

## SCENARIUSZ ZAAWANSOWANEGO E-MATERIAŁU

### 1. Metryczka materiału

<b>Tytuł materiału</b>	Laboratorium VR chemii analitycznej - analiza instrumentalna
<b>Numer materiału</b>	II.13
<b>Autorzy scenariusza</b>	Ewelina Gajko-Jurkowska, Paweł Cieśla
<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 Kusztełak)
<b>Weryfikacja językowa</b>	Alicja Berbeka
<b>Rodzaj multimedium</b>	wirtualne laboratorium
<b>Wykorzystanie AR lub VR</b> <small>AR - rozszerzona rzeczywistość VR - wirtualna rzeczywistość</small>	<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 rozszerzony
<b>Przedmiot(y) do nauki których przeznaczony jest materiał</b>	chemia język obcy nowożytny - język angielski

### 2. Opis materiału

Skrócony opis materiału (abstrakt)
<p>Metody analizy instrumentalnej wykorzystywane są zarówno we współczesnej chemii analitycznej do wykonywania analiz w różnych gałęziach przemysłu (np. spożywczego, farmaceutycznego, włókienniczego, przetwórstwa tworzyw sztucznych i wielu innych), a także w diagnostyce medycznej i w pracach badawczo rozwojowych. Dlatego niezmiernie istotne jest, aby uczeń poznając podstawy chemii również zapoznał się z wybranymi metodami analizy instrumentalnej. Aplikacja stanowi rozbudowane wirtualne laboratorium, którego celem jest zapoznanie użytkownika z wybranymi metodami analizy instrumentalnej i przeprowadzenie wybranych eksperymentów, głównie o charakterze jakościowym. Prezentuje szeroki wachlarz metod analizy instrumentalnej. Istotnym elementem aplikacji jest także nauka interpretacji wyników pomiarów.</p>



Fundusze Europejskie  
dla Rozwoju Społecznego



Rzeczpospolita  
Polska

Dofinansowane przez  
Unię Europejską



### Cel ogólny materiału

Celem e-materiału jest nauka przeprowadzania podstawowych analiz chemicznych pod względem jakościowym metodami analizy instrumentalnej oraz właściwa interpretacja otrzymanych wyników. Cel zostanie osiągnięty za pomocą interaktywnych samouczków, filmów instruktażowych oraz samodzielnie wykonywanych eksperymentów.

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

#### Chemia

Uczeń:

- poprawnie posługuje się sprzętem laboratoryjnym;
- stosuje zasady bezpiecznej pracy w laboratorium;
- rozpoznaje możliwe zagrożenia w laboratorium i odpowiednio reaguje;
- omawia podstawy;
- przeprowadza analizę chemiczną pod względem jakościowym przy zastosowaniu różnych technik analizy instrumentalnej;
- posługuje się terminologią fachową z zakresu wybranych metod analizy instrumentalnej.

#### Język obcy nowożytny - język angielski

Uczeń:

- posługuje się dość bogatym zasobem środków językowych (leksykalnych, gramatycznych, ortograficznych oraz fonetycznych), umożliwiającym realizację pozostałych wymagań ogólnych w zakresie następujących tematów: nauka i technika;
- posługuje się terminologią fachową z zakresu wybranych metod analizy instrumentalnej w języku obcym.

### 3. Charakterystyka materiału

#### Opis zawartości merytorycznej materiału

Wirtualne laboratorium powinno umożliwić zapoznanie się z zaawansowanymi metodami analiz instrumentalnych o charakterze jakościowym. W wybranych przypadkach także o charakterze ilościowym.

W aplikacji należy ująć następujące metody:

- termograwimetria
- potencjometria
- polarymetria
- spektrometria UV-VIS
- spektrometria IR
- elektroforeza
- absorpcyjna spektrometria atomowa
- chromatografia gazowa
- wysokosprawna chromatografia cieczowa (HPLC)
- spektrometria mas
- magnetyczny rezonans jądrowy ( $^1\text{H-NMR}$ ,  $^{13}\text{C-NMR}$ )

Dla każdej z metod musi być dostępne interaktywne wprowadzenie do danej metody, z przystępnie wyjaśnionymi podstawami teoretycznymi oraz zasadą działania. Zadaniem tej aplikacji jest przekazanie podstawowej wiedzy z zakresu wymienionych metod.

Przekazana wiedza ma umożliwić użytkownikowi:

- zapoznanie się z metodą (podstawami teoretycznymi, zasadą działania, niezbędną aparaturą),



Fundusze Europejskie  
dla Rozwoju Społecznego



Rzeczpospolita  
Polska

Dofinansowane przez  
Unię Europejską



- zastosowaniami danej metody,
- z czynnościami praktycznymi jakie w danej metodzie analizy należy podjąć, aby wykonać analizę, w tym jeżeli konieczne kalibracją sprzętu,
- przygotowanie próbki do analizy,
- wykonanie wybranych analiz,
- interpretację wyników pomiaru.

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

Należy zapewnić wybór wykonania minimum 5 różnych analiz dla każdej metody. Eksperymenty należy dobrać tak, aby użytkownik mógł jak najlepiej zapoznać się z daną metodą, mając na uwadze fakt, że dysponuje on wiedzą chemiczną opisaną w podstawie programowej do chemii LO z zakresu rozszerzonego, rozszerzoną w rozsądnym zakresie szczególnymi zainteresowaniami ucznia w kierunku chemii. Należy dobrać takie eksperymenty, które pozwolą ukazać szeroki wachlarz zastosowań danej metody. Należy skupić się głównie na analizie jakościowej analizowanych próbek, jednakże w wybranych przypadkach warto pokusić się także o analizę ilościową.

Wszystkie treści/eksperymenty/procedury powinny być pogrupowane i podzielone na podstawowe, rozszerzające i zaawansowane (ekspert), aby umożliwić użytkownikom o różnych potrzebach i możliwościach ich opanowanie. Z uwagi na modułowość programu wszystkie elementy aplikacji muszą funkcjonować niezależnie i stanowić zamkniętą całość.

Treści podstawowe są dla wszystkich użytkowników, treści rozszerzające dla uczniów o zwiększonych zainteresowaniach naukami przyrodniczymi. Poziom ekspert jest przeznaczony dla uczniów szczególnie interesujących się chemią i uczestników olimpiad z zakresu tych przedmiotów.

Przykładowo w spektroskopii UV-VIS:

Poziom podstawowy:

- rejestracja widm w pełnym zakresie światła widzialnego dla wodnych roztworów znanych uczniom soli o różnym stężeniu oraz ich interpretacja
- identyfikacja nieznanej substancji na podstawie wykonanej analizy i porównania uzyskanego widma z dostępną bazą widm.

Poziom zaawansowany:

- rejestracja widm w pełnym zakresie UV-VIS różnych, znanych uczniom substancji i ich roztworów
- identyfikacja nieznaną substancji w mieszaninie na podstawie wykonanej analizy i porównania uzyskanego widma z dostępną bazą widm różnych substancji

Poziom ekspert:

- identyfikacja jakościowa substancji, a następnie sporządzenie dla zidentyfikowanej substancji roztworów wzorcowych o różnych stężeniach i zmierzenie ich widm i na tej podstawie oznaczenie ilościowej zawartości (stężenia) oznaczanej substancji w próbce.
- badanie kinetyki reakcji chemicznej poprzez pomiar zmian absorbancji w czasie przy danej długości fali.

Aplikacja w sposób interaktywny powinna wprowadzać użytkownika w podstawy poszczególnych metod, zawierać tutoriale wzbogacane filmami/animacjami oraz ilustracjami.

Aplikacja musi być przygotowana w sposób modułowy umożliwiający włączanie i wyłączanie dostępności poszczególnych metod/poziomów trudności/eksperymentów. Ze względu na modułowość każda metoda, każdy eksperyment musi stanowić zamkniętą całość.

Należy zwrócić szczególną uwagę na naukę interpretacji uzyskanych wyników pomiarów.



Fundusze Europejskie  
dla Rozwoju Społecznego



Rzeczpospolita  
Polska

Dofinansowane przez  
Unię Europejską



Każdy wynik musi być objaśniony. Jego interpretacja przeprowadzona w sposób interaktywny z użytkownikiem programu.

Należy zapewnić w programie bibliotekę danych eksperymentalnych i możliwość nauki i ćwiczenia interpretacji wyników pomiarów na podstawie zawartej w programie biblioteki danych pomiarowych (np. zarejestrowanych widm) bez konieczności wykonywania eksperymentu.

Należy zadbać o zachowanie zasad bezpieczeństwa przy wykonywaniu poszczególnych eksperymentów.

### Opis struktury materiału

Po uruchomieniu programu uczeń powinien mieć dostęp do następujących funkcjonalności:

- interaktywny instruktaż jak dobrać właściwą metodę do różnych analiz,
- możliwość wyboru poziomu trudności,
- wybór poszczególnych metod analizy,
- dostępna biblioteka danych eksperymentalnych (skonstruowana w taki sposób, by można było ją konfigurować i rozbudowywać, włączać i wyłączać poszczególne jej elementy razem z włączeniem lub wyłączeniem poszczególnych metod analizy,
- możliwość przeglądania biblioteki,
- interaktywny moduł do nauki interpretacji wyników pomiarów funkcjonujący w oparciu o bibliotekę danych eksperymentalnych.

Następnie użytkownik może przejść do wybranej przez siebie funkcjonalności programu, w tym do pomieszczeń laboratoryjnych. Każde pomieszczenie przygotowane jest pod określoną metodę analizy, z uwzględnieniem specyfiki tej metody.

W pomieszczeniu:

- dokonuje wyboru poszczególnych eksperymentów/analiz możliwych do wykonania za pomocą danej metody. Po wybraniu eksperymentu program odpowiednio kompletuje wyposażenie dostępne dla użytkownika, niezbędne do przeprowadzenia eksperymentu, zgodnie z zachowaniem zasad bhp i umożliwia przeprowadzenie eksperymentu.

Po przeprowadzeniu eksperymentu użytkownik jest przenoszony do interaktywnego modułu interpretacji wyników pomiarowych, gdzie interpretuje wyniki pomiaru i wyciąga wnioski przeprowadzonej analizy.

Interaktywny moduł do nauki interpretacji wyników pomiarów funkcjonujący w oparciu o wykonane eksperymenty oraz bibliotekę danych eksperymentalnych.

Dostępna biblioteka danych eksperymentalnych dla konkretnej metody. Możliwość przeglądania biblioteki.

Każdy eksperyment powinien mieć dostępną na życzenie użytkownika instrukcję oraz pomoc wirtualnego asystenta, który nadzoruje pracę ucznia. Wszelkie nieprawidłowości powinny być użytkownikowi sygnalizowane.

### Mechanika materiału

#### Ekran startowy i wybór funkcji

- **Interaktywny instruktaż:** moduł wprowadzający, który krok po kroku pokazuje, jak dobrać odpowiednią metodę analizy do różnych rodzajów próbek i celów badawczych.
- **Wybór poziomu trudności:** użytkownik może dostosować poziom do swoich umiejętności (np. podstawowy, zaawansowany).



Fundusze Europejskie  
dla Rozwoju Społecznego



Rzeczpospolita  
Polska

Dofinansowane przez  
Unię Europejską



- **Moduł wyboru metod analizy:**lista dostępnych metod analitycznych (spektrofotometria, chromatografia itp.) wraz z krótkimi opisami.
- **Biblioteka danych eksperymentalnych:**zasoby zawierające opisy metod, przykładowe wyniki oraz możliwość przeglądania, konfigurowania i rozbudowywania zasobów.

### Eksploracja laboratorium

- **Tryb VR i standardowy:**
  - w trybie VR użytkownik korzysta z kontrolerów ruchu, uzyskując immersyjne doświadczenie
  - w trybie standardowym nawigacja odbywa się za pomocą myszy i klawiatury
  - oba tryby umożliwiają identyczną interakcję, np. obracanie obiektów, wybór odczynników i sprzętu
  - możliwość transmisji widoku VR na ekran monitora lub projektora.
- **Pomieszczenia tematyczne:**laboratorium podzielone na pomieszczenia dedykowane różnym metodom analizy, każde wyposażone zgodnie z zasadami BHP i specyfiką metody.
- **Kompletowanie wyposażenia:**system automatycznie dostarcza niezbędne odczynniki i sprzęt w zależności od wybranej metody.

### Przeprowadzanie eksperymentów

- **Interaktywna realizacja procedur:**użytkownik wykonuje kroki analizy z użyciem realistycznych modeli sprzętu i odczynników.
- **System upływu czasu:**symboliczne przyspieszanie długotrwałych procesów (np. krystalizacji), z wyraźnym zaznaczeniem tego faktu.
- **Obsługa błędów i wskazówki:**system rejestruje błędy, np. niewłaściwe użycie sprzętu, i dostarcza wskazówki za pomocą wirtualnego asystenta;niektóre błędy mogą skutkować koniecznością ponownego wykonania eksperymentu lub wywołaniem zdarzeń symulujących rzeczywiste konsekwencje, np. zanieczyszczenie próbek, uszkodzenie sprzętu, błędny odczyt wyników.
- **Możliwość sporządzania notatek:**użytkownik może dodawać własne notatki do wyników eksperymentów, rejestrować swoje obserwacje oraz eksportować dane w formacie PDF/CSV; notatki mogą zawierać wnioski z eksperymentu oraz rekomendacje do przyszłych analiz.

### Moduł interpretacji wyników

- **Tutoriale:** dla każdej z metod dostępne są szczegółowe interaktywne tutoriale, prowadzące ucznia przez cały proces analizy wyników pomiaru.
- **Analiza wyników:**po ukończeniu eksperymentu użytkownik interpretuje wyniki na podstawie uzyskanych danych i zasobów z biblioteki; uczeń może skorzystać z systemu interaktywnej, rozbudowanej pomocy przy analizie wyników lub próbować dokonać samodzielnej interpretacji; w obu przypadkach system śledzi kroki ucznia i może na polecenie użytkownika udzielić mu pomocy i informacji zwrotnych.
- **Porównanie z danymi referencyjnymi:**użytkownik zestawia swoje wyniki z danymi wzorcowymi, co ułatwia naukę i wnioskowanie.
- **Informacja zwrotna:**system dostarcza szczegółowych informacji o poprawności interpretacji oraz wskazuje błędy.

### System oceniania:

- **Ostateczna ocena eksperymentu** jest wyliczana na podstawie poprawności wykonanych kroków.
- **Wpływ na ocenę** ma również precyzja w doborze sprzętu i odczynników oraz zgodność



Fundusze Europejskie  
dla Rozwoju Społecznego



Rzeczpospolita  
Polska

Dofinansowane przez  
Unię Europejską



wyników z wartościami referencyjnymi.

- **Nauczyciel może dostosować** system oceniania poprzez określenie wag poszczególnych czynników.

#### System nagród i motywacji:

- **Użytkownik może zdobywać odznaki** za konkretne osiągnięcia (np. 'Perfekcyjny analityk', 'Ekspert chromatografii').
- Każdy poprawnie wykonany eksperyment **zwiększa ranking ucznia**.
- **Możliwość porównywania wyników** z innymi użytkownikami w trybie edukacyjnym (jeśli nauczyciel aktywuje ranking klasowy).

#### Personalizacja przez nauczyciela

- **Konfiguracja laboratorium:**
  - wybór dostępnych metod analizy, odczynników i poziomów trudności
  - wyłączenie konkretnej metody automatycznie ukrywa jej odczynniki i sprzęt.
- **Tworzenie scenariuszy:** nauczyciel może tworzyć niestandardowe eksperymenty i scenariusze analityczne.

#### Biblioteka danych eksperymentalnych

- **Dynamiczna rozbudowa:**
  - możliwość dodawania nowych danych przez użytkownika lub nauczyciela
  - biblioteka zawiera multimedia, takie jak opisy, zdjęcia i animacje.

#### Wirtualny asystent i system pomocy

- **Asystent w czasie rzeczywistym:**
  - pomaga na każdym etapie eksperymentu
  - sygnalizuje błędy i podpowiada poprawne kroki.
- **Dostępna instrukcja:** każdy eksperyment ma szczegółową instrukcję dostępną w dowolnym momencie.

#### Autozapis

- **Zapis postępów:**  
Program automatycznie zapisuje postępy użytkownika, umożliwiając powrót do pracy w przypadku problemów technicznych.

### Grafika

#### Ogólny wygląd laboratorium:

- Laboratorium składa się z kilku realistycznych, stylizowanych pomieszczeń 3D, z wyraźnie zróżnicowanym charakterem i funkcjonalnością, odpowiadającym różnym metodom analizy chemicznej (np. pomieszczenie do chromatografii, spektrofotometrii, polarymetrii itd.).
- Każde pomieszczenie jest zaprojektowane z myślą o immersji użytkownika, zarówno w trybie VR, jak i standardowym, przy jednoczesnym zachowaniu spójności wizualnej całego materiału.

#### Wyposażenie pomieszczeń:



Fundusze Europejskie  
dla Rozwoju Społecznego



Rzeczpospolita  
Polska

Dofinansowane przez  
Unię Europejską





- W każdym pomieszczeniu znajdują się dedykowane elementy wyposażenia laboratoryjnego, takie jak: stoły, dygestorium, szafki z odczynnikami, aparatura pomiarowa, zlew, wagi, mikroskopy oraz pojemniki na odpady chemiczne.
- Wszystkie odczynniki są umieszczone w odpowiednich szafkach lub na półkach, zgodnie z zasadami bezpieczeństwa (np. substancje łatwopalne z dala od źródeł ognia).
- Sprzęt i szkło laboratoryjne dostępne w pomieszczeniach mają realistyczne kształty i proporcje, umożliwiające łatwe rozpoznawanie przez użytkownika.
- Pomieszczenie zawiera wszystkie elementy wyposażenia niezbędne do realizacji eksperymentu daną metodą.

#### **Styl wizualny:**

- Grafika stylizowana w kierunku realistycznego przedstawienia z delikatnymi elementami artystycznymi, aby była przyjazna dla grupy docelowej i nie odwracała uwagi od edukacyjnego charakteru aplikacji.
- Kolorystyka stonowana i dopasowana do tematyki naukowej – odcienie bieli, szarości i błękitu, z akcentami kolorystycznymi ułatwiającymi rozróżnienie odczynników i sprzętu.

#### **Interaktywność wizualna:**

- Wszystkie kluczowe elementy w laboratorium, w tym aparatura pomiarowa, są interaktywne i odpowiednio oznaczone, aby użytkownik wiedział, którymi przedmiotami można manipulować, podnieść, odpowiednio użyć lub przestawić.
- Efekty wizualne, takie jak emisja gazów, zmiana koloru roztworów czy reakcje chemiczne, są przedstawione realistycznie, z uwzględnieniem bezpieczeństwa pracy w laboratorium.

#### **Bezpieczeństwo i oznakowania:**

- Na ścianach pomieszczeń umieszczone są wyraźne regulaminy, procedury BHP oraz karty charakterystyki substancji.
- Wszystkie substancje są odpowiednio oznaczone zgodnie z międzynarodowymi standardami (etykiety z piktogramami chemicznymi, opisami substancji i ostrzeżeniami).
- Jeśli dana metoda wymaga dodatkowych zabezpieczeń, muszą zostać zapewnione.

#### **Elementy wspierające naukę:**

- W pomieszczeniach dostępne są dodatkowe elementy edukacyjne, takie jak tablice z uproszczonymi schematami działania wybranych metod analitycznych, co ułatwia użytkownikom zrozumienie kontekstu eksperymentów.
- Animacje i wizualizacje wspierające przebieg bardziej złożonych procesów chemicznych.

#### **Zachowanie przestrzeni:**

- Pomieszczenia są zaprojektowane tak, aby użytkownik miał wystarczająco miejsca na swobodne poruszanie się, zarówno w trybie VR, jak i standardowym, z uwzględnieniem ograniczeń fizycznych stref VR.

#### **Przykładowe inspiracje**

##### ***ChemCollective Virtual Labs:***

- Narzędzie do nauki chemii oparte na wirtualnych laboratoriach, szczególnie przydatne do



Fundusze Europejskie  
dla Rozwoju Społecznego



Rzeczpospolita  
Polska

Dofinansowane przez  
Unię Europejską



- wizualizacji procesów chemicznych i interpretacji wyników.
- Link: [ChemCollective Virtual Labs](#)

#### **PhET Interactive Simulations:**

- Serwis oferujący interaktywne symulacje naukowe, w tym dla chemii, z prostym i intuicyjnym interfejsem, który można zaadaptować do wirtualnych eksperymentów.
- Link: [PhET Simulations](#)

#### **Labster Virtual Labs:**

- Kompleksowe rozwiązanie wirtualnych laboratoriów 3D, idealne do inspirowania wizualizacją sprzętu oraz interakcji między elementami laboratorium.
- Link: [Labster](#)

#### **Styl wizualny i mechanika z gier edukacyjnych:**

- **Portal 2** (tryb eksperymentalny): Inspiracja mechaniką środowiska i interakcjami z otoczeniem.
- **Little Alchemy**: Prostota w łączeniu elementów, przydatna dla intuicyjnych interakcji.

#### **Materiały wizualne i dokumentacyjne:**

- **Realne laboratoria chemiczne**: Zdjęcia i filmy z profesjonalnych laboratoriów, dostarczające szczegółowych informacji o układzie pomieszczeń, rozmieszczeniu sprzętu i estetyce.
- **Popularne kursy chemiczne online**: MOOC (np. edX, Coursera) często prezentują materiały wizualne do chemii analitycznej.

## **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 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



Fundusze Europejskie  
dla Rozwoju Społecznego



Rzeczpospolita  
Polska

Dofinansowane przez  
Unię Europejską





- 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 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;



Fundusze Europejskie  
dla Rozwoju Społecznego



Rzeczpospolita  
Polska

Dofinansowane przez  
Unię Europejską



- 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 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:



Fundusze Europejskie  
dla Rozwoju Społecznego



Rzeczpospolita  
Polska

Dofinansowane przez  
Unię Europejską



- 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”.**

#### Interaktywny instruktaż i wybór poziomu trudności:

- Aplikacja musi zawierać moduł instruktażowy, który krok po kroku uczy doboru odpowiednich metod analizy do różnych rodzajów próbek.
- Użytkownik ma możliwość wyboru poziomu trudności (podstawowy, zaawansowany), co dostosowuje dostępne funkcjonalności i złożoność eksperymentów.

#### Kompletowanie wyposażenia i odczynników:

- System automatycznie dostarcza odczynniki i sprzęt wymagane do wybranej analizy. Nauczyciel może ograniczyć ich dostępność w ustawieniach aplikacji.
- Sprzęt i odczynniki są zgodne z rzeczywistymi zasadami bezpieczeństwa i chemii.

#### Realizacja eksperymentów:

- Użytkownik wykonuje eksperymenty krok po kroku, korzystając z realistycznych modeli sprzętu i odczynników.
- Procedury muszą odwzorowywać rzeczywisty przebieg analiz, z uwzględnieniem specyficznych wymagań metod (np. spektrofotometria, miareczkowanie, chromatografia).

**System upływu czasu:** długotrwałe procesy (np. oczekiwanie na reakcję) są symbolicznie przyspieszane, co jest wizualnie zaznaczone, aby użytkownik rozumiał skrócenie rzeczywistego czasu.

#### System wsparcia i pomocy:

- Wirtualny asystent:
  - udziela wskazówek w czasie rzeczywistym, monitoruje każdy etap eksperymentu, sygnalizuje błędy i podpowiada poprawne kroki



Fundusze Europejskie  
dla Rozwoju Społecznego



Rzeczpospolita  
Polska

Dofinansowane przez  
Unię Europejską



- po zakończeniu eksperymentu dostarcza szczegółową informację zwrotną na temat błędów i ich konsekwencji.
- **Dostępna instrukcja:** każdy eksperyment posiada szczegółową instrukcję, którą użytkownik może otworzyć w dowolnym momencie.

#### **Analiza wyników i informacja zwrotna:**

- Po ukończeniu eksperymentu użytkownik trafia do modułu, gdzie interpretuje wyniki na podstawie uzyskanych danych oraz zasobów z biblioteki.
- System porównuje wyniki użytkownika z danymi referencyjnymi i dostarcza szczegółowy feedback.

#### **System oceniania:**

- Ostateczna ocena eksperymentu jest wyliczana na podstawie poprawności wykonanych kroków.
- Wpływ na ocenę ma również precyzja w doborze sprzętu i odczynników oraz zgodność wyników z wartościami referencyjnymi.
- Nauczyciel może dostosować system oceniania poprzez określenie wag poszczególnych czynników.

#### **System nagród i motywacji:**

- Użytkownik może zdobywać odznaki za konkretne osiągnięcia (np. 'Perfekcyjny analityk', 'Ekspert chromatografii').
- Każdy poprawnie wykonany eksperyment zwiększa ranking ucznia.
- Możliwość porównywania wyników z innymi użytkownikami w trybie edukacyjnym (jeśli nauczyciel aktywuje ranking klasowy).

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

- Nauczyciel może konfigurować laboratorium, wybierając dostępne metody analizy, odczynniki i poziomy trudności.
- Możliwość tworzenia niestandardowych scenariuszy i zadań, dostosowanych do specyfiki lekcji.

#### **Biblioteka danych eksperymentalnych:**

- Zasoby biblioteki muszą być dynamiczne, z możliwością dodawania nowych danych oraz edytowania istniejących.
- Biblioteka zawiera opisy, wyniki referencyjne, zdjęcia i animacje związane z metodami analizy.

#### **Autozapis i rejestrowanie pracy:**

- Program automatycznie zapisuje postępy użytkownika, umożliwiając powrót do eksperymentu w przypadku przerwania pracy.
- Funkcja nagrywania przebiegu eksperymentu w formie wideo (dostępnego do pobrania przez określony czas).

#### **Zasady bezpieczeństwa:**

- System musi uwzględniać zasady BHP i wyświetlać ostrzeżenia w przypadku naruszenia procedur bezpieczeństwa.



Fundusze Europejskie  
dla Rozwoju Społecznego



Rzeczpospolita  
Polska

Dofinansowane przez  
Unię Europejską



- Użytkownik musi przestrzegać zasad pracy w laboratorium, takich jak właściwe obchodzenie się z substancjami chemicznymi i sprzętem.

#### Obsługa wielojęzyczna:

- Aplikacja musi obsługiwać wiele języków (np. polski, angielski), z możliwością dodawania nowych wersji językowych.

### Kluczowe warunki techniczne dla Wykonawców

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

#### Realizm grafiki i optymalizacja wydajności:

- **Wysokiej jakości modele 3D:** modele sprzętu, odczynników i przestrzeni laboratoryjnej muszą być szczegółowe, z zachowaniem spójności wizualnej oraz zgodności z rzeczywistością.
- **Adaptacyjna jakość grafiki:** aplikacja powinna dostosowywać jakość grafiki w zależności od wydajności urządzenia, zapewniając płynne działanie.
- **Płynność działania:** w trybie VR minimalna liczba klatek na sekundę to 90 FPS, aby uniknąć dyskomfortu użytkownika. W trybie standardowym minimum 60 FPS.

#### Mechanika VR i komfort użytkownika:

- **Teleportacja i nawigacja w VR:** użytkownik porusza się po laboratorium za pomocą teleportacji, co eliminuje problem choroby lokomocyjnej; system powinien ostrzegać, gdy użytkownik zbliża się do granic strefy VR.

#### Autozapis i system backupu:

- **Automatyczny zapis postępów:** aplikacja powinna automatycznie zapisywać dane użytkownika podczas pracy, minimalizując ryzyko utraty danych w przypadku awarii.
- **Backup:** możliwość przywrócenia danych zapisanych w określonym punkcie pracy.

#### Zgodność z zasadami BHP:

- **Wizualne przypomnienia o procedurach bezpieczeństwa:** oznaczenia i etykiety na substancjach chemicznych muszą być zgodne z odpowiednimi przepisami.
- **Symulacje błędów:** w przypadku naruszenia zasad BHP (np. nieprawidłowe obchodzenie się z substancjami), aplikacja powinna ostrzegać użytkownika w czasie rzeczywistym.



Fundusze Europejskie  
dla Rozwoju Społecznego



Rzeczpospolita  
Polska

Dofinansowane przez  
Unię Europejską

