji.

#### Kąty i linie:

- **Zaznaczanie kątów:** Kąty są wyraźnie oznaczone za pomocą łuków z podpisanymi wartościami liczbowymi. Linie pomocnicze są cienkie i przezroczyste, aby nie przeszkadzać w obserwacji bryły.
- **Rodzaje linii:** Linie proste, kropkowane, kreskowane – z możliwością wyboru przez użytkownika.

#### Interfejs użytkownika:

- **Dwa okna (tam, gdzie wymagane):** Jedno okno pokazuje bryłę, drugie odpowiadający widok siatki (lub przekroju). Synchronizacja między oknami w czasie rzeczywistym.
- **Prosta obsługa:** Funkcje przesuwania, obracania, skalowania dostępne za pomocą myszy (scroll, kliknięcia, przeciąganie) oraz klawiatury (strzałki do obrotu).

#### Efekty wizualne:

- **Kolorowanie:** Możliwość ręcznego przypisania kolorów do elementów bryły – punkty, linie, płaszczyzny. Wprowadzenie półprzezroczystości, ale bez dynamicznego odbijania światła czy zaawansowanych efektów 3D.
- **Rodzaje linii:** Linie powinny być dostosowywane z prostym mechanizmem wyboru – jednolite grubości i style (ciągłe, kropkowane, kreskowane).

#### Inspiracja:

- **Poly Pro:** Utrzymanie podobnej prostoty w prezentacji brył i ich interakcji, z naciskiem na edukacyjność i intuicyjność obsługi.

#### Przykładowe inspiracje

##### GeoGebra 3D

Co czerpać?

- Dynamiczna wizualizacja brył w 3D – użytkownik może dowolnie obracać i edytować figury.
- Interaktywne przekroje brył – użytkownik może zadawać płaszczyzny tnące i obserwować powstałe przekroje.

##### Desmos Geometry (3D mode)

Co czerpać?

- Intuicyjny interfejs do eksperymentowania z bryłami.
- Łatwa obsługa i przejrzysta wizualizacja obiektów przestrzennych.



Fundusze Europejskie  
dla Rozwoju Społecznego



Rzeczpospolita  
Polska

Dofinansowane przez  
Unię Europejską





#### 4. Wymagania WCAG

##### Opis dostosowania materiału celem spełnienia standardu WCAG

**Zaawansowany e-materiał musi uwzględniać założenia uniwersalnego projektowania w edukacji (UDL) oraz być zgodny ze standardami dostępności cyfrowej WCAG obowiązującymi na dzień ogłoszenia naboru, standardem ATAG 2.0 oraz zapisami ustawy z dnia 19 lipca 2019 r. o zapewnianiu dostępności osobom ze szczególnymi potrzebami (Dz. U. z 2019 r. poz. 1696) i ustawy z dnia 4 kwietnia 2019 r. o dostępności cyfrowej stron internetowych i aplikacji mobilnych podmiotów publicznych (Dz.U. z 2019 r. poz. 848). Powinien też uwzględniać dobre praktyki, stosowane w celu zapewnienia wysokiej jakości dostępnych cyfrowo materiałów edukacyjnych.**

Użytkownik ze szczególnymi potrzebami, korzystający z przygotowanego zaawansowanego e-materiału, 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 zaawansowanego e-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). Poszczególne ułatwienia dostępu oraz ich konfiguracja powinny być dostępne w menu przed uruchomieniem aplikacji. Powinna istnieć również możliwość zapamiętania wybranych przez użytkownika ustawień, tak aby mogła być stosowana przy kolejnych uruchomieniach aplikacji przez użytkownika.

Zaawansowany e-materiał powinien spełniać następujące kryteria:

1. umożliwiać użytkownikowi z różnymi potrzebami korzystać z ułatwień dostępu, na wszystkich poziomach i etapach e-materiału;
2. posiadać instrukcję dla użytkowników z różnymi potrzebami, zawierającą informacje o sposobie korzystania z ułatwień dostępu i mechanizmach poruszania się po menu, przygotowaną za pomocą tzw. prostego języka;
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 (jeśli materiał tego wymaga), którą można sterować za pomocą myszy lub technologii wspomagających, takich jak wzrok lub przełącznik;
5. umożliwiać skorzystanie z pomocy w sytuacjach potencjalnie trudnych, związanych z poruszaniem się po materiale;
6. użytkownik przed skorzystaniem z zaawansowanego e-materiału powinien mieć możliwość zapoznania się tutorialiem objaśniającym, jak korzystać z ułatwień dostępu;
7. mechanika zaawansowanego e-materiału powinna pozwalać na dostęp do wszystkich obszarów interfejsu użytkownika;
8. 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 przez technologie asystujące, 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.

Zaawansowany e-materiał musi uwzględniać między innymi potrzeby osób:

- z ograniczeniami wzroku,
- z ograniczeniami słuchu,



Fundusze Europejskie  
dla Rozwoju Społecznego



Rzeczpospolita  
Polska

Dofinansowane przez  
Unię Europejską



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

Podczas projektowania e-materiału należy uwzględniać 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 pojawią 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



Fundusze Europejskie  
dla Rozwoju Społecznego



Rzeczpospolita  
Polska

Dofinansowane przez  
Unię Europejską





- zamiast przeciągnij i upuść);
- zapewnienie sterowania przy użyciu prostych kontrolerów.
- unikanie stosowania bardzo precyzyjnych ruchów.

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, niepochyłania 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 łączy.

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”.**

Aplikacja musi spełnić następujące wymagania

**Obsługa brył:**

- Możliwość wyboru gotowych brył z menu (graniastosłupy, ostrosłupy, walce, stożki, kule).
- Możliwość generowania własnych brył poprzez podanie parametrów (liczba wierzchołków, długości krawędzi, promienie podstaw, wysokości).
- Interaktywność z bryłą: obracanie, przesuwanie, zmiana długości krawędzi.
- Możliwość nanoszenia elementów geometrycznych (punkty, odcinki, płaszczyzny, kąty) oraz ich kolorowanie i modyfikowanie grubości linii.



Fundusze Europejskie  
dla Rozwoju Społecznego



Rzeczpospolita  
Polska

Dofinansowane przez  
Unię Europejską



- Na każdym etapie obserwacji możliwy powrót do bazy brył i wybór innej.

#### Interfejs użytkownika:

- obsługa myszki oraz klawiatury (strzałki) do manipulacji bryłami (obracanie, przesuwanie, powiększanie/zmniejszanie),
- możliwość zaznaczania punktów, łączenia ich odcinkami, mierzenia długości odcinków i kątów,
- obsługa suwaków do dynamicznych zmian (rozkład brył na siatki, przesuwanie płaszczyzn),
- dodatkowe wymagania:
  - weryfikacja odpowiedzi - dla zadań, jak np. wyznaczenie najkrótszej drogi, możliwość sprawdzenia poprawnej odpowiedzi,
  - zapis i eksport - możliwość zapisania wygenerowanych brył, siatek oraz mierzonych elementów,
  - samouczki - dostosowane do użytkowników w wieku szkolnym, ułatwiające korzystanie z aplikacji.

#### Realistyczna symulacja i interaktywność:

- Dokładne odwzorowanie procesów:
  - wirtualne bryły muszą dokładnie odwzorowywać ich fizyczne odpowiedniki (graniastopy, ostrosłupy, walce, stożki, kule itp.).
  - symulacje przekrojów, siatek, kątów oraz najkrótszej drogi na powierzchni bryły muszą być zgodne z zasadami geometrii.
- Aplikacja składa się z czterech modułów (etiud) do wyboru, zawierających interaktywne elementy:
  - 1. Etiuda 1: Przekroje brył**
    - Dynamiczne przekroje:
      - definiowanie płaszczyzn tnących poprzez wskazywanie punktów na bryle (kursorem myszy) lub przez zadanie parametrów płaszczyzny (kąt nachylenia, punkt),
      - interaktywna manipulacja płaszczyzną tnącą (zmiana kąta nachylenia, przesuwanie równoległe do płaszczyzny),
      - wyświetlanie powstałego przekroju w dwóch widokach: bryła z przekrojem i widok przekroju na płaszczyźnie.
    - Interakcje z przekrojem: możliwość zaznaczania punktów na przekroju i łączenia ich odcinkami oraz mierzenia kątów.
  - 2. Etiuda 2: Kąty w bryłach**
    - Zaznaczanie i pomiar kątów:
      - Możliwość zaznaczania kątów między: odcinkami, odcinkiem i płaszczyzną, dwiema płaszczyznami.
      - Interaktywne mierzenie i wizualizacja kątów w jednym oknie.
    - Obrót bryły -możliwość dowolnego obracania bryłą, aby widzieć kąty z różnych perspektyw.
  - 3. Etiuda 3: Siatki brył**
    - Dynamiczny rozkład na siatki:
      - Płynny rozkład bryły na siatkę i odwrotnie za pomocą suwaka.
      - Możliwość wyboru krawędzi, które zostaną „odklejone”, aby uzyskać różne siatki dla tej samej bryły.
    - Widok dwupanelowy:
      - Widok bryły w jednym oknie i siatki w drugim.



Fundusze Europejskie  
dla Rozwoju Społecznego



Rzeczpospolita  
Polska

Dofinansowane przez  
Unię Europejską



- Automatyczna synchronizacja: zaznaczane elementy na bryle są widoczne na siatce i odwrotnie.

#### **4. Etiuda 4: Najkrótsza droga na powierzchni bryły**

- Wyznaczanie najkrótszej drogi:
  - Możliwość zaznaczania dwóch punktów na powierzchni bryły (na krawędziach, ścianach, w wierzchołkach) samodzielnie bądź losowy wybór przez aplikację.
  - Wyznaczenie najkrótszej drogi na powierzchni bryły.
  - Płynny rozkład bryły na siatkę, na której widoczna jest wyznaczona droga.
  - Wskazanie poprawnego połączenia dwóch punktów (najkrótszego).
- Widok dwupanelowy:
  - Widok bryły z zaznaczoną drogą w jednym oknie i siatki z tą samą trasą w drugim oknie.
  - Synchronizacja między bryłą a siatką.

#### **Nawigacja i opcje wyświetlania:**

- Swobodne przemieszczanie się po symulacji:
  - obracanie brył we wszystkich kierunkach za pomocą myszy lub klawiatury
  - możliwość powiększania, pomniejszania oraz przesuwania widoku.
- Tryby wyświetlania i perspektywy:
  - widoki dwuwymiarowe (np. siatki brył, przekroje na płaszczyźnie) i trójwymiarowe (cała bryła) w oddzielnych oknach lub w podzielonym widoku
  - widok z perspektywy pierwszej osoby oraz widok zewnętrzny z możliwością przełączania między nimi.

#### **Scenariusze i poziomy trudności:**

- Scenariusze edukacyjne: wyżej opisane etiudy.
- Dostosowywane poziomy trudności: Użytkownik wybiera poziom trudności, który modyfikuje złożoność dostępnych funkcji, np. od prostych graniastosłupów po złożone bryły z dodatkowymi kątami i pomiarami.

#### **Zadania interaktywne:**

- Ćwiczenia praktyczne: Zadania wymagające manipulacji parametrami symulacji (np. zmiana płaszczyzny tnącej, modyfikacja siatki, wyznaczanie punktów w przestrzeni). W Etiudzie 4 aplikacja może wygenerować dwa losowe punkty na powierzchni bryły.

#### **Śledzenie postępów i zapisanie wyników:**

- Historia działań użytkownika: Aplikacja zapisuje wykonane operacje, w tym generowane bryły, siatki, kąty czy zaznaczone punkty, umożliwiając powrót do wcześniejszych etapów.

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

- Dostosowanie parametrów symulacji: Nauczyciel może określić parametry startowe, np. wymiary brył, położenie punktów czy płaszczyzny tnącej.



Fundusze Europejskie  
dla Rozwoju Społecznego



Rzeczpospolita  
Polska

Dofinansowane przez  
Unię Europejską



- Tworzenie scenariuszy i zadań edukacyjnych: Możliwość edytowania istniejących scenariuszy lub tworzenia nowych (np. dodawanie pytań, tworzenie zadań praktycznych).
- System powinien umożliwiać użytkownikowi zapisanie i wczytanie własnych konstrukcji geometrycznych, co pozwala na powrót do wcześniejszych prac i analizowanie wyników długoterminowych.

#### Kluczowe warunki techniczne dla Wykonawców

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

#### **Raportowanie i statystyki:**

- System raportowania wyników dla nauczycieli: Funkcja umożliwiająca nauczycielom monitorowanie wyników i postępów uczniów w ćwiczeniach i zadaniach związanych z symulacją.
- Podsumowanie wyników dla użytkownika: Po zakończeniu sesji użytkownik powinien mieć możliwość przeglądania swoich wyników, co wspiera proces nauki i identyfikacji obszarów wymagających powtórzenia.



Fundusze Europejskie  
dla Rozwoju Społecznego



Rzeczpospolita  
Polska

Dofinansowane przez  
Unię Europejską

