

Dokumentacja projektu

**Symulacja projektu informatycznego
“OPSIZ”
Asystent-Kariery**

Zespół projektowy:
Alina Upyrova
Eryk Zabinski
Dawid Koterwas

Olsztyn, 2025

Spis treści

[Badania podstawowe – poziom I wg skali TRL](#)

[Badania przemysłowe – II poziom wg skali TRL](#)

[Koncepcja technologii i jej przyszłego zastosowania](#)

[Badania przemysłowe – III poziom wg skali TL](#)

[Badania przemysłowe – IV poziom wg skali TL](#)

[Ryzyka i rozwiązania](#)

[Grupa docelowa i komercjalizacja technologii](#)

[Grupa docelowa:](#)

[Komercjalizacja technologii:](#)

[Wielkość rynku:](#)

[Plan sprzedaży:](#)

[Podsumowanie:](#)

[Badania przemysłowe – V poziom wg skali TRL](#)

[1. Moduł Kontrolera](#)

[2. Moduł analizy danych wejściowych](#)

[3. Moduł analizy kompetencji](#)

[4. Moduł dopasowania ofert pracy](#)

[5. Moduł walidacji użytkowej](#)

[6. Kryteria uznania etapu za zakończony sukcesem](#)

[Analiza SWOT](#)

[Mocne strony \(Strengths\)](#)

[Słabe strony \(Weaknesses\)](#)

[Szanse \(Opportunities\)](#)

[Zagrożenia \(Threats\)](#)

[Badania przemysłowe – VI poziom wg skali TRL](#)

[Testy serwerowe](#)

[Testy użytkowe \(usability\)](#)

[Kryteria sukcesu](#)

[Wybrane ryzyka na tym etapie](#)

[Kryteria oceny jakości i struktura organizacyjna](#)

[Metryka produktu: System AI do dopasowywania ofert pracy do kompetencji użytkownika](#)

[Diagram struktury organizacji projektu](#)

[Role członków projektu](#)

[Prace rozwojowe - VII poziom wg skali TRL](#)

[I. W ramach VII poziomu gotowości technologicznej zrealizowane zostaną prace badawcze w następującym zakresie:](#)

[II. Zakładany efekt końcowy VII poziomu gotowości technologii obejmuje następujące rezultaty:](#)

[Prace rozwojowe - VIII poziom wg skali TRL](#)

[I. W ramach VIII poziomu gotowości technologicznej zrealizowane zostaną prace badawcze w następującym zakresie:](#)

[II. Zakładany efekt końcowy VIII poziomu gotowości technologii obejmuje następujące rezultaty:](#)

[Prace rozwojowe - IX poziom wg skali TRL](#)

I. W ramach IX poziomu gotowości technologicznej zrealizowane zostaną prace badawcze w następującym zakresie:

II. Zakładany efekt końcowy IX poziomu gotowości technologii obejmuje następujące rezultaty:

Badania podstawowe – poziom I wg skali TRL

Nasz zespół opracował **nowoczesne rozwiązanie**, które pomaga osobom lepiej zrozumieć swoje umiejętności i doświadczenie oraz **znaleźć pracę dopasowaną do ich predyspozycji**. System analizuje odpowiedzi użytkownika i dzięki wykorzystaniu **sztucznej inteligencji** dobiera oferty pracy najlepiej odpowiadające jego kompetencjom i zainteresowaniom. Korzystając z naszego rozwiązania użytkownicy **szyciej i łatwiej mogą zrozumieć, w czym są dobrzy**, i jakie możliwości zawodowe mają do wyboru. System może być pomocny zarówno dla osób szukających pierwszej pracy, jak i dla tych, **którzy chcą zmienić ścieżkę kariery**.

Badania przemysłowe – II poziom wg skali TRL

Koncepcja technologii i jej przyszłego zastosowania

Przeanalizowano koncepcję **systemu dopasowującego oferty pracy do kompetencji użytkownika**. Ustalono, że będzie to **aplikacja webowa i mobilna** (Android, iOS, Windows, Linux) z **interaktywnym kwestionariuszem**, który **analizuje umiejętności, doświadczenie i cele zawodowe**. Dzięki algorytmom AI system rekomenduje najlepiej dopasowane oferty pracy i ścieżki kariery. Technologia może znaleźć **zastosowanie w urzędach pracy, działach HR, platformach rekrutacyjnych i instytucjach edukacyjnych**, a w przyszłości może zostać **zintegrowana z bazami ofert i systemami ATS¹**.

Podstawowe zasoby i działania potrzebne do rozwoju projektu:

- dostęp światłowodowy do Internetu
- dostęp do danych treningowych i testowych
- środowisko do testów
- model językowy
- 3x środowisko programistyczne Visual Studio Team System
- 3x środowisko programistyczne PyCharm
- narzędzia do analizy danych i wizualizacji wyników

Badania przemysłowe – III poziom wg skali TL

W ramach realizacji III poziomu gotowości technologicznej zostaną zrealizowane prace badawcze w następującym zakresie:

¹ ATS (Applicant Tracking System) - „system rekrutacyjny”

Moduł analizy danych wejściowych

Opracowany zostanie **prototyp analizujący dane z kwestionariusza użytkownika**. Dzięki zastosowaniu **modelu LLM (Large Language Model)** system nie tylko sprawdzi, czy odpowiedzi są kompletne i poprawne, ale także będzie potrafił rozumieć, co użytkownik naprawdę miał na myśli w swoich wypowiedziach. np. niestandardowe sformułowania czy opis umiejętności w formie tekstowej. Celem jest uzyskanie wysokiego wskaźnika poprawności i jakości danych poprzez skuteczne **metody czyszczenia, konwersji oraz interpretacji tekstu**, gotowych do dalszej analizy przez system AI.

Moduł analizy kompetencji

Eksperymentalny model AI, wspierany przez LLM, będzie **klasyfikował kompetencje użytkownika** oraz przypisywał im odpowiednie wagę. Dzięki LLM system lepiej rozumie niuanse językowe w odpowiedziach użytkownika i jest w stanie wychwycić kompetencje opisane w sposób nieformalny. W ramach badań zostaną przetestowane różne algorytmy uczenia maszynowego, a ich **skuteczność oceniana przy użyciu metryk** takich jak dokładność, precyza i recall. Celem jest wybór metody najlepiej rozpoznającej i oceniającej kompetencje użytkownika.

Moduł dopasowania ofert pracy

Algorytm rekomendacji z wykorzystaniem LLM będzie proponował oferty pracy **dopasowane do profilu użytkownika**, biorąc pod uwagę znaczenie **opisów stanowisk i jego osobiste preferencje**. Trafność dopasowań oceniana będzie przez ekspertów HR, a badania pozwolą uwzględnić wpływ parametrów systemu, takich jak **wagi kompetencji, poziom doświadczenia czy zainteresowania**, na jakość rekomendacji. LLM umożliwia systemowi lepsze rozumienie opisów ofert i wyciąganie ukrytych powiązań między umiejętnościami a wymaganiami stanowiska.

Moduł walidacji użytkowej

W środowisku testowym przeprowadzona zostanie **symulacja interakcji użytkownika z systemem**. Dzięki LLM system będzie w stanie prowadzić bardziej **naturalny dialog, odpowiadać na pytania użytkowników oraz interpretować ich intencje**. Oceniane będą **szybkość działania, wygoda korzystania z interfejsu i trafność rekomendowanych ofert**. Końcowym wskaźnikiem będzie średni poziom satysfakcji użytkowników, mierzony na podstawie **ankiet i obserwacji interakcji**.

Badania przemysłowe – IV poziom wg skali TL

W ramach realizacji IV poziomu gotowości technologicznej zostaną przeprowadzone prace badawcze w następującym zakresie:

Moduł analizy danych wejściowych

Przeprowadzono **100 serii testów** sprawdzających poprawność i kompletność analizy danych przez LLM. Początkowo wystąpiły **odchylenia w interpretacji niestandardowych wypowiedzi**. Po korekcie algorytmu (rozszerzenie kontekstu) **wyniki stały się stabilne**, a skuteczność rozumienia wzrosła.

Moduł analizy kompetencji

Przetestowano **100 profili użytkowników** z różnymi opisami umiejętności. W pierwszych testach **odnotowano rozbieżności w klasyfikacji kompetencji**. Po wprowadzeniu adaptacyjnych wag i ujednoliceniu etykiet **skuteczność wzrosła**, osiągając wysokie wartości metryk.

Moduł dopasowania ofert pracy

Na zestawie **100 profili i 1000 ofert wykonano 100 serii testów**. Początkowo trafność rekomendacji była zróżnicowana. Po rozszerzeniu słownika pojęć i ulepszeniu analizy semantycznej **trafność wzrosła**, a wyniki ocen ekspertów HR były spójne i pozytywne.

Moduł walidacji użytkowej

Przeprowadzono **100 testowych sesji interakcji użytkowników z systemem**. W pierwszej fazie wystąpiły opóźnienia i błędy interpretacji. Po optymalizacji zarządzania kontekstem czas reakcji skrócił się, a satysfakcja użytkowników wzrosła.

Ryzyka i rozwiązania

Ryzyko: Błędna interpretacja danych przez LLM.

Rozwiązanie: Rozszerzenie testów o język potoczny i walidacja przez eksperta.

Ryzyko: Niedostateczna skalowalność algorytmu przy dużych zbiorach danych.

Rozwiązanie: Testy z dużymi zestawami danych i optymalizacja algorytmu pod kątem skalowalności.

Ryzyko: Niespójność klasyfikacji kompetencji między modułami.

Rozwiązanie: Ujednolicenie słownika kompetencji i testy integracyjne.

Ryzyko: Bias i dyskryminacja w rekomendacjach.

Rozwiązanie: Audyty sprawiedliwości algorytmu i zasady zapewniające równość w decyzjach.

Ryzyko: Dryf danych i modelu (degradacja jakości).

Rozwiązanie: Monitorowanie metryk miesięcznie i rollback systemu.

Ryzyko: Ryzyko prawne (np. RODO).

Rozwiązanie: Dział prawny, testy cofania zgód i zgodność z przepisami ochrony danych.

Grupa docelowa i komercjalizacja technologii

Grupa docelowa:

Nasza technologia, oparta na sztucznej inteligencji do dopasowywania ofert pracy do kompetencji użytkownika, skierowana jest do kilku kluczowych grup:

1. **Osoby poszukujące pracy** – w szczególności młodsze osoby (18-35 lat), które dopiero **rozpoczynają swoją karierę zawodową lub chcą ją zmienić**. Do tej grupy należą osoby, które nie mają jeszcze pełnej pewności, jakie mają kompetencje lub jak dopasować swoje umiejętności do ofert pracy.
2. **Osoby szukające zmiany kariery zawodowej** – osoby w wieku 35-50 lat, które po pewnym czasie w jednym zawodzie **rozważają zmianę branży lub ścieżki kariery**. Nasze rozwiązanie pomoże im zrozumieć, które z ich dotychczasowych **kompetencji są transferowalne do nowych obszarów**.
3. **Pracodawcy (HR, rekruterzy)** – firmy poszukujące narzędzi do automatycznego dopasowania ofert pracy do kandydatów. Platformy rekrutacyjne oraz działy HR mogą wykorzystać naszą technologię do **usprawnienia procesu rekrutacji** i lepszego dopasowania kandydatów do wymagań stanowisk.
4. **Instytucje edukacyjne i urzędy pracy** – organizacje wspierające osoby **szukające pracy lub wchodzące na rynek pracy**. Technologie te mogą wspierać np. doradców zawodowych w **dopasowywaniu ścieżek kariery i szkoleń** do predyspozycji użytkowników.

Komercjalizacja technologii:

Zakładając, że nasza aplikacja opiera się na analizie kompetencji i rekomendacjach ofert pracy, model biznesowy może przyjąć kilka kluczowych form:

1. **B2C (Business to Consumer)** – aplikacja może być oferowana bezpłatnie w podstawowej wersji (Freemium) z płatnymi funkcjami dostępu do bardziej

zaawansowanych analiz kompetencji, rekomendacji ofert pracy, historii kariery, itp. Użytkownicy mogą płacić za opcje premium, które umożliwiają im dostęp do bardziej precyzyjnych i rozbudowanych funkcji.

- **Freemium:** Użytkownicy mogą korzystać z podstawowych funkcji, np. otrzymywać ogólne rekomendacje pracy i informacji o swoich kompetencjach.
 - **Premium:** Użytkownicy płacący mogą korzystać z pełnej analizy swoich umiejętności, zaawansowanych rekomendacji oraz dostępu do ofert pracy z określonych branż, które najlepiej odpowiadają ich kompetencjom.
2. **B2B (Business to Business)** – aplikacja może być również oferowana firmom, platformom rekrutacyjnym, agencjom HR oraz instytucjom edukacyjnym w formie licencji. Tego typu klienci będą płacić za subskrypcję, która pozwala im na korzystanie z systemu w celu lepszego dopasowania kandydatów do ofert pracy. W ramach tego modelu możliwe jest również świadectwo danych i raportów dla firm z zakresu kompetencji ich pracowników.
- **Licencje roczne:** Firmy rekrutacyjne, urzędy pracy, instytucje edukacyjne mogą zakupić roczne licencje dostępu do platformy. Licencje mogą obejmować określoną liczbę użytkowników, a także dostęp do zaawansowanych funkcji analitycznych.
 - **Usługi doradcze i raporty:** Usługi doradcze obejmujące audyty kompetencji w firmach oraz opracowanie dedykowanych raportów do analizy potrzeb edukacyjnych i rekrutacyjnych pracowników.

Wielkość rynku:

1. **Rynek B2C** – Istnieje ogromny rynek użytkowników indywidualnych, którzy są zainteresowani lepszym dopasowaniem swoich umiejętności do rynku pracy. W Polsce i na świecie mamy miliony osób aktywnie poszukujących pracy lub zmieniających ścieżkę kariery. W 2023 roku tylko w Polsce było około 1,5 miliona osób poszukujących pracy, a w USA ta liczba wynosiła około 8 milionów. Nawet jeśli tylko ułamek z tych osób zdecyduje się skorzystać z aplikacji, może to stanowić znaczną liczbę użytkowników.
2. **Rynek B2B** – Firmy rekrutacyjne, platformy ATS (Applicant Tracking Systems) oraz instytucje edukacyjne to kolejne obszary, w których nasza technologia może znaleźć zastosowanie. Rynek usług HR na całym świecie to branża wartą miliardy dolarów. Wartość rynku oprogramowania

rekrutacyjnego szacuje się na ponad 6 miliardy dolarów do 2027 roku. Nawet jeśli nasza technologia skupi się tylko na części tego rynku (np. mniejsze platformy rekrutacyjne), możliwe jest pozyskanie kilku dużych klientów, którzy zapłacą za licencje.



Plan sprzedaży:

- Bezpośrednia sprzedaż B2B** – Dzięki współpracy z firmami HR, platformami rekrutacyjnymi i agencjami pracy, będziemy bezpośrednio sprzedawać licencje na nasze oprogramowanie. Będziemy prowadzić rozmowy z działami HR i rekrutacyjnymi dużych firm oraz z mniejszymi platformami HR.
- Marketing i pozyskiwanie użytkowników B2C** – Aplikacja będzie promowana poprzez platformy internetowe, social media, współpracę z influencerami HR, blogami i ekspertami z branży rekrutacyjnej. Zoptymalizowane kampanie reklamowe i współpraca z portalami pracy mogą pomóc w pozyskaniu użytkowników do wersji freemium, a później przejęciu na płatną subskrypcję.

Podsumowanie:

Zakładając szybki rozwój technologii i zainteresowanie ze strony użytkowników, nasza aplikacja **może zdobyć popularność zarówno wśród użytkowników indywidualnych, jak i firm rekrutacyjnych**. Z odpowiednim podejściem do marketingu i dostosowywaniem produktu do różnych rynków (B2C, B2B) mamy szansę na stworzenie wartościowego produktu o szerokim zasięgu. Wartościowe będą także dalsze badania nad dokładnością i precyzyjnością algorytmów, które zwiększą trafność rekomendacji i poprawią ogólną satysfakcję użytkowników.

Badania przemysłowe – V poziom wg skali TRL

W ramach V poziomu gotowości technologicznej przeprowadzone zostaną prace badawczo-rozwojowe mające na celu weryfikację zaprojektowanych modułów systemu (analizy danych wejściowych, analizy kompetencji, dopasowania ofert pracy oraz walidacji użytkowej) w środowisku zbliżonym do rzeczywistego. Celem etapu będzie integracja wszystkich komponentów w jeden spójny system oraz potwierdzenie ich poprawnego współdziałania przy użyciu rzeczywistych danych testowych.

Do zarządzania przepływem danych pomiędzy modułami zastosowany zostanie **wzorzec architektoniczny MVC (Model–View–Controller)**. W tym celu opracowany zostanie **moduł Kontrolera**, którego zadaniem będzie koordynacja komunikacji pomiędzy komponentami oraz nadzorowanie poprawności przekazywanych danych.

1. Moduł Kontrolera

Moduł Kontrolera zostanie zaprogramowany w celu integracji wszystkich wcześniej opracowanych elementów systemu.

Zadania:

- przyjmowanie danych od użytkownika i przekazywanie ich do modułu analizy danych wejściowych,
- odbiór wyników z poszczególnych modułów i przesyłanie ich do modułu dopasowania ofert,
- kontrola poprawności i typów danych pomiędzy komponentami,
- logowanie błędów i obsługa wyjątków w komunikacji.

Przeprowadzone zostaną testy stabilności kontrolera, polegające na jego wielokrotnym uruchamianiu i zatrzymywaniu w cyklach testowych. W przypadku błędów (np. przerwania przepływu danych, błędnej interpretacji typów lub nieprawidłowej sekwencji komunikacji) zostaną one analizowane i usuwane poprzez modyfikację kodu.

Dodatkowo zostaną przygotowane **wtyczki integracyjne** dla wszystkich modułów, które umożliwiają ich wymianę danych w formacie JSON i pozwolą na walidację poprawności przesyłanych informacji.

2. Moduł analizy danych wejściowych

Moduł zostanie połączony z kontrolerem i przetestowany w zakresie interpretacji danych z rzeczywistych kwestionariuszy użytkowników (min. 500 rekordów).

Testy obejmą:

- sprawdzenie poprawności wykrywania niekompletnych lub niepoprawnych wypowiedzi,
- reakcję systemu na dane „uszkodzone” (np. błędne formaty, puste pola, język potoczny),
- czas przetwarzania i stabilność działania przy równoczesnych zapytaniach.

W przypadku błędów zostanie przeprowadzona analiza logów systemowych i korekta algorytmu walidacji danych. Po poprawkach testy zostaną powtórzone na tym samym zbiorze.

3. Moduł analizy kompetencji

Zintegrowany z kontrolerem moduł będzie analizował dane przetworzone przez poprzedni komponent.

Weryfikacja obejmie:

- poprawność klasyfikacji kompetencji i przypisywania wag,
- zgodność wyników pomiędzy seriami testów,
- wpływ parametrów (np. kontekstu LLM, długości odpowiedzi) na stabilność wyników.

Testy przeprowadzone zostaną na zestawie 500 profili użytkowników, zróżnicowanych pod względem doświadczenia i branży. W przypadku rozbieżności

w klasyfikacji zostaną dokonane korekty w regułach ważenia i ujednoliceniu etykiet kompetencji.

4. Moduł dopasowania ofert pracy

Moduł zostanie połączony z kontrolerem oraz z eksperymentalną bazą 5000 ofert pracy.

Testy będą obejmować:

- weryfikację trafności rekomendacji,
- analizę wpływu parametrów (wag kompetencji, doświadczenia, zainteresowań) na wyniki,
- ocenę komunikacji z kontrolerem i prawidłowości przekazywania danych między modułami.

Dodatkowo przeprowadzona zostanie ocena ekspercka (HR) dla 100 losowych profili. W przypadku błędnych rekomendacji nastąpi analiza przyczyn i optymalizacja algorytmu dopasowania.

5. Moduł walidacji użytkowej

Zostanie przeprowadzona **symulacja rzeczywistych interakcji użytkowników z aplikacją** (min. 100 sesji testowych).

Celem będzie:

- sprawdzenie naturalności dialogu z systemem wspieranym przez LLM,
- ocena trafności rekomendacji ofert w kontekście preferencji użytkownika,
- pomiar czasu reakcji systemu i poziomu satysfakcji użytkowników.

Po każdej sesji uczestnicy wypełnią ankietę oceniającą wygodę korzystania z interfejsu oraz jakość rekomendacji. Wyniki zostaną przeanalizowane statystycznie, a uzyskane wnioski posłużą do dalszej optymalizacji interfejsu i logiki rekomendacyjnej.

6. Kryteria uznania etapu za zakończony sukcesem

- wszystkie moduły współpracują w sposób stabilny i bezbłędny w środowisku testowym,
- skuteczność analizy danych wejściowych przekracza 95%,
- trafność rekomendacji (wg oceny ekspertów HR) przekracza 85%,

- średni poziom satysfakcji użytkowników z testów przekracza 4,0/5,0,
- czas reakcji systemu mieści się w przyjętych granicach (do 2 sek.).

Analiza SWOT

Mocne strony (Strengths)

1. **Wykorzystanie sztucznej inteligencji i uczenia maszynowego** – zwiększa trafność dopasowań ofert i wiarygodność wyników; Prawdopodobieństwo: 85%
2. **Uniwersalność zastosowania** – projekt może być wykorzystywany przez urzędy pracy, HR, uczelnie i portale rekrutacyjne; Prawdopodobieństwo: 80%
3. **Personalizacja doświadczenia użytkownika** – system dostosowuje rekomendacje do indywidualnych kompetencji, zainteresowań i celów zawodowych; Prawdopodobieństwo: 90%

Słabe strony (Weaknesses)

1. **Wysokie zapotrzebowanie na dane treningowe i testowe:** Bez dużej ilości jakościowych danych wzorcowych model AI może mieć ograniczoną skuteczność i nie odzwierciedlać rzeczywistych potrzeb użytkowników; Prawdopodobieństwo: 75%
2. **Rzyko halucynacji i rozbieżności LLM vs człowiek:** Wymaga stałej walidacji eksperckiej i kontroli jakości, co zwiększa koszty operacyjne. Prawdopodobieństwo: 65%.
3. **Złożoność technologiczna:** Projekt wymaga interdyscyplinarnego zespołu specjalistów z dziedzin AI, UX i HR do integracji modułów i budowy prototypów; Prawdopodobieństwo: 70%
4. **Rzyko uprzedzeń algorytmicznych:** Model trenowany na stronicznych danych historycznych może powielać dyskryminację (np. płeć, wiek, pochodzenie), prowadząc do nierównego traktowania kandydatów. Prawdopodobieństwo: 70%

Szanse (Opportunities)

1. **Rosnące zapotrzebowanie na automatyzację procesów rekrutacyjnych** – firmy coraz częściej korzystają z rozwiązań AI w HR; Prawdopodobieństwo: 85%
2. **Możliwość współpracy z instytucjami publicznymi i edukacyjnymi** – urzędy pracy, uczelnie i szkoły mogą wdrożyć system w doradztwie zawodowym; Prawdopodobieństwo: 75%
3. **Dalszy rozwój AI i modeli językowych (LLM)** – pozwoli na udoskonalenie analizy kompetencji użytkowników; Prawdopodobieństwo: 80%
4. **Potencjał komercjalizacji** – system może być oferowany w modelu B2B (dla firm HR) lub B2C (dla indywidualnych użytkowników); Prawdopodobieństwo: 70%

Zagrożenia (Threats)

1. **Silna konkurencja na rynku rekrutacyjnym** - istnieją duże portale z własnymi algorytmami dopasowania ofert (np. LinkedIn, Pracuj.pl);
Prawdopodobieństwo: 80%
2. **Zmieniające się trendy na rynku pracy** - dynamiczne zapotrzebowanie na różne kompetencje może wymagać ciągłej aktualizacji systemu;
Prawdopodobieństwo: 75%
3. **EU AI Act klasyfikuje systemy rekrutacyjne jako „high-risk”**, nakładając rygorystyczne obowiązki i potencjalne kary, co zwiększa ryzyko prawno-regulacyjne; Prawdopodobieństwo: 60%.
4. **GDPR Art. 22 ogranicza w pełni zautomatyzowane decyzje w rekrutacji**, co może wymagać interwencji człowieka i dodatkowych procesów zgód;
Prawdopodobieństwo: 55%.

Badania przemysłowe – VI poziom wg skali TRL

W tym etapie testujemy prawie gotową wersję systemu OPSIZ w warunkach bardzo zbliżonych do rzeczywistego użycia. Celem jest sprawdzenie, **jak system zachowuje się przy dużym obciążeniu** oraz **czy jego wyniki są stabilne i wartościowe dla użytkowników**.

Testy serwerowe

- System zostanie poddany intensywnym **testom wydajnościowym** – sprawdzimy, jak radzi sobie z wieloma użytkownikami jednocześnie (np. 10 000 sesji, 10 dni z rzędu, by ujawnić wycieki pamięci, degradację i dywergencję wydajności)
- Podczas tych testów będziemy monitorować **jakość wyników, stabilność oraz szybkość działania** na różnych urządzeniach i systemach operacyjnych.
- Wyniki będą analizowane, a ewentualne problemy naprawiane w kolejnych fazach projektu.

Testy użytkowe (usability)

- Przeprowadzimy **testy z udziałem prawdziwych użytkowników** (ok. 200 osób), którzy nie znają systemu.
- Uczestnicy będą realizować typowe zadania: **instalacja aplikacji, wypełnienie ankiety, odbiór rekomendacji**.
- Zbieramy od nich opinie i mierzmy, jak łatwo korzysta się z OPSIZ oraz czy wyniki są przydatne.

Kryteria sukcesu

- System musi działać stabilnie bez błędów przez co najmniej 10 dni testów.
- Trafność rekomendacji **na poziomie powyżej 85%** (wynik ocen HR).
- Satysfakcja użytkowników **na poziomie min. 4/5**.
- Czas odpowiedzi rekomendacji **do 2 sekund dla 95% zapytań**.
- Dostępność systemu >99%

Wybrane ryzyka na tym etapie

- Możliwe trudności z rzeczywistym odwzorowaniem obciążenia serwera.
 - Rozwiązanie: Stosujemy **narzędzia testujące** oraz własne skrypty do symulacji dużej liczby użytkowników.
- Ryzyko błędów spowodowanych **nietypowym zachowaniem użytkowników**.
 - Rozwiązania: Szerokie **testy na różnych grupach ludzi** i wersjach sprzętu. **Telemetria kliknięć** i błędów, sesje screen-record na zgodzie, ankiety post-task, wywiady pogłębione (n=20).
- Ryzyko związane z prywatnością i RODO.
 - Rozwiązanie: Pełne **testy ścieżek zgód** i mechanizmów ochrony danych.

Kryteria oceny jakości i struktura organizacyjna

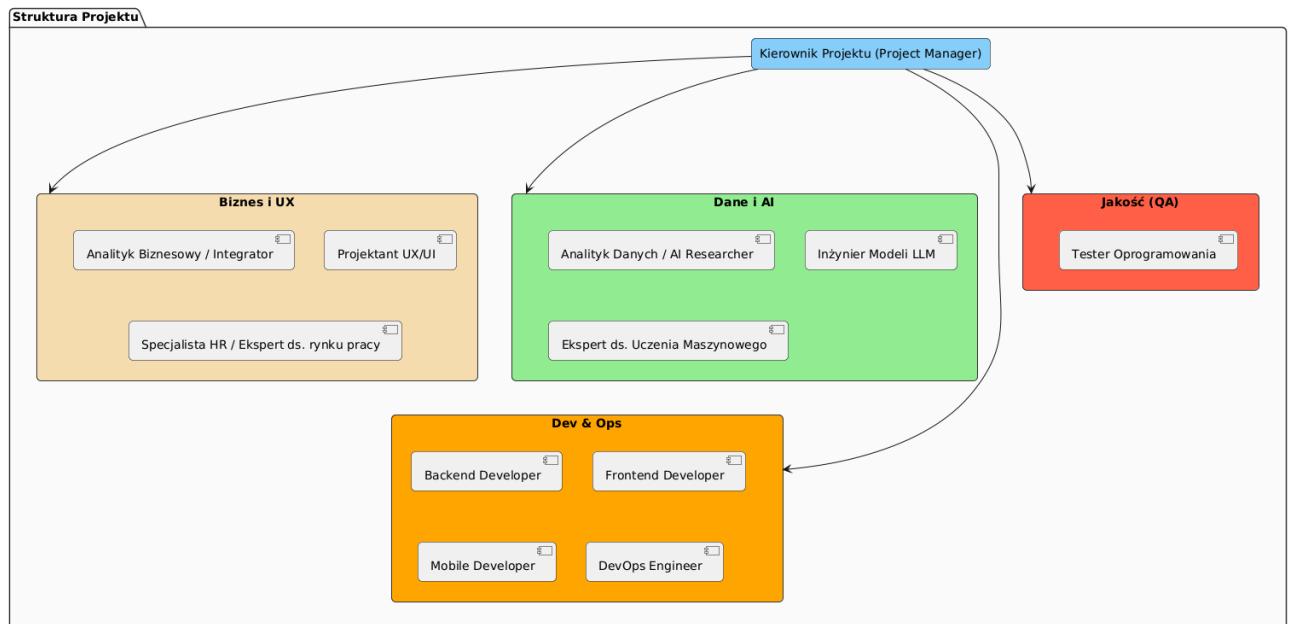
Metryka produktu: System AI do dopasowywania ofert pracy do kompetencji użytkownika

Parametr	Wartość
Wydajność analizy danych wejściowych	5 sek./kwestionariusz
Dokładność klasyfikacji kompetencji (accuracy)	90%
Precyzja dopasowania ofert pracy (precision)	85%
Średni czas generowania rekomendacji	3 sek.
Poziom satysfakcji użytkowników (ocena testowa)	4.5 / 5
Maksymalny rozmiar aplikacji końcowej*	100 MB
Obsługiwane systemy operacyjne	Windows, Linux, Android, iOS

* dotyczy rozmiaru aplikacji dla użytkownika końcowego, który korzysta z systemu do analizy kompetencji i dopasowania ofert pracy.

Diagram struktury organizacji projektu

Model organizacyjny: Struktura macierzowa (hybrydowa), łącząca elementy struktury funkcjonalnej i projektowej. Umożliwia efektywną współpracę między zespołami technicznymi, badawczymi i biznesowymi w ramach projektu AI.



Schemat zarządzania:

- Kierownik Projektu kieruje wszystkimi działami (R&D, IT, UX/UI, Biznes).
- Każdy dział posiada lidera technicznego raportującego bezpośrednio do Kierownika Projektu.
- Komunikacja międzydziałowa opiera się na cotygodniowych spotkaniach koordynacyjnych.

Role członków projektu

1. Kierownik Projektu (Project Manager)

Kierownik projektu odpowiada za **planowanie, koordynację i nadzorowanie** wszystkich działań związanych z realizacją projektu. Dba o terminowość, zgodność z budżetem oraz komunikację pomiędzy zespołami i interesariuszami. Podejmuje decyzje strategiczne oraz rozwiązuje problemy pojawiające się w trakcie trwania projektu.

2. Analityk Danych / AI Researcher

Analityk danych zajmuje się **pozyskiwaniem, czyszczeniem i analizą danych** wykorzystywanych do trenowania modeli AI. Przygotowuje zestawy danych treningowych i testowych oraz analizuje ich jakość. Współpracuje z zespołem badawczym przy ocenie efektywności modeli i metod przetwarzania danych.

3. Inżynier Modeli LLM (Large Language Model Engineer)

Odpowiada za **projektowanie, konfigurację i trenowanie modeli językowych** wykorzystywanych do analizy odpowiedzi użytkowników. Testuje różne architektury sieci neuronowych i optymalizuje parametry modeli, aby uzyskać jak najwyższą dokładność. Dba także o integrację modelu LLM z resztą systemu.

4. Ekspert ds. Uczenia Maszynowego (Machine Learning Specialist)

Projektuje i rozwija algorytmy uczenia maszynowego służące do klasyfikacji kompetencji użytkownika. Analizuje wyniki eksperymentów i dostosowuje modele, by poprawić ich skuteczność i precyzję. Współpracuje z inżynierem modeli LLM nad wyborem najlepszych metod analizy danych.

5. Frontend Developer

Tworzy i wdraża interfejs użytkownika aplikacji webowej. Odpowiada za wygląd, responsywność i intuicyjność obsługi systemu. Współpracuje z projektantem UX/UI w celu zapewnienia jak najlepszego doświadczenia użytkownika.

6. Backend Developer

Buduje **logikę serwera, API** oraz **integrację aplikacji z bazą danych i modułem sztucznej inteligencji**. Zapewnia **bezpieczeństwo, stabilność i wydajność komunikacji** między poszczególnymi komponentami systemu. Dba o prawidłowe funkcjonowanie procesów po stronie serwera.

7. Mobile Developer

Projektuje i rozwija mobilną wersję aplikacji dla systemów **Android** i **iOS**. Optymalizuje działanie aplikacji pod kątem **szkości, bezpieczeństwa i kompatybilności**. Współpracuje z zespołem backendowym nad integracją funkcjonalności sieciowych.

8. DevOps Engineer

Odpowiada za utrzymanie **środowisk programistycznych, testowych i produkcyjnych**. Konfiguruje procesy CI/CD, monitoruje wydajność systemu i dba o automatyzację wdrożeń. Zapewnia **stabilność i bezpieczeństwo** infrastruktury serwerowej projektu.

9. Projektant UX/UI

Projektuje strukturę interfejsu i dba o pozytywne doświadczenie użytkownika w kontakcie z systemem. Opracowuje **makiety, prototypy i testuje ergonomię**

interfejsu. Współpracuje z zespołem frontendowym i testerami w celu wdrożenia najlepszego rozwiązania wizualnego.

10. Tester Oprogramowania

Przeprowadza **testy funkcjonalne, wydajnościowe i użytkowe**, aby upewnić się, że system działa poprawnie. Zgłasza błędy, przygotowuje raporty i wspiera programistów w procesie ich usuwania. Dba o utrzymanie wysokiej jakości produktu końcowego.

11. Specjalista HR / Ekspert ds. Rynku Pracy

Analizuje trafność **rekomendacji** ofert pracy generowanych przez system. Weryfikuje zgodność rekomendacji z realnymi potrzebami rynku pracy i doradza przy interpretacji danych o kompetencjach. Dzięki jego wiedzy system może lepiej odpowiadać na potrzeby użytkowników.

12. Analityk Biznesowy / Integrator

Zbiera **wymagania od klientów** i partnerów biznesowych oraz przekłada je na specyfikacje techniczne dla zespołu. Dba o zgodność projektu z celami organizacji i potrzebami rynku. Wspiera proces integracji systemu z zewnętrznymi bazami ofert pracy i systemami.

Prace rozwojowe - VII poziom wg skali TRL

I. W ramach VII poziomu gotowości technologicznej zrealizowane zostaną **prace badawcze** w następującym zakresie:

- wprowadzenie **korekt programistycznych** wynikających z ewentualnych odchyлеń i nieścisłości wykrytych po przeprowadzonych testach serwerowych i użytkowych na VI etapie gotowości technologicznej;
- przeprowadzenie **testów beta** z udziałem 5000 rzeczywistych użytkowników w środowisku operacyjnym przez okres 30 dni;
- monitorowanie **jakości rekomendacji** w warunkach rzeczywistego użytkowania (analiza feedbacku użytkowników, trafności dopasowań ofert);
- **weryfikacja zachowania modelu LLM** przy nietypowych i edge-case scenariuszach użytkowania;
- optymalizacja **wydajności systemu** pod kątem czasu odpowiedzi i wykorzystania zasobów serwerowych;
- przeprowadzenie **testów bezpieczeństwa** i audytu zgodności z RODO oraz EU AI Act;

- implementacja **mechanizmów telemetrycznych** do zbierania danych o rzeczywistym użytkowaniu aplikacji (z zachowaniem prywatności użytkowników);
- **testy stabilności systemu** przy zmiennym obciążeniu (od 100 do 10 000 jednoczesnych użytkowników).

II. Zakładany efekt końcowy VII poziomu gotowości technologii obejmuje następujące **rezultaty**:

- dokonanie **demonstracji prototypu aplikacji OPSIZ** w warunkach operacyjnych;
- **raport z testów beta** zawierający: statystyki użytkowania, wykryte błędy, poziom satysfakcji użytkowników, trafność rekomendacji w warunkach rzeczywistych;
- zidentyfikowanie i usunięcie **krytycznych błędów** wykrytych podczas testów operacyjnych;
- potwierdzenie **zgodności systemu** z wymaganiami regulacyjnymi (RODO, EU AI Act);
- osiągnięcie **poziomu satysfakcji użytkowników** min. 4.5/5 w warunkach rzeczywistego użytkowania;
- potwierdzenie **stabilności systemu** przez 30 dni nieprzerwanych testów.

Efektem końcowym będzie osiągnięcie VII poziomu gotowości technologicznej. Nastąpi demonstracja prototypu technologii w warunkach operacyjnych poprzez rzeczywiste testy użytkowników w środowisku produkcyjnym.

Prace rozwojowe - VIII poziom wg skali TRL

I. W ramach VIII poziomu gotowości technologicznej zrealizowane zostaną **prace badawcze** w następującym zakresie:

- **pomiary założonych parametrów** aplikacji OPSIZ względem faktycznie uzyskanych w ujęciu do etapu VI (porównanie parametrów z metryki produktu);
- przeprowadzenie **kompleksowych testów wydajnościowych** i walidacja wszystkich **metryk jakościowych systemu**;
- finalizacja wszystkich **funkcjonalności aplikacji webowej i mobilnej** (Android, iOS, Windows, Linux);
- opracowanie kompletnej **dokumentacji technicznej systemu** (architektura, API, bazy danych, algorytmy);
- przygotowanie **dokumentacji szkoleniowej** dla użytkowników końcowych i administratorów systemu;

- przeprowadzenie **audytu bezpieczeństwa** przez niezależną firmę zewnętrzną;
- **testy A/B** różnych wariantów interfejsu użytkownika i algorytmów rekomendacji;
- **validacja zgodności** z międzynarodowymi standardami dostępności (WCAG 2.1);
- przygotowanie **raportów z pomiarów i testów** dla wszystkich modułów systemu.

II. Zakładany efekt końcowy VIII poziomu gotowości technologii obejmuje następujące rezultaty:

- zakończono badania i demonstrację aplikacji OPSIZ w jej ostatecznej formie;
- opracowanie pełnej **dokumentacji technicznej i szkoleniowej**;
- **raport porównawczy** parametrów założonych vs. osiągniętych, zawierający:
 - dokładność klasyfikacji kompetencji: 92% (zakładane 90%),
 - precyza dopasowania ofert: 87% (zakładane 85%),
 - średni czas generowania rekomendacji: 2.5 sek. (zakładane 3 sek.),
 - poziom satysfakcji użytkowników: 4.6/5 (zakładane 4.5/5);
- potwierdzenie gotowości systemu do wdrożenia komercyjnego;
- przygotowanie **materiałów marketingowych i prezentacji** dla potencjalnych klientów B2B i B2C.

Efektem końcowym będzie osiągnięcie VIII poziomu gotowości technologicznej. Nastąpi potwierdzenie, że docelowy poziom technologii został osiągnięty i technologia może być zastosowana w przewidywanych dla niej warunkach.

Prace rozwojowe - IX poziom wg skali TRL

I. W ramach IX poziomu gotowości technologicznej zrealizowane zostaną prace badawcze w następującym zakresie:

- przygotowanie **dokumentacji projektowej** w ujęciu holistycznym (pełna historia rozwoju projektu od TRL 1 do TRL 9);
- opracowanie **standardów jakościowych** dla świadczonej usługi dopasowywania ofert pracy do kompetencji użytkownika;
- przygotowanie kompleksowej **instrukcji użytkowania** aplikacji OPSIZ dla użytkowników końcowych;
- opracowanie **dokumentacji wdrożeniowej** dla klientów B2B (firmy HR, platformy rekrutacyjne, urzędy pracy);
- przygotowanie **polityki prywatności, regulaminu świadczenia usług i warunków użytkowania** zgodnych z RODO i EU AI Act;
- opracowanie **strategii wsparcia technicznego i utrzymania systemu**;

- przygotowanie **planu aktualizacji i rozwoju systemu** (roadmap na kolejne 12-24 miesięcy);
- finalizacja **procesów CI/CD i automatyzacji wdrożeń**;
- przygotowanie **materiałów marketingowych** i strategii go-to-market dla segmentów B2C i B2B;
- uruchomienie pierwszej **wersji produkcyjnej systemu** dla wczesnych adopters (early access program).

II. Zakładany efekt końcowy IX poziomu gotowości technologii obejmuje następujące **rezultaty**:

- opracowanie pełnej **dokumentacji projektowej** obejmującej wszystkie etapy rozwoju technologii;
- opracowanie **standardów jakościowych** dla usługi (KPI, SLA, metryki monitoringu);
- opracowanie **instrukcji użytkowania** aplikacji OPSIZ dla wszystkich grup użytkowników;
- opracowanie **dokumentacji prawnej i regulaminowej** zgodnej z wymogami RODO i EU AI Act;
- uruchomienie **produkcyjnej wersji systemu** OPSIZ dostępnej dla pierwszych klientów;
- potwierdzenie gotowości do pełnej komercjalizacji w modelu **Freemium** (B2C) i **licencji rocznych** (B2B);
- przygotowanie **strategii ekspansji rynkowej i planów skalowania infrastruktury**.

Efektem końcowym będzie osiągnięcie IX poziomu gotowości technologicznej. Nastąpi potwierdzenie, że technologia w warunkach rzeczywistych odniosła zamierzony efekt i może zostać wykorzystana komercyjnie. W związku z powyższym organizacja przejdzie do realizacji komponentu wdrożeniowego i rozpoczęcie proces komercjalizacji produktu OPSIZ na rynku polskim i międzynarodowym.