

SCENARIUSZ ZAAWANSOWANEGO E-MATERIAŁU

1. Metryczka materiału

Tytuł materiału	Świat w różnej skali
Numer materiału	VII.7
Autor scenariusza	Krzysztof Rochowicz
Weryfikacja WCAG	Zespół ekspertów ds. WCAG (Dominika Gaponiuk, Agnieszka Brodowska, Urszula Grygier, Łukasz Mroziński)
Weryfikacja założeń techniczno-informatycznych	Zespół informatyków ds. integrowania e-materiałów pod względem technologicznym (Paweł, Tomaszek, Katarzyna Gagan, Anna Magdziarz-Tomaszek, Grzegorz Kuszczak)
Weryfikacja językowa	Iwona Tkacz
Rodzaj multimedium	aplikacja do symulacji skali
Wykorzystanie AR lub VR AR - rozszerzona rzeczywistość VR - wirtualna rzeczywistość	standardowa 2D lub 3D <input type="checkbox"/> AR <input type="checkbox"/> VR
Etap(y) edukacyjny(e), dla których przeznaczony jest materiał	II etap: SP IV-VIII III etap: Liceum / technikum zakres podstawowy Liceum / technikum zakres rozszerzony
Przedmiot(y), do nauki których przeznaczony jest materiał	biologia chemia fizyka geografia



Fundusze Europejskie
dla Rozwoju Społecznego



Rzeczpospolita
Polska

Dofinansowane przez
Unię Europejską



2. Opis materiału

Skrócony opis materiału (abstrakt)
Skala rozmiarów (odległości) sięgająca od mikroświata po cały obserwowalny Wszechświat - użytkownik, modyfikując skalę, podróżuje od świata w skali atomowej po kosmiczną, spotykając po drodze różne przykłady typowych obiektów i struktur (od cząstek elementarnych, atomów i cząsteczek, poprzez wirusy i bakterie, rośliny i zwierzęta, budowle i obiekty przyrodnicze po ciała niebieskie).
Cel ogólny materiału
Materiał ma na celu rozwinięcie wiedzy uczniów na temat natury świata i jego budowy w skali mikro- i makro. Cel będzie realizowany poprzez praktyczną demonstrację: użytkownik, modyfikując skalę, podróżuje od świata w skali atomowej po kosmiczną, spotykając po drodze różne przykłady typowych obiektów i struktur (od cząstek elementarnych, atomów i cząsteczek, poprzez wirusy i bakterie, rośliny i zwierzęta, budowle i obiekty przyrodnicze po ciała niebieskie).
Cele z podstawy programowej kształcenia ogólnego możliwe do realizacji za pomocą materiału
Szkoła podstawowa Biologia Uczeń: <ul style="list-style-type: none">wymienia najważniejsze pierwiastki budujące ciała organizmów;wymienia podstawowe grupy związków chemicznych występujących w organizmach (białka, cukry, tłuszcze, kwasy nukleinowe, woda, sole mineralne);dokonyuje obserwacji mikroskopowych komórki (podstawowej jednostki życia),rozpoznaje (pod mikroskopem, na schemacie, na zdjęciu lub na podstawie opisu) podstawowe elementy budowy komórki (błona komórkowa, cytoplazma, jądro komórkowe, chloroplast, mitochondrium, wakuola, ściana komórkowa).opisuje, porządkuje i rozpoznaje organizmy;wyjaśnia zjawiska i procesy biologiczne zachodzące w wybranych organizmach i w środowisku;przedstawia i wyjaśnia zależności między organizmem a środowiskiem. Chemia Uczeń: <ul style="list-style-type: none">posługuje się symbolami pierwiastków i stosuje je do zapisywania wzorów chemicznych: H, C, N, O, itd.; opisuje skład atomu (jądro: protony i neutrony, elektrony);interpretuje zapisy, np. H_2O; opisuje budowę i wybrane właściwości fizyczne i chemiczne aminokwasów; definiuje białka jako związki powstające w wyniku kondensacji aminokwasów. Geografia Krajobrazy Polski: Uczeń: <ul style="list-style-type: none">wskazuje na mapie położenie krain geograficznych Polski;przedstawia główne cechy krajobrazów Polski oraz wykazuje ich zróżnicowanie;rozpoznaje krajobrazy Polski w opisach oraz na filmach i ilustracjach;przedstawia podstawowe zależności między składnikami krajobrazów; Krajobrazy świata: Uczeń: <ul style="list-style-type: none">wskazuje na mapie położenie poznawanych typów krajobrazów;przedstawia główne cechy i porównuje krajobrazy świata oraz rozpoznaje je w opisach, na filmach i ilustracjach;rozpoznaje rośliny i zwierzęta typowe dla poznawanych krajobrazów;



Fundusze Europejskie
dla Rozwoju Społecznego



Rzeczpospolita
Polska

Dofinansowane przez
Unię Europejską



- wykazuje związek między położeniem wybranych krajobrazów na kuli ziemskiej, warunkami klimatycznymi i głównymi cechami krajobrazów.

Fizyka

Uczeń:

- przelicza wielokrotności i podwielokrotności (mikro-, mili-, centy-, hekto-, kilo-, mega-);
- przedstawia jednostki wielkości fizycznych, opisuje ich związki z jednostkami podstawowymi; przelicza wielokrotności i podwielokrotności;
- posługuje się materiałami pomocniczymi, w tym tablicami fizycznymi i chemicznymi oraz kartą wybranych wzorów i stałych fizykochemicznych;
- prowadzi obliczenia szacunkowe i poddaje analizie otrzymany wynik;
- wyodrębnia zjawisko z kontekstu, nazywa je oraz wskazuje czynniki istotne i nieistotne dla jego przebiegu;
- przedstawia własnymi słowami główne tezy tekstu popularnonaukowego z dziedziny fizyki lub astronomii;
- przedstawia wybrane informacje z historii odkryć kluczowych dla rozwoju fizyki

Szkoła ponadpodstawowa

Biologia (zakres podstawowy)

Uczeń:

- wyjaśnia zjawiska i procesy biologiczne zachodzące w organizmie człowieka;
- wykazuje związki pomiędzy strukturą i funkcją na różnych poziomach złożoności organizmu;
- objaśnia funkcjonowanie organizmu człowieka na poszczególnych etapach ontogenezy.

Biologia (zakres rozszerzony)

- opisuje, porządkuje i rozpoznaje organizmy;
- wyjaśnia zjawiska i procesy biologiczne zachodzące w wybranych organizmach i w środowisku;
- wykazuje związki pomiędzy strukturą i funkcją na różnych poziomach organizacji życia;
- objaśnia funkcjonowanie organizmu człowieka na różnych poziomach złożoności i w poszczególnych etapach ontogenezy;
- przedstawia i wyjaśnia zależności między organizmami oraz między organizmem a środowiskiem.

Chemia (zakres podstawowy)

- opisuje budowę cząsteczki benzenu, z uwzględnieniem delokalizacji elektronów;
- opisuje podobieństwa i różnice w budowie cząsteczek aldehydów i ketonów (położenie grupy karbonylowej); na podstawie wzoru lub opisu klasyfikuje substancję do aldehydów lub ketonów;
- opisuje strukturę cząsteczek estrów i wiązania estrowego;
- opisuje budowę tłuszczów stałych i ciekłych (jako estrów glicerolu i długołańcuchowych kwasów tłuszczowych);
- opisuje budowę i klasyfikację amin;
- porównuje budowę amoniaku i amin;
- opisuje budowę białek (jako polimerów kondensacyjnych aminokwasów);
- dokonuje podziału cukrów na proste i złożone, klasyfikuje cukry proste ze względu na liczbę atomów węgla w cząsteczce i grupę funkcyjną.

Chemia (zakres rozszerzony)

- wskazuje te cząsteczki i fragmenty cząsteczek, które są polarne, oraz te, które są niepolarne;
- wyjaśnia pojęcie alotropii pierwiastków; na podstawie znajomości budowy diamentu, grafitu, grafenu i fullerenów tłumaczy ich właściwości i zastosowania;
- na podstawie wzoru sumarycznego, półstrukturalnego (grupowego), opisu budowy lub właściwości fizykochemicznych klasyfikuje dany związek chemiczny do: węglowodorów (nasyconych, nienasyconych, cyklicznych, aromatycznych), związków jednofunkcyjnych



Fundusze Europejskie
dla Rozwoju Społecznego



Rzeczpospolita
Polska

Dofinansowane przez
Unię Europejską



(fluorowcopochodnych, alkoholi, fenoli, aldehydów, ketonów, kwasów karboksylowych, estrów, amin, amidów), związków wielofunkcyjnych (hydroksykwasów, aminokwasów, peptydów, białek, cukrów); na podstawie wzorów strukturalnych lub półstrukturalnych (grupowych) podaje nazwy systematyczne związków zawierających w szkielecie do 8 atomów węgla: węglowodorów, jednofunkcyjnych pochodnych węglowodorów (fluorowcopochodnych, alkoholi, fenoli, aldehydów, ketonów, kwasów karboksylowych, estrów); na podstawie nazw systematycznych rysuje ich wzory strukturalne i półstrukturalne (grupowe).

Fizyka (zakres podstawowy)

Uczeń:

- przedstawia jednostki wielkości fizycznych, opisuje ich związki z jednostkami podstawowymi; przelicza wielokrotności i podwielokrotności;
- posługuje się materiałami pomocniczymi, w tym tablicami fizycznymi i chemicznymi oraz kartą wybranych wzorów i stałych fizykochemicznych;
- prowadzi obliczenia szacunkowe i poddaje analizie otrzymany wynik;
- przeprowadza obliczenia liczbowe posługując się kalkulatorem;
- rozróżnia wielkości wektorowe i skalarne;
- tworzy teksty, tabele, diagramy lub wykresy, rysunki schematyczne lub blokowe dla zilustrowania zjawisk bądź problemu; właściwie skaluje, oznacza i dobiera zakresy osi;
- wyodrębnia z tekstów, tabel, diagramów lub wykresów, rysunków schematycznych lub blokowych informacje kluczowe dla opisywanego zjawiska bądź problemu; przedstawia te informacje w różnych postaciach;

Fizyka (zakres rozszerzony)

Uczeń:

- przedstawia jednostki wielkości fizycznych, opisuje ich związki z jednostkami podstawowymi; -przelicza wielokrotności i podwielokrotności;
- posługuje się materiałami pomocniczymi, w tym tablicami fizycznymi i chemicznymi oraz kartą wybranych wzorów i stałych fizykochemicznych;
- prowadzi obliczenia szacunkowe i poddaje analizie otrzymany wynik;
- przeprowadza obliczenia liczbowe posługując się kalkulatorem;
- rozróżnia wielkości wektorowe i skalarne;
- tworzy teksty, tabele, diagramy lub wykresy, rysunki schematyczne lub blokowe dla zilustrowania zjawisk bądź problemu; właściwie skaluje, oznacza i dobiera zakresy osi;
- wyodrębnia z tekstów, tabel, diagramów lub wykresów, rysunków schematycznych lub blokowych informacje kluczowe dla opisywanego zjawiska bądź problemu; przedstawia te informacje w różnych postaciach;
- tworzy modele fizyczne lub matematyczne wybranych zjawisk i opisuje ich założenia; ilustruje prawa i zależności fizyczne z wykorzystaniem tych założeń.

Geografia (zakres podstawowy)

- korzysta z planów, map fizycznogeograficznych i społeczno-gospodarczych, fotografii, zdjęć lotniczych i satelitarnych, rysunków, wykresów, danych statystycznych, tekstów źródłowych, technologii informacyjno-komunikacyjnych oraz geoinformacyjnych w celu zdobywania, przetwarzania i prezentowania informacji geograficznych.
- charakteryzuje Ziemię jako planetę Układu Słonecznego;
- na podstawie zdjęć i innych materiałów źródłowych przedstawia i porównuje ciała niebieskie tworzące Układ Słoneczny;
- rozpoznaje wybrane rodzaje skał oraz przedstawia ich gospodarcze zastosowanie.

Geografia (zakres rozszerzony)

- wykorzystuje technologie informacyjno-komunikacyjne i geoinformacyjne do pozyskiwania, przechowywania, przetwarzania i prezentacji informacji geograficznych;
- identyfikuje na przykładach współzależności elementów środowiska przyrodniczego w



Fundusze Europejskie
dla Rozwoju Społecznego



Rzeczpospolita
Polska

Dofinansowane przez
Unię Europejską



- strefach od równikowej do polarnych;
- wyróżnia główne minerały skałotwórcze, klasyfikuje skały, przedstawia genezę skał magmowych, osadowych i przeobrażonych.

3. Charakterystyka materiału

Opis zawartości merytorycznej materiału

Materiał obejmuje następujące zagadnienia

Budowa atomu, cząstki elementarne

- Atom: podstawowa jednostka materii składająca się z jądra atomowego oraz otaczających go elektronów.
- Jądro atomowe: centralna część atomu, zawierająca protony i neutrony.
- Protony: cząstki o dodatnim ładunku elektrycznym, znajdujące się w jądrze atomu.
- Neutrony: cząstki obojętne elektrycznie, również obecne w jądrze atomu.
- Elektrony: cząstki o ujemnym ładunku elektrycznym, krążące wokół jądra atomowego na określonych poziomach energetycznych (powłokach i podpowłokach elektronowych).

Cząstki subatomowe

- Kwarki: składniki protonów i neutronów, występujące w sześciu "smakach" (górny, dolny, dziwny, powabny, niski i wysoki).
- Leptony: lekkie cząstki, do których należą elektrony oraz neutrino elektronowe.
- Bozony pośredniczące: cząstki odpowiedzialne za oddziaływania fundamentalne, takie jak fotony (oddziaływanie elektromagnetyczne), bozony W i Z (oddziaływanie słabe) oraz gluony (oddziaływanie silne).

Mikroskopijny świat

- Komórki: podstawowe jednostki życia. Uczniowie poznają budowę i funkcje komórek, zarówno prokariotycznych (bakterie), jak i eukariotycznych (rośliny, zwierzęta, grzyby).
- Organelle komórkowe: struktury wewnątrz komórek, takie jak jądro, mitochondria, chloroplasty, rybosomy i ich funkcje.
- Mikroorganizmy: różnorodne formy życia, takie jak bakterie, wirusy, grzyby i pierwotniaki. Uczniowie uczą się o ich znaczeniu w ekosystemach, zdrowiu człowieka i biotechnologii.

Organizm jako całość

- Budowa organizmów wielokomórkowych: struktura i funkcje tkanek, narządów i układów narządów w organizmach roślinnych i zwierzęcych.
- Układy narządów u zwierząt: układ krążenia, oddechowy, pokarmowy, nerwowy, ruchu, rozrodczy i ich rola w organizmie.
- Systemy roślinne: struktura korzeni, łodyg, liści, kwiatów i ich funkcje w procesach, takich jak fotosynteza, transport wody i soli mineralnych, rozmnażanie.

Ekosystemy i biomy

- Ekosystemy: wzajemne oddziaływania między organizmami a środowiskiem, przepływ energii i obieg materii. Przykłady różnych ekosystemów (las, jezioro, łąka).
- Równowaga ekologiczna: zasady utrzymania równowagi w ekosystemach i konsekwencje jej zaburzenia.



Fundusze Europejskie
dla Rozwoju Społecznego



Rzeczpospolita
Polska

Dofinansowane przez
Unię Europejską



- Biomy: duże jednostki ekologiczne obejmujące podobne ekosystemy na różnych kontynentach. Przykłady biomów to tundra, tajga, lasy tropikalne, sawanna, pustynia.

Krajobrazy i formacje geologiczne

- Krajobrazy: charakterystyka różnych typów krajobrazów (górski, nizinne, wyżynne, pustynne, nadmorskie) oraz procesy je kształtujące.
- Formacje geologiczne: skład, struktura i geneza skał, minerałów oraz procesy geologiczne (wulkanizm, trzęsienia ziemi, erozja, sedymentacja).

Ziemia jako planeta

- Struktura Ziemi: budowa wnętrza Ziemi (skorupa, płaszcz, jądro), właściwości poszczególnych warstw.
- Procesy geologiczne: płyty tektoniczne, ich ruchy i skutki (trzęsienia ziemi, wulkanizm, górotwory).
- Zjawiska atmosferyczne: skład atmosfery, obieg wody w przyrodzie, zjawiska pogodowe i klimatyczne.

Wszechświat i miejsce Ziemi w kosmosie

- Układ Słoneczny: Słońce, planety, księżyce, komety, asteroidy i ich charakterystyka.
- Gwiazdy i galaktyki: podstawowe informacje o gwiazdach (cykl życia gwiazdy, klasyfikacja gwiazd), budowa i rodzaje galaktyk.
- Kosmologia: podstawy teorii wielkiego wybuchu, ekspansja wszechświata, struktura wszechświata na dużą skalę.

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

- Wykonawca powinien posiadać głęboką wiedzę na temat budowy i struktury materii, aby móc przekazać teorię w sposób klarowny i zrozumiały.
- Materiał musi być dostosowany do poziomu i wieku uczniów, uwzględniając ich wcześniejsze doświadczenia i wiedzę w zakresie fizyki.
- Materiał ma być interaktywny, aby zapewnić aktywne uczestnictwo uczniów w procesie nauki. Wykorzystanie interaktywnych narzędzi, symulacji i eksperymentów wirtualnych może pomóc w lepszym zrozumieniu abstrakcyjnych koncepcji.
- Wykonawca musi przedstawić materiał w sposób zrozumiały i przystępny, unikając nadmiernego skomplikowania pojęć i terminologii.
- Materiał wykorzystuje różnorodne metody dydaktyczne, takie jak wykłady multimedialne, symulacje, eksperymenty wirtualne, dyskusje grupowe, aby dostosować się do różnych stylów uczenia się uczniów.
- Wykonawca powinien pokazać praktyczne zastosowania omawianego zagadnienia, aby uczniowie mogli zobaczyć jego znaczenie w życiu codziennym oraz w różnych dziedzinach nauki i technologii.
- Materiał zawiera elementy weryfikujące zrozumienie uczniów, takie jak quizy, zadania praktyczne czy dyskusje, aby sprawdzić, czy osiągnęli oni zamierzone cele edukacyjne.
- Materiał musi uwzględniać różnorodność potrzeb uczniów, zapewniając wsparcie dla uczniów o różnym poziomie umiejętności oraz dostosowując się do ewentualnych potrzeb specjalnych.
- Wykonawca zadba o motywację uczniów poprzez interesującą i angażującą prezentację materiału oraz poprzez pokazanie jego znaczenia i praktycznych zastosowań.



Fundusze Europejskie
dla Rozwoju Społecznego



Rzeczpospolita
Polska

Dofinansowane przez
Unię Europejską



Opis struktury materiału

Celem e-materiału jest umożliwienie uczniom eksploracji świata na różnych poziomach wielkości, od najmniejszych cząstek elementarnych po największe struktury we wszechświecie. Uczniowie będą mogli poruszać się po skali wielkości, przeskakując między poziomami mikroskopowymi i makroskopowymi, obserwując, jak zmieniają się charakterystyczne struktury i obiekty na każdym z tych poziomów.

Główne funkcjonalności symulacji

- **Płynne przejścia między skalami:** uczniowie mogą manipulować skalą, płynnie przechodząc od skali atomowej (nanometry) po skalę kosmiczną (kilometry, lata świetlne). Skala może być zmieniana poprzez suwaki lub interaktywne gesty, które pozwalają na przybliżanie lub oddalanie świata.
- Typowe przykłady obiektów na różnych poziomach skali:
 - **skala subatomowa:** cząstki elementarne (elektrony, protony, neutrony), jądra atomowe, cząstki elementarne (kwarki, gluony).
 - **skala atomowa:** atomy pierwiastków, orbitale elektronowe, wiązania chemiczne.
 - **skala molekularna:** cząsteczki (np. woda, DNA, białka), wiązania kowalencyjne, jonowe i wodorowe.
 - **skala nanometryczna:** wirusy, nanostruktury, nanocząstki.
 - **skala mikrometryczna:** bakterie, komórki roślinne i zwierzęce.
 - **skala milimetrowa i centymetrowa:** owady, nasiona, przedmioty codziennego użytku.
 - **skala metrów i kilometrów:** rośliny, zwierzęta, budowle, obiekty geograficzne (góry, rzeki).
 - **skala planetarna i kosmiczna:** planety, księżyce, gwiazdy, galaktyki, gromady galaktyk, struktury wszechświata.

Tryby pracy w wirtualnej symulacji

- **Tryb eksploracyjny (swobodna podróż po skalach):** Uczniowie mogą swobodnie podróżować po skalach wielkości, wybierając interesujące ich obiekty i struktury. Mogą obserwować, jak zmieniają się fundamentalne prawa fizyki w miarę przesuwania się po skali, oraz odkrywać nowe właściwości i zachowania materii na różnych poziomach.
Możliwości:
 - **skala subatomowa:** zbliżając się do skali cząstek elementarnych, użytkownicy mogą obserwować interakcje sił fundamentalnych, jak oddziaływanie elektromagnetyczne i jądrowe. Wizualizacje mogą ukazywać np. protony i neutrony złożone z kwarków.
 - **skala atomowa i molekularna:** uczniowie mogą zobaczyć atomy i cząsteczki, takie jak woda i węgiel, oraz obserwować ich struktury chemiczne.
 - **skala biologiczna (od nanometrycznej, przez mikrometryczną i milimetrową po centymetrową):** uczniowie mogą powiększyć obraz do poziomu mikroorganizmów i komórek, by zobaczyć komórki bakterii, mitochondria, a także poznawać złożone struktury białek i wirusów.
 - **skala codzienna (metrów i kilometrów):** uczniowie mogą porównywać obiekty, takie jak samochody, domy, zwierzęta i drzewa.
 - **skala planetarna i kosmiczna:** Uczniowie mogą oddalać się od Ziemi, przechodząc przez atmosferę, Księżyc, Słońce, i dalej aż do galaktyk, poznając wielkości typowe dla ciał niebieskich.
- **Tryb zadaniowy (rozwiązywanie wyzwań i problemów):** W tym trybie uczniowie będą rozwiązywać zadania związane z porównywaniem różnych wielkości, identyfikacją



Fundusze Europejskie
dla Rozwoju Społecznego



Rzeczpospolita
Polska

Dofinansowane przez
Unię Europejską



obiektów na różnych poziomach skali oraz badaniem zjawisk fizycznych na różnych poziomach. Przykładowe zadania

- "Przybliż się do skali molekularnej i zidentyfikuj cząsteczkę wody. Oblicz odległość między atomami tlenu a wodoru."
- "Przejdź do skali biologicznej i porównaj wielkość bakterii z wielkością komórki ludzkiej. Jakie różnice dostrzegasz w strukturach?"
- "Oddal się do skali kosmicznej i znajdź odległość pomiędzy planetą Ziemią a najbliższą gwiazdą poza Układem Słonecznym."

Każde zadanie wiąże się z koniecznością zrozumienia relacji pomiędzy różnymi wielkościami oraz porównania ich z innymi obiektami na różnych poziomach skali.

Wizualizacje i interaktywność

- **Płynne animacje przejść między skalami:** W miarę przybliżania lub oddalania się od różnych obiektów, uczniowie obserwują płynne zmiany wizualizacji – od poziomu cząstek subatomowych do struktur makroskopowych.
- **Interaktywne opisy i dane:** Uczniowie mogą kliknąć na dowolny obiekt, aby uzyskać dodatkowe informacje na jego temat, np. rozmiar, masę, strukturę wewnętrzną lub funkcję biologiczną.
- **Wizualizacja zjawisk fizycznych:** W miarę przesuwania się w dół skali, uczniowie mogą obserwować różne zjawiska fizyczne (np. rozpraszanie elektronów wokół jąder atomowych, ruch Browna cząsteczek w cieczach, pola grawitacyjne wokół planet).

Obliczenia i interaktywne analizy

- **Porównywanie wielkości:** Uczniowie mogą dokonywać bezpośrednich porównań pomiędzy obiektami na różnych poziomach. Na przykład: "Jak wiele razy mniejszy jest elektron od komórki ludzkiej?" lub "Ile razy większy jest Słońce od Ziemi?"
- **Obliczanie skali i proporcji:** Możliwość automatycznego obliczenia proporcji między wybranymi obiektami (np. obliczenie średnicy Ziemi w porównaniu do Słońca).

Zastosowania praktyczne – nauka poprzez doświadczenie

- **Zjawiska fizyczne w różnych skalach:** Uczniowie mogą badać, jak prawa fizyki działają w różnych skalach. Na poziomie atomowym mogą obserwować działanie sił elektrostatycznych, podczas gdy na poziomie kosmicznym mogą badać zjawiska grawitacyjne.
- **Obiekty z codziennego życia i ich odpowiedniki w innych skalach:** Uczniowie mogą wybrać obiekt z codziennego życia (np. budynek) i porównać go z wielkościami na innych poziomach skali (np. bakteria, planeta).

Przykładowa struktura materiału

Ekran 1: Wprowadzenie do skali w przyrodzie

- Scena 1.1: Definicja i znaczenie skali: krótkie wprowadzenie do pojęcia skali w przyrodzie; wyjaśnienie, dlaczego różne skale są ważne dla zrozumienia zjawisk; przykłady zjawisk obserwowanych w różnych skalach.
- Scena 1.2: Podział skali: omówienie różnych skal: mikroskali, skali mezoskopowej, makroskali i skali kosmicznej; krótkie wyjaśnienie, jakie zjawiska są charakterystyczne dla każdej skali.



Fundusze Europejskie
dla Rozwoju Społecznego



Rzeczpospolita
Polska

Dofinansowane przez
Unię Europejską



Ekran 2: Mikroskala

- Scena 2.1: Skala atomowa i subatomowa
 - Scena 2.1.1: Struktura atomu: omówienie budowy atomu (jądro, elektrony, protony, neutrony), przykłady pierwiastków i ich właściwości.
 - Scena 2.1.2: Cząstki elementarne: wyjaśnienie, czym są cząstki elementarne (kwarki, lepton, bozony), przykłady eksperymentów badających cząstki elementarne (np. LHC).
- Scena 2.2: Zjawiska kwantowe
 - Scena 2.2.1: Dualizm korpuskularno-falowy: wyjaśnienie pojęcia dualizmu korpuskularno-falowego, przykłady eksperymentów kwantowych (np. eksperyment Younga, efekt fotoelektryczny).
 - Scena 2.2.2: Zasada nieoznaczoności Heisenberga: omówienie zasady nieoznaczoności, przykłady konsekwencji zasady nieoznaczoności w fizyce.

Ekran 3: Skala molekularna i biologiczna

- Scena 3.1: Materia skondensowana
 - Scena 3.1.1: Ciała stałe: wyjaśnienie struktury ciał stałych (sieci krystaliczne, amorficzne), przykłady właściwości ciał stałych (twardość, przewodnictwo cieplne).
 - Scena 3.1.2: Ciecze: omówienie właściwości cieczy (lepkość, napięcie powierzchniowe), przykłady zjawisk związanych z cieciami (np. kapilarność, krople).
- Scena 3.2: Nanotechnologia
 - Scena 3.2.1: Definicja i znaczenie nanotechnologii: wyjaśnienie pojęcia nanotechnologii, przykłady zastosowań nanotechnologii (np. nanomateriały, nanomedycyna).
 - Scena 3.2.2: Zjawiska w nanoskali: omówienie zjawisk charakterystycznych dla nanoskali (np. efekty kwantowe, zwiększona powierzchnia).

Ekran 4: Skala codzienna

- Scena 4.1: Mechanika klasyczna
 - Scena 4.1.1: Prawa Newtona: omówienie trzech zasad dynamiki Newtona, przykłady zastosowań praw Newtona w codziennym życiu.
 - Scena 4.1.2: Siła, praca, energia: definicje siły, pracy i energii w kontekście mechaniki klasycznej, przykłady obliczeń związanych z siłą, pracą i energią.
- Scena 4.2: Termodynamika
 - Scena 4.2.1: Pierwsza i druga zasada termodynamiki: wyjaśnienie pierwszej i drugiej zasady termodynamiki, przykłady zastosowań zasad termodynamiki (np. silniki cieplne, lodówki).
 - Scena 4.2.2: Procesy termodynamiczne: omówienie różnych procesów termodynamicznych (izotermiczne, adiabatyczne), przykłady zjawisk termodynamicznych w naturze i technice.

Ekran 5: Skala kosmiczna

- Scena 5.1: Układ Słoneczny
 - Scena 5.1.1: Planety i księżyce: omówienie budowy i właściwości planet i ich księżyców, przykłady ciekawych zjawisk w Układzie Słonecznym (np. pierścienie Saturna, wulkany na Io).
 - Scena 5.1.2: Słońce i inne gwiazdy: wyjaśnienie struktury i cyklu życia gwiazd, przykłady różnych typów gwiazd (np. czerwone olbrzymy, białe karły).
- Scena 5.2: Galaktyki i Wszechświat



Fundusze Europejskie
dla Rozwoju Społecznego



Rzeczpospolita
Polska

Dofinansowane przez
Unię Europejską



- Scena 5.2.1: Struktura galaktyk: omówienie budowy galaktyk (spiralne, eliptyczne, nieregularne), przykłady zjawisk w galaktykach (np. ramiona spiralne, supermasywne czarne dziury).
- Scena 5.2.2: Wielka Skala Kosmiczna: wyjaśnienie struktury wszechświata (gromady galaktyk, supergromady), przykłady teorii kosmologicznych (np. Wielki Wybuch, ekspansja Wszechświata).

Ekran 6: Ćwiczenia praktyczne

- Scena 6.1: Eksperymenty w mikroskali
 - Praktyczne ćwiczenia związane z badaniem struktury atomowej i zjawisk kwantowych.
 - Obserwacje i analiza wyników eksperymentów.
- Scena 6.2: Eksperymenty w mezoskali
 - Praktyczne ćwiczenia związane z właściwościami ciał stałych i cieczy.
 - Obserwacje i analiza wyników eksperymentów.
- Scena 6.3: Eksperymenty w makroskali
 - Praktyczne ćwiczenia związane z mechaniką klasyczną i termodynamiką.
 - Obserwacje i analiza wyników eksperymentów.
- Scena 6.4: Obserwacje w skali kosmicznej
 - Praktyczne ćwiczenia związane z obserwacją ciał niebieskich i zjawisk kosmicznych.
 - Rejestrowanie i analiza danych obserwacyjnych.

Ekran 7: Podsumowanie i wnioski

- Scena 7.1: Przegląd najważniejszych zagadnień
 - Krótkie podsumowanie omawianych skal i zjawisk fizycznych.
- Scena 7.2: Dyskusja na temat znaczenia różnych skal w przyrodzie
 - Refleksje i wnioski dotyczące roli różnych skal w zrozumieniu świata.

Ekran 8: Materiały dodatkowe

- Scena 8.1: Filmy edukacyjne
 - Linki do filmów edukacyjnych na temat różnych skal.
- Scena 8.2: Symulacje komputerowe
 - Linki do symulacji komputerowych pozwalających na interaktywne doświadczenia z różnymi skalami.
- Scena 8.3: Literatura i literatura dodatkowa

Mechanika materiału

Nawigacja:

- Uczestnicy poruszają się po materiale za pomocą interaktywnego menu lub przycisków nawigacyjnych.
- Przejścia między poszczególnymi ekranami/scenami są płynne i intuicyjne, aby uczestnicy mogli łatwo przemieszczać się między różnymi częściami materiału.

Eksperymenty interaktywne:

- Uczestnicy mają możliwość bezpośredniego eksperymentowania z różnymi parametrami za pomocą interaktywnych symulatorów.
- Elementy interaktywne umożliwiają manipulację parametrami i obserwację zmian



Fundusze Europejskie
dla Rozwoju Społecznego



Rzeczpospolita
Polska

Dofinansowane przez
Unię Europejską



zachodzących w czasie rzeczywistym.

Zadania praktyczne:

- W trakcie materiału uczestnicy mają być zachęceni do rozwiązywania zadanych zadań praktycznych, które wymagają zastosowania zdobytej wiedzy.
- Zadania będą obejmować zbieranie danych, analizę wyników eksperymentów oraz formułowanie wniosków.

Dyskusje i interakcje społecznościowe:

- Uczestnicy mają możliwość uczestniczenia w dyskusjach online z innymi uczestnikami lub prowadzącym.
- Platforma udostępnia funkcje komentarzy, forum dyskusyjnego lub czatu, aby uczestnicy mogli wymieniać się pomysłami i doświadczeniami.

Monitorowanie postępów:

- System może śledzić postępy uczestników, np. poprzez zaliczanie ukończonych zadań lub eksperymentów.
- Uczestnicy mają dostęp do swoich wyników i osiągnięć, co pozwoli im śledzić własny rozwój i postępy w nauce.

Wsparcie edukacyjne:

- Materiał ma zawierać funkcje wsparcia edukacyjnego, takie jak podpowiedzi, dodatkowe materiały czy też notatki.
- Uczestnicy mają możliwość uzyskania pomocy lub wyjaśnień w trudniejszych zagadnieniach.

Grafika

Interfejs:

- Cały interfejs będzie nowoczesny, przejrzysty i atrakcyjny wizualnie, aby zachęcić użytkowników do interakcji z materiałem.
- Jasne kolory, czytelne czcionki i przejrzysta struktura będą zapewniać łatwą nawigację po zawartości.

Wizualizacje:

- Grafiki i animacje będą wykorzystane do wizualizacji abstrakcyjnych koncepcji i zjawisk.
- Wizualizacje będą klarowne i precyzyjne, aby pomóc użytkownikom w zrozumieniu omawianych treści.

Symulacje Interaktywne:

- Symulacje interaktywne będą zawierać grafiki 3D lub animacje, które umożliwią użytkownikom eksperymentowanie z różnymi parametrami i obserwowanie rezultatów w czasie rzeczywistym.
- Wizualizacje w symulacjach będą dynamiczne i atrakcyjne, aby zachęcić użytkowników do



Fundusze Europejskie
dla Rozwoju Społecznego



Rzeczpospolita
Polska

Dofinansowane przez
Unię Europejską



interakcji.

Multimedia:

- Grafiki i animacje, które ilustrują omawiane treści i ułatwiają zrozumienie trudniejszych koncepcji.
- Grafiki będą wykorzystywane w prezentacjach multimedialnych jako elementy pomocnicze, które wzbogacają treść i ułatwiają przyswajanie wiedzy.

Testy wiedzy:

- Grafiki będą wykorzystane w testach wiedzy, np. w formie ilustracji pytań lub odpowiedzi, aby zwiększyć atrakcyjność materiału i ułatwić użytkownikom orientację.

Personalizacja:

- Grafika będzie dostosowana do różnych poziomów wiedzy i umiejętności, aby ułatwić zrozumienie materiału dla użytkowników o różnym stopniu zaawansowania.
- Graficzne wyróżniki pomogą użytkownikom w identyfikacji sekcji i podsekcji materiału oraz śledzeniu postępów w nauce.

Przykładowe inspiracje

- **HTwins.net – Scale of the Universe (<https://htwins.net/scale2/>)**
Kategoria: Interaktywna wizualizacja skali.
Opis: Narzędzie pozwala użytkownikom poruszać się po skali od najmniejszych cząstek subatomowych do największych struktur kosmicznych.
Inspiracja: Dynamiczne skalowanie obiektów, płynne przejścia między różnymi poziomami oraz krótkie opisy każdego elementu.
- **Powers of Ten (Eames Office <https://www.youtube.com/watch?v=0fKBhvDjuy0>)**
Kategoria: Klasyczna wizualizacja skali.
Opis: Film edukacyjny, który pokazuje zmiany skali co rząd wielkości – od wnętrza atomu do skali Wszechświata.
Inspiracja: Sposób stopniowego przechodzenia między skalami i wprowadzenie narracji ułatwiającej zrozumienie zależności między poziomami skali.
- **NASA Eyes on the Solar System (<https://eyes.nasa.gov/>)**
Kategoria: Wizualizacja astronomiczna.
Opis: Interaktywne narzędzie NASA umożliwiające eksplorację Układu Słonecznego, podróżowanie między planetami i obserwację misji kosmicznych.
Inspiracja: Realistyczne modele obiektów kosmicznych oraz możliwość dostosowywania perspektywy obserwacji.
- **Cell Size and Scale (University of Utah <https://learn.genetics.utah.edu/content/cells/scale/>)**
Kategoria: Interaktywna skala mikroskopowa.
Opis: Narzędzie edukacyjne, które pozwala porównywać rozmiary różnych struktur biologicznych, od atomów po komórki organizmów wielokomórkowych.
Inspiracja: Sposób przedstawienia mikroświata i wizualizacja różnic w wielkościach na poziomie mikroskopowym.



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 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



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, niepochylania tekstu i pisania 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”.

- Interaktywność i manipulacja skalą modelu:
 - Płynne przejścia między skalami: Użytkownik może manipulować skalą, przechodząc płynnie od skali subatomowej do kosmicznej.
 - Obiekty reprezentatywne: W zależności od skali użytkownik widzi reprezentatywne obiekty, takie jak cząstki subatomowe, molekuły, komórki, organizmy, struktury geologiczne, ciała niebieskie, aż do galaktyk.
- Nawigacja i przegląd obiektów na różnych poziomach skali:



Fundusze Europejskie
dla Rozwoju Społecznego



Rzeczpospolita
Polska

Dofinansowane przez
Unię Europejską



- Interaktywne opisy: Po kliknięciu na obiekt użytkownik otrzymuje informacje, takie jak rozmiar, struktura, rola lub znaczenie obiektu w przyrodzie.
- Lista skal i nawigacja: Użytkownik może wybrać interesujący go poziom skali, co ułatwia eksplorację w poszczególnych zakresach od mikroświata po kosmos.
- Tryby eksploracji i zadaniowy:
 - Tryb eksploracyjny: Swobodna podróż po skalach, umożliwiająca samodzielne odkrywanie obiektów.
 - Tryb zadaniowy: Zadania edukacyjne, np. „Zidentyfikuj cząsteczkę wody”, „Oblicz odległość między Ziemią a najbliższą gwiazdą”, które rozwijają umiejętności przeliczania jednostek i analizy skali.
- System testowania wiedzy i ćwiczenia:
 - Quizy i wyzwania: Krótkie quizy dotyczące obiektów na różnych poziomach skali, które pomagają utrwalić wiedzę.
 - Ćwiczenia z porównywania wielkości: Zadania polegające na porównywaniu rozmiarów obiektów i obliczeniach związanych ze skalą (np. „Ile razy większy jest Słońce od Ziemi?”).
- Śledzenie postępów i zapis wyników:
 - Historia przeglądanych skal i obiektów: Możliwość zapisu postępów i przeglądania odkrytych obiektów.
 - Profilowanie wyników: Przechowywanie wyników quizów i zadań w celu analizy postępów użytkownika.
- Personalizacja przez nauczyciela:
 - Dostosowanie dostępnych skal i zadań: Nauczyciel może wybrać określone poziomy skali lub zadania, które będą dostępne, w zależności od poziomu wiedzy uczniów.
 - Tworzenie niestandardowych scenariuszy: Możliwość dodawania własnych zadań lub scenariuszy edukacyjnych.

Kluczowe warunki techniczne dla Wykonawców

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

Raportowanie i monitorowanie postępów:

- Dostęp do raportów: Nauczyciele mogą monitorować postępy i wyniki uczniów w oparciu o wykonane zadania. Raporty powinny być eksportowalne do PDF oraz CSV, zawierać analizę błędów w quizach oraz informacje o progresie użytkownika w eksploracji skali.
- System analiz wyników: Funkcja umożliwiająca użytkownikom przeglądanie wyników i obserwowanie postępów.



Fundusze Europejskie
dla Rozwoju Społecznego



Rzeczpospolita
Polska

Dofinansowane przez
Unię Europejską

