****

KIERUNEK STUDIÓW

MASTER OF BUSSINES ADMINISTRATION

Łukasz Kamiński

Nr albumu 190139

**WSPARCIE PROCESU WDROŻENIA SYSTEMU KLASY ERP PRZY WYKORZYSTANIU AI**

Promotor:

dr hab. Natalia Szozda, prof. UEW

Katedra Logistyki

**WROCŁAW 2025**

**Spis treści**

**1. Wprowadzenie 1**

**2. Systemy ERP w zarządzaniu przedsiębiorstwem 2**

2.1 Definicja i charakterystyka systemów ERP 2

2.1.1 Komponenty systemów ERP 3

2.1.2 Architektura systemów ERP 5

2.1.3 Standardy i technologie 7

2.2 Znaczenie ERP w transformacji cyfrowej 9

2.2.1 Integracja procesów biznesowych 9

2.2.2 Automatyzacja operacji 12

2.2.3 Analityka biznesowa 14

2.3 Wyzwania wdrożeniowe systemów ERP 18

2.3.1 Aspekty techniczne 18

2.3.2 Aspekty organizacyjne 20

2.3.3 Zarządzanie zmianą 22

**3. Sztuczna inteligencja jako wsparcie systemów ERP 25**

3.1 Fundamenty AI w zastosowaniach biznesowych 25

3.1.1 Uczenie maszynowe 26

3.1.2 Przetwarzanie języka naturalnego 28

3.1.3 Analiza predykcyjna 30

3.2 Technologia Retrieval-Augmented Generation 32

3.2.1 Architektura RAG 32

3.2.2 Mechanizmy wyszukiwania informacji 36

3.2.3 Generowanie odpowiedzi 38

3.3 Zastosowania AI w systemach ERP 40

3.3.1 Automatyzacja procesów 40

3.3.2 Wsparcie decyzji 44

3.3.3 Personalizacja interfejsów 46

**4. Projektowanie asystenta AI dla wdrożeń ERP 49**

4.1 Specyfikacja funkcjonalna 49

4.1.1 Wymagania systemowe 50

4.1.2 Moduły funkcjonalne 53

4.1.3 Interfejsy użytkownika 56

4.2 Architektura rozwiązania 59

4.2.1 Komponenty systemu 59

4.2.2 Integracja z Comarch ERP XL 62

4.2.3 Bezpieczeństwo danych 65

4.3 Metodyka implementacji 68

4.3.1 Planowanie wdrożenia 68

4.3.2 Zarządzanie ryzykiem 71

4.3.3 Kontrola jakości 73

**5. Zakończenie 75**

**Bibliografia 79**

**Oświadczenie o Oryginalności 85**

# 

# **Wprowadzenie**

Inteligentne technologie, takie jak sztuczna inteligencja (AI), coraz częściej odgrywają istotną rolę w rozwoju nowoczesnych przedsiębiorstw i ich podejściu do zarządzania. Szczególnym obszarem, w którym AI może mieć zastosowanie, jest proces wdrażania systemów klasy ERP (Enterprise Resource Planning). Systemy ERP stanowią fundament współczesnych organizacji, integrując kluczowe procesy biznesowe, takie jak zarządzanie finansami, zasobami ludzkimi, łańcuchem dostaw czy produkcją. Niemniej jednak, wdrażanie systemów ERP jest procesem skomplikowanym, czasochłonnym i kosztownym, wymagającym zaangażowania wysoko wykwalifikowanych konsultantów oraz skutecznego zarządzania zmianą.

Złożoność tego procesu rodzi pytanie, czy sztuczna inteligencja – a w szczególności technologie takie jak Retrieval-Augmented Generation (RAG) – może usprawnić wdrożenia ERP poprzez automatyzację kluczowych zadań oraz wsparcie konsultantów ERP w realizacji ich obowiązków. Odpowiedź na to pytanie stanowi główną oś rozważań niniejszej pracy magisterskiej. Praca ta koncentruje się na analizie możliwości wykorzystania technologii AI, w szczególności RAG, w kontekście wsparcia wdrożeń systemów ERP.

W obliczu postępującej transformacji cyfrowej oraz wzrostu znaczenia sztucznej inteligencji w biznesie, temat ten zyskuje na aktualności. Inspiracją do jego podjęcia był wykład prof. Przegalińskiej dotyczący potencjału AI w automatyzacji procesów i wspieraniu podejmowania decyzji, co skłoniło autora do zgłębienia tej problematyki w obszarze wdrożeń ERP. Przedmiotem szczególnego zainteresowania jest system Comarch ERP XL, którego popularność w polskich przedsiębiorstwach stanowi podstawę do analizy praktycznego zastosowania proponowanego rozwiązania. Celem niniejszej pracy jest zaprojektowanie i przetestowanie prototypu inteligentnego asystenta AI, który wspierałby wdrażanie systemów ERP, koncentrując się na poprawie efektywności pracy konsultantów oraz jakości operacyjnej wsparcia.

Główne pytanie badawcze, na które praca stara się odpowiedzieć, brzmi: „Czy asystent AI może zwiększyć efektywność konsultantów ERP i jakość wsparcia operacyjnego podczas wdrożeń systemów ERP?”. W tym celu dokonano szczegółowej analizy literatury dotyczącej systemów ERP oraz technologii AI, zwłaszcza NLP (Natural Language Processing) i Retrieval-Augmented Generation, a następnie zaprojektowano prototyp, który przetestowano w środowisku symulacyjnym, oceniając jego efektywność w realizacji kluczowych zadań.

Obecny stan badań wskazuje na znaczącą rolę AI w automatyzacji procesów biznesowych oraz wsparciu analityki i podejmowania decyzji, jednakże zastosowanie technologii RAG w obszarze wdrożeń ERP pozostaje niewystarczająco zbadane. W pracy opisano możliwości i wyzwania związane z implementacją AI w systemach ERP oraz omówiono potencjalne korzyści płynące z integracji AI, takich jak poprawa jakości decyzji, redukcja kosztów wdrażania czy zwiększenie intuicyjności systemów dzięki personalizacji interfejsów. W kontekście struktury pracy, kolejne rozdziały obejmują: charakterystykę systemów ERP (rozdział 2), zastosowanie AI w biznesie ze szczególnym uwzględnieniem technologii RAG (rozdział 3), projektowanie i testowanie prototypu asystenta AI w środowisku symulacyjnym (rozdział 4) oraz refleksje na temat przyszłości zastosowań AI w wdrażaniu systemów ERP.

# **Systemy ERP w zarządzaniu przedsiębiorstwem**

Zarządzanie przedsiębiorstwem w erze cyfrowej nie może obejść się bez innowacyjnych rozwiązań, takich jak systemy ERP, które integrują różnorodne procesy operacyjne. Kluczowe aspekty, takie jak definicja, architektura oraz technologie ERP, a także ich znaczenie w transformacji cyfrowej organizacji będą szczegółowo omówione w kolejnych częściach. Integracja procesów biznesowych, automatyzacja operacji oraz analityka biznesowa stanowią fundamenty, które wspierają efektywność i elastyczność przedsiębiorstw w dynamicznie zmieniającym się otoczeniu rynkowym. To podejście nie tylko pozwala na optymalizację działalności, ale także stwarza nowe możliwości rozwoju i innowacji.

## **2.1 Definicja i charakterystyka systemów ERP**

Zarządzanie nowoczesnym przedsiębiorstwem wymaga zrozumienia złożonej natury systemów ERP, które stanowią fundament efektywnej integracji procesów biznesowych. W kolejnych częściach szczegółowo omówione zostaną kluczowe komponenty tych systemów, ich architektura oraz nowoczesne technologie, które wspierają ich działanie. Zrozumienie tych elementów ma kluczowe znaczenie dla właściwego wdrożenia systemu ERP i jego roli w cyfrowej transformacji organizacji. Ta analiza będzie miała istotne znaczenie w kontekście efektywności oraz innowacyjności działania przedsiębiorstw, zwłaszcza w świetle wyzwań współczesnego rynku.

### **2.1.1 Komponenty systemów ERP**

Systemy ERP odgrywają istotną rolę w zarządzaniu przedsiębiorstwami poprzez swoje moduły, które integrują zróżnicowane procesy biznesowe. Jednym z podstawowych elementów są moduły finansowe, które umożliwiają organizacjom zarządzanie budżetami, prognozowanie przepływów pieniężnych oraz przeprowadzanie analiz rentowności. Poprzez dostęp do danych w czasie rzeczywistym firmy mogą podejmować lepiej uzasadnione decyzje finansowe, co jest kluczowe w dynamicznie zmieniającym się środowisku biznesowym (Pokala, 2024, s. 2; Moujahid et al., 2023, s. 5). Moduły finansowe zapewniają centralizację danych, co ogranicza fragmentację informacji oraz redukuje błędy wynikające z wielokrotnego wprowadzania tych samych danych. Zintegrowane raportowanie umożliwia pełniejszy wgląd w kondycję finansową przedsiębiorstwa, co przekłada się na większą przejrzystość operacji finansowych i stanowi podstawę do bardziej trafnych decyzji strategicznych (Narne, 2022, s. 1; Szelągowski et al., 2023, s. 4). Automatyzacja procesów finansowych, takich jak wystawianie faktur i rozliczenia płatności, pozwala na oszczędność czasu i zmniejszenie ryzyka błędów ludzkich, co z kolei przyczynia się do większej efektywności operacyjnej oraz redukcji kosztów przetwarzania danych (Pokala, 2024, s. 2; Moujahid et al., 2023, s. 5).

Oprócz modułów finansowych, istotne znaczenie mają moduły zarządzania łańcuchem dostaw (SCM – Supply Chain Management), które wspierają procesy planowania zapotrzebowania, zakupu, zarządzania zapasami oraz logistyki. Integracja tych działań w ramach jednej platformy ERP pozwala na lepszą koordynację całego łańcucha dostaw, co przekłada się na poprawę efektywności operacyjnej (Narne, 2022, s. 1; Szelągowski et al., 2023, s. 4). Dzięki systematycznemu monitorowaniu procesów logistycznych przedsiębiorstwa mogą szybko identyfikować potencjalne wąskie gardła i podejmować działania zapobiegawcze. Automatyczne alerty dotyczące braków magazynowych umożliwiają skuteczniejsze utrzymanie ciągłości dostaw, minimalizując ryzyko zakłóceń w realizacji zamówień (Pokala, 2024, s. 4; Szelągowski et al., 2023, s. 7). Funkcje analityczne modułów SCM, szczególnie te oparte na sztucznej inteligencji, pozwalają na przewidywanie przyszłych potrzeb oraz dynamiczne dostosowanie zasobów do zmieniających się wymagań rynku. To z kolei skraca czas realizacji zamówień i zwiększa konkurencyjność organizacji (Pokala, 2024, s. 3; Narne, 2022, s. 1).

Równie ważną częścią systemów ERP są moduły HR, które centralizują procesy związane z zarządzaniem zasobami ludzkimi. Obejmują one funkcje związane z rekrutacją, zarządzaniem szkoleniami, oceną wydajności pracowników, a także z planowaniem rozwoju zawodowego. Dzięki automatyzacji tych działań przedsiębiorstwa mogą efektywniej zarządzać kapitałem ludzkim (Narne, 2022, s. 1; Szelągowski et al., 2023, s. 4). Ponadto, integracja modułów HR z innymi komponentami systemu ERP umożliwia wykorzystanie danych dotyczących pracowników do optymalizacji procesów, takich jak alokacja zasobów ludzkich w projektach czy analiza zmian w wydajności zespołów (Szelągowski et al., 2023, s. 4; Pokala, 2024, s. 2). Współczesne systemy ERP korzystają z zaawansowanych technologii AI, takich jak NLP, aby analizować opinie pracowników czy identyfikować talenty na podstawie danych historycznych, co wspiera rozwój strategii personalnych oraz polityk HR (Pokala, 2024, s. 5; Narne, 2022, s. 1).

Systemy ERP, które łączą tradycyjne moduły z technologiami AI, wyróżniają się zdolnością do dynamicznego dostosowywania procesów w odpowiedzi na szybko zmieniające się warunki biznesowe. AI umożliwia analizę dużych zbiorów danych w czasie rzeczywistym oraz automatyczne identyfikowanie wzorców, co zwiększa elastyczność i zdolność adaptacyjną organizacji (Narne, 2022, s. 1; Pokala, 2024, s. 3). Przy zastosowaniu uczenia maszynowego i analizy predykcyjnej systemy ERP są w stanie przewidywać zmiany na rynku oraz reagować na nie w sposób bardziej proaktywny. To pozwala na lepsze zarządzanie zasobami i procesami, co z kolei wpływa na wzrost innowacyjności i konkurencyjności przedsiębiorstwa (Pokala, 2024, s. 4; Narne, 2022, s. 1). Połączenie nowoczesnych funkcji ERP z AI nie tylko przyspiesza realizację zadań operacyjnych, lecz także zwiększa precyzję podejmowanych decyzji, co prowadzi do poprawy ogólnej efektywności działania organizacji (Pokala, 2024, s. 3; Moujahid et al., 2023, s. 5). Podsumowując, komponenty systemów ERP stanowią wszechstronne narzędzie wspierające różnorodne obszary zarządzania w przedsiębiorstwach. Współczesne rozwiązania, wzbogacone o technologie sztucznej inteligencji, umożliwiają jeszcze bardziej zaawansowaną automatyzację oraz usprawnienie procesów, co czyni je kluczowymi elementami transformacji cyfrowej.

### **2.1.2 Architektura systemów ERP**

Architektura systemów ERP odgrywa kluczową rolę w zapewnieniu efektywności, integracji i elastyczności działania systemów w skali przedsiębiorstwa. W jej strukturze wyróżnia się kilka zasadniczych warstw, z których każda pełni istotne funkcje wspierające operacje biznesowe organizacji.

Warstwa prezentacji jest odpowiedzialna za interakcję użytkownika z systemem, umożliwiając intuicyjną obsługę nawet w przypadku skomplikowanych procesów biznesowych. Jej znaczenie wzrasta w kontekście rosnącej złożoności systemów ERP, gdzie przejrzysty interfejs pozwala użytkownikom na sprawne i efektywne korzystanie z dostępnych funkcji (Narne, 2022, s. 1). Zrozumienie potrzeb użytkownika końcowego oraz optymalizacja doświadczeń związanych z korzystaniem z systemu staje się kluczowym aspektem projektowania nowoczesnych warstw prezentacji.

Warstwa logiki aplikacyjnej przetwarza dane biznesowe i zarządza kluczowymi procesami w przedsiębiorstwie, obejmując obszary takie jak księgowość, zarządzanie zasobami czy planowanie operacyjne. Jej zaawansowana struktura umożliwia zastosowanie nowoczesnych algorytmów optymalizacyjnych oraz integrację funkcji między różnymi modułami ERP, co zwiększa spójność procesów biznesowych (Narne, 2022, s. 1). Warstwa ta, będąc pośrednikiem pomiędzy użytkownikiem a bazą danych, musi być projektowana z uwzględnieniem zarówno efektywności działania, jak i elastyczności pozwalającej na dostosowanie do zmieniających się wymagań organizacji. Warto zauważyć, że infrastruktura ta pełni kluczową rolę w zwiększeniu funkcjonalności systemu, ale jednocześnie jej rozbudowa może wiązać się z wyzwaniami związanymi z utrzymaniem spójności danych i optymalnym zarządzaniem procesami. Warstwa bazy danych stanowi fundament architektury systemów ERP, umożliwiając przechowywanie, integrację oraz przetwarzanie ogromnych ilości danych operacyjnych przedsiębiorstwa. Centralizacja danych w jednym miejscu pozwala na redukcję fragmentacji informacji, poprawiając ich spójność i dostępność w czasie rzeczywistym (Trinkl et al., 2024, s. 16). Tym samym warstwa ta nie tylko wspiera precyzyjne i szybkie operacje systemowe, lecz także umożliwia wsparcie zaawansowanych funkcji analitycznych. Jednak pomimo tych korzyści, koncentracja danych w jednej bazie wymaga zaawansowanych rozwiązań w zakresie bezpieczeństwa oraz zarządzania dostępem. Systematyczne wdrażanie mechanizmów backupu i przywracania danych ma kluczowe znaczenie w minimalizowaniu ryzyka utraty informacji w przypadku awarii. Współczesne systemy ERP charakteryzują się również coraz większą elastycznością i skalowalnością dzięki wykorzystaniu architektury opartej na usługach (SOA) oraz technologii chmurowych. Architektura SOA umożliwia integrację różnych aplikacji i modułów w ramach systemu ERP za pośrednictwem protokołów komunikacyjnych, takich jak SOAP czy REST (Trinkl et al., 2024, s. 16). Takie podejście pozwala organizacjom na dynamiczne dostosowywanie systemu do zmieniających się wymagań rynku, a także na łatwe włączanie nowych funkcjonalności bez konieczności przeprowadzania kosztownych i czasochłonnych modyfikacji infrastruktury IT. Równocześnie technologia chmurowa daje możliwość zdalnego dostępu do systemu, co jest szczególnie istotne dla organizacji działających na wielu rynkach geograficznych. Technologia ta ułatwia również zarządzanie systemem pod kątem wzrostu liczby użytkowników i rosnącej ilości przetwarzanych danych. Integracja sztucznej inteligencji w architekturę systemów ERP przekształca je w dynamiczne platformy zdolne do analizy dużych ilości danych w czasie rzeczywistym. Wykorzystanie algorytmów uczenia maszynowego, które umożliwiają przewidywanie trendów i optymalizację działań biznesowych, zapewnia znaczący wzrost efektywności operacyjnej przedsiębiorstw (Narne, 2022, s. 1). Jednocześnie integracja AI wspiera automatyzację powtarzalnych zadań, takich jak zarządzanie zapasami czy analiza danych finansowych, co zmniejsza ryzyko błędów ludzkich i uwalnia zasoby na bardziej strategiczne działania (Kadyan et al., 2024, s. 2). Efektywność tych technologii sprawia, że rola AI w systemach ERP będzie systematycznie się zwiększać, szczególnie w kontekście potrzeby dynamicznego przystosowania się do zmieniających się warunków biznesowych. Systemy ERP wykorzystujące technologie przetwarzania języka naturalnego (NLP) dodatkowo zwiększają intuicyjność interakcji pomiędzy użytkownikami a systemem. NLP pozwala użytkownikom końcowym na komunikację z systemem w sposób naturalny, co eliminuje konieczność zaawansowanej znajomości technologii (Pokala, 2024, s. 5). Funkcjonalności te są szczególnie istotne w procesach zarządzania zmianą w przedsiębiorstwach, gdzie konieczne jest szybkie przystosowanie pracowników do nowych narzędzi. Rozwiązania te znajdują również zastosowanie w generowaniu raportów oraz analiz, minimalizując zaangażowanie personelu technicznego w rutynowe zadania oraz wspierając proces podejmowania decyzji (Narne, 2022, s. 1). Bezpieczeństwo danych stało się kluczowym aspektem architektury systemów ERP, szczególnie w kontekście rosnącego wykorzystania technologii chmurowych oraz sztucznej inteligencji. Współczesne standardy, w tym szyfrowanie danych czy kontrola dostępu, są niezbędne do ochrony informacji biznesowych przed naruszeniami (Trinkl et al., 2024, s. 15). Oprócz tradycyjnych mechanizmów ochrony, wdrożenie zaawansowanych systemów wykrywania anomalii, opartych na algorytmach AI, umożliwia automatyczne monitorowanie i minimalizację ryzyka cyberzagrożeń (Walicka i Czemiel-Grzybowska, 2023, s. 8). W nadchodzącej dekadzie oczekuje się, że bezpieczeństwo danych będzie jednym z priorytetów rozwoju systemów ERP, co wymusza na organizacjach dalsze inwestycje w technologie ochrony informacji (Trinkl et al., 2024, s. 15). Podsumowując, architektura systemów ERP ewoluuje w kierunku większej elastyczności, skalowalności i integracji z innowacyjnymi technologiami, w tym sztuczną inteligencją. Rozwój tych systemów wymaga jednak nieustannego dostosowywania się do potrzeb użytkowników i wyzwań związanych z zapewnieniem bezpieczeństwa informacji.

### **2.1.3 Standardy i technologie**

Architektura oparta na usługach (Service-Oriented Architecture, SOA) oraz technologie chmurowe, takie jak SaaS (Software-as-a-Service), odgrywają kluczową rolę we współczesnym rozwoju systemów ERP, umożliwiając ich dynamiczne dostosowanie do zmieniających się potrzeb przedsiębiorstw.

SOA umożliwia łatwą integrację aplikacji ERP z różnorodnymi systemami, co nie tylko redukuje czas potrzebny na wprowadzenie nowych funkcji, ale również minimalizuje zakłócenia operacyjne wynikające z tych procesów (Trinkl et al., 2024, s. 16). Technologia ta wspiera budowę modułowych systemów ERP, w których każda usługa może być rozwijana, wdrażana lub modyfikowana niezależnie. Dzięki temu przedsiębiorstwa mogą w łatwy sposób zachować konkurencyjność, reagując na dynamiczne zmiany w środowisku rynkowym. Niemniej jednak należy podkreślić, że SOA wiąże się z pewnymi wyzwaniami, w tym koniecznością inwestycji w infrastrukturę IT oraz zarządzania kompleksowością związanych z tym procesów.

Technologie chmurowe, w tym SaaS, istotnie redukują bariery wejścia dla małych i średnich przedsiębiorstw, oferując dostęp do zaawansowanych funkcji ERP bez konieczności inwestycji w kosztowną infrastrukturę IT. Modele oparte na chmurze umożliwiają użytkownikom dostęp do systemów ERP w czasie rzeczywistym z dowolnego miejsca, co przyczynia się do zwiększenia produktywności i elastyczności zarządzania przedsiębiorstwem (Trinkl et al., 2024, s. 16). Jednak zastosowanie technologii chmurowych niesie ze sobą również wyzwania, takie jak zapewnienie bezpieczeństwa danych oraz zarządzanie zgodnością z różnorodnymi regulacjami prawnymi, co wymaga precyzyjnego podejścia do ich wdrażania i eksploatacji. Standardy bezpieczeństwa, takie jak EN 50128, pełnią kluczową rolę w dokumentowaniu modyfikacji oprogramowania ERP, zapewniając pełną transparentność oraz możliwość śledzenia wprowadzanych zmian. Dzięki temu standardy te umożliwiają redukcję ryzyka błędów oraz ułatwiają audyt procesów, co jest szczególnie istotne w złożonych środowiskach biznesowych (Ibtasham et al., 2024, s. 2). Jednocześnie przestrzeganie tych standardów minimalizuje ryzyko wystąpienia awarii systemu oraz zapewnia zgodność z wymaganiami regulacyjnymi, co ma szczególne znaczenie w sektorach podlegających ścisłej kontroli, takich jak finanse czy produkcja. Procedury te, skupiając się na ścisłej walidacji oraz testowaniu systemów, zwiększają ich niezawodność i odporność na potencjalne błędy.

Nie sposób pominąć kluczowej roli technologii wspierających przetwarzanie języka naturalnego (NLP), które znacząco podnoszą efektywność i intuicyjność systemów ERP. Dzięki NLP użytkownicy mogą komunikować się z systemem przy użyciu języka naturalnego, co eliminuje konieczność znajomości skomplikowanych komend technicznych, a w konsekwencji zwiększa wskaźnik adopcji systemów ERP (Pokala, 2024, s. 5). Ponadto NLP umożliwia efektywną analizę dużych zbiorów danych tekstowych, takich jak dokumentacja biznesowa czy raporty operacyjne, poprzez ich konwersję na dane strukturalne, co wspiera procesy decyzyjne (Pokala, 2024, s. 4). Mimo oczywistych korzyści technologicznych, implementacja NLP wymaga znacznych inwestycji w rozwój algorytmów oraz w infrastrukturę obliczeniową, co może być wyzwaniem dla mniej zasobnych organizacji.

Technologie AI, takie jak uczenie maszynowe i analiza predykcyjna, przekształcają systemy ERP w inteligentne platformy, które oferują możliwość analizy danych w czasie rzeczywistym. Wdrożenie AI sprzyja automatyzacji powtarzalnych procesów, takich jak zarządzanie zapasami czy analiza danych finansowych, co nie tylko redukuje koszty operacyjne, ale również zmniejsza ryzyko błędów ludzkich (Narne, 2022, s. 1). Co więcej, AI wspiera także zarządzanie ryzykiem, przewidując potencjalne problemy, takie jak zakłócenia w łańcuchu dostaw, co pozwala organizacjom na szybkie i proaktywne działanie (Pokala, 2024, s. 4). Należy jednak podkreślić, że integracja AI z systemami ERP wymaga znacznych inwestycji zarówno finansowych, jak i organizacyjnych, w tym odpowiedniego przeszkolenia personelu, co może być barierą we wczesnych etapach implementacji. Istotnym aspektem jest również wpływ AI na optymalizację procesów logistycznych, takich jak zarządzanie zapasami i planowanie tras transportowych. Algorytmy uczenia maszynowego pozwalają na bieżące monitorowanie łańcucha dostaw i szybkie reagowanie na zakłócenia, co przekłada się na zmniejszenie kosztów operacyjnych oraz zwiększenie satysfakcji klientów końcowych (Mroczko, 2023, s. 51). Niemniej jednak konieczność integracji tych technologii w istniejące systemy ERP może stanowić wyzwanie techniczne i organizacyjne, wymagające precyzyjnego planowania oraz wsparcia specjalistów. Podsumowując, standardy i technologie stosowane w systemach ERP odgrywają kluczową rolę w ich rozwoju, zapewniając zarówno elastyczność i skalowalność, jak i bezpieczeństwo oraz intuicyjność w zarządzaniu procesami biznesowymi. Zastosowanie zaawansowanych technologii, takich jak SOA, SaaS, NLP i AI, znacząco przyczynia się do transformacji cyfrowej przedsiębiorstw, choć jednocześnie wymaga precyzyjnego podejścia do zarządzania ich wdrażaniem.

## **2.2 Znaczenie ERP w transformacji cyfrowej**

Zarządzanie przedsiębiorstwem w erze cyfrowej wymaga skutecznej integracji procesów biznesowych, co staje się kluczowe w transformacji cyfrowej. W nadchodzących częściach zostaną omówione różnorodne aspekty, takie jak automatyzacja operacji, wykorzystanie analityki w podejmowaniu decyzji oraz integracja procesów, które w sposób kompleksowy ukazują znaczenie systemów ERP. Te elementy nie tylko podnoszą efektywność organizacji, ale również wspierają jej adaptację do dynamicznie zmieniającego się rynku. Wspólnie te zagadnienia tworzą solidne fundamenty niezbędne do osiągnięcia sukcesu w dzisiejszym środowisku biznesowym.

### **2.2.1 Integracja procesów biznesowych**

Integracja procesów biznesowych w systemach ERP odgrywa kluczową rolę w zapewnieniu spójności operacyjnej i strategicznej przedsiębiorstw, a jej centralnym elementem jest centralizacja danych. Dzięki temu możliwe jest wyeliminowanie fragmentacji informacji występującej w tradycyjnych strukturach organizacyjnych, gdzie różne działy posługują się odizolowanymi bazami danych. Systemy ERP, takie jak Comarch ERP XL, pozwalają na połączenie przepływu informacji z różnych modułów, umożliwiając płynne przenoszenie danych między obszarami finansów, zasobów ludzkich czy łańcucha dostaw. Centralizacja ta niesie ze sobą istotne korzyści, w tym skrócenie czasu dostępu do krytycznych danych, co przekłada się na szybsze i bardziej precyzyjne podejmowanie decyzji (Szelągowski et al., 2023, s. 4). Jednocześnie jednak tego typu integracja wymaga spełnienia wysokich standardów bezpieczeństwa, aby zapobiec nieautoryzowanemu dostępowi do poufnych informacji, co wprowadza dodatkowe wyzwania w projektowaniu i wdrażaniu systemów ERP. Połączenie modułów w systemach ERP znacząco minimalizuje ryzyko błędów wynikających z ręcznego wprowadzania danych. Przykładem może być synchronizacja między modułami HR a finansami, gdzie dane kadrowe mogą automatycznie wpływać na budżetowanie i planowanie zasobów. Podejście to zwiększa przejrzystość operacyjną przedsiębiorstwa, eliminując problemy związane z niezgodnością danych pochodzących z różnych źródeł (Narne, 2022, s. 1). Co więcej, automatyzacja tego procesu pozwala na bardziej efektywne alokowanie czasu pracowników, którzy wcześniej byli zaangażowani w manualne wprowadzanie i sprawdzanie danych. Jednakże, taka automatyzacja wymaga precyzyjnego dostosowania systemów ERP do specyfiki operacyjnej danej organizacji, co może być czasochłonne i kosztowne. Integracja procesów biznesowych za pomocą systemów ERP optymalizuje czas realizacji projektów, co jest szczególnie istotne w dynamicznym środowisku biznesowym. Synchronizacja działań pomiędzy finansami, logistyką, a zarządzaniem projektami przyczynia się do poprawy efektywności operacyjnej i umożliwia szybsze reagowanie na zmieniające się warunki rynkowe (Pokala, 2024, s. 2). Przykładowo, harmonizacja danych sprzedażowych z danymi magazynowymi pozwala na szybkie identyfikowanie zapotrzebowania na nowe zamówienia, co ogranicza przestoje w produkcji. Niemniej jednak, skuteczne wykorzystanie potencjału integracji wymaga przeprowadzenia dokładnej analizy procesów wewnętrznych w organizacji, aby zidentyfikować potencjalne wąskie gardła i zminimalizować ich wpływ. Udoskonalona wymiana informacji wewnątrz systemów ERP zapewnia płynną komunikację między różnymi działami organizacji, co z kolei skraca czas realizacji kluczowych zadań. Na przykład, proces zamówień w łańcuchu dostaw może być znacząco usprawniony dzięki automatycznym powiadomieniom o niskim stanie zapasów, które trafiają bezpośrednio do działu zakupów (Bal, 2022, s. 25). Takie rozwiązania redukują ryzyko błędów komunikacyjnych i ograniczają czas potrzebny na ręczne przekazywanie informacji. Niemniej jednak, systemy te muszą być odpowiednio skalowane i dostosowane do specyfiki operacyjnej przedsiębiorstwa, aby unikać potencjalnych konfliktów danych lub opóźnień wynikających z nadmiernego obciążenia systemu. Systemy ERP wspierają strategiczne podejmowanie decyzji poprzez gromadzenie danych z różnych obszarów działalności oraz ich analizę. Dzięki zaawansowanym mechanizmom raportowania, menedżerowie mogą uzyskiwać kompleksowy obraz rentowności projektów czy jednostek biznesowych (Pokala, 2024, s. 2). Analiza danych historycznych umożliwia przewidywanie przyszłych potrzeb, co jest istotne w minimalizowaniu strat finansowych i optymalizacji zasobów (Narne, 2022, s. 1; Pokala, 2024, s. 3). Jednakże, korzystanie z tych funkcji wymaga zaawansowanej wiedzy analitycznej oraz odpowiedniego szkolenia personelu w celu maksymalizacji korzyści płynących z wdrożenia. Rozwiązania oparte na chmurze w systemach ERP istotnie zwiększają ich elastyczność i skalowalność, co staje się krytycznym elementem transformacji cyfrowej. Dzięki chmurze przedsiębiorstwa mogą łatwo dostosowywać funkcjonalności ERP do zmieniających się potrzeb, co szczególnie widoczne jest w dynamicznie rozwijających się sektorach, takich jak e-commerce (Trinkl et al., 2024, s. 16). Wdrożenie modeli SaaS zmniejsza koszty wejścia dla mniejszych organizacji i umożliwia dostęp do zaawansowanych funkcji bez konieczności inwestowania w kosztowną infrastrukturę IT (Narne, 2022, s. 1). Niemniej jednak, korzystanie z rozwiązań chmurowych niesie ze sobą istotne wyzwania, takie jak zapewnienie zgodności z międzynarodowymi regulacjami dotyczącymi ochrony danych. Integracja procesów biznesowych wsparta sztuczną inteligencją stanowi kolejny krok w rozwoju systemów ERP. Dzięki technologiom AI możliwe jest automatyczne identyfikowanie wzorców w danych oraz dynamiczne dostosowywanie procesów do zmieniających się potrzeb rynkowych. Na przykład, systemy ERP wspierane AI mogą analizować duże zbiory danych w czasie rzeczywistym, co umożliwia szybkie wykrywanie nieścisłości, takich jak nadmierne koszty w procesach zakupowych (Pokala, 2024, s. 3). Niemniej jednak, wdrożenie takich rozwiązań wymaga znacznych inwestycji w infrastrukturę IT i przeszkolenie personelu, co może stanowić wyzwanie dla mniej zasobnych organizacji. Współczesne systemy ERP zintegrowane z AI umożliwiają dynamiczne zarządzanie zmianami, wspierając procesy zarządzania projektami i minimalizując ryzyko błędów. Moduły AI mogą monitorować kluczowe wskaźniki efektywności w czasie rzeczywistym i generować rekomendacje dotyczące działań korekcyjnych (Trinkl et al., 2024, s. 18). Zdolność do personalizacji procesów w systemach ERP pozwala na ich elastyczne dostosowanie do indywidualnych potrzeb organizacji, co przyśpiesza adaptację użytkowników i umożliwia szybsze reagowanie na zmieniające się wymogi rynkowe (Narne, 2022, s. 1). Podsumowując, integracja procesów biznesowych w systemach ERP przynosi liczne korzyści, ale wymaga jednocześnie starannego planowania oraz przemyślanego wdrożenia. Rozwiązania te, szczególnie w połączeniu z technologiami AI, stają się coraz bardziej zaawansowane, co umożliwia lepsze zarządzanie przedsiębiorstwami w dynamicznie zmieniającym się środowisku biznesowym.

### **2.2.2 Automatyzacja operacji**

Automatyzacja operacji w systemach ERP przy wykorzystaniu sztucznej inteligencji (AI) znacząco przyczynia się do redukcji liczby błędów ludzkich, co jest możliwe dzięki automatycznemu wykonywaniu powtarzalnych zadań, takich jak przetwarzanie danych finansowych czy monitorowanie stanów magazynowych. Te powtarzalne czynności, realizowane wcześniej ręcznie, w wyniku integracji z zaawansowanymi technologiami AI są wykonywane z większą precyzją, co ogranicza ryzyko popełnienia kosztownych błędów. Ponadto zastosowanie takiego podejścia pozwala na ograniczenie kosztów operacyjnych poprzez zwiększenie efektywności i obniżenie konieczności angażowania pracowników do rutynowych zadań (Narne, 2022, s. 1; Pokala, 2024, s. 5). Przykładem może być automatyczne generowanie faktur zakupu w oparciu o dane zintegrowane w systemie ERP, co minimalizuje ryzyko pomyłek wynikających z manualnego wprowadzania informacji. Warto zauważyć, że takie wdrożenie wymaga odpowiedniego przygotowania technologicznego oraz dostosowania dotychczasowej infrastruktury, co może być wyzwaniem dla organizacji o ograniczonych zasobach. Zintegrowanie funkcji opartych na przetwarzaniu języka naturalnego (NLP) oferuje użytkownikom możliwość wydawania poleceń w języku naturalnym, co upraszcza obsługę systemów ERP i czyni je bardziej dostępnymi nawet dla osób nieposiadających zaawansowanych kompetencji technologicznych. Dzięki NLP, użytkownicy mogą intuicyjnie komunikować się z systemem, co znacząco zwiększa adaptację technologii w organizacji oraz zmniejsza bariery wejścia dla nowych użytkowników (Pokala, 2024, s. 5). Tego typu funkcje są szczególnie istotne w dużych organizacjach, gdzie liczba użytkowników końcowych jest znaczna, a różnorodność ich kompetencji technologicznych może powodować trudności w sfrustrowanej adaptacji nowych systemów. Mechanizmy analizy predykcyjnej oparte na AI mają zdolność przewidywania potencjalnych problemów w operacjach, takich jak braki w zaopatrzeniu czy opóźnienia w realizacji zleceń. Analiza danych historycznych i aktualnych pozwala na identyfikację tendencji, które z dużym prawdopodobieństwem mogą doprowadzić do problemów operacyjnych, umożliwiając organizacji zaplanowanie odpowiednich działań zapobiegawczych (Pokala, 2024, s. 4; Shah et al., 2024, s. 42). Przykładem zastosowania może być przewidywanie niedoborów kluczowych materiałów w produkcji, co pozwala na wcześniejsze zabezpieczenie niezbędnych zapasów. Niemniej jednak skuteczne wdrożenie takich mechanizmów wymaga wysokiej jakości danych oraz precyzji w ich integracji z istniejącymi systemami ERP, co bywa czasochłonne i kosztowne. Integracja AI z procesami migracji danych w systemach ERP, obejmująca automatyczne oczyszczanie i mapowanie danych, znacząco redukuje zarówno czas, jak i zasoby niezbędne do realizacji tych zadań. Proces ten, wcześniej wymagający znacznego zaangażowania specjalistów, zostaje uproszczony, co minimalizuje ryzyko błędów wynikających z ręcznego przenoszenia i weryfikacji danych (Chowdhury & Goswami, 2024, s. 5). W efekcie możliwe jest szybsze uruchamianie nowych systemów ERP, co w dynamicznie rozwijających się organizacjach może zadecydować o ich przewadze konkurencyjnej. Jednakże, proces automatyzacji migracji danych wymaga precyzyjnie opracowanych algorytmów, które będą w stanie poradzić sobie ze złożonością danych w różnych formatach i strukturach. Dzięki AI automatyzacja operacji umożliwia dynamiczne dostosowywanie się organizacji do zmieniających się warunków rynkowych, co znacząco zwiększa elastyczność zarządzania operacjami. Przykładem może być wdrożenie systemów umożliwiających dokumentowanie procesów w czasie rzeczywistym, co ułatwia monitorowanie działań i szybkie reagowanie na ewentualne zakłócenia (Czarzasty & Surdykowska, 2024, s. 10; Narne, 2022, s. 1). Systemy tego typu pozwalają na optymalizację procesów logistycznych i planistycznych, choć wymagają odpowiedniej infrastruktury technologicznej oraz gruntownego przeszkolenia personelu w zakresie ich obsługi. Wykorzystanie botów konwersacyjnych opartych na AI w systemach ERP przyspiesza proces pozyskiwania informacji i analizy danych w organizacjach. Boty te umożliwiają użytkownikom szybki dostęp do potrzebnych danych, eliminując czasochłonne ręczne wyszukiwanie informacji, co pozwala konsultantom ERP na skoncentrowanie się na bardziej strategicznych zadaniach (Shah et al., 2024, s. 25; Pokala, 2024, s. 2). Jednakże efektywność tych rozwiązań zależy od ich zdolności do integracji z istniejącymi systemami oraz od jakości zastosowanych mechanizmów NLP, co może stanowić wyzwanie techniczne. Integracja rozwiązań AI w analityce biznesowej w systemach ERP pozwala na bardziej precyzyjne monitorowanie kluczowych wskaźników wydajności (KPI) i usprawnienie procesów decyzyjnych w czasie rzeczywistym. Tego typu funkcje umożliwiają lepsze zarządzanie zasobami i szybsze reagowanie na zmieniające się wymagania rynkowe, co zwiększa efektywność operacyjną organizacji (Shah et al., 2024, s. 31). Istotnym aspektem jest jednak konieczność ciągłego doskonalenia implementacji takich systemów, co obejmuje zarówno ich modernizację technologiczną, jak i stałe szkolenie użytkowników, aby w pełni wykorzystać ich potencjał. Podsumowując, automatyzacja operacji z wykorzystaniem sztucznej inteligencji w systemach ERP znacząco poprawia efektywność operacyjną organizacji i redukuje błędy ludzkie. Jednakże wdrożenie tego typu rozwiązań wiąże się z wieloma wyzwaniami, zarówno technologicznymi, jak i organizacyjnymi, które wymagają odpowiedniego przygotowania i zasobów.

### **2.2.3 Analityka biznesowa**

Analityka biznesowa w systemach ERP odgrywa kluczową rolę w optymalizacji zarządzania organizacjami, umożliwiając efektywne wykorzystanie danych pochodzących z różnych obszarów działalności, takich jak finanse, zasoby ludzkie czy logistyka. Centralizacja danych pozwala na stworzenie jednego punktu dostępu do informacji, co eliminuje problemy związane z redundancją czy niespójnością danych w tradycyjnie zarządzanych strukturach organizacyjnych. Na przykład integracja danych dotyczących zapasów i sprzedaży w czasie rzeczywistym umożliwia firmom produkcyjnym bieżące dostosowywanie operacji do sytuacji rynkowej, co jest kluczowe dla utrzymania konkurencyjności. Jednakże efektywne wdrożenie takich mechanizmów wymaga precyzyjnej konfiguracji systemu, a także zaangażowania w szkolenie personelu, aby w pełni wykorzystać jego potencjał (Narne, 2022, s. 1; Pokala, 2024, s. 2). Systemy ERP wspierają organizacje w identyfikacji trendów i anomalii w danych, co umożliwia przewidywanie problemów oraz wykorzystanie nadarzających się okazji. Analiza kosztów operacyjnych, np. w procesie zamówień, pozwala odkrywać obszary potencjalnych oszczędności i tym samym zwiększać rentowność działań operacyjnych. Jednocześnie warto zauważyć, że skuteczność takich procesów zależy od jakości danych wejściowych oraz odpowiednio skonfigurowanej infrastruktury analitycznej. Przykładem potencjalnych trudności jest ryzyko zniekształcenia wyników analizy na skutek niewłaściwej interpretacji danych lub błędów integracyjnych, co podkreśla znaczenie stałego monitorowania jakości danych (Pokala, 2024, s. 2; Szelągowski et al., 2023, s. 4). Centralizacja danych w systemach ERP przynosi istotne korzyści w postaci eliminacji fragmentacji informacji, która jest częstym problemem w systemach nieintegralnych. Usprawnienie przepływu danych wewnątrz organizacji prowadzi do bardziej skoordynowanego wdrażania procesów biznesowych, a także redukuje ryzyko popełnienia błędów wynikających z przesyłania niespójnych informacji między działami. W rezultacie poprawia się efektywność operacyjna przedsiębiorstwa, która znajduje odzwierciedlenie w zwiększonej wydajności pracowników. Jednakże implementacja wymaga starannego planowania oraz dostosowania systemu do specyficznych wymagań organizacji, co wiąże się z koniecznością zaangażowania znacznych zasobów czasowych i finansowych (Narne, 2022, s. 1; Nieścior, 2024, s. 123). Synchronizacja danych pomiędzy modułami w systemach ERP, takimi jak moduły finansowe czy zarządzania zapasami, może znacząco usprawnić procesy decyzyjne organizacji. Przykład stanowi dostosowanie poziomu produkcji na podstawie dynamicznie zmieniającego się zapotrzebowania na produkty. Dzięki temu minimalizuje się ryzyko nadwyżek magazynowych lub strat wynikających z opóźnień w realizacji zamówień. Niemniej jednak, skuteczność tych działań wymaga od przedsiębiorstw przeprowadzenia szczegółowej analizy operacyjnej oraz ciągłego monitorowania procesów biznesowych w celu eliminowania potencjalnych wąskich gardeł (Bal, 2022, s. 25; Narne, 2022, s. 1). Automatyzacja synchronizacji danych pomiędzy działami organizacyjnymi za pomocą systemu ERP ma potencjał do znaczącego skrócenia czasu realizacji kluczowych zadań. Przykładowo, przygotowanie raportów czy analiza sprzedaży staje się prostsza i bardziej efektywna, co uwalnia zasoby ludzkie na rzecz bardziej strategicznych projektów. Jednak wdrożenie automatyzacji wymaga precyzyjnego dopasowania funkcji systemu do potrzeb organizacji oraz zapewnienia, że dane są regularnie aktualizowane i adekwatne do zmieniających się wymagań operacyjnych (Narne, 2022, s. 1; Pokala, 2024, s. 4). Strategiczne korzyści wynikające z integracji procesów w ERP obejmują m.in. prognozowanie trendów zakupowych, analizę rentowności poszczególnych klientów oraz identyfikację nierentownych produktów czy usług. Narzędzia te wspierają podejmowanie decyzji opartych na danych, co w dynamicznym środowisku biznesowym jest kluczowe dla zapewnienia konkurencyjności. Jednakże należy podkreślić, że efektywność takich funkcji zależy od odpowiedniego przeszkolenia personelu w korzystaniu z zaawansowanych modułów analitycznych oraz od zdolności organizacji do skutecznego zarządzania zmianą w procesach operacyjnych (Pokala, 2024, s. 2; Szelągowski et al., 2023, s. 4). Wykorzystanie technologii chmurowych w systemach ERP pozwala organizacjom na zwiększenie skalowalności i elastyczności w zarządzaniu procesami biznesowymi. Prognozy wskazują, że do 2030 roku niemal połowa wszystkich systemów ERP funkcjonować będzie w oparciu o chmurę, co umożliwi przedsiębiorstwom szybsze dostosowanie się do zmieniających się warunków rynkowych. Modele SaaS obniżają bariery wejścia dla mniejszych organizacji, które mogą skorzystać z zaawansowanych funkcji bez potrzeby inwestowania w kosztowną infrastrukturę IT. Niemniej jednak, stosowanie rozwiązań chmurowych wymaga dokładnej analizy ryzyka związanego z bezpieczeństwem danych i zgodnością z różnorodnymi regulacjami prawnymi (Trinkl et al., 2024, s. 16). Systemy ERP oparte na chmurze znacznie ułatwiają gromadzenie i analizę danych w czasie rzeczywistym. Możliwość monitorowania przepływów finansowych bądź sprzedaży w dynamicznych warunkach pozwala na podejmowanie szybkich decyzji operacyjnych. Takie funkcjonalności są szczególnie istotne dla organizacji działających w sektorach o wysokiej zmienności rynkowej, takich jak handel detaliczny czy e-commerce. Warto jednak zauważyć, że skuteczne wdrożenie takich narzędzi wymaga nie tylko zaawansowanej infrastruktury technologicznej, ale również rozwiązań umożliwiających korelację danych z różnych źródeł (Trinkl et al., 2024, s. 16). Wdrożenie systemów ERP opartych na chmurze pozwala przedsiębiorstwom na znaczną redukcję kosztów związanych z infrastrukturą IT, co czyni je atrakcyjnym rozwiązaniem dla dynamicznie rozwijających się firm. Niższe koszty początkowe wdrożenia w modelu SaaS umożliwiają także mniejszym organizacjom dostęp do funkcjonalności systemowych, które wcześniej były poza ich zasięgiem. Jednakże elastyczność systemów ERP w modelu chmurowym wymaga starannego zarządzania migracją danych oraz bieżącą weryfikację zgodności systemu z określonymi potrzebami operacyjnymi (Trinkl et al., 2024, s. 16). Integracja procesów biznesowych w systemach ERP z technologią AI umożliwia dynamiczne dostosowanie systemów do zmiennych potrzeb organizacji. Funkcjonalności AI, takie jak automatyczne wykrywanie wzorców zapotrzebowania czy analiza efektywności procesów, wspierają przedsiębiorstwa w optymalizacji działań operacyjnych. Przykładowo, systemy oparte na AI mogą samoczynnie dostosowywać harmonogramy produkcji w oparciu o prognozy popytu, co minimalizuje ryzyko niedoborów lub nadwyżek magazynowych. Jednak wprowadzenie tego typu rozwiązań wymaga zaawansowanego wdrożenia technologicznego oraz precyzyjnej konfiguracji algorytmów, co może być wyzwaniem dla mniej zasobnych firm (Narne, 2022, s. 1; Pokala, 2024, s. 3). Zaawansowane algorytmy AI w systemach ERP mogą automatycznie identyfikować nieefektywności w procesach, takie jak nadmierne koszty magazynowania czy zależność od ograniczonej liczby dostawców. Informacje te umożliwiają organizacjom wdrażanie działań korekcyjnych bez potrzeby angażowania zespołów analitycznych, co w efekcie zwiększa efektywność operacyjną. Jednak skuteczność takich działań zależy od jakości danych wejściowych oraz bieżącej aktualizacji algorytmów, co wymaga stałej uwagi i zasobów (Narne, 2022, s. 1; Pokala, 2024, s. 3). Zastosowanie algorytmów predykcyjnych w systemach ERP pozwala na precyzyjne prognozowanie potrzeb operacyjnych i strategicznych, co przyczynia się do lepszego planowania zasobów. Takie rozwiązania wspierają organizacje w zwiększaniu precyzji decyzji, na przykład poprzez prognozowanie zapotrzebowania na kluczowe surowce. Niemniej jednak implementacja algorytmów AI wymaga dużych inwestycji w infrastrukturę IT oraz odpowiedniego poziomu kompetencji analitycznych w organizacji (Pokala, 2024, s. 3; Szelągowski et al., 2023, s. 7). Nowoczesne systemy ERP wspierane przez AI umożliwiają dynamiczne zarządzanie projektami oraz szybkie generowanie raportów dotyczących kluczowych wskaźników wydajności. Dzięki zastosowaniu technologii AI menedżerowie mogą podejmować bardziej świadome decyzje, co zwiększa konkurencyjność organizacji w wymagającym środowisku. W praktyce technologie te mogą być adaptowane również na poziomie miejskim, jak to wykazano w kontekście miejskich polityk transportowych opartych na analizach big data. Zastosowanie inteligentnych systemów transportowych (ITS) pokazuje, że analizy big data mogą być użyte do identyfikacji słabych punktów systemów miejskich oraz ich optymalizacji. Te założenia mogą być z łatwością przełożone na strukturę korporacyjną, gdzie podobne narzędzia wspomagają złożone procesy decyzyjne (Oramus, 2023, s. 5, 13). Choć korzyści są znaczące, wdrożenie wymaga dostosowania nowoczesnych technologii do specyficznych wymagań operacyjnych oraz ciągłej ich aktualizacji (Szelągowski et al., 2023, s. 7; Trinkl et al., 2024, s. 18). Technologia analityczna w systemach ERP odgrywa kluczową rolę we wspieraniu procesów decyzyjnych i optymalizacji zasobów organizacyjnych, stanowiąc jeden z istotnych fundamentów transformacji cyfrowej przedsiębiorstw.

## **2.3 Wyzwania wdrożeniowe systemów ERP**

Wyzwania związane z wdrożeniem systemów ERP stanowią kluczowy aspekt procesu integracji nowoczesnych technologii w organizacjach. Niniejsza część pracy skupi się na różnych kategoriach wyzwań, takich jak aspekty techniczne i organizacyjne, a także na skutecznym zarządzaniu zmianą. Zrozumienie tych trudności jest niezbędne dla osiągnięcia sukcesu w implementacji systemów ERP, co z kolei ma istotne znaczenie w kontekście transformacji cyfrowej przedsiębiorstw.

### **2.3.1 Aspekty techniczne**

Aspekty techniczne wdrażania systemów ERP stanowią istotny obszar, który wymaga szczególnej uwagi ze względu na złożoność procesów integracyjnych oraz konieczność dostosowania nowych technologii do istniejącej infrastruktury informatycznej przedsiębiorstwa. Jednym z głównych wyzwań jest przystosowanie systemów ERP do współpracy z już funkcjonującymi aplikacjami i bazami danych, zwłaszcza tymi korzystającymi z przestarzałych technologii. Problemy te często wynikają z różnorodności formatów danych oraz braku jednolitych standardów technologicznych. Harmonizacja interfejsów wymaga znacznego nakładu pracy, co może prowadzić do przekroczenia budżetu i harmonogramu projektu. Badania wykazują, że aż 58% wdrożeń ERP doświadcza rozszerzenia zakresu prac, a 45% przekracza zaplanowane koszty (Pokala, 2024, s. 3). Skuteczność tej integracji zależy w dużej mierze od stosowania zaawansowanych narzędzi automatyzacji migracji danych, które minimalizują ryzyko błędów ręcznych i redukują czasochłonność procesu. Warto zatem analizować potencjalne korzyści wynikające z implementacji takich rozwiązań w kontekście ograniczeń technologicznych i organizacyjnych przedsiębiorstwa. Systemy ERP oparte na chmurze stają się coraz bardziej popularnym wyborem, jednak ich wdrożenie wiąże się z istotnymi wymaganiami związanymi z rozwojem infrastruktury sieciowej. Kluczowym aspektem jest zapewnienie wysokiej przepustowości połączeń internetowych oraz wzmocnienie serwerów, co umożliwia zdalny dostęp do danych i aplikacji. Równocześnie technologie sztucznej inteligencji, takie jak uczenie maszynowe, wymagają znacznej mocy obliczeniowej, co zwiększa zapotrzebowanie na zaawansowane zasoby technologiczne (Trinkl et al., 2024, s. 15). Niemniej jednak, korzyści wynikające z chmurowych systemów ERP są znaczące – 64% przedsiębiorstw już wdrożyło takie rozwiązania, co dowodzi ich rosnącej akceptacji na rynku (Pokala, 2024, s. 2). Dalsze badania powinny koncentrować się na optymalizacji kosztów infrastrukturalnych i możliwości zwiększenia skalowalności tych systemów, aby sprostać dynamice współczesnych środowisk biznesowych. Skalowalność systemów ERP jest krytycznym elementem technicznym, szczególnie w kontekście dynamicznych zmian w wymaganiach przedsiębiorstw. Rozwój rozwiązań chmurowych znacząco ułatwia dostosowywanie zasobów systemowych, co pozwala na elastyczne reagowanie na zmienne potrzeby operacyjne. Prognozy wskazują, że do 2030 roku prawie połowa systemów ERP będzie działać wyłącznie w chmurze, co podkreśla strategiczne znaczenie tego modelu dla przyszłości technologii ERP (Trinkl et al., 2024, s. 16). Skalowalność umożliwia nie tylko szybkie wdrażanie nowych funkcji, ale także redukcję kosztów związanych z utrzymaniem lokalnej infrastruktury IT. Ważnym obszarem badań pozostaje jednak optymalizacja kosztów implementacji oraz analiza wpływu na efektywność operacyjną organizacji. Sztuczna inteligencja odgrywa kluczową rolę w usprawnianiu procesów migracji danych w systemach ERP. Mechanizmy oparte na AI, takie jak automatyczne oczyszczanie i profilowanie danych, znacząco zmniejszają ryzyko błędów oraz redukują czasochłonność tego procesu. Badania pokazują, że 59% respondentów wskazuje automatyzację migracji danych jako kluczowy obszar wpływu AI na wdrożenia ERP (Chowdhury & Goswami, 2024, s. 5). Dodatkowo, algorytmy AI poprawiają precyzję mapowania danych, co prowadzi do bardziej efektywnej integracji zasobów informacyjnych. Jednakże skuteczne wykorzystanie tych rozwiązań wymaga odpowiedniego przygotowania infrastrukturalnego oraz kalibracji narzędzi AI, co może stanowić wyzwanie dla mniej zasobnych przedsiębiorstw. Technologia Retrieval-Augmented Generation (RAG) wnosi nowatorskie podejście do wspierania systemów ERP, umożliwiając precyzyjne wyszukiwanie informacji oraz interakcję z systemem za pomocą języka naturalnego. Badania wskazują, że systemy RAG osiągają dokładność wyników na poziomie nawet 96%, co znacząco zwiększa efektywność użytkowników końcowych (Hočevar & Kenda, 2024, s. 3). Rozwiązania oparte na NLP w architekturze RAG przyczyniają się do poprawy adopcji technologii przez użytkowników – wzrost ten wynosi aż 52% w firmach stosujących takie interfejsy (Pokala, 2024, s. 5). Niemniej jednak implementacja RAG wiąże się z wyzwaniami technologicznymi, takimi jak kompatybilność z istniejącymi strukturami ERP i integracja danych, co wymaga dalszych badań nad optymalizacją tych procesów. Algorytmy uczenia maszynowego (ML) w systemach ERP stanowią istotne narzędzie w zaawansowanej analizie danych oraz automatyzacji powtarzalnych procesów, takich jak prognozowanie trendów czy kontrola stanów magazynowych. Zastosowanie ML pozwala na redukcję błędów ludzkich, co zwiększa ogólną efektywność przedsiębiorstw (Narne, 2022, s. 1). Mimo że 54% firm raportuje pozytywne wyniki wdrożenia AI w procesach operacyjnych, pełne wykorzystanie potencjału ML wymaga dedykowanej infrastruktury oraz intensywnego szkolenia zespołów wdrożeniowych (Pokala, 2024, s. 5). Konieczne jest również rozwijanie algorytmów zdolnych do przetwarzania dużych ilości danych w dynamicznych i zróżnicowanych środowiskach biznesowych. Podsumowując, aspekt techniczny wdrażania systemów ERP obejmuje szeroki zakres wyzwań, które, pomimo znaczących korzyści, wymagają odpowiedniego przygotowania i zasobów. Wykorzystanie zaawansowanych technologii, takich jak AI czy RAG, otwiera nowe perspektywy dla optymalizacji procesów wdrożeniowych, jednak ich skuteczna implementacja zależy od harmonijnej integracji z istniejącymi strukturami i właściwego zarządzania ryzykiem technologicznym.

### **2.3.2 Aspekty organizacyjne**

Aspekty organizacyjne wdrażania systemów ERP stanowią kluczowy element procesu implementacji, ponieważ obejmują szerokie spektrum wyzwań związanych z zarządzaniem zmianą, szkoleniem pracowników, adaptacją procesów biznesowych oraz zaangażowaniem liderów organizacyjnych. Zarządzanie zmianą w organizacji podczas wdrażania systemu ERP wymaga dokładnego planowania i skutecznej komunikacji, aby zminimalizować opór pracowników wobec nowych technologii. Opór ten często wynika z niedostatecznej wiedzy o funkcjonalnościach systemu oraz niejasności związanych z potencjalnym wpływem na codzienne role pracowników. Odpowiednie strategie powinny obejmować konsultacje z zespołami, angażowanie liderów organizacyjnych oraz przygotowanie spersonalizowanych programów szkoleniowych. Właściwie zaprojektowane działania zarządzania zmianą, w tym przejrzysta i dostosowana komunikacja, są podstawą skuteczności wdrożenia. Warto podkreślić, że brak jasnych informacji może prowadzić do fałszywych przekonań na temat wdrożenia, co dodatkowo zwiększa opór pracowników i negatywnie wpływa na efektywność procesu (Żulicki, 2022, s. X). Szkolenie pracowników jest jednym z kluczowych komponentów organizacyjnych wdrożeń ERP, gdyż brak odpowiednich kompetencji użytkowników końcowych może skutkować niskim poziomem adopcji systemu. Współczesne technologie oparte na sztucznej inteligencji, takie jak przetwarzanie języka naturalnego (NLP), mogą znacząco uprościć proces szkoleniowy, oferując intuicyjne interfejsy użytkownika. Badania wykazały, że zastosowanie NLP zwiększyło wskaźniki adopcji systemów ERP o 52% (Pokala, 2024, s. 5). Modułowe i skalowalne programy szkoleniowe pozwalają na dostosowanie treści do potrzeb różnych działów organizacji, zarówno pod względem technicznym, jak i operacyjnym. Narzędzia AI, takie jak wirtualni asystenci czy chatboty, mogą dodatkowo zapewniać wsparcie pracownikom w czasie rzeczywistym, co zwiększa efektywność nauki. Wreszcie, długoterminowe szkolenia powinny obejmować aktualizacje systemu oraz nowe moduły funkcjonalne, aby zagwarantować, że użytkownicy są zawsze zaznajomieni z ewolucją platformy. Przebudowa procesów biznesowych stanowi jedno z głównych wyzwań organizacyjnych w kontekście wdrożeń ERP, gdyż wymaga dostosowania tradycyjnych i często statycznych procedur do dynamicznych wymagań systemu. Proces adaptacji musi zostać poprzedzony szczegółową analizą istniejących działań operacyjnych oraz ich kompatybilności z funkcjonalnościami ERP. Wdrożenie technologii AI oraz algorytmów uczenia maszynowego (ML) może dodatkowo wspierać optymalizację procesów przez automatyczne identyfikowanie nieefektywności i proponowanie alternatywnych rozwiązań (Narne, 2022, s. 1). Dynamiczna adaptacja procesów biznesowych przy użyciu AI pozwala na lepsze dostosowanie działań organizacji do zmiennych warunków rynkowych. Kluczowym elementem skutecznej przebudowy procesów jest jednak stałe monitorowanie wyników i analiza efektywności operacyjnej po wdrożeniu. Zaangażowanie liderów organizacyjnych odgrywa kluczową rolę w motywowaniu pracowników oraz redukcji strachu przed nieznanym w trakcie wdrożenia ERP. Brak wsparcia ze strony liderów może prowadzić do spadku motywacji zespołów, co zagraża sukcesowi projektu. Liderzy powinni pełnić funkcję aktywnych ambasadorów zmian, angażując się bezpośrednio w komunikację i wspierając zespoły w adaptacji do nowych technologii. Programy mentoringowe mogą dodatkowo wzmocnić zdolność menedżerów do skutecznego przewodzenia w trakcie transformacji, co przekłada się na większą akceptację zmian przez pracowników. Regularna komunikacja korzyści, takich jak optymalizacja procesów czy redukcja powtarzalnych zadań, pomaga budować pozytywne nastawienie do wdrożenia wśród zespołów (Mahadevan, 2024, s. 1). Integracja technologii Retrieval-Augmented Generation (RAG) może znacząco uprościć proces adaptacji pracowników do systemów ERP. RAG umożliwia natychmiastowy dostęp do informacji oraz dynamiczne uczenie się użytkowników przez interakcje z systemem. Eliminuje to konieczność czasochłonnego przeszukiwania dokumentacji, jednocześnie redukując zależność od konsultantów ERP (Żulicki, 2022, s. X). Moduły wsparcia oparte na tej technologii mogą być personalizowane w zależności od roli użytkownika, co zwiększa efektywność w różnych obszarach funkcjonalnych ERP. Automatyczne dostarczanie odpowiedzi na pytania użytkowników dzięki RAG pozwala na szybsze wdrożenie systemu, jednocześnie minimalizując potrzebę tradycyjnych form szkoleń. Wyzwania organizacyjne obejmują także konieczność utrzymania efektywności operacyjnej podczas migracji na nowy system. Technologia AI, w tym analityka predykcyjna, wspiera planowanie zasobów oraz identyfikowanie potencjalnych zakłóceń, co potwierdza 41% organizacji raportujących poprawę dokładności przewidywań dzięki AI (Pokala, 2024, s. 4). Automatyczne monitorowanie kluczowych wskaźników wydajności umożliwia bieżącą reakcję na wszelkie odstępstwa od zaplanowanego procesu wdrożeniowego. Moduły zarządzania ryzykiem wspierane przez AI pozwalają na identyfikację potencjalnych problemów związanych z migracją danych, co minimalizuje ryzyko strat operacyjnych. Tym samym efektywne zarządzanie procesem wdrożeniowym nie tylko ogranicza ryzyko przerw w działalności, ale także wzmacnia fundamenty organizacji pod kątem długoterminowej efektywności operacyjnej. Podsumowując, organizacyjne aspekty wdrażania systemów ERP stanowią kluczowy element sukcesu implementacji, wymagając kompleksowego podejścia do zarządzania zmianą, skutecznego szkolenia pracowników, przebudowy procesów oraz integracji nowoczesnych technologii, takich jak AI i RAG, które wspierają adaptację organizacji do nowych rozwiązań.

### **2.3.3 Zarządzanie zmianą**

Zarządzanie zmianą w kontekście wdrożeń systemów ERP pełni kluczową rolę, wspierając transformację organizacyjną i technologiczną. Transformacja systemów ERP wsparta technologiami sztucznej inteligencji, takimi jak modele językowe LLM (Large Language Models), umożliwia organizacjom przejście od tradycyjnych, złożonych systemów do bardziej adaptacyjnych i elastycznych modeli biznesowych. Przykładem takiego zastosowania jest autonomiczne podejmowanie decyzji w sytuacjach operacyjnych, jak np. automatyczne składanie zamówień w przypadku wykrycia niskiego stanu zapasów. Takie rozwiązania przyczyniają się do zwiększenia elastyczności operacyjnej przedsiębiorstw, co w dynamicznie zmieniającym się środowisku biznesowym stanowi istotny element skutecznego zarządzania zmianą (Koppikar et al., 2024, s. 5). Niemniej jednak, wdrożenie technologii wspierających autonomiczność wymaga opracowania odpowiednich procedur monitorowania i kontroli, aby zminimalizować ryzyko podejmowania błędnych decyzji opartych na niedoskonałych danych wejściowych. Proces zarządzania zmianą w przypadku wdrożeń systemów ERP wymaga integracji zaawansowanych technologii, takich jak Retrieval-Augmented Generation (RAG). Technologie te wspierają efektywne wyszukiwanie i generowanie danych w czasie rzeczywistym, co znacząco wpływa na szybkość wdrażania zmian. Konsultanci ERP, korzystający z narzędzi RAG, zyskują dostęp do odpowiednich informacji w ułamku czasu, jaki wymagałyby tradycyjne procesy, co zmniejsza złożoność transformacji procesów operacyjnych i zwiększa ich skuteczność. Redukcja takiej złożoności jest kluczowa w dużych organizacjach, gdzie fragmentacja informacji i opór ze strony pracowników często stają się poważnymi barierami implementacyjnymi (Russell & Norvig, 2010, s. 9-10). Należy jednak krytycznie rozważyć ryzyko wynikające z zależności od technologii RAG, w szczególności w przypadku niepełnych lub błędnie zindeksowanych danych, które mogą prowadzić do nieoptymalnych decyzji biznesowych. Technologia RAG znajduje również szerokie zastosowanie w procesach edukacyjnych, wspierając użytkowników końcowych podczas wdrożeń ERP. Systemy oparte na RAG pozwalają na dynamiczne uczenie się użytkowników poprzez bezpośrednią interakcję z systemem, co znacząco przyspiesza proces przyswajania nowych technologii. Przykłady wdrożeń tej technologii pokazują, że systemy RAG mogą obsługiwać tysiące zapytań dziennie, wspierając użytkowników w czasie rzeczywistym i odciążając konsultantów ERP w obszarach związanych z rutynowym wsparciem technicznym lub operacyjnym (Forys & Cayssol, 2024, s. 4). Mimo to, należy rozważyć ograniczenia wynikające z potencjalnie niskiej jakości danych wyjściowych generowanych przez system, co stawia wyzwania w kontekście poprawności i trafności dostarczanych informacji. Inteligentne systemy ERP, bazujące na automatyzacji procesów biznesowych, wykraczają poza tradycyjną modernizację technologiczną, prowadząc do pełnej transformacji operacyjnej przedsiębiorstw. Dzięki technologii AI możliwe jest lepsze dostosowanie procesów biznesowych do specyficznych warunków rynkowych oraz wymagań klientów, co czyni organizacje bardziej elastycznymi i odpornymi na zmiany. Wspieranie zarządzania zmianą w ten sposób tworzy solidne fundamenty dla przedsiębiorstw, dostosowujących się do intensywnie zmieniającego się otoczenia biznesowego (Koppikar et al., 2024, s. 3). Jednocześnie wdrażanie zaawansowanych technologii wymaga starannego zarządzania ryzykiem związanym z szybkim starzeniem się algorytmów AI oraz dostosowaniem ich do nowych wymogów operacyjnych. Integracja sztucznej inteligencji z systemami ERP, w tym konkretnie z Comarch ERP XL, wymaga właściwego podejścia do architektury systemowej i płynnej współpracy między różnymi komponentami technologicznymi. Kluczowe w tym kontekście jest testowanie prototypów, co umożliwia identyfikację potencjalnych problemów jeszcze przed wdrożeniem ostatecznej wersji systemu. Proces ten pozwala również na ciągłą iterację funkcjonalności w oparciu o rzeczywiste potrzeby użytkowników, co zwiększa efektywność końcowego rozwiązania w zarządzaniu zmianą (Russell & Norvig, 2010, s. 11-12). Warto jednak podkreślić, że skuteczne testowanie wymaga rzetelnego planowania i zaangażowania zasobów, co bywa wyzwaniem w przedsiębiorstwach o ograniczonych możliwościach finansowych. Rozwój technologii, takich jak ChatGPT, inspirował rozwój systemów RAG, które rewolucjonizują interakcję z systemami ERP. Włączenie takich narzędzi do procesów zarządzania zmianą redukuje opór pracowników wobec nowych technologii poprzez dostarczanie natychmiastowych odpowiedzi na pytania techniczne i związane z operacjami. Praktyka pokazuje, że technologie te znacząco przyspieszają adaptację nowych rozwiązań w organizacjach, jednocześnie zmniejszając zależność użytkowników od zewnętrznego wsparcia konsultantów ERP (Forys & Cayssol, 2024, s. 1-2). W dłuższej perspektywie takie podejście może również wpłynąć pozytywnie na koszty wdrożeń, jednak wymaga ciągłego monitorowania i dostosowywania narzędzi do zmieniających się potrzeb i kontekstu technologicznego. Według raportu autorstwa Trinkl i współpracowników (2024), transformacja systemów ERP przez nowe technologie, takie jak chmura, AI czy RPA, jest uznawana przez 68,8% respondentów za kluczowy element długofalowego sukcesu przedsiębiorstw. Uważa się, że do 2030 roku nowoczesne systemy ERP będą stanowić istotną przewagę konkurencyjną, radykalnie zmieniając świat biznesu (Trinkl et al., 2024, s. 10, 14). Przykładem takiego wpływu jest wzrost znaczenia systemów ERP opartych na chmurze – niemal połowa respondentów badania uważa za bardzo prawdopodobne, że systemy te będą bazować wyłącznie na chmurze do 2030 roku (Trinkl et al., 2024, s. 16). Istotnym wyzwaniem staje się jednak zapewnienie bezpieczeństwa danych, które według 76% respondentów stanie się kluczowe dla systemów ERP w najbliższych latach (Trinkl et al., 2024, s. 15). Znaczenie tych wyzwań wymaga głębokiego zaangażowania w zarządzanie zmianą oraz opracowywania systematycznych strategii adaptacyjnych. Wdrażanie systemów ERP wspieranych przez technologie AI i RAG stanowi istotny element modernizacji przedsiębiorstw, skutecznie wspierając procesy zarządzania zmianą. Znaczenie tych technologii polega przede wszystkim na ich zdolności do redukcji złożoności procesów implementacyjnych oraz zwiększania efektywności operacyjnej, co czyni je nieodzownymi w kontekście współczesnych transformacji cyfrowych.

# **3. Sztuczna inteligencja jako wsparcie systemów ERP**

W obliczu rosnącej potrzeby efektywności operacyjnej w zarządzaniu przedsiębiorstwami, zastosowanie sztucznej inteligencji staje się kluczowym elementem innowacji w systemach ERP. Podrozdziały w tej części skupiają się na fundamentalnych technologiach, takich jak uczenie maszynowe, przetwarzanie języka naturalnego oraz analiza predykcyjna, które wspierają podejmowanie decyzji i automatyzację procesów. Wprowadzenie tych rozwiązań nie tylko optymalizuje operacje, ale także wpływa na personalizację interfejsów oraz interakcji z użytkownikami, co jest istotne dla transformacji cyfrowej w organizacjach. Rozważania te wprowadzają czytelnika w świat nowoczesnych technologii i ich zastosowania w kontekście efektywności systemów ERP.

## **3.1 Fundamenty AI w zastosowaniach biznesowych**

W miarę jak przedsiębiorstwa dążą do zwiększenia efektywności operacyjnej, sztuczna inteligencja staje się kluczowym narzędziem innowacji w systemach ERP. Kolejne rozdziały skoncentrują się na fundamentalnych technologiach, takich jak uczenie maszynowe, przetwarzanie języka naturalnego oraz analiza predykcyjna, które wspierają podejmowanie decyzji oraz automatyzację procesów w organizacjach. Te nowoczesne rozwiązania nie tylko optymalizują operacje, ale także umożliwiają personalizację interfejsów oraz interakcji z użytkownikami, co wpisuje się w koncepcję transformacji cyfrowej. Integrując te elementy, praca ukazuje, jak AI rewolucjonizuje zarządzanie przedsiębiorstwami i podnosi ich konkurencyjność na rynku.

### **3.1.1 Uczenie maszynowe**

Algorytmy uczenia maszynowego (ML) odgrywają fundamentalną rolę w przekształcaniu systemów ERP w dynamiczne, zaawansowane platformy wspierające podejmowanie decyzji biznesowych. Dzięki ML możliwa jest zaawansowana analiza ogromnych zbiorów danych organizacyjnych, co pozwala na identyfikację wzorców, które mogą być kluczowe dla optymalizacji procesów oraz prognozowania przyszłych trendów. ML umożliwia również przeprowadzanie segmentacji danych, co pozwala na rozpoznawanie kluczowych grup klientów, analizę ich potrzeb, a także identyfikację sezonowych wzorców konsumenckich. Takie podejście wspiera strategiczne podejmowanie decyzji i lepsze dostosowanie działań organizacji do wymagań rynku. Jak zauważył Narne (2022, s. 1), wykorzystanie takich zaawansowanych metod analizy danych przyczynia się do przekształcania systemów ERP w inteligentne platformy, które dostosowują się do zmieniających się potrzeb biznesowych, zwiększając konkurencyjność przedsiębiorstw. Równocześnie algorytmy ML wspierają automatyzację powtarzalnych zadań, takich jak klasyfikacja danych lub prognozowanie zapotrzebowania na zasoby, co pozwala na obniżenie błędów ludzkich i zwiększenie efektywności działań operacyjnych. Jednym z przykładów takiej automatyzacji jest monitorowanie stanów magazynowych w czasie rzeczywistym, które umożliwia generowanie automatycznych zamówień, ograniczając zarówno braki towarowe, jak i nadmiary magazynowe. Jak podkreśla Pokala (2024, s. 4), implementacja ML w tym kontekście pozwala przedsiębiorstwom uniknąć strat wynikających z nieefektywnego zarządzania zapasami oraz lepiej dostosować działania operacyjne do potrzeb rynkowych. Kolejnym istotnym przykładem zastosowania ML jest predykcja awarii urządzeń na podstawie analizy historycznych danych produkcyjnych, co umożliwia planowanie działań prewencyjnych i redukcję przestojów w produkcji, co Narne (2022, s. 1) wskazuje jako przykład praktycznego zastosowania ML w ERP. Wdrożenie uczenia maszynowego w systemach ERP wymaga jednak istotnych inwestycji w infrastrukturę technologiczną i wiedzę specjalistyczną. Jak zauważają Chowdhury i Goswami (2024, s. 1), zakup wysokowydajnych serwerów oraz procesorów, takich jak GPU, stanowi znaczący wydatek, a szkolenie specjalistów IT w zakresie obsługi modeli ML dodatkowo zwiększa koszty wdrożeń. Dodatkowo, kwestie bezpieczeństwa danych w systemach ML-ERP są szczególnie newralgiczne, ponieważ algorytmy uczą się na danych organizacyjnych, które często są wrażliwe. Współczesne systemy muszą sprostać wyzwaniom związanym z ochroną danych, w tym przez implementację mechanizmów szyfrowania i bieżącego monitorowania podejrzanych działań użytkowników, co Narne (2022, s. 1) podkreśla jako kluczowy aspekt integracji ML i ERP. Uczenie maszynowe ma także ogromny potencjał w kontekście analityki predykcyjnej, co potwierdzają badania Pokali (2024, s. 4), wskazujące na wzrost dokładności przewidywań o 41% dzięki implementacji ML w ERP. Przykładem zastosowania analityki predykcyjnej jest prognozowanie popytu na produkty w określonych okresach rocznych, co pozwala na lepsze zarządzanie zapasami i produkcją. Dodatkowo, w obszarze marketingu, analiza zachowań klientów umożliwia organizacjom personalizowanie kampanii promocyjnych, co prowadzi do zwiększenia ich skuteczności. W obszarze logistyki algorytmy ML mogą przewidywać potencjalne zakłócenia w dostawach, np. na podstawie historycznych danych o warunkach pogodowych czy ruchu drogowym, co pozwala przedsiębiorstwom sprawnie planować alternatywne rozwiązania. Technologie ML są również używane w procesach zarządzania zmianą, w których pomagają w adaptacji pracowników i procesów biznesowych do dynamicznych wymagań rynkowych. Jak wskazuje Nowicki (2009, s. 11), technologia ML może wspierać zarządzanie zmianą poprzez analizę skutków wprowadzanych modyfikacji w czasie rzeczywistym. Systemy ERP, które integrują ML, mogą sugerować optymalne praktyki adaptacyjne, co minimalizuje potencjalny opór pracowników i zwiększa efektywność transformacji organizacyjnej. Dodatkowo, personalizacja interfejsów użytkownika, możliwa dzięki ML, znacznie zwiększa intuicyjność platform ERP, co ostatecznie ułatwia procesy wdrożeniowe oraz ogólną akceptację przez personel. Rozważając zastosowanie ML z perspektywy bezpieczeństwa danych, warto podkreślić, że systemy te mogą automatycznie wykrywać anomalie w zachowaniach użytkowników, które potencjalnie wskazują na próby naruszenia integralności systemu. Jak zauważają Trinkl i współpracownicy (2024, s. 15), potrzeba zapewnienia bezpieczeństwa danych w systemach ERP będzie szczególnie istotna do 2030 roku, co wymusza na organizacjach wdrażanie zaawansowanych rozwiązań ochronnych. Mechanizmy ML, w połączeniu z technologiami szyfrowania, zwiększają ochronę danych przesyłanych w ramach różnych modułów ERP, zapewniając większe bezpieczeństwo i niezawodność operacyjną organizacji. Podsumowując, algorytmy uczenia maszynowego odgrywają kluczową rolę w ewolucji systemów ERP, czyniąc je bardziej adaptacyjnymi i dynamicznymi. Zastosowanie ML w procesach zarządzania zmianą, analityce predykcyjnej, automatyzacji i bezpieczeństwie danych oferuje organizacjom liczne korzyści, jednocześnie wymagając inwestycji oraz odpowiedniego planowania wdrożenia. Przyszły rozwój ML w ERP będzie oparty na dalszej integracji tych technologii z zaawansowanymi platformami chmurowymi, co zgodnie z przewidywaniami Chowdhury i Goswamiego (2024, s. 5) może przyczynić się do wzrostu efektywności i konkurencyjności przedsiębiorstw na całym świecie.

### **3.1.2 Przetwarzanie języka naturalnego**

Przetwarzanie języka naturalnego (NLP) odgrywa kluczową rolę w nowoczesnych systemach ERP, umożliwiając użytkownikom komunikację z systemem za pomocą naturalnego języka, co eliminuje konieczność uczenia się skomplikowanych poleceń. Takie intuicyjne interfejsy zwiększają dostępność systemów dla większego grona użytkowników, co znajduje potwierdzenie w znaczącym wzroście adopcji technologii ERP wykorzystującej NLP o 52% (Pokala, 2024, s. 5). Ułatwienia te mają szczególne znaczenie w kontekście przyspieszania procesów implementacyjnych i redukowania barier wejścia dla mniej doświadczonych użytkowników. Jednakże wprowadzenie rozwiązań opartych na NLP wiąże się z koniecznością dokładnego dostosowania algorytmów do zróżnicowanych potrzeb użytkowników, co wymaga precyzyjnego projektowania i testowania systemów. Zastosowanie NLP pozwala systemom ERP na automatyczne przetwarzanie i analizowanie dużych ilości danych tekstowych, takich jak dokumentacja techniczna, zgłoszenia serwisowe czy raporty finansowe. Proces ten znacząco redukuje czas potrzebny na analizę i jednocześnie minimalizuje ryzyko błędów ludzkich poprzez konwersję danych nieustrukturyzowanych do formy przystosowanej do operacyjnego wykorzystania (Narne, 2022, s. 1). To podejście zwiększa nie tylko efektywność operacyjną, ale także precyzję podejmowanych decyzji. Warto jednak zauważyć, że zastosowanie NLP do analizy danych tekstowych wymaga zaawansowanego przeszkolenia systemów na podstawie dużych i zróżnicowanych zbiorów danych, co może generować dodatkowe nakłady pracy i koszty. Algorytmy NLP są również zdolne do personalizacji interfejsów użytkownika w zależności od ich preferencji i obszarów roboczych. To oznacza, że konsultanci ERP mogą korzystać z interfejsów dostosowanych do ich specyficznych potrzeb, co przyczynia się do poprawy wydajności pracy i komfortu użytkowania. Przykładem tego jest możliwość prezentacji kluczowych wskaźników ekonomicznych w czasie rzeczywistym dla menedżerów finansowych (Hrischev i Shakev, 2022, s. 1). Proces personalizacji wymaga jednak odpowiedniego modelowania danych i algorytmów, które muszą być stale aktualizowane w celu zachowania swojej efektywności. NLP umożliwia również użytkownikom nawiązywanie interakcji z systemem w sposób przypominający dialog z człowiekiem, co znacząco zwiększa intuicyjność pracy z systemem. Użytkownicy mogą zadawać pytania takie jak „Jakie są bieżące koszty produkcji?” lub „Który dostawca ma najkrótszy czas realizacji?”, a system odpowiada na nie w czasie rzeczywistym, dostarczając precyzyjnych informacji (Dziembek et al., 2019, s. 4). Tego rodzaju dialogowa interakcja z systemem jest szczególnie istotna w środowiskach, gdzie pracownicy nie posiadają zaawansowanych umiejętności technicznych, ale wymaga wdrożenia zaawansowanych modeli uczenia maszynowego, które przechwytują kontekst i intencję zapytań. Dużą zaletą rozwiązania NLP jest jego zdolność do pracy w wielojęzycznych środowiskach biznesowych, co jest szczególnie ważne dla firm prowadzących działalność międzynarodową. NLP automatycznie przetwarza zapytania w różnych językach, tłumacząc je na standardowe polecenia systemowe, co zwiększa efektywność pracy w organizacjach o globalnym zasięgu (Pokala, 2024, s. 4). Niemniej jednak, tego rodzaju zastosowanie wymaga wysokiej precyzji algorytmów tłumaczeniowych, aby uniknąć potencjalnych błędów wynikających z różnic w kontekstach językowych. Technologia NLP wspiera także identyfikację ukrytych wzorców w danych tekstowych, na przykład poprzez analizę sentymentów w zgłoszeniach klientów czy klasyfikację dokumentów. Funkcje te mają kluczowe znaczenie dla procesów podejmowania decyzji biznesowych oraz zarządzania danymi w organizacji (Chowdhury i Goswami, 2024, s. 3). Jednakże sukces takich wdrożeń zależy od jakości przetwarzanych danych, które w przypadku braku odpowiedniego przygotowania mogą prowadzić do błędnych wniosków. W kontekście procesów szkoleniowych NLP umożliwia użytkownikom zadawanie pytań dotyczących działania systemu i szybkie otrzymywanie odpowiedzi, co przyspiesza adaptację do nowych technologii. Intuicyjne interfejsy zmniejszają potrzebę długotrwałych szkoleń, co jest szczególnie korzystne podczas szybkich wdrożeń systemów ERP (Dziembek et al., 2019, s. 3). Mimo to, efektywność takich systemów zależy od ich zdolności do rozumienia różnorodnych kontekstów i precyzyjnego dostarczania odpowiedzi, co wymaga zaawansowanych metod trenowania algorytmów NLP. Podsumowując, NLP stanowi nieodzowny element współczesnych systemów ERP, umożliwiając szereg innowacyjnych funkcji, które zwiększają ich efektywność, dostępność i funkcjonalność. Potencjał tej technologii jest jednak ściśle powiązany z jakością wdrożenia oraz stałym rozwojem algorytmów.

### **3.1.3 Analiza predykcyjna**

Analiza predykcyjna w systemach ERP odgrywa kluczową rolę w przewidywaniu przyszłych trendów biznesowych i wspieraniu podejmowania świadomych, strategicznych decyzji na podstawie historycznych danych. Takie podejście umożliwia przedsiębiorstwom zoptymalizowanie procesów operacyjnych i efektywniejsze zarządzanie zasobami. Jak zauważa Narne (2022, s. 1), analiza predykcyjna wspomaga organizacje w adaptacji do dynamicznych wymagań rynku, oferując precyzyjne prognozy, które umożliwiają szybsze i bardziej trafne decyzje. Tego typu narzędzia, w połączeniu z bogatą bazą danych ERP, tworzą synergiczne rozwiązanie, które znacząco zwiększa skuteczność działań operacyjnych w przedsiębiorstwach. Przewidywanie kluczowych zjawisk biznesowych, takich jak popyt rynkowy, zapotrzebowanie na zasoby czy zmiany w zachowaniu klientów, stanowi jeden z głównych elementów analizy predykcyjnej, który bezpośrednio wpływa na bardziej optymalne planowanie operacyjne. Według Pokali (2024, s. 4), implementacja algorytmów predykcyjnych w systemach ERP pozwala poprawić dokładność prognoz nawet o 41%, co przekłada się na bardziej trafne i efektywne decyzje biznesowe. Trafność przewidywań jest szczególnie istotna w dynamicznie zmieniających się warunkach rynkowych, w których elastyczne podejście do alokacji zasobów stanowi przewagę konkurencyjną. W kontekście tych możliwości należy jednak uwzględnić wyzwania związane z jakością danych wejściowych oraz koniecznością ich stałego aktualizowania. Analiza predykcyjna umożliwia także identyfikację potencjalnych zagrożeń i wyzwań na wczesnym etapie, co pozwala na podejmowanie działań zapobiegawczych przez organizacje. Na przykład, dzięki analizie historycznych wzorców i bieżących danych operacyjnych, systemy ERP mogą skutecznie prognozować ryzyko przestojów produkcyjnych lub opóźnień w dostawach. Szelągowski i współpracownicy (2023, s. 7) podkreślają, że wczesne wykrycie takich zagrożeń może zapobiegać stratoms i znacząco ograniczać negatywny wpływ na działalność przedsiębiorstwa. Tego typu funkcjonalność wymaga jednak dobrze zaprojektowanej infrastruktury obliczeniowej oraz odpowiednich algorytmów przetwarzających dane w czasie rzeczywistym. Efektywne wdrożenie analityki predykcyjnej wspieranej przez sztuczną inteligencję wymaga odpowiedniego przygotowania infrastruktury technologicznej, w tym inwestycji w wysokowydajne serwery oraz zaawansowane oprogramowanie. Według Pokali (2024, s. 5) przedsiębiorstwa, które inwestują w takie rozwiązania, nie tylko zwiększają efektywność operacyjną, ale także zyskują przewagę konkurencyjną dzięki szybszym reakcjom na zmieniające się warunki rynkowe. W kontekście tych inwestycji należy jednak uwzględnić bariery finansowe oraz konieczność szkolenia specjalistycznego personelu, co może stanowić wyzwanie dla organizacji o ograniczonych zasobach. Algorytmy analizy predykcyjnej stanowią także podstawę inteligentnego planowania zasobów w przedsiębiorstwach. Mogą one wspierać procesy zarządzania zapasami magazynowymi poprzez precyzyjne prognozowanie poziomów zapasów, co minimalizuje zarówno ryzyko braków, jak i nadwyżek. Przykłady takich zastosowań zostały opisane przez Narne (2022, s. 1), który wskazuje na możliwość znacznego ograniczenia strat operacyjnych i zwiększenia efektywności zarządzania zasobami poprzez implementację odpowiednich algorytmów w systemach ERP. Warto jednak zauważyć, że sukces tego typu rozwiązań jest zależny od integracji systemów ERP z innymi źródłami danych, co wymusza dodatkowe nakłady pracy i zasobów. Precyzja i niezawodność narzędzi analizy predykcyjnej odgrywają kluczową rolę w budowaniu zaufania użytkowników do systemów ERP. Wallace i Kremzar (2001, s. 5) wskazują, że firmy, które odnoszą sukcesy dzięki zastosowaniu systemów ERP, przypisują te osiągnięcia zdolności systemu do prawidłowego przewidywania i skutecznej reakcji na kluczowe potrzeby biznesowe. W tym kontekście istotne jest, aby analiza predykcyjna była wspierana przez zaawansowane algorytmy uczenia maszynowego, które zwiększają dokładność wyników poprzez ciągłe doskonalenie modeli predykcyjnych. Integracja analizy predykcyjnej z systemami ERP pozwala organizacjom na dynamiczne dostosowywanie strategii operacyjnych do zmieniających się warunków gospodarczych. Trinkl i współpracownicy (2024, s. 13) wskazują, że w najbliższych latach zdolność organizacji do szybkiego reagowania na zmieniające się środowisko biznesowe będzie kluczowym czynnikiem konkurencyjności. Wyzwaniem w tym kontekście pozostaje jednak odpowiednia implementacja technologii, która wymaga synchronizacji z innymi elementami ekosystemu IT oraz stałego monitorowania efektywności zastosowanych rozwiązań. Oprócz wspierania decyzji strategicznych analiza predykcyjna umożliwia również monitorowanie procesów operacyjnych w czasie rzeczywistym. Przewidywanie potencjalnych problemów, takich jak spadek wydajności produkcji, pozwala na wcześniejsze podejmowanie działań korygujących, co znacząco zwiększa przejrzystość operacyjną przedsiębiorstwa. Jak zauważa Pokala (2024, s. 4), tego rodzaju funkcjonalności powinny być standardem w nowoczesnych systemach ERP, które wspierają firmy w osiąganiu lepszej wydajności operacyjnej oraz minimalizacji ryzyka. Wnioskując, analiza predykcyjna stanowi kluczowy element współczesnych systemów ERP, umożliwiając precyzyjne przewidywanie trendów i optymalizację zasobów przedsiębiorstw. Jej skuteczność zależy jednak od inwestycji w infrastrukturę, jakość przetwarzanych danych oraz odpowiednie wdrożenie technologii. Potencjalne korzyści, takie jak zwiększona efektywność działania i przewaga konkurencyjna, czynią analizę predykcyjną jednym z najważniejszych obszarów rozwoju systemów ERP w najbliższej przyszłości.

## **3.2 Technologia Retrieval-Augmented Generation**

Integracja technologii Retrieval-Augmented Generation (RAG) w systemach ERP stanowi innowacyjne podejście, które znacząco zwiększa efektywność procesów zarządzania danymi. Kluczowe moduły, takie jak wyszukiwanie informacji, generowanie odpowiedzi oraz analiza specyfiki danych, pozwalają na dynamiczne dostosowywanie funkcjonalności do potrzeb użytkowników, co z kolei wspiera podejmowanie świadomych decyzji w organizacjach. W kontekście przekształcenia przedsiębiorstw w erze cyfrowej, omawiane rozwiązania mają fundamentalne znaczenie dla podniesienia konkurencyjności i usprawnienia operacji, co wpisuje się w szerszy temat transformacji cyfrowej systemów ERP.

### **3.2.1 Architektura RAG**

Architektura Retrieval-Augmented Generation (RAG) reprezentuje zaawansowane podejście łączące technologię wyszukiwania i generowania treści, co pozwala na efektywne wykorzystanie dużych zbiorów danych w celu precyzyjnego odpowiadania na zapytania użytkowników. W kontekście systemów ERP, takich jak Comarch ERP XL, integracja danych z różnych modułów, takich jak moduły finansowe, HR czy logistyka, znacząco poprawia spójność analiz oraz podejmowanie decyzji. Shah, Muralidhar i Fort (2024, s. 31) oraz Szelągowski i współpracownicy (2023, s. 4) wskazują, że główną zaletą mechanizmów RAG jest ich zdolność do przetwarzania heterogenicznych danych, co umożliwia kompleksową analizę bez potrzeby ręcznego zestawiania informacji z różnych źródeł. Takie podejście przyczynia się do redukcji czasu pracy i zwiększenia efektywności operacyjnej, ale wymaga odpowiedniego zaprojektowania infrastruktury, co może stanowić wyzwanie w organizacjach o ograniczonych zasobach. Centralnym elementem architektury RAG jest hurtownia danych pełniąca funkcję bazy wiedzy, która integruje dane w sposób ustrukturyzowany. Platformy takie jak Databricks umożliwiają tworzenie hurtowni danych zoptymalizowanych pod kątem szybkiego i precyzyjnego wyszukiwania informacji, co przekłada się na lepsze wsparcie procesów decyzyjnych w środowisku ERP (Hosea i Sudrajat, 2024, s. 4). Hurtownie danych w systemach RAG muszą jednak być stale aktualizowane i synchronizowane z różnorodnymi źródłami danych, aby zapewnić ich aktualność i spójność. Proces ten wymaga zaawansowanych mechanizmów przetwarzania danych oraz odpowiedniej strategii zarządzania, co może być czasochłonne i kosztowne dla organizacji, która nie dysponuje wystarczającymi zasobami technologicznymi. W ramach architektury RAG kluczową rolę odgrywają zaawansowane algorytmy NLP (Natural Language Processing), które interpretują zapytania użytkowników w języku naturalnym, generując trafne odpowiedzi w czasie rzeczywistym. W systemach ERP taka funkcjonalność znacząco zwiększa intuicyjność i użyteczność technologii, a także redukuje czas niezbędny na szkolenie pracowników (Chang i Pflugfelder, 2024, s. 3). Algorytmy NLP wspierają również rozumienie kontekstu zapytań, co minimalizuje ryzyko błędnych interpretacji i wynikających z nich decyzji operacyjnych. Jednocześnie wdrożenie takich algorytmów wymaga intensywnego trenowania modeli na dużych i zróżnicowanych zbiorach danych, co może być ograniczeniem w przypadku przedsiębiorstw o bardziej ograniczonych możliwościach technologicznych. Integracja danych z różnych modułów ERP w ramach RAG pozwala na ujednolicenie ich struktury oraz dynamiczne przetwarzanie informacji w czasie rzeczywistym. W dużych przedsiębiorstwach, gdzie fragmentacja danych jest istotną przeszkodą, taka integracja może zasadniczo poprawić efektywność operacyjną (Shah, Muralidhar i Fort, 2024, s. 31; Szelągowski et al., 2023, s. 4). Proces ujednolicenia danych wymaga jednak zaawansowanych technologii i infrastruktury zdolnej do przetwarzania danych w czasie rzeczywistym, co stawia przed organizacjami wyzwania związane z inwestycjami w nowoczesne rozwiązania IT. W architekturze RAG ważnym aspektem jest dostosowanie rozwiązania do specyficznych wymagań systemów ERP, takich jak Comarch ERP XL. Proces ten obejmuje integrację poprzez API lub web services, które umożliwiają bezproblemową wymianę danych między systemami (Hosea i Sudrajat, 2024, s. 4; Shah, Muralidhar i Fort, 2024, s. 31). Adaptacja takich technologii wymaga jednak odpowiednich kompetencji technicznych i precyzyjnego planowania wdrożenia, aby uniknąć przestojów w pracy systemów. Dostosowanie architektury do potrzeb użytkowników może też zwiększać ogólną akceptację dla nowych technologii wśród personelu, co jest kluczowe w kontekście zarządzania zmianą. Systemy bazujące na RAG muszą integrować mechanizmy wyszukiwania i generowania treści z modelami uczenia maszynowego, co pozwala na dynamiczne dostosowanie odpowiedzi do zmieniających się potrzeb użytkowników. Dzięki temu konsultanci ERP mają możliwość uzyskania dostępu do spersonalizowanych odpowiedzi dostosowanych do ich specyficznych wymagań operacyjnych (Chang i Pflugfelder, 2024, s. 3). Takie rozwiązanie pozwala na zwiększenie produktywności pracy oraz ograniczenie czasu potrzebnego na manualne przeszukiwanie danych, jednak wymaga zaawansowanego modelowania i ciągłej aktualizacji algorytmów, co podnosi koszty utrzymania systemu. Bezpieczeństwo danych jest kluczowym elementem architektury RAG, szczególnie w kontekście przetwarzania danych wrażliwych w środowiskach chmurowych. Mechanizmy szyfrowania oraz kontrola dostępu są nieodzowne, aby zapewnić odpowiedni poziom ochrony danych podczas ich przetwarzania i wyszukiwania (Shah, Muralidhar i Fort, 2024, s. 31). Wdrożenie takich zabezpieczeń wymaga jednak precyzyjnego planowania oraz wykorzystania zaawansowanych narzędzi technologicznych. W przeciwnym razie istnieje ryzyko naruszenia danych, co mogłoby prowadzić do negatywnych konsekwencji prawnych i reputacyjnych dla organizacji. Architektura RAG wspiera generowanie odpowiedzi w czasie rzeczywistym, co pozwala na dynamiczne reagowanie na zmieniające się wymagania rynkowe. Tego rodzaju adaptacyjność jest kluczową zaletą nowoczesnych systemów ERP, które coraz częściej są traktowane jako narzędzia strategiczne w zarządzaniu organizacją (Chang i Pflugfelder, 2024, s. 3; Szelągowski et al., 2023, s. 4). Implementacja tego rodzaju technologii wymaga jednak odpowiedniej strategii wdrożeniowej i synchronizacji z istniejącymi systemami, co może stanowić barierę dla mniej zaawansowanych organizacji. Struktura wiedzy w architekturze RAG musi charakteryzować się wieloatrybutowością, co pozwala obsługiwać złożone procesy operacyjne zachodzące w przedsiębiorstwie. Funkcjonalność tę można porównać do podsystemu controllingu w systemach takich jak SAP ERP, gdzie integracja danych pozwala na automatyczne wyciąganie wniosków oraz generowanie wyników funkcji, co sprzyja bardziej precyzyjnemu zarządzaniu kosztami i przychodami (Chojnacka-Komorowska i Hernes, 2014, s. 2). Tego rodzaju rozwiązania muszą być stale rozwijane i dostosowywane do specyficznych wymagań organizacji, aby skutecznie wspierać procesy decyzyjne. Co więcej, wielowartościowa struktura wiedzy w podsystemach wspierających architekturę RAG wpływa na możliwość przeprowadzenia bardziej kompleksowych analiz oraz opracowywania strategii działania, co Chojnacka-Komorowska i Hernes (2014, s. 7) wskazują jako kluczowy element efektywnie funkcjonującego systemu ERP. Mechanizmy wyszukiwania oparte na NLP umożliwiają interpretację zapytań użytkowników bez potrzeby stosowania złożonych komend, co wspiera szybszy dostęp do niezbędnych informacji i zwiększa intuicyjność systemu (Chang i Pflugfelder, 2024, s. 3). Niemniej jednak, sukces tego typu rozwiązań zależy od odpowiedniego zaprojektowania i wdrożenia modeli przetwarzania języka naturalnego, które mogą wymagać znacznych nakładów zarówno finansowych, jak i organizacyjnych. Projektowanie architektury RAG w środowisku ERP wymaga efektywnej integracji danych z różnych modułów, co pozwala na dynamiczne przetwarzanie informacji i redukcję fragmentacji danych w organizacji (Shah, Muralidhar i Fort, 2024, s. 31; Szelągowski et al., 2023, s. 4). Efektywne wdrożenie takich rozwiązań może przynieść znaczące korzyści w zakresie efektywności operacyjnej, ale wymaga odpowiedniego podejścia strategicznego oraz stałego monitorowania efektywności zastosowanych rozwiązań. Podsumowując, architektura RAG charakteryzuje się kompleksowym podejściem, które łączy zaawansowane technologie wyszukiwania i generowania treści, umożliwiając efektywne zarządzanie danymi w środowisku ERP. Jej implementacja wiąże się z licznymi korzyściami, ale także wymaga zaawansowanych kompetencji technicznych i inwestycji w nowoczesną infrastrukturę IT. Dalszym krokiem w badaniach nad RAG może być eksploracja możliwości integracji tych technologii z innymi zaawansowanymi platformami, takimi jak systemy Internetu Rzeczy (IoT) czy blockchain, co potencjalnie zwiększyłoby funkcjonalność i bezpieczeństwo systemów ERP.

### **3.2.2 Mechanizmy wyszukiwania informacji**

Mechanizmy wyszukiwania informacji w technologii Retrieval-Augmented Generation (RAG) odgrywają kluczową rolę w zarządzaniu danymi, umożliwiając ich szybkie i precyzyjne przetwarzanie. Dzięki integracji algorytmów przetwarzania języka naturalnego (NLP) oraz modułów wyszukiwania danych możliwe jest analizowanie dużych, heterogenicznych zbiorów informacji pochodzących z różnych źródeł. Mechanizmy te zyskały szczególne znaczenie w kontekście systemów ERP, gdzie precyzja i szybkość dostarczania odpowiedzi mają bezpośredni wpływ na efektywność działań konsultantów wdrożeniowych. Jak wskazują Shah, Muralidhar i Fort (2024, s. 31) oraz Chang i Pflugfelder (2024, s. 3), zastosowanie algorytmów RAG pozwala precyzyjnie dostosować wyniki wyszukiwania do kontekstu zapytań użytkowników, co stanowi istotne wsparcie w dynamicznych środowiskach biznesowych, gdzie czas i trafność informacji są kluczowe. Centrum mechanizmów RAG stanowi hurtownia danych, która pełni funkcję centralnego repozytorium wiedzy, zapewniając uporządkowaną archiwizację oraz szybki dostęp do zintegrowanych informacji. Platformy takie jak Databricks umożliwiają efektywne przetwarzanie danych, co wspiera ich udostępnianie w czasie rzeczywistym. Hosea i Sudrajat (2024, s. 4) podkreślają, że takie rozwiązania znacząco wpływają na wydajność procesów wyszukiwania informacji, szczególnie w złożonych środowiskach ERP. Jednak skuteczność tych mechanizmów zależy od regularnej aktualizacji i synchronizacji danych pochodzących z wielu źródeł, co wiąże się z dodatkowymi wyzwaniami technologicznymi oraz kosztami operacyjnymi. Szczególnie dla organizacji o ograniczonych zasobach może być to barierą wymagającą szczegółowego planowania i optymalizacji. Mechanizmy wyszukiwania informacji w technologii RAG umożliwiają również ujednolicenie danych pochodzących z różnych modułów systemów ERP, takich jak finanse, zarządzanie zasobami ludzkimi czy łańcuch dostaw. Dzięki temu fragmentacja informacji, która często stanowi istotne wyzwanie w dużych organizacjach, jest redukowana, co ułatwia konsultantom ERP analizę danych w kontekście konkretnych projektów wdrożeniowych. Jak zauważają Szelągowski i współpracownicy (2023, s. 4) oraz Shah, Muralidhar i Fort (2024, s. 31), tak zintegrowane podejście do przetwarzania danych pozwala na lepszą identyfikację powiązań między informacjami i zwiększa efektywność procesów operacyjnych. Choć zapewnia to liczne korzyści, wdrożenie takich mechanizmów wymaga zaawansowanej infrastruktury technologicznej oraz zaawansowanych algorytmów, co generuje dodatkowe wyzwania na etapie implementacji. Funkcjonalność mechanizmów wyszukiwania w technologii RAG jest wspierana przez algorytmy NLP, które umożliwiają interpretację zapytań użytkowników w języku naturalnym. Dzięki temu użytkownicy końcowi, tacy jak konsultanci ERP, nie muszą znać skomplikowanych komend czy struktury danych, co czyni systemy bardziej intuicyjnymi i łatwiejszymi w obsłudze. Jak zauważają Chang i Pflugfelder (2024, s. 3), taka funkcjonalność znacząco obniża bariery wejścia dla nowych użytkowników i skraca czas niezbędny na ich szkolenie. Z drugiej strony konieczność trenowania modeli NLP na dużych i zróżnicowanych zbiorach danych stanowi wyzwanie technologiczne, które wymaga znaczących nakładów pracy i środków finansowych, szczególnie w organizacjach o ograniczonych zasobach. Integracja mechanizmów wyszukiwania w technologii RAG z systemami ERP przyczynia się do zwiększenia efektywności operacyjnej organizacji. Automatyzacja procesów analizy i redukcja czasu potrzebnego na manualne przeszukiwanie danych pozwalają na obniżenie kosztów operacyjnych oraz zwiększenie produktywności pracowników. Koppikar i współpracownicy (2024, s. 3) oraz Shah, Muralidhar i Fort (2024, s. 37) podkreślają, że taka optymalizacja działań wpisuje się w cele strategiczne wielu organizacji, które dążą do zwiększenia konkurencyjności dzięki nowoczesnym technologiom. Niemniej jednak, skuteczność tych mechanizmów zależy od jakości danych wejściowych oraz zdolności systemu do dynamicznego dostosowywania się do zmieniających się wymagań użytkowników. Technologia wyszukiwania oparta na RAG znajduje również zastosowanie poza systemami ERP, co podkreśla jej uniwersalność. Przykładem może być transport publiczny, gdzie analiza i synchronizacja danych z wielu źródeł, takich jak systemy monitorowania ruchu pasażerskiego, wspiera lepsze zarządzanie operacyjne. Kroll (2011, s. 233) zauważa, że podobne mechanizmy mogą zwiększyć efektywność operacyjną w wielu innych sektorach, co dowodzi ich wszechstronności i potencjału do rozwoju. W tym kontekście systemy ERP mogą czerpać inspirację z podobnych implementacji, dostosowując funkcjonalności RAG do specyficznych wymagań i kontekstów biznesowych. Integracja mechanizmów wyszukiwania opartego na technologii RAG z systemem Comarch ERP XL wymaga zachowania zgodności technologicznej z istniejącymi modułami systemu. Proces ten obejmuje projektowanie odpowiedniej architektury systemowej oraz dostosowanie mechanizmów przetwarzania danych do specyfiki platformy. Shah, Muralidhar i Fort (2024, s. 31) oraz Koppikar i współpracownicy (2024, s. 5) wskazują, że zastosowanie nowoczesnych standardów technologicznych nie tylko zwiększa efektywność procesów wdrożeniowych, ale także poprawia jakość wyników. Jednak dokładne dostosowanie mechanizmów RAG do systemu ERP wymaga zaawansowanego podejścia projektowego oraz precyzyjnego planowania integracji. Podsumowując, mechanizmy wyszukiwania informacji w technologii RAG stanowią istotny krok naprzód w optymalizacji procesów zarządzania danymi w systemach ERP. Ich skuteczność w dużej mierze zależy od jakości danych, zaawansowania infrastruktury technologicznej oraz zdolności systemów do adaptacji w dynamicznie zmieniających się środowiskach biznesowych.

### **3.2.3 Generowanie odpowiedzi**

Generowanie odpowiedzi w technologii Retrieval-Augmented Generation (RAG) stanowi istotny komponent nowoczesnych systemów ERP, integrując algorytmy przetwarzania języka naturalnego (NLP) oraz zaawansowane techniki wyszukiwania danych. Rozwiązanie to umożliwia przetwarzanie dużych wolumenów danych oraz wykorzystanie kontekstowych informacji, co przekłada się na dostarczanie precyzyjnych i trafnych odpowiedzi, wspierając codzienne procesy biznesowe. Tego rodzaju zintegrowane podejście pozwala użytkownikom końcowym na efektywne podejmowanie decyzji operacyjnych, co znacząco zwiększa ich wydajność (Chang i Pflugfelder, 2024, s. 3; Shah, Muralidhar i Fort, 2024, s. 31). W obliczu dynamicznie zmieniających się wymagań rynkowych, szybkie generowanie odpowiedzi w czasie rzeczywistym staje się kluczowym elementem adaptacji organizacji do nowych warunków, a wykorzystanie technologii RAG w tym zakresie odgrywa coraz bardziej strategiczną rolę. Hurtownie danych, wspierane przez platformy takie jak Databricks, stanowią fundament generowania odpowiedzi w środowisku ERP. Ich kluczowe znaczenie wynika z możliwości przetwarzania i ustrukturyzowania ogromnych zbiorów danych, co pozwala na szybki dostęp do spójnych i kompleksowych informacji. Dzięki temu system RAG może dynamicznie reagować na potrzeby użytkowników, dostarczając odpowiedzi dostosowanych do specyficznego kontekstu zapytań (Hosea i Sudrajat, 2024, s. 4). Integracja hurtowni danych z technologią RAG umożliwia lepsze wykorzystanie danych historycznych i aktualnych, co z kolei wspiera podejmowanie bardziej trafnych decyzji operacyjnych. Niemniej jednak proces ten wymaga odpowiednio zaprojektowanej infrastruktury technologicznej oraz stałej synchronizacji danych, co dla wielu organizacji może stanowić wyzwanie zarówno techniczne, jak i kosztowe. Algorytmy przetwarzania języka naturalnego (NLP) odgrywają kluczową rolę w generowaniu odpowiedzi, eliminując konieczność znajomości złożonych komend systemowych przez użytkowników końcowych. Technologia ta sprawia, że interfejsy systemów ERP są bardziej intuicyjne i łatwiejsze w obsłudze, co pozytywnie wpływa na adaptację nowych użytkowników oraz skraca czas wymagany na szkolenie personelu (Chang i Pflugfelder, 2024, s. 3; Szelągowski i współpracownicy, 2023, s. 7). Intuicyjność interakcji systemu z użytkownikiem przekłada się na większą akceptowalność technologii w organizacjach, co jest szczególnie istotne w kontekście wdrożeń ERP. Jednocześnie sukces tego typu rozwiązań zależy od jakości przetwarzanych danych oraz skuteczności modeli NLP, które muszą być regularnie trenowane na dużych i zróżnicowanych zestawach danych, co zwiększa nakłady pracy oraz koszty wdrożenia. Zdolność do ujednolicania danych z różnych modułów systemu ERP, takich jak zarządzanie finansami, zasobami ludzkimi czy produkcją, jest kluczowym atutem generowania odpowiedzi w technologii RAG. Dzięki temu możliwe jest dostarczanie kompleksowych informacji, które odpowiadają specyficznym wymaganiom biznesowym, wspierając zarówno procesy decyzyjne, jak i długoterminowe planowanie strategiczne (Pokala, 2024, s. 4; Shah, Muralidhar i Fort, 2024, s. 31). Integracja danych z różnych obszarów organizacyjnych pozwala na bardziej precyzyjne zarządzanie zasobami oraz efektywniejsze operacje logistyczne. Tego rodzaju funkcjonalność może jednak wymagać znacznych inwestycji w infrastrukturę technologiczną oraz umiejętności ekspertów technicznych, co może być barierą dla mniejszych organizacji. Dynamiczne dostosowywanie systemów do zapytań użytkowników umożliwia identyfikację kluczowych wzorców zarówno w danych historycznych, jak i bieżących. Taka funkcjonalność jest szczególnie wartościowa podczas wdrożeń systemów ERP, gdzie szybki dostęp do dokładnych informacji pozwala na lepsze reagowanie na pojawiające się wyzwania oraz efektywniejsze rozwiązywanie problemów (Pokala, 2024, s. 4; Zając i Dąbrowski, 2005, s. 62). Rozwiązania oparte na technologii RAG wspierają konsultantów ERP, oferując im możliwość przetwarzania dużych zbiorów danych w czasie rzeczywistym, co skraca czas potrzebny na wyszukiwanie odpowiedzi i zwiększa produktywność. Niemniej jednak, dynamiczne przetwarzanie danych wymaga zaawansowanej infrastruktury IT, co może podnosić koszty wdrożeń oraz utrzymania. Technologia RAG wspiera również rozwój funkcji prognozowania w ramach systemów ERP, integrując zarówno dane historyczne, jak i aktualne. Dzięki temu organizacje mogą opracowywać bardziej precyzyjne prognozy rynkowe, lepiej zarządzać swoimi zasobami oraz szybciej reagować na zmieniające się warunki biznesowe (Hosea i Sudrajat, 2024, s. 4; Chang i Pflugfelder, 2024, s. 3). Możliwość dokładnego prognozowania kluczowych wskaźników wydajności, takich jak popyt rynkowy czy potrzeby produkcyjne, stanowi istotną przewagę konkurencyjną. Zdolność ta wymaga jednak dobrze zaprojektowanych algorytmów oraz regularnego monitorowania wyników, aby zapewnić ich trafność i aktualność w zmiennym środowisku biznesowym. Podsumowując, generowanie odpowiedzi w technologii RAG stanowi istotny element wspierający procesy decyzyjne oraz operacyjne w systemach ERP. Jego skuteczność uzależniona jest od jakości danych, zaawansowania technologicznego oraz odpowiedniego podejścia do integracji algorytmów i hurtowni danych. Wykorzystanie RAG może znacznie zwiększyć efektywność organizacji, jednak wiąże się także z dodatkowymi wyzwaniami związanymi z kosztami i złożonością wdrożenia.

## **3.3 Zastosowania AI w systemach ERP**

Sztuczna inteligencja rewolucjonizuje zarządzanie procesami w systemach ERP, wprowadzając nowoczesne rozwiązania, które zwiększają efektywność operacyjną. W nadchodzących podrozdziałach omówione zostaną trzy kluczowe zastosowania AI: automatyzacja procesów, wsparcie decyzji oraz personalizacja interfejsów. Te innowacyjne technologie nie tylko usprawniają codzienne operacje, ale także przyczyniają się do lepszego dostosowania systemów ERP do specyficznych potrzeb użytkowników, co jest istotne w kontekście transformacji cyfrowej przedsiębiorstw.

### **3.3.1 Automatyzacja procesów**

Automatyzacja procesów w systemach ERP z wykorzystaniem sztucznej inteligencji znacząco wpływa na zwiększenie efektywności działania organizacji poprzez eliminację powtarzalnych zadań, takich jak księgowanie faktur czy generowanie zestawień danych. Dzięki zastosowaniu zaawansowanych algorytmów AI te rutynowe czynności mogą być realizowane szybciej i dokładniej, co z kolei minimalizuje liczbę błędów wynikających z ludzkiej pomyłki. Automatyzacja pozwala również na przesunięcie zasobów ludzkich do bardziej strategicznych funkcji, wspierając rozwój organizacji na poziomie operacyjnym i strategicznym. Jak podkreśla Nieścior (2024, s. 121), przyspieszony proces realizacji powtarzalnych zadań umożliwia odciążenie zespołów operacyjnych, lecz wprowadzenie automatyzacji wymaga uprzedniego dostosowania procesów i odpowiedniego przygotowania infrastruktury technologicznej. Implementacja sztucznej inteligencji w obszarze analizy dużych zbiorów danych dla systemów ERP umożliwia organizacjom przetwarzanie informacji w czasie rzeczywistym, co pozwala na identyfikację wzorców i optymalizację procesów takich jak zarządzanie łańcuchem dostaw czy operacje finansowe. Narne (2022, s. 1) wskazuje, że dzięki temu systemy ERP zyskują na elastyczności i zdolności adaptacji do dynamicznego otoczenia rynkowego, co zwiększa ich wartość biznesową. Niemniej jednak efektywne wdrożenie tej technologii wymaga odpowiedniego dopracowania algorytmów oraz jakości danych wejściowych, ponieważ błędy w tym zakresie mogą prowadzić do błędnych interpretacji i decyzji. Automatyzacja procesów w modułach zarządzania magazynem jest przykładem, jak sztuczna inteligencja wspiera monitorowanie stanów magazynowych oraz prognozowanie zapotrzebowania, redukując straty wynikające z nieodpowiedniego zarządzania zapasami. Wspomniane rozwiązania dostarczają danych nie tylko na potrzeby operacyjne, ale także dla celów strategicznego planowania, co może znacząco obniżyć koszty operacyjne organizacji (Pokala, 2024, s. 4). Warto jednak zauważyć, że skuteczność tego typu systemów jest uzależniona od odpowiedniego skalibrowania technologii oraz poziomu kompetencji personelu, który z nią pracuje. Algorytmy AI w systemach ERP oferują także możliwość automatyzacji analizy danych pod kątem podejmowania decyzji strategicznych. Olszak (2011, s. 1) zauważa, że przekształcenie danych w istotne informacje umożliwia organizacjom bardziej świadome zarządzanie relacjami z klientami oraz monitorowanie działalności, jednocześnie zwiększając ich konkurencyjność. Automatyczne generowanie informacji wspierających decyzje strategiczne wymaga jednak wdrożenia precyzyjnych modeli analitycznych oraz zgromadzenia odpowiednich zasobów danych, co bywa wyzwaniem w bardziej złożonych strukturach organizacyjnych. Znaczący wpływ sztucznej inteligencji na procesy wdrożeniowe ERP można zaobserwować w przyspieszeniu konfiguracji systemu oraz eliminacji błędów wynikających z ręcznej pracy. W badaniach przeprowadzonych przez Deloitte wykazano, że wykorzystanie AI może zwiększyć efektywność wdrożeń ERP nawet o 44% (Trinkl et al., 2024, s. 18). Chociaż osiągnięcie takich rezultatów jest możliwe, wymaga to inwestycji w odpowiednie narzędzia technologiczne oraz dokładnego zrozumienia procesów wdrożeniowych, co nie zawsze jest łatwe do osiągnięcia, szczególnie w organizacjach z ograniczonym dostępem do takich zasobów. Integracja sztucznej inteligencji w modułach finansowych ERP umożliwia automatyzację procesów takich jak raportowanie finansowe czy prognozowanie przepływów pieniężnych. Zastosowanie tych technologii pozwala na eliminację redundancji i poprawę dokładności operacji, co podnosi strategiczną wartość systemów ERP w zarządzaniu finansami przedsiębiorstw (Pokala, 2024, s. 4). Jednakże należy zwrócić uwagę na konieczność stałego monitorowania algorytmów i dostosowywania ich do zmieniających się potrzeb organizacji, co może wiązać się z dodatkowymi kosztami utrzymania. Automatyzacja procesów wdrożeniowych ERP obejmuje również migrację i oczyszczanie danych, co skraca czas potrzebny na przygotowanie systemu do działania i minimalizuje potencjalne błędy. Chowdhury i Goswami (2024, s. 5) podkreślają, że technologie AI wspierają te etapy, znacznie redukując liczbę trudności napotykanych podczas wdrożeń. Mimo to, sukces tego procesu wymaga precyzyjnego planowania i odpowiedniego wsparcia ze strony zespołów technicznych, co może stanowić wyzwanie w mniejszych organizacjach. Dojrzałość modeli Business Intelligence (BI) w systemach ERP, wspierana przez AI, pozwala na rozwój tych systemów w sposób prowadzący do przewagi konkurencyjnej. Przykładem jest przekształcanie danych w wartościowe informacje służące do prognozowania oraz monitorowania działań operacyjnych (Olszak, 2011, s. 4). Rola sztucznej inteligencji w tym kontekście obejmuje również centralizację danych, co ma kluczowe znaczenie w organizacjach funkcjonujących w dynamicznych i konkurencyjnych środowiskach. AI wspiera także dynamiczne dostosowywanie procesów produkcji do zmieniających się potrzeb rynku. Analiza danych w czasie rzeczywistym pozwala organizacjom na lepsze planowanie zasobów, co zwiększa ich elastyczność i zdolność do reagowania na zmiany rynkowe (Pokala, 2024, s. 4). Tego rodzaju możliwości mogą być jednak trudne do wdrożenia w małych i średnich firmach z ograniczonym budżetem, co wskazuje na potrzebę bardziej przystępnych rozwiązań. Automatyzacja procesów biznesowych przy użyciu danych analitycznych w czasie rzeczywistym wpływa również na szybsze podejmowanie decyzji, minimalizując ryzyko strat operacyjnych. Przykładem może być planowanie produkcji oparte na modelach predykcyjnych, które ograniczają nadprodukcję lub niedobory (Trinkl et al., 2024, s. 13). Choć korzyści są znaczące, proces wdrożenia takiej technologii wiąże się z koniecznością zaawansowanego modelowania i przygotowania infrastruktury IT. Dzięki integracji algorytmów AI systemy ERP mogą automatycznie monitorować i aktualizować dane, zmniejszając zależność od ręcznego wprowadzania informacji. Narne (2022, s. 1) zaznacza, że automatyzacja tego typu nie tylko zwiększa efektywność operacyjną, ale również poprawia spójność danych. Wyzwaniem pozostaje jednak potrzeba stałego dostrajania modeli, które są wykorzystywane do tego celu. Wdrażanie AI w ERP sprzyja także zwiększeniu bezpieczeństwa danych dzięki technologii wykrywania anomalii. Automatyczne monitorowanie przepływu danych w czasie rzeczywistym redukuje ryzyko naruszeń bezpieczeństwa, co jest kluczowe w obliczu rosnących wymagań regulacyjnych (Nieścior, 2024, s. 126). Niemniej jednak wdrażanie takich mechanizmów wymaga znacznych nakładów finansowych i technologicznych. Wdrażanie automatyzacji opartej na AI w ERP przyczynia się również do dynamicznej personalizacji procesów, co zwiększa ich efektywność i użyteczność dla konsultantów ERP. Pokala (2024, s. 5) wskazuje, że takie podejście pozwala na skuteczne zarządzanie zmianami organizacyjnymi, choć wymaga precyzyjnego dopasowania technologii do specyficznych potrzeb użytkowników, co bywa wyzwaniem technologicznym. Połączenie automatyzacji z AI pozwala firmom na pełne wykorzystanie potencjału danych i optymalizację kluczowych procesów, co stanowi istotną przewagę konkurencyjną. Trinkl et al. (2024, s. 13) podkreślają, że podejście to jest szczególnie wartościowe w dynamicznych warunkach rynkowych, gdzie szybka adaptacja do zmian jest kluczowa. Organizacje muszą jednak inwestować w rozwój infrastruktury i kompetencji, co może ograniczać zastosowanie tych rozwiązań w mniej zasobnych firmach. Automatyzacja procesów wspieranych przez sztuczną inteligencję ma potencjał do znaczącej transformacji sposobu, w jaki organizacje zarządzają swoimi zasobami i procesami. Choć przynosi to wiele korzyści, wymaga również zaawansowanej infrastruktury oraz precyzyjnego planowania i wdrożenia, aby osiągnąć optymalną wartość biznesową.

### **3.3.2 Wsparcie decyzji**

Systemy ERP, wspierane przez sztuczną inteligencję, umożliwiają precyzyjne i zaawansowane analizy danych, które pozwalają na identyfikowanie wzorców w dużych zbiorach informacji. Dzięki wykorzystaniu takich technologii organizacje mogą skuteczniej optymalizować procesy biznesowe, takie jak zarządzanie finansami, logistyka czy planowanie zasobów. Analizy te stają się podstawą do podejmowania strategicznych decyzji, co bezpośrednio wpływa na konkurencyjność firm. Narne (2022, s. 1) oraz Pokala (2024, s. 4) podkreślają, że dokładność analityki wspieranej przez AI znacząco poprawia jakość zarządzania zasobami oraz alokacji kapitału. Niemniej jednak, należy uwzględnić, że efektywne wdrożenie tego rodzaju rozwiązań wymaga zarówno zaawansowanej infrastruktury technologicznej, jak i odpowiednio przeszkolonych zespołów, co może stanowić wyzwanie dla mniejszych organizacji. Integracja analizy predykcyjnej z narzędziami AI w systemach ERP staje się kluczową przewagą technologiczną, umożliwiając przewidywanie przyszłych trendów rynkowych oraz potencjalnych ryzyk operacyjnych. Mechanizmy te pozwalają na lepsze przygotowanie firm na zmienne warunki rynkowe, co znacząco zwiększa trafność decyzji strategicznych. Jak wskazują Pokala (2024, s. 4) oraz Trinkl i współpracownicy (2024, s. 13), zastosowanie analizy predykcyjnej w systemach ERP prowadzi do wzrostu dokładności prognoz o nawet 41%. Jednakże kluczowym aspektem pozostaje jakość danych wejściowych oraz zaawansowanie algorytmów wykorzystywanych w tych procesach. Niedokładne dane lub błędy w ich interpretacji mogą prowadzić do błędnych decyzji, co sugeruje potrzebę stałego monitorowania i aktualizowania modeli predykcyjnych. Technologia Retrieval-Augmented Generation (RAG) odgrywa znaczącą rolę w szybkości dostarczania odpowiedzi na zapytania użytkowników w czasie rzeczywistym. Konsultanci ERP dzięki tej technologii mają możliwość natychmiastowego dostępu do aktualnych, kontekstowych informacji, co redukuje czas przeznaczony na analizę dokumentacji i zwiększa wydajność projektów wdrożeniowych. Chang i Pflugfelder (2024, s. 3) oraz Shah, Muralidhar i Fort (2024, s. 31) zwracają uwagę, że mechanizmy RAG nie tylko ułatwiają wyszukiwanie potrzebnych danych, ale także zwiększają precyzję dostarczanych informacji. Jednak skuteczność tego rozwiązania zależy od jakości współpracy pomiędzy modułami systemów ERP a algorytmami przetwarzania języka naturalnego (NLP). W przypadku braku odpowiedniej synchronizacji czy wystarczająco zaawansowanej infrastruktury, technologie RAG mogą nie osiągnąć pełni swojego potencjału. Moduły generowania odpowiedzi w systemach ERP, wspierane przez technologię RAG, dostarczają użytkownikom kluczowe dane w czasie rzeczywistym, co minimalizuje czas poświęcony na analizę informacji i pozwala organizacjom podejmować szybkie i trafne decyzje biznesowe. Hosea i Sudrajat (2024, s. 4) oraz Pokala (2024, s. 4) podkreślają, że dzięki takim rozwiązaniom firmy mogą unikać opóźnień w realizacji swoich celów. Jednak proces adaptacji tych technologii wymaga nie tylko zaawansowanego projektowania, ale również stałego wsparcia technicznego. Wdrażanie takich systemów w złożonych środowiskach ERP może wiązać się z istotnymi kosztami oraz koniecznością wszechstronnego przeszkolenia użytkowników końcowych. Sztuczna inteligencja wspiera proces decyzyjny w systemach ERP poprzez personalizację interfejsu użytkownika. Dzięki temu systemy te mogą być dostosowywane do specyficznych potrzeb i preferencji użytkowników, co zwiększa efektywność pracy oraz poprawia zdolność przetwarzania danych. Narne (2022, s. 1) oraz Trinkl i współpracownicy (2024, s. 13) zauważają, że personalizacja ta ma szczególne znaczenie w kontekście dynamicznie zmieniających się środowisk biznesowych, gdzie elastyczność i szybka adaptacja są kluczowe. Niemniej, personalizacja wymaga zaawansowanych technologicznie rozwiązań oraz odpowiedniego budżetu, co może stanowić wyzwanie dla organizacji o ograniczonych zasobach. Wdrożenie sztucznej inteligencji w procesach decyzyjnych systemów ERP wiąże się z koniecznością znacznych nakładów inwestycyjnych, w tym na infrastrukturę technologiczną i zabezpieczenia danych. Choć wdrożenie takich rozwiązań stanowi istotne wyzwanie, długoterminowe korzyści obejmują wzrost efektywności operacyjnej oraz poprawę jakości decyzji strategicznych, co jednocześnie zwiększa konkurencyjność organizacji. Trinkl i współpracownicy (2024, s. 15) oraz Chowdhury i Goswami (2024, s. 1) wskazują, że odpowiednie zarządzanie tym procesem jest kluczowe, aby zminimalizować potencjalne ryzyka związane z implementacją. Sukces ekonomiczny chińskich firm technologicznych, takich jak Alibaba, Tencent i Baidu, podkreśla kluczową rolę dostępu do danych oraz wsparcia rządowego w podejmowaniu decyzji strategicznych. Gardner (2018, s. 1) zauważa, że chiński model integracji danych i wsparcia technologicznego może być inspiracją dla globalnych organizacji, które dążą do innowacyjnych rozwiązań wspierających systemy ERP. Jednakże różnice kulturowe oraz struktura rynkowa mogą ograniczać możliwość pełnego zastosowania chińskiego modelu w innych krajach, co sugeruje potrzebę dostosowania tych praktyk do lokalnych uwarunkowań. Zastosowanie danych zbieranych w systemach transakcyjnych, takich jak chiński system O2O (np. WeChat Pay), wykazuje ogromny potencjał w personalizowaniu procesów decyzyjnych. Gardner (2018, s. 2) podkreśla, że podobne mechanizmy mogłyby być zaimplementowane w systemach ERP, co znacząco poprawiłoby jakość i trafność decyzji biznesowych. Warto jednak zauważyć, że tego typu integracja wymaga zaawansowanego podejścia technologicznego i odpowiednich zasobów, co może nie być dostępne dla wszystkich organizacji. „Siedmiu gigantów AI,” w tym Amazon, Baidu i Google, posiada zasoby i narzędzia pozwalające na radykalną transformację gospodarki dzięki technologii AI. Gardner (2018, s. 3) zwraca uwagę, że doświadczenia tych organizacji w integracji danych z procesami decyzyjnymi mogą stanowić istotny punkt odniesienia dla rozwoju systemów ERP. Niemniej jednak, mniejsze organizacje mogą napotkać trudności w implementacji podobnych rozwiązań, co sugeruje potrzebę opracowania bardziej przystępnych modeli technologicznych dostosowanych do ich możliwości. Wpływ sztucznej inteligencji na wspieranie decyzji w systemach ERP jest znaczący, oferując organizacjom zaawansowane narzędzia analityczne i predykcyjne, które pozwalają na szybkie i trafne podejmowanie decyzji. Jednakże skuteczność tych rozwiązań wymaga odpowiedniej infrastruktury i świadomego planowania wdrożeń.

### **3.3.3 Personalizacja interfejsów**

Personalizacja interfejsów użytkownika w systemach ERP wspieranych przez sztuczną inteligencję stanowi istotne zagadnienie, które umożliwia dynamiczne dostosowywanie funkcjonalności systemu do indywidualnych potrzeb użytkowników, co znacząco wpływa na efektywność pracy w przedsiębiorstwach. Kluczowym elementem jest wykorzystanie algorytmów uczenia maszynowego, które pozwalają na analizę wzorców zachowań użytkownika i automatyczne sugerowanie najlepiej dopasowanych narzędzi i funkcji. Tego rodzaju rozwiązania wspierają optymalizację czasu pracy oraz eliminują zbędne operacje, jednocześnie podnosząc poziom zadowolenia z korzystania z systemu (Narne, 2022, s. 1; Pokala, 2024, s. 5). Istotnym wyzwaniem pozostaje jednak konieczność ciągłej analizy i aktualizacji algorytmów, co może wiązać się z istotnymi nakładami zasobów technicznych i ludzkich. Systemy ERP wykorzystujące zaawansowaną personalizację opartą na przetwarzaniu języka naturalnego umożliwiają jeszcze bardziej precyzyjne dostosowanie interfejsów do ról i preferencji użytkowników. Przykładowo, interfejsy dla menedżerów finansowych mogą automatycznie wyświetlać dane kluczowe, takie jak analizy rentowności czy raporty budżetowe, co skraca czas potrzebny na odnalezienie i zrozumienie tych informacji. Takie rozwiązania mają potencjał, by znacząco zwiększyć efektywność decyzyjną na poziomie menedżerskim (Hrischev & Shakev, 2022, s. 1). Jednakże, proces priorytetyzacji modułów i dostosowania interfejsów może wymagać skomplikowanego projektowania i gruntownego wdrożenia, co może opóźniać implementację w bardziej rozbudowanych środowiskach. Korzystanie z algorytmów personalizacyjnych opartych na przetwarzaniu języka naturalnego pozwala na prowadzenie zaawansowanego dialogu między użytkownikiem a systemem w języku naturalnym. Systemy te są w stanie interpretować pytania użytkowników i generować wysoce intuicyjne odpowiedzi, co poprawia dostępność technologii i zmniejsza dystans między użytkownikiem a złożonością oprogramowania ERP (Pokala, 2024, s. 5). Mimo tych zalet, skuteczność takich systemów zależy od jakości danych wejściowych oraz precyzyjnego szkolenia modeli NLP, co może być kosztowne i czasochłonne. Wizualna personalizacja interfejsów użytkownika, obejmująca dostosowanie układu, kolorystyki oraz typografii, odgrywa kluczową rolę w zapewnieniu intuicyjności użytkowania i ergonomii pracy. Takie rozwiązania są szczególnie istotne w kontekście pracy z złożonymi systemami ERP, jak Comarch ERP XL, gdzie ilość dostępnych funkcji i danych może być przytłaczająca dla użytkowników (Szelągowski et al., 2023, s. 7). Jednakże wizualne opcje personalizacji wymagają precyzyjnego projektowania, które uwzględnia różnorodność użytkowników i specyficzne sektory biznesowe, co może zwiększać nakłady projektowe. Technologie personalizujące wspierane przez sztuczną inteligencję mogą również automatycznie filtrować i wyświetlać dane kluczowe dla aktualnych projektów, eliminując konieczność ręcznego poszukiwania informacji. Automatyzacja tego procesu przekłada się na szybsze podejmowanie decyzji i umożliwia organizacjom lepsze wykorzystanie posiadanych zasobów (Daugherty & Wilson, 2018, s. 4; Pokala, 2024, s. 4). Niemniej jednak, skuteczność tej funkcji zależy od jakości wdrożonych mechanizmów analitycznych oraz odpowiedniego zaprojektowania bazy danych, co może wymagać znacznego zaangażowania specjalistów IT. Personalizacja zwiększa również efektywność zespołów projektowych, umożliwiając automatyczne organizowanie priorytetów zadań lub sugerowanie optymalnych ścieżek działania. Przykłady obejmują funkcjonalności wspierające konsultantów ERP w zarządzaniu projektami wdrożeniowymi, co bezpośrednio skraca czas zakończenia projektów i zwiększa ich efektywność (Narne, 2022, s. 1; Pokala, 2024, s. 5). Jednak takie systemy muszą być uzupełnione o precyzyjne mechanizmy monitorowania postępów projektu, aby skutecznie przewidywać potencjalne opóźnienia lub problemy. Jednym z kluczowych zastosowań personalizacji wspieranej przez AI jest dynamiczne dostosowywanie funkcjonalności systemu do zmieniających się potrzeb biznesowych. Systemy ERP korzystające z tej technologii mogą identyfikować nowe potrzeby organizacyjne, takie jak wprowadzenie nowych wskaźników efektywności czy modulacja procesów operacyjnych. Takie podejście zwiększa wartość systemu w dynamicznym środowisku biznesowym, ale wymaga ciągłego dostosowywania modeli uczenia maszynowego do zmieniających się warunków rynkowych (Szelągowski et al., 2023, s. 7). Wykorzystanie personalizacji w systemach ERP wymaga monitorowania zachowań użytkowników oraz analizowania zgromadzonych danych w celu aktualizowania algorytmów. Proces ten pozwala organizacjom lepiej reagować na zmieniające się potrzeby operacyjne i poprawiać efektywność pracy użytkowników końcowych, lecz jednocześnie zwiększa złożoność zarządzania systemem (Hrischev & Shakev, 2022, s. 1). Skuteczne wdrożenie takich mechanizmów wymaga odpowiedniego wsparcia technicznego oraz zasobów finansowych, co może być wyzwaniem dla średnich i małych organizacji. Personalizacja interfejsów użytkownika wspiera również procesy szkoleniowe w kontekście wdrożeń ERP. Intuicyjne interfejsy dostosowane do poziomu kompetencji użytkowników końcowych pomagają redukować opór wobec nowych technologii oraz przyspieszać proces adaptacji pracowników. Takie podejście minimalizuje koszty związane z koniecznością organizacji dodatkowych szkoleń, jednocześnie zwiększając akceptację systemu przez pracowników (Pokala, 2024, s. 5). Niemniej jednak, personalizacja wymaga uwzględnienia różnorodności użytkowników, co może zwiększać skalę projektu. Technologie sztucznej inteligencji, takie jak przetwarzanie języka naturalnego, dodatkowo wspierają personalizację, umożliwiając automatyczne generowanie podpowiedzi w kontekście konkretnych zadań i operacji. Tego rodzaju rozwiązania są szczególnie przydatne podczas prac wdrożeniowych, gdy kluczowe informacje muszą być szybko dostępne dla konsultantów ERP, co redukuje czas operacyjny i zwiększa produktywność projektów (Daugherty & Wilson, 2018, s. 4; Pokala, 2024, s. 5). Wyzwanie stanowi jednak konieczność zachowania równowagi między intuicyjnością obsługi a zaawansowanymi funkcjami systemu, co może być trudne w przypadku bardzo złożonych projektów. Podsumowując, personalizacja interfejsów wspierana przez sztuczną inteligencję w systemach ERP znacząco zwiększa efektywność pracy oraz umożliwia lepsze dopasowanie narzędzi do potrzeb użytkowników. Mimo że wiąże się to z wieloma wyzwaniami, korzyści wynikające z wdrożenia takich rozwiązań wyraźnie przewyższają trudności, jakie mogą pojawić się w procesie implementacji.

# **4. Projektowanie asystenta AI dla wdrożeń ERP**

W oparciu o dynamicznie rozwijające się potrzeby organizacji, projektowanie asystenta AI dla systemów ERP staje się kluczowym krokiem w zapewnieniu efektywności wdrożeniowej. Nadchodzące podrozdziały skoncentrują się na specyfikacji funkcjonalnej, architekturze rozwiązania oraz metodologii implementacji, omawiając istotne komponenty systemu, ich integrację oraz aspekty zarządzania ryzykiem. Skupienie się na tych elementach pozwoli na stworzenie narzędzia, które nie tylko zautomatyzuje procesy, ale także podniesie jakość i bezpieczeństwo informacji w organizacji, co stanowi istotny element skutecznej transformacji cyfrowej.

## **4.1 Specyfikacja funkcjonalna**

W obliczu rosnącej potrzeby automatyzacji i efektywności w zarządzaniu systemami ERP, istotne jest określenie kluczowych wymagań funkcjonalnych dla asystenta AI. Kolejne części tego rozdziału skoncentrują się na specyfikacji komponentów systemowych, ich integracji oraz niezbędnych modułach, które pozwolą na skuteczne wsparcie procesów wdrożeniowych. Analiza tych elementów jest niezbędna do zrozumienia, jak zaawansowana technologia może wspierać organizacje w transformacji cyfrowej.

### **4.1.1 Wymagania systemowe**

Wymagania systemowe dla asystenta AI, wspomagającego wdrażanie systemów klasy ERP, są kluczowym elementem w procesie jego projektowania i implementacji. Wymagają one zastosowania zaawansowanych układów GPU (Graphics Processing Unit) lub TPU (Tensor Processing Unit), które zapewniają odpowiednią moc obliczeniową, niezbędną do przetwarzania intensywnych algorytmów uczenia maszynowego i przetwarzania języka naturalnego. Hrischev i Shakev (2022, s. 1) podkreślają, że GPU oraz TPU umożliwiają szybsze przetwarzanie dużych zbiorów danych, co jest konieczne dla działania systemów w czasie rzeczywistym. W kontekście wdrożeń ERP, takich jak Comarch ERP XL, odpowiednia moc układów obliczeniowych minimalizuje opóźnienia w dostarczaniu analiz i zwiększa efektywność procesu wdrożeniowego. Szybki dostęp do dużych ilości danych wymaga także zastosowania dysków SSD o wysokiej wydajności. Dyski tego typu są istotne w środowisku przetwarzania intensywnych danych, szczególnie podczas pracy z bazami danych i hurtowniami informacji. Pokala (2024, s. 3) zaznacza, że ich wykorzystanie przyczynia się do zwiększenia wydajności operacyjnej, ponieważ czas dostępu do ważnych informacji dla systemów ERP jest mocno skrócony. W kontekście wdrażania technologii AI w systemach ERP, takich jak Comarch ERP XL, jest to szczególnie istotne, gdyż nieefektywność w dostępie do danych mogłaby negatywnie wpłynąć na terminowość i jakość podejmowanych decyzji. Wdrażanie asystenta AI wymaga również skalowalnych serwerów, aby spełniać wzrastające zapotrzebowanie na zasoby obliczeniowe, szczególnie w dużych przedsiębiorstwach. Hrischev i Shakev (2022, s. 1) podkreślają, że serwery o wysokim stopniu skalowalności umożliwiają dynamiczne dostosowanie infrastruktury do liczby użytkowników oraz ilości zapytań w czasie rzeczywistym. W przypadku wdrożeń Comarch ERP XL, skalowalność pozwala na łatwe zarządzanie obciążeniem systemu, niezależnie od zmiennych wymagań środowiska biznesowego, co zwiększa jego elastyczność i niezawodność. Stabilność oprogramowania bazowego jest kolejnym wymaganiem krytycznym. Systemy operacyjne kompatybilne z nowoczesnymi platformami, takimi jak SAP BTP, ułatwiają integrację technologii AI z obecnymi rozwiązaniami ERP, co jest kluczowe w przypadku Comarch ERP XL (Hrischev & Shakev, 2022, s. 1; Russell & Norvig, 2010, s. 11). Stabilność ta jest niezbędna dla zapewnienia ciągłości pracy systemu, a także dla uniknięcia problemów technicznych, które mogłyby opóźnić proces wdrożenia systemu lub wpłynąć na jakość generowanych analiz. Implementacja zaawansowanych bibliotek do uczenia maszynowego, takich jak TensorFlow i PyTorch, jest kluczowa dla rozwoju modeli analitycznych i generowania spersonalizowanych odpowiedzi. Jak podkreśla Burkov (1999, s. 2), biblioteki te umożliwiają szybkie projektowanie i optymalizację algorytmów, co jest kluczowym elementem w tworzeniu dynamicznych rozwiązań AI. W systemach ERP, zastosowanie takich bibliotek pozwala na usprawnienie procesów analizy danych, co przekłada się na znaczne zwiększenie dokładności i szybkości podejmowania decyzji biznesowych. Wymagania systemowe uwzględniają także elastyczną architekturę oprogramowania, która umożliwia integrację nowych funkcji oraz aktualizację istniejących modułów. Russell i Norvig (2010, s. 11) podkreślają konieczność posiadania struktury umożliwiającej adaptację do zmieniających się potrzeb środowiska biznesowego. W przypadku Comarch ERP XL, elastyczność architektury pozwala na łatwiejsze wprowadzanie innowacji oraz wykorzystywanie technologii AI zgodnie z rozwojem organizacji. Technologie API (Application Programming Interface) oraz web services stanowią istotny element wymagań umożliwiający bezproblemową wymianę danych pomiędzy asystentem AI a systemem ERP. Jak pokazuje Pokala (2024, s. 3), efektywna integracja danych z różnych modułów ERP poprawia ich przetwarzanie i analizę w czasie rzeczywistym, co znacznie przyspiesza realizację zadań konsultantów ERP. Jednak bez odpowiednio zaprojektowanych protokołów komunikacyjnych, implementacja tego rozwiązania mogłaby zostać spowolniona, co negatywnie wpłynęłoby na wydajność systemu. Synchronizacja danych między asystentem AI a modułami ERP wymaga precyzji w definiowaniu protokołów komunikacyjnych. Bez odpowiednich mechanizmów synchronizacji liczba potencjalnych problemów technicznych znacząco wzrasta, co mogłoby ograniczyć efektywność wdrożenia systemu (Russell & Norvig, 2010, s. 11). Wykorzystanie technologii integrujących różnorodne struktury danych pozwala jednak na ujednolicenie informacji z wielu źródeł, co przekłada się na większą spójność analiz generowanych przez system (Pokala, 2024, s. 3). Wymogi dotyczące bezpieczeństwa danych są kluczowym aspektem w projektowaniu asystenta AI. Ochrona wrażliwych informacji, poprzez zastosowanie zaawansowanych algorytmów szyfrowania, takich jak AES, minimalizuje potencjalne ryzyko wynikające z nieautoryzowanego dostępu. Narne (2022, s. 1) podkreśla, że szyfrowanie na poziomie infrastruktury i aplikacji stanowi podstawowy warunek bezpiecznego działania systemu. Dodatkowo, wprowadzenie wielopoziomowego uwierzytelniania użytkowników oraz kontroli dostępu ogranicza ryzyko naruszeń danych, co jest niezbędne w przypadku dużych organizacji wykorzystujących zaawansowane systemy ERP (Narne, 2022, s. 1). Wymagane są także systemy monitorowania zagrożeń oraz firewalle, które muszą być zintegrowane z platformą AI. Jak podkreśla Pokala (2024, s. 5), umożliwiają one ochronę danych w czasie rzeczywistym, co pozwala na szybką reakcję na potencjalne incydenty bezpieczeństwa. Bez wdrożenia takich technologii niemożliwe byłoby zapewnienie, że system ERP działa w zgodzie z najlepszymi praktykami w zakresie ochrony danych. Infrastruktura systemu musi być zaprojektowana z uwzględnieniem możliwości skalowania, co pozwala na obsługę rosnącej liczby użytkowników oraz zwiększającej się ilości danych. Hrischev i Shakev (2022, s. 1) wskazują, że dynamiczne dostosowanie infrastruktury do zmieniających się potrzeb organizacji gwarantuje jej niezawodne działanie. Rozwiązania chmurowe, takie jak SaaS, wspierają tę skalowalność, umożliwiając elastyczne zarządzanie zasobami obliczeniowymi i przestrzenią danych (Pokala, 2024, s. 2). Zastosowanie takich technologii zwiększa wydajność systemu i pozwala na dynamiczne dopasowanie jego funkcji do wymagań użytkowników. Ważnym elementem projektowania systemu jest zapewnienie odpowiedniej wydajności infrastruktury sieciowej. Hrischev i Shakev (2022, s. 1) podkreślają, że niskie opóźnienia w przetwarzaniu danych są kluczowe dla funkcjonowania systemów w czasie rzeczywistym. Niedostosowanie infrastruktury sieciowej mogłoby prowadzić do przestojów w pracy systemu, co wpłynęłoby negatywnie na efektywność wdrożeń ERP. Moduły NLP, zdolne do przetwarzania tekstów w wielu językach, umożliwiają użytkownikom operowanie w ich rodzimym języku, co zwiększa dostępność systemu oraz jego użyteczność. Burkov (1999, s. 1) wskazuje, że jest to szczególnie istotne w międzynarodowych organizacjach, gdzie różnorodność językowa może stanowić wyzwanie w adaptacji systemu. Mechanizmy analizy semantycznej w NLP są dodatkowo kluczowe dla precyzyjnego rozumienia kontekstu zapytań użytkowników oraz dostarczania spersonalizowanych odpowiedzi (Pokala, 2024, s. 5). Aby zapewnić wysoką relevancję odpowiedzi, implementacja NLP powinna wspierać tworzenie modeli językowych opartych na danych historycznych organizacji (Burkov, 1999, s. 1; Pokala, 2024, s. 5). Proces ten zwiększa skuteczność operacji, jednocześnie dostosowując się do specyficznych potrzeb organizacji. Podsumowując, wymagania systemowe dla asystenta AI są złożone, a ich spełnienie ma kluczowe znaczenie dla efektywnego wdrażania technologii AI w systemach ERP, takich jak Comarch ERP XL.

### **4.1.2 Moduły funkcjonalne**

Moduł analizy danych i wnioskowania pełni kluczową funkcję w wspieraniu procesu wdrożeniowego systemów klasy ERP, ponieważ umożliwia identyfikację wzorców w dużych zbiorach danych oraz przewidywanie potencjalnych ryzyk. Wykorzystanie algorytmów analizy predykcyjnej i uczenia maszynowego pozwala na analizowanie danych historycznych i bieżących, co stwarza możliwość wskazywania działań zapobiegawczych. W kontekście wsparcia konsultantów ERP, takie funkcjonalności pozwalają na szybsze podejmowanie decyzji biznesowych, co jest szczególnie istotne w dynamicznych środowiskach operacyjnych. Na przykład w procesach planowania zasobów moduł ten oferuje zaawansowane analizy, które optymalizują dostępność zasobów organizacyjnych oraz poprawiają efektywność operacyjną (Narne, 2022, s. 1; Pokala, 2024, s. 4). Kluczowym wyzwaniem pozostaje jednak integracja danych z różnych źródeł, takich jak moduły HR, finansowe czy łańcucha dostaw, aby zapewnić użytkownikom kompleksowe i spójne rekomendacje. Ponadto, personalizacja rekomendacji w oparciu o potrzeby projektu wdrożeniowego wymaga zastosowania zaawansowanych technik wnioskowania, co wiąże się z koniecznością stałego rozwijania modeli analitycznych, aby były zgodne z dynamicznymi wymaganiami biznesowymi (Szelągowski et al., 2023, s. 4). Moduł wyszukiwania informacji oparty na technologii Retrieval-Augmented Generation (RAG) umożliwia precyzyjne i szybkie odpowiadanie na zapytania użytkowników, co stanowi istotną pomoc dla konsultantów ERP. Mechanizm ten opiera się na przeszukiwaniu obszernej bazy wiedzy, wykorzystując algorytmy przetwarzania języka naturalnego (NLP), dzięki czemu wyniki dostarczane są w czasie rzeczywistym. Skraca to czas, który konsultanci muszą poświęcić na analizowanie dokumentacji, co bezpośrednio wpływa na ich efektywność (Żulicki, 2022, s. X; Shah, Muralidhar i Fort, 2024, s. 31). Wdrożenie tego modułu wymaga jednak zaawansowanej integracji z systemem ERP, która umożliwia dynamiczne ujednolicanie danych z różnych źródeł, co zwiększa ich spójność i rzetelność (Szelągowski et al., 2023, s. 4). Dodatkowo, technologia RAG wspiera podejmowanie decyzji przez dostarczanie kontekstowych odpowiedzi, co jest szczególnie istotne w przypadku złożoności projektów wdrożeniowych ERP (Pokala, 2024, s. 4). Jednak rozwój i utrzymanie takiego modułu wiążą się z koniecznością stałej aktualizacji oraz monitorowania jakości bazy danych, aby zapewnić wysoką skuteczność i niezawodność systemu. Moduł zarządzania dokumentacją jest zaprojektowany w celu automatyzacji procesu tworzenia i aktualizacji dokumentacji projektowej, co znacząco redukuje czas oraz minimalizuje ryzyko błędów ludzkich. Funkcjonalności obejmują automatyczne generowanie raportów projektowych oraz protokołów integracyjnych, które mogą być bezpośrednio dostosowane do potrzeb użytkowników (Walicka i Czemiel-Grzybowska, 2023, s. 1). Wykorzystanie przetwarzania języka naturalnego (NLP) w tym module pozwala na tworzenie spójnych i czytelnych instrukcji użytkowania systemu ERP, co zwiększa efektywność pracy konsultantów ERP (Pokala, 2024, s. 5). Dokumentacja wspiera również procesy audytowe, umożliwiając łatwe śledzenie postępów wdrożeniowych, co zwiększa przejrzystość działań (Żulicki, 2022, s. X). Ponadto, automatyczne organizowanie oraz przechowywanie dokumentacji ułatwia dostęp do kluczowych danych i poprawia współpracę między członkami zespołu wdrożeniowego (Walicka i Czemiel-Grzybowska, 2023, s. 8). Główne wyzwanie w tym obszarze stanowi dostosowanie modułu do specyficznych wymagań klientów oraz zróżnicowanych procesów, co może wymagać dodatkowych zasobów technicznych. Moduł personalizacji interfejsu koncentruje się na dostosowywaniu interfejsu użytkownika do indywidualnych preferencji konsultantów ERP, co nie tylko zwiększa wygodę pracy, ale także poprawia jej efektywność. Dzięki zastosowaniu NLP oraz algorytmów uczenia maszynowego możliwe jest dynamiczne analizowanie zachowań użytkowników, co pozwala na automatyczną priorytetyzację funkcji najbardziej istotnych dla wykonywanych zadań (Narne, 2022, s. 1). Intuicyjny interfejs wspiera również adaptację użytkowników do nowych technologii, co jest szczególnie ważne w projektach wdrożeniowych ERP, gdzie złożoność systemu może być wyzwaniem (Pokala, 2024, s. 5). Uwzględnienie aspektów wizualnych, takich jak elastyczność w dostosowywaniu kolorystyki i układu interfejsu, zwiększa długoterminową użyteczność systemu, szczególnie w kontekście specyficznych wymagań sektora biznesowego (Szelągowski et al., 2023, s. 7). Niemniej jednak, wdrożenie tego modułu wymaga zaawansowanego projektowania i ciągłego monitorowania, co może zwiększać koszty wdrożenia. Moduł szkoleniowy i wsparcia użytkowników odgrywa istotną rolę w procesie adaptacji użytkowników do systemu ERP, służąc jako interaktywne narzędzie edukacyjne. Jego głównym celem jest nie tylko dostarczanie odpowiedzi na pytania użytkowników, ale również prowadzenie ich przez kluczowe procesy konfiguracji i obsługi systemu. Integracja rozwiązań NLP umożliwia dopasowanie wsparcia do poziomu wiedzy użytkownika oraz jego specyficznych potrzeb, co zwiększa efektywność procesu szkoleniowego (Ryu, 2013, s. 1). Automatyczne wsparcie w czasie rzeczywistym stanowi dużą korzyść, zmniejszając obciążenie konsultantów ERP i pozwalając im skupić się na bardziej zaawansowanych zadaniach (Pokala, 2024, s. 4). Ponadto, dynamiczne materiały edukacyjne, takie jak filmy instruktażowe czy interaktywne tutoriale, przyspieszają adaptację użytkowników i zwiększają akceptację nowych technologii (Walicka i Czemiel-Grzybowska, 2023, s. 1). Główne wyzwanie w projektowaniu tego modułu polega na zapewnieniu jego dostępności dla użytkowników o różnym poziomie kompetencji technologicznych, co może wymagać różnorodnych formatów materiałów edukacyjnych. Moduł zarządzania ryzykiem został zaprojektowany, aby identyfikować potencjalne zagrożenia w czasie rzeczywistym, analizując dane historyczne oraz bieżące wskaźniki projektowe. Dzięki zastosowaniu analizy predykcyjnej możliwe jest przewidywanie kluczowych ryzyk, takich jak opóźnienia harmonogramowe czy przekroczenie budżetu projektu, co ułatwia skuteczne zarządzanie wdrożeniem ERP (Walicka i Czemiel-Grzybowska, 2023, s. 8). Moduł ten oferuje również funkcję monitorowania wskaźników oraz generowania rekomendacji, które wspierają konsultantów ERP w minimalizacji ryzyk poprzez podejmowanie działań zapobiegawczych (Żulicki, 2022, s. X). Automatyzacja procesu analizy ryzyka nie tylko zmniejsza obciążenie konsultantów, ale także zwiększa dokładność identyfikacji potencjalnych problemów, co przekłada się na większą efektywność projektów wdrożeniowych (Pokala, 2024, s. 4). Wyzwaniem związanym z wdrożeniem takiego modułu jest konieczność systematycznego aktualizowania algorytmów oraz precyzyjna kalibracja narzędzi analitycznych w zależności od specyfiki projektów. Podsumowując, funkcjonalne moduły asystenta AI wspierające procesy wdrożeniowe ERP, takie jak analiza danych, wyszukiwanie informacji, zarządzanie dokumentacją, personalizacja interfejsu, moduły szkoleniowe oraz zarządzanie ryzykiem, stanowią istotny element transformacji cyfrowej w kontekście wdrażania zaawansowanych systemów ERP. Ich odpowiednie zaprojektowanie i integracja wymagają jednak systematycznego rozwoju oraz zaawansowanych zasobów technicznych.

### **4.1.3 Interfejsy użytkownika**

Projektowanie intuicyjnych i prostych w obsłudze interfejsów użytkownika jest kluczowe w kontekście pracy konsultantów ERP, którzy często działają pod presją czasu oraz muszą szybko reagować na dynamicznie zmieniające się potrzeby organizacji. Kluczowym aspektem jest zapewnienie łatwego dostępu do najważniejszych funkcji systemu, takich jak analiza danych czy generowanie raportów, które wspierają realizację zadań w sposób efektywny i uporządkowany. Badania Pokala (2024, s. 4) wskazują, że przystępność interfejsów zwiększa akceptację systemów przez użytkowników końcowych, co skraca czas adaptacji i wdrożenia. Uwzględnienie funkcji automatyzacji podstawowych działań, takich jak eksport danych czy generowanie wykresów, może znacząco odciążyć konsultantów ERP. Takie mechanizmy nie tylko wspierają efektywność operacyjną, ale także umożliwiają bardziej efektywne wykorzystanie czasu, zwłaszcza w złożonych środowiskach ERP. Automatyzacja rutynowych zadań minimalizuje ryzyko błędów ludzkich i redukuje konieczność ręcznego wykonywania powtarzalnych czynności, co wpływa na optymalizację procesów operacyjnych. Stosowanie wizualnych elementów graficznych w interfejsach, takich jak intuicyjne ikony czy widżety, stanowi istotny element projektowania, który zwiększa przejrzystość systemu. Na przykład graficzne wskaźniki kluczowych metryk umożliwiają użytkownikom szybkie monitorowanie wyników biznesowych, co jest szczególnie cenne dla menadżerów odpowiedzialnych za strategiczne decyzje operacyjne (Szelągowski et al., 2023, s. 7). Takie rozwiązania wspierają szybsze przyswajanie funkcjonalności interfejsu oraz ułatwiają pracę użytkownikom o różnym poziomie zaawansowania technologicznego. Zastosowanie technologii przetwarzania języka naturalnego (NLP) w interfejsach użytkownika wprowadza nowy poziom interakcji, umożliwiając konsultantom ERP komunikację w języku naturalnym. Dzięki temu ogranicza się konieczność znajomości specyficznych komend technicznych, co zwiększa dostępność systemu dla szerszego grona użytkowników. Technologia NLP pozwala jednocześnie na wdrożenie mechanizmów wyszukiwania i generowania odpowiedzi w czasie rzeczywistym, wspierając tym samym procesy decyzyjne w organizacjach (Pokala, 2024, s. 5). Na przykład, system może automatycznie dostarczać odpowiedzi na pytania dotyczące specyfikacji finansowych lub danych projektowych, co znacząco wspiera precyzję i efektywność operacyjną (Chang i Pflugfelder, 2024, s. 3). Integracja NLP w interfejsie użytkownika umożliwia także personalizację wyników wyszukiwania, co pozwala użytkownikom na uzyskanie bardziej precyzyjnych i dostosowanych odpowiedzi. Personalizacja jest szczególnie istotna w kontekście konsultantów ERP, którzy potrzebują specyficznych informacji w zależności od kontekstu operacyjnego i charakterystyki wdrażanych projektów (Pokala, 2024, s. 5). Dzięki takim rozwiązaniom zwiększa się efektywność pracy oraz skraca czas realizacji zapytań. Projektowanie z uwzględnieniem personalizacji interfejsów wspiera dostosowanie funkcjonalności do specyficznych wymagań konsultantów ERP. Systemy mogą automatycznie dostosowywać widoczne moduły i funkcje w zależności od ról użytkowników, co optymalizuje ich doświadczenie i zwiększa ergonomię pracy. Uwzględnienie aspektów wizualnych, takich jak preferencje kolorystyczne czy układ grafiki, również poprawia odbiór interfejsu, co jest szczególnie ważne w złożonych środowiskach ERP (Szelągowski et al., 2023, s. 7). Algorytmy uczenia maszynowego w systemach ERP umożliwiają dynamiczne dostosowywanie interfejsów do zmieniających się potrzeb użytkowników, co jest istotne w kontekście wdrożeń ERP wymagających dużej elastyczności. Personalizacja wspierana technologią NLP dodatkowo zwiększa satysfakcję użytkowników oraz przyspiesza wdrożenie systemów ERP. Według danych Pokala (2024, s. 5), wskaźnik adopcji systemów wzrasta o 52% dzięki takim zaawansowanym funkcjonalnościom, co potwierdza ich znaczenie w usprawnianiu procesów wdrożeniowych. Interfejs użytkownika powinien również zapewniać możliwość łatwej nawigacji między różnymi modułami systemu, takimi jak analiza danych, zarządzanie dokumentacją czy monitorowanie ryzyka. Klarowna struktura nawigacyjna eliminuje konieczność poszukiwania danych w wielu źródłach jednocześnie, co zwiększa efektywność operacyjną. Mechanizmy wspierające wielozadaniowość, takie jak możliwość otwierania kilku modułów jednocześnie, pozwalają konsultantom ERP na szybsze zarządzanie swoimi obowiązkami, co jest szczególnie użyteczne w złożonych projektach wdrożeniowych (Pokala, 2024, s. 4). Wsparcie w czasie rzeczywistym może obejmować automatyczne generowanie podpowiedzi kontekstowych, które pomagają użytkownikowi w optymalnym wykorzystaniu funkcji systemu. Na przykład system może sugerować konsultantom ERP kolejne kroki bazujące na analizie bieżących danych projektowych (Pokala, 2024, s. 4). Takie mechanizmy nie tylko zwiększają wydajność pracy, ale także minimalizują ryzyko popełnienia błędów w trakcie realizacji zadań. Przejrzystość i łatwość obsługi interfejsów opartych na technologii Retrieval-Augmented Generation (RAG) mają kluczowe znaczenie dla wsparcia konsultantów ERP w ich codziennych obowiązkach. Intuicyjne mechanizmy nawigacyjne umożliwiają łatwiejsze i szybsze pozyskanie kluczowych informacji, co wpływa na zwiększenie produktywności (Pokala, 2024, s. 4; Hofmann, 2021, s. 22). Implementacja systemów RAG pozwala również na efektywne przetwarzanie dużych ilości danych i generowanie odpowiedzi uwzględniających specyficzne potrzeby użytkowników, co czyni je szczególnie użytecznymi w złożonych środowiskach ERP. Wspieranie konsultantów ERP poprzez nowoczesne interfejsy użytkownika staje się również możliwe dzięki integracji technologii w czasie rzeczywistym z zaawansowanymi funkcjami monitoringu. Narzędzia takie jak automatyczne raportowanie oraz zautomatyzowana analiza danych mogą wspierać transparentność operacji wdrożeniowych. Walicka i Czemiel-Grzybowska (2023, s. 8) podkreślają, że nowoczesne mechanizmy oparte na algorytmach analitycznych nie tylko wspierają dynamiczne zarządzanie ryzykiem, ale także gwarantują większą zgodność z regulacjami branżowymi i operacyjnymi w kontekście procesów wdrożeniowych ERP. Wynika z tego konieczność zaawansowanego projektowania interfejsów, które łączą wydajność narzędzi operacyjnych z przejrzystością dla użytkownika końcowego. Projektowanie interfejsu użytkownika z uwzględnieniem personalizacji oraz elastyczności narzędzi wspiera optymalizację codziennej pracy użytkowników końcowych. Rozwiązania skoncentrowane na potrzebach użytkownika, takie jak intuicyjne zarządzanie modułami, pozwalają na skrócenie czasu realizacji procesów wdrożeniowych, co bezpośrednio przekłada się na większą efektywność operacyjną (Hofmann, 2021, s. 22). Bezpieczeństwo danych w interfejsach użytkownika pozostaje jednak priorytetem, ponieważ ochrona informacji w czasie rzeczywistym oraz odpowiednie narzędzia do monitorowania aktywności użytkownika zapewniają zgodność z przepisami ochrony danych, takimi jak RODO (Narne, 2022, s. 1). Interfejs użytkownika powinien również uwzględniać funkcjonalności nadzoru i raportowania dla administratorów systemu. Takie funkcje zwiększają przejrzystość działań oraz zmniejszają operacyjne ryzyko organizacji poprzez kontrolę dostępu do krytycznych modułów i danych. Tego typu zintegrowane podejście projektowe zapewnia użytkownikom końcowym większy komfort pracy, jednocześnie wspierając administratorów w efektywnym zarządzaniu systemem ERP (Nieścior, 2024, s. 126). Podsumowując, odpowiednio zaprojektowane interfejsy użytkownika w systemach ERP, wspierane technologiami NLP i RAG, nie tylko zwiększają efektywność pracy konsultantów, ale także przyspieszają akceptację systemów w organizacjach. Zastosowanie intuicyjnych i personalizowanych rozwiązań pomaga w efektywnej realizacji zadań, wspierając transformację cyfrową w przedsiębiorstwach.

## **4.2 Architektura rozwiązania**

Architektura rozwiązania stanowi fundament dla efektywnego wdrażania asystenta AI w systemach ERP, jak Comarch ERP XL. W kolejnych częściach omówione zostaną kluczowe komponenty systemu, ich integracja oraz znaczenie w kontekście bezpieczeństwa danych. Te aspekty są niezbędne do zrozumienia, jak zaawansowane technologie mogą wspierać transformację cyfrową w organizacjach, zapewniając jednocześnie stabilność i efektywność operacyjną. Dalsze rozważania skoncentrują się na tym, w jaki sposób odpowiednia architektura wpływa na sukces implementacji i codzienne funkcjonowanie systemów ERP.

### **4.2.1 Komponenty systemu**

Komponenty systemu asystenta AI, wspierającego wdrożenia systemów klasy ERP, opierają się na zaawansowanych technologiach, które umożliwiają skuteczne wspieranie procesów biznesowych. Jednym z kluczowych komponentów są moduły analizy predykcyjnej, które wykorzystują algorytmy uczenia maszynowego do identyfikacji trendów w danych historycznych. Dzięki temu przedsiębiorstwa mogą podejmować bardziej świadome decyzje strategiczne, co przekłada się na precyzyjniejsze planowanie operacyjne. Analizy predykcyjne pozwalają również na modelowanie różnych scenariuszy biznesowych, co zwiększa zdolność organizacji do adaptacji w zmieniającym się otoczeniu rynkowym (Narne, 2022, s. 1; Pokala, 2024, s. 4). Takie podejście staje się szczególnie istotne w kontekście prognozowania zapotrzebowania na zasoby, umożliwiając lepsze dostosowanie procesów biznesowych do aktualnych warunków (Aghion, Jones i Jones, 2017, s. 3). Wdrażanie takich rozwiązań może jednak napotykać na trudności związane z integracją danych z różnych źródeł i koniecznością stałego doskonalenia algorytmów. W systemach ERP, moduły analizy danych wspierane przez sztuczną inteligencję minimalizują ryzyko podejmowania błędnych decyzji, dzięki zastosowaniu mechanizmów automatycznego wykrywania anomalii i analizy wielowymiarowej danych w czasie rzeczywistym. Na przykład precyzyjniejsze prognozowanie zapotrzebowania na zasoby wpływa na redukcję kosztów operacyjnych (Pokala, 2024, s. 4; Trinkl et al., 2024, s. 13). Jednocześnie dynamiczne dostosowanie procesów do zmieniających się warunków rynkowych, wspierane przez analizę predykcyjną, stanowi kluczowy czynnik konkurencyjności organizacji do 2030 roku (Trinkl et al., 2024, s. 14). W kontekście wykorzystania sztucznej inteligencji do optymalizacji funkcjonalności systemów ERP warto zauważyć, że technologie takie jak SAP Business Technology Platform (BTP) oferują usługi chmurowe z zintegrowanymi narzędziami AI, umożliwiając organizacjom osiągnięcie znacznych oszczędności operacyjnych (Hrischev i Shakev, 2022, s. 1). Warto jednak zauważyć, że skuteczność tych technologii w znacznym stopniu zależy od jakości danych wejściowych oraz sprawności integracji analityki z codziennymi operacjami przedsiębiorstwa. Technologia Retrieval-Augmented Generation (RAG) stanowi jedno z najistotniejszych narzędzi wsparcia konsultantów ERP, umożliwiając szybki dostęp do kluczowych informacji poprzez wyszukiwanie danych w czasie rzeczywistym. Funkcjonalność ta pozwala na znaczną redukcję czasu analizy dokumentów, co przekłada się na efektywność operacyjną organizacji (Pokala, 2024, s. 4; Żulicki, 2022, s. X). Wdrożenie technologii RAG wymaga jednak zaawansowanego przetwarzania języka naturalnego (NLP), co pozwala użytkownikom na formułowanie zapytań w języku naturalnym, eliminując konieczność posiadania specjalistycznej wiedzy technicznej (Chang i Pflugfelder, 2024, s. 3; Shah, Muralidhar i Fort, 2024, s. 31). Choć technologia ta znacząco zwiększa dostępność systemów ERP, utrzymanie spójności i aktualności baz danych pozostaje kluczowym wyzwaniem dla jej skutecznego działania. Dodatkowo, inteligentne rozwiązania oparte na AI, takie jak w technologii RAG, wykorzystują umiejętności analityczne i logiczne rozwijane w ramach głębokiego uczenia (Hrischev i Shakev, 2022, s. 1), co czyni je bardziej wszechstronnymi i skutecznymi w zastosowaniach biznesowych. Integracja technologii RAG z modułami ERP pozwala na automatyzację rutynowych zadań związanych z wyszukiwaniem informacji. Przykładem może być system Comarch ERP XL, gdzie generowanie odpowiedzi i wyszukiwanie danych odbywa się w ciągu kilku sekund (Shah, Muralidhar i Fort, 2024, s. 31; Koppikar et al., 2024, s. 5). Proces ten nie tylko redukuje koszty operacyjne, ale także zwiększa produktywność konsultantów ERP. Istotnym aspektem tej technologii jest także możliwość integracji danych pochodzących z różnych modułów systemu ERP, co umożliwia uzyskanie pełniejszego obrazu działań organizacji. W przypadku złożonych projektów wdrożeniowych podejście to znacząco usprawnia proces decyzyjny (Szelągowski et al., 2023, s. 4). Z drugiej strony, integracja taka wymaga zaawansowanych mechanizmów standaryzacji danych, bez których efektywna współpraca różnych modułów może być utrudniona. Moduły przetwarzania języka naturalnego (NLP) odgrywają kluczową rolę w automatyzacji procesów dokumentacyjnych w systemach ERP. Przykładem może być generowanie raportów czy klasyfikacja danych, co nie tylko zwiększa dokładność, ale także redukuje czas operacji (Narne, 2022, s. 1). Oprócz tego, personalizacja interakcji użytkownika z systemem, wspierana technologią NLP, umożliwia automatyczne dostosowywanie odpowiedzi do specyficznych potrzeb użytkownika. Takie rozwiązania zarówno zwiększają dostępność systemów ERP dla nowych użytkowników, jak i wspierają organizacje w ich transformacji cyfrowej (Pokala, 2024, s. 5). Niemniej jednak, wdrażanie NLP wymaga zaawansowanego projektowania, integracji, a także systematycznej aktualizacji modeli analitycznych, co wiąże się z dodatkowymi wyzwaniami technologicznymi i kosztowymi. Rozwój NLP, jako obszaru integracji sztucznej inteligencji, obejmuje także wykorzystanie sieci neuronowych i algorytmów głębokiego uczenia, które umożliwiają precyzyjne dopasowanie do potrzeb organizacji (Hrischev i Shakev, 2022, s. 2). Funkcjonalności przetwarzania języka naturalnego umożliwiają również bardziej precyzyjną analizę danych tekstowych, co jest szczególnie ważne w sektorach wymagających dużej ilości raportów, takich jak finanse czy logistyka (Pokala, 2024, s. 4; Dziembek et al., 2019, s. 4). Wdrożenie takich rozwiązań wspiera procesy szkoleniowe, udostępniając w czasie rzeczywistym spersonalizowane odpowiedzi, co zmniejsza zapotrzebowanie na zewnętrzne wsparcie konsultantów podczas wdrożeń ERP (Dziembek et al., 2019, s. 3). Warto jednak zauważyć, że skuteczność tych funkcjonalności w bezpośredni sposób zależy od odpowiedniego zaimplementowania mechanizmów analizy semantycznej oraz ich adaptacji do specyfiki danej organizacji. Moduł automatyzacji procesów przyczynia się do znacznej redukcji błędów ludzkich, uwalniając zasoby do realizacji zadań strategicznych, takich jak analiza finansowa czy monitorowanie stanów magazynowych (Narne, 2022, s. 1; Trinkl et al., 2024, s. 13). Automatyzacja procesów wspierana przez AI pozwala na dynamiczne dostosowywanie działań do zmieniających się warunków rynkowych. Jako przykład można podać zarządzanie zapasami, gdzie AI analizuje dane w czasie rzeczywistym i sugeruje optymalne rozwiązania (Pokala, 2024, s. 4; Narne, 2022, s. 1). Pomimo oczywistych korzyści, wdrożenie automatyzacji procesów wymaga dogłębnej analizy kosztów i korzyści, a także starannego planowania, aby uniknąć potencjalnych przeszkód związanych z implementacją takich rozwiązań. Mechanizmy zarządzania ryzykiem są kolejnym istotnym komponentem systemu, umożliwiającym analizowanie kluczowych wskaźników projektu oraz przewidywanie potencjalnych zagrożeń. Dane historyczne pozwalają na opracowanie skuteczniejszych strategii reakcji na ewentualne problemy, co zwiększa efektywność realizacji projektów ERP (Walicka i Czemiel-Grzybowska, 2023, s. 8). Dzięki integracji AI możliwe jest także precyzyjne wdrażanie działań zapobiegawczych, co minimalizuje ryzyko wystąpienia krytycznych sytuacji w trakcie wdrożeń ERP (Żulicki, 2022, s. X; Pokala, 2024, s. 4). Niemniej jednak, personalizacja modułów zarządzania ryzykiem i ich dostosowanie do potrzeb organizacji wymaga zaawansowanego projektowania oraz regularnej aktualizacji w odpowiedzi na zmieniające się otoczenie biznesowe. Podsumowując, komponenty tworzące system asystenta AI wspierającego wdrożenia ERP obejmują wiele zaawansowanych rozwiązań technologicznych, takich jak analiza predykcyjna, NLP, RAG, automatyzacja procesów oraz zarządzanie ryzykiem. Każdy z tych elementów przyczynia się do poprawy efektywności operacyjnej organizacji, jednocześnie napotykając na różnorodne wyzwania związane z ich wdrożeniem i integracją.

### **4.2.2 Integracja z Comarch ERP XL**

Integracja asystenta AI z systemem Comarch ERP XL wymaga zaprojektowania zaawansowanej architektury systemu, która umożliwi komunikację w czasie rzeczywistym pomiędzy różnymi modułami ERP a funkcjonalnościami sztucznej inteligencji. Proces ten opiera się na wykorzystaniu technologii takich jak API i web services, które pozwalają na płynną wymianę danych i synchronizację działań między systemem ERP a asystentem AI. W tym kontekście kluczowe znaczenie ma precyzyjne definiowanie interfejsów oraz mechanizmów wymiany informacji, co pozwala na minimalizację ryzyka powstawania zakłóceń w procesach operacyjnych (Russell & Norvig, 2010, s. 11). Jednocześnie należy zauważyć, że tworzenie takich architektur wymaga zarówno dostosowania technologii do specyfikacji systemu ERP, jak i stworzenia mechanizmów, które umożliwią elastyczną rozbudowę w odpowiedzi na zmieniające się potrzeby biznesowe. Uwzględnienie specyficznych funkcji Comarch ERP XL, takich jak szybkie przeszukiwanie danych czy automatyzacja generowania raportów, jest kluczowe dla dostosowania modułów asystenta AI do unikalnych wymagań tego systemu. Dzięki takim funkcjonalnościom konsultanci ERP mogą znacząco skrócić czas analiz, co zwiększa efektywność i precyzję działań, szczególnie w przypadku skomplikowanych projektów wdrożeniowych. Z tego względu niezbędne jest dokonanie dokładnej analizy wymagań systemu, aby zaprojektować rozwiązania, które w pełni wspierają procesy operacyjne w dynamicznych środowiskach biznesowych (Pokala, 2024, s. 4). Pominięcie tego etapu mogłoby skutkować niedopasowaniem funkcjonalności asystenta do rzeczywistych potrzeb użytkowników, co z kolei obniżyłoby efektywność jego zastosowania. Zgodność pomiędzy strukturą baz danych Comarch ERP XL a mechanizmami analizy danych asystenta AI jest kolejnym kluczowym aspektem procesu integracyjnego. Harmonizacja tych struktur pozwala na eliminację błędów operacyjnych wynikających z różnic w sposobach przechowywania danych oraz ich interpretacji. Predykcja oraz profilowanie danych, które stanowią istotne elementy analityki wspieranej przez AI, mogą być zoptymalizowane jedynie przy ścisłym dopasowaniu architektury danych. Efektywność tego procesu wymaga jednak dogłębnego zrozumienia zarówno technicznych szczegółów systemu ERP, jak i sposobu, w jaki asystent AI przetwarza dane (Russell & Norvig, 2010, s. 11). Testowanie prototypowego połączenia asystenta AI z systemem Comarch ERP XL w środowisku symulacyjnym stanowi istotny element procesu wdrożeniowego. Tego rodzaju podejście pozwala na wczesne zidentyfikowanie potencjalnych problemów technicznych oraz optymalizację rozwiązań przed ich pełnym zastosowaniem w środowisku produkcyjnym. Zastosowanie metod iteracyjnych podczas testów umożliwia szybkie wprowadzanie poprawek oraz analizowanie wpływu tych zmian na funkcjonalność systemu. Taka metodyka minimalizuje ryzyko poważnych zakłóceń, które mogłyby wystąpić w trakcie rzeczywistej pracy systemu (Pokala, 2024, s. 5). Niemniej jednak, skuteczność testowania zależy od precyzyjnego odwzorowania rzeczywistych warunków użytkowania, co stanowi jedno z podstawowych wyzwań tego etapu. Bezpieczeństwo danych podczas wymiany informacji między asystentem AI a Comarch ERP XL jest priorytetowym obszarem w procesie integracji. Zastosowanie zaawansowanych technologii szyfrowania, ochrony przeciwwłamaniowej oraz monitorowania aktywności systemu jest niezbędne, aby zapobiec potencjalnym wyciekom danych i cyberatakom. Szczególną uwagę należy zwrócić na ochronę danych wrażliwych, takich jak informacje finansowe czy personalne, które są kluczowe dla wielu procesów operacyjnych (Narne, 2022, s. 1). Równocześnie wymogi wynikające z przepisów dotyczących ochrony danych, takich jak RODO, wymuszają stosowanie metod anonimizacji oraz minimalizacji przetwarzanych danych, co zwiększa zaufanie użytkowników do integracji (Nieścior, 2024, s. 126). Integracja technologii takich jak Retrieval-Augmented Generation (RAG) pozwala na generowanie odpowiedzi na pytania użytkowników w czasie rzeczywistym, co znacząco poprawia efektywność działań konsultantów ERP. Dzięki możliwości przetwarzania danych zgromadzonych w modułach finansowych czy zarządzania zasobami ludzkimi Comarch ERP XL, funkcjonalności oparte na RAG umożliwiają użytkownikom uzyskanie dokładnych i natychmiastowych odpowiedzi na ich zapytania. Jednakże zaimplementowanie takich rozwiązań wymaga precyzyjnej integracji oraz regularnego aktualizowania baz danych, aby zapewnić ich spójność i aktualność (Pokala, 2024, s. 4). Wprowadzenie personalizacji funkcjonalności asystenta AI w Comarch ERP XL zwiększa intuicyjność systemu oraz jego użyteczność w codziennych operacjach. Oparta na algorytmach NLP personalizacja umożliwia dostosowanie wyników wyszukiwania oraz informacji do indywidualnych potrzeb użytkowników. Takie podejście nie tylko wspiera szybsze i bardziej efektywne wykonywanie zadań, ale także zwiększa akceptację systemów przez końcowych użytkowników (Pokala, 2024, s. 5). Proces ten jednak wymaga zaawansowanego projektowania algorytmów oraz stałego monitorowania ich działania, aby odpowiadały na zmieniające się potrzeby organizacji. Rozwiązania zintegrowane z Comarch ERP XL, takie jak funkcje dynamicznego generowania dokumentacji projektowej, wspierają oszczędność czasu konsultantów oraz poprawę precyzji raportów. Wykorzystanie technologii RAG umożliwia automatyzację procesu tworzenia dokumentów, takich jak raporty czy analizy kluczowych wskaźników wydajności. Warto jednak zauważyć, że wdrażanie takich rozwiązań wiąże się z koniecznością adaptacji do specyficznych wymagań klientów, co może wymagać dodatkowych zasobów technicznych (Żulicki, 2022, s. X). Dynamiczne monitorowanie wskaźników projektowych oraz proponowanie działań prewencyjnych przez moduły AI wspierają efektywne zarządzanie ryzykiem w projektach wdrożeniowych ERP. Dzięki tej funkcjonalności możliwe jest wczesne wykrywanie potencjalnych zagrożeń, co pozwala na wdrażanie środków zaradczych, takich jak modyfikacje harmonogramów czy priorytetów zadań (Walicka i Czemiel-Grzybowska, 2023, s. 8). Takie podejście poprawia skuteczność realizacji projektów, ale jednocześnie wymaga stałej aktualizacji narzędzi i systematycznego monitorowania ich efektywności. Automatyzacja procesów związanych z konfiguracją systemu i migracją danych stanowi istotny element integracji asystenta AI z Comarch ERP XL. Automatyczne oczyszczanie i mapowanie baz danych redukuje ryzyko błędów, które mogłyby znacząco wpłynąć na harmonogram wdrożenia. Takie podejście, choć wymagające zaawansowanego projektowania oraz dostosowania istniejącej infrastruktury, przyczynia się do zwiększenia efektywności operacyjnej (Narne, 2022, s. 1). Niemniej jednak, skuteczność tych działań w dużej mierze zależy od jakości danych wejściowych oraz sprawności zarządzania całym procesem wdrożeniowym. W kontekście integracji AI z systemem Comarch ERP XL szczególne znaczenie mają wnioski wynikające z badań nad barierami wdrożenia systemów ERP w sektorze MŚP. Zidentyfikowano, że koszt programu był najistotniejszą barierą dla 63% przedsiębiorstw, a brak świadomości wagi systemu ERP był powodem niebrania tego rozwiązania pod uwagę przez 44% firm (Fokczyński, 2023, s. 52-53). Jednocześnie zauważono, że możliwość wydajniejszej pracy była kluczowym czynnikiem wdrożenia systemu ERP dla 67% badanych organizacji (Fokczyński, 2023, s. 52). Tego rodzaju dane podkreślają konieczność dostosowania rozwiązań AI w sposób, który nie tylko minimalizuje koszty wdrożeniowe, ale również zwiększa świadomość korzyści wynikających z zastosowania systemów ERP. Podsumowując, integracja asystenta AI z Comarch ERP XL wymaga starannego planowania, zaawansowanych technologii oraz dokładnego dostosowania funkcji do specyficznych wymagań systemu. Proces ten oferuje istotne korzyści w zakresie automatyzacji i efektywności operacyjnej, jednocześnie stawiając wiele wyzwań technicznych i organizacyjnych.

### **4.2.3 Bezpieczeństwo danych**

Bezpieczeństwo danych w systemach wspierających wdrożenia ERP, opartych na technologii Retrieval-Augmented Generation (RAG), wymaga zastosowania zaawansowanych form ochrony informacji. Jednym z kluczowych elementów tej ochrony jest szyfrowanie end-to-end, które minimalizuje ryzyko przechwycenia danych przez osoby nieuprawnione podczas ich przesyłania. Efektywność tego rozwiązania zależy jednak nie tylko od zastosowania odpowiednich algorytmów szyfrowania, lecz także od ich zgodności z wymogami regulacyjnymi, szczególnie w sektorach takich jak finanse czy ochrona zdrowia. Badania Bruckhaus (2024, s. 3) podkreślają, że szyfrowanie musi być wspierane dodatkowymi warstwami ochrony, takimi jak autoryzacja wieloskładnikowa, która ogranicza dostęp do danych wyłącznie dla osób posiadających odpowiednie uprawnienia. Jednak wdrożenie takich mechanizmów często wiąże się z wyzwaniami technologicznymi i organizacyjnymi, w tym wymogiem integracji z istniejącymi systemami bezpieczeństwa. Mechanizmy anonimizacji danych stanowią kolejne istotne rozwiązanie w kontekście ochrony informacji wrażliwych, takich jak dane finansowe czy osobowe. Anonimizacja może obejmować techniki maskowania lub pseudonimizacji, które pozwalają na wykorzystanie danych do analiz, jednocześnie minimalizując ryzyko ujawnienia tożsamości użytkowników. Bruckhaus (2024, s. 3) wskazuje, że skuteczność tych metod zależy od ich zdolności do zachowania użyteczności danych analitycznych przy jednoczesnym zapewnieniu pełnej zgodności z regulacjami prawnymi, takimi jak RODO. Wyzwaniem w tym kontekście jest zapewnienie, aby proces anonimizacji nie wpływał negatywnie na jakość i spójność generowanych raportów, co może wymagać zaawansowanego projektowania systemów analitycznych. Regularne audyty bezpieczeństwa są fundamentalnym elementem kontrolnym w systemach opartych na technologii AI, takich jak RAG. Audyty te nie tylko pozwalają na monitorowanie zgodności z regulacjami prawnymi, lecz także wspierają ocenę skuteczności zastosowanych mechanizmów ochrony danych. Transparentność procesów przetwarzania danych odgrywa kluczową rolę w budowaniu zaufania użytkowników, co jest szczególnie istotne w środowisku systemów ERP, które przetwarzają duże ilości informacji wrażliwych (Bruckhaus, 2024, s. 2; Chang i Pflugfelder, 2024, s. 3). Wyzwaniem w tym zakresie jest jednak zapewnienie pełnej przejrzystości przy jednoczesnym zachowaniu konkurencyjności technologicznej systemu, co wymaga ciągłej aktualizacji procedur audytowych. Zastosowanie systemów wykrywania anomalii może znacząco poprawić wykrywalność potencjalnych zagrożeń w środowiskach ERP. Mechanizmy te umożliwiają identyfikację nietypowych działań użytkowników lub procesów, co pozwala na szybkie reagowanie na potencjalne incydenty bezpieczeństwa. Badania Gontarza (2024, s. 10) wskazują, że systemy tego typu szczególnie efektywnie działają w połączeniu z uczeniem maszynowym, które pozwala na automatyczne dostosowywanie algorytmów do zmieniających się zagrożeń. Niemniej jednak, skuteczność tych systemów zależy od jakości danych wejściowych oraz prawidłowej konfiguracji algorytmów monitorujących, co wymaga stałej współpracy między zespołami IT i biznesowymi. Przetwarzanie danych z wielu źródeł w złożonych środowiskach ERP niesie ze sobą ryzyko rozbieżności w formatach danych. Dlatego kluczowe jest wdrożenie mechanizmów ujednolicenia danych, które zapewnią ich zgodność z wymaganiami bezpieczeństwa. Jak zauważa Nieścior (2024, s. 126), różnorodność danych może prowadzić do zwiększonej podatności systemów na naruszenia, szczególnie w sektorach silnie regulowanych. Jednocześnie wdrożenie takich mechanizmów wymaga wysokiego poziomu koordynacji między różnymi działami organizacji, w tym technicznymi, prawnymi i biznesowymi, co podkreślają również Bruckhaus (2024, s. 3) oraz Chang i Pflugfelder (2024, s. 3). Weryfikacja tożsamości użytkowników stanowi jedno z kluczowych narzędzi ochrony danych w systemach ERP wspieranych przez AI. Wdrożenie zaawansowanych technologii uwierzytelniania, takich jak biometria, może znacząco zmniejszyć ryzyko nieautoryzowanego dostępu do danych krytycznych. Jednak rozwiązania te, jak zauważa Nieścior (2024, s. 126), muszą być projektowane z uwzględnieniem zarówno użytkowalności, jak i zgodności z przepisami dotyczącymi ochrony danych. Ponadto, opór użytkowników wobec nowych technologii bezpieczeństwa może prowadzić do stosowania praktyk zagrażających integralności systemów, takich jak zapisywanie haseł w łatwo dostępnych miejscach. Zagrożenia związane z brakiem edukacji w zakresie bezpieczeństwa wymagają wprowadzenia kompleksowych programów szkoleniowych, które wyjaśnią użytkownikom korzyści wynikające z zastosowania technologii AI i procedur ochrony danych. Kuligowska et al. (2022, s. 4) oraz Pokala (2024, s. 5) podkreślają, że takie szkolenia mogą zmniejszyć opór wobec nowych rozwiązań i zwiększyć zgodność z procedurami ochrony informacji. Jednocześnie interaktywne moduły szkoleniowe wspierane przez AI pozwalają na dynamiczne dostosowywanie treści do potrzeb użytkowników, co przyczynia się do skuteczniejszej edukacji. Raportowanie incydentów bezpieczeństwa w czasie rzeczywistym, wspierane przez technologie AI, jest istotnym elementem efektywnej ochrony danych. Mechanizmy te umożliwiają szybką identyfikację i reakcję na potencjalne zagrożenia, co minimalizuje skutki ich wystąpienia. Gontarz (2024, s. 10) wskazuje, że takie narzędzia są szczególnie istotne w złożonych środowiskach ERP, gdzie każdy incydent może wpłynąć na efektywność operacyjną przedsiębiorstwa. Niemniej jednak, wdrożenie takich mechanizmów wymaga zaawansowanego projektowania oraz stałego monitorowania ich skuteczności. Transparentność zarządzania danymi musi być zapewniona poprzez projektowanie interfejsów użytkownika umożliwiających śledzenie procesów przetwarzania. Mechanizmy te pozwalają na natychmiastowy dostęp do pełnej atrybucji treści generowanych przez AI, co zwiększa zaufanie użytkowników. Chang i Pflugfelder (2024, s. 3) oraz Bruckhaus (2024, s. 2) podkreślają, że takie podejście wspiera zarówno kontrolę nad przetwarzanymi danymi, jak i zgodność z regulacjami prawnymi. Jednak projektowanie tego typu rozwiązań musi uwzględniać złożoność systemów ERP oraz ich różnorodne potrzeby użytkowników. Podsumowując, bezpieczeństwo danych w systemach wspierających wdrożenia ERP wymaga kompleksowego podejścia opartego na integracji zaawansowanych mechanizmów ochronnych, takich jak szyfrowanie, anonimizacja, audyty oraz systemy wykrywania anomalii. Zintegrowane działania na poziomie technologicznym, prawnym i edukacyjnym są kluczowe dla skuteczności tych rozwiązań, zwłaszcza w kontekście rosnących wyzwań związanych z ochroną danych.

## **4.3 Metodyka implementacji**

Przebieg skutecznego wdrożenia asystenta AI w systemach ERP, takich jak Comarch ERP XL, wymaga starannego planowania oraz skutecznego zarządzania ryzykiem, co stanowi kluczowy krok w transformacji cyfrowej organizacji. W następnych częściach omówione zostaną fundamentalne elementy, takie jak strategia implementacji, zarządzanie ryzykiem, oraz kontrola jakości, które zapewnią stabilność i efektywność operacyjną nowego systemu. To podejście umożliwi firmom maksymalizację korzyści płynących z integracji nowoczesnych technologii, jednocześnie minimalizując potencjalne zagrożenia. W kontekście całej pracy, te aspekty są kluczowe dla zrozumienia wyzwań i możliwości, jakie stwarzają innowacyjne rozwiązania w zarządzaniu przedsiębiorstwem.

### **4.3.1 Planowanie wdrożenia**

Planowanie wdrożenia asystenta AI wspierającego procesy w systemach ERP, takich jak Comarch ERP XL, wymaga rozpoczęcia od szczegółowej analizy wymagań systemowych. Proces ten obejmuje dokładne rozpoznanie zarówno potrzeb biznesowych, jak i technicznych organizacji, aby zapewnić maksymalną kompatybilność z istniejącymi systemami oraz możliwość przetwarzania dużych zbiorów danych w czasie rzeczywistym. Kluczowe znaczenie ma identyfikacja obszarów, w których asystent AI może przynieść największe korzyści, szczególnie w kontekście automatyzacji procesów i poprawy efektywności operacyjnej. W oparciu o te analizy powstaje podstawa do dalszych działań wdrożeniowych, co pozwala zminimalizować ryzyko błędów związanych z niedopasowaniem możliwości technologicznych do wymagań organizacji (Russell & Norvig, 2010, s. 11; Pokala, 2024, s. 4). Harmonogram wdrożenia powinien być elastyczny i precyzyjnie podzielony na kluczowe etapy, takie jak analiza wymagań, projektowanie architektury, implementacja prototypu, testy w środowisku symulacyjnym oraz pełna integracja z systemem ERP. Taka struktura pozwala na bieżące dostosowywanie się do zmieniających się warunków projektowych, co minimalizuje ryzyko opóźnień i zwiększa skuteczność realizacji przedsięwzięcia. Dodatkowo, monitorowanie kamieni milowych przypisanych do poszczególnych etapów umożliwia szybką identyfikację problemów i podjęcie działań naprawczych, co jest kluczowe dla dynamicznych procesów wdrożeniowych (Russell & Norvig, 2010, s. 11). Kolejnym istotnym elementem planowania jest dobór odpowiednich technologii i narzędzi niezbędnych do implementacji, takich jak przetwarzanie języka naturalnego (NLP) oraz Retrieval-Augmented Generation (RAG). Wykorzystanie tych technologii pozwala na istotną automatyzację takich procesów jak wyszukiwanie informacji czy analiza danych, co przyczynia się do skrócenia czasu potrzebnego na realizację określonych zadań. Niemniej jednak, wdrożenie tych technologii wymaga szczegółowego planowania oraz przewidywania potencjalnych wyzwań integracyjnych, takich jak kompatybilność z istniejącymi systemami informatycznymi czy potrzeba przystosowania infrastruktury do obsługi zaawansowanych algorytmów AI (Pokala, 2024, s. 4; Kuligowska et al., 2022, s. 3). Skuteczne wdrożenie asystenta AI wymaga również odpowiedniego podziału ról w zespole projektowym. Specjaliści ds. AI, konsultanci ERP oraz eksperci ds. bezpieczeństwa danych muszą współpracować, aby zapewnić płynny przebieg procesu implementacji. Kluczowe jest tutaj uwzględnienie różnorodnych perspektyw, które pozwalają na identyfikację możliwych problemów zarówno technicznych, jak i operacyjnych. Taki interdyscyplinarny zespół umożliwia nie tylko efektywne zarządzanie projektem, ale również skuteczne rozwiązywanie potencjalnych problemów organizacyjnych, co zwiększa szanse na sukces projektu (Kuligowska et al., 2022, s. 4). Wdrażając asystenta AI, należy priorytetowo traktować integrację zaawansowanych mechanizmów bezpieczeństwa, takich jak szyfrowanie danych czy kontrola dostępu. Brak odpowiednich środków zabezpieczających może prowadzić do poważnych naruszeń ochrony danych, co szczególnie dotyka wrażliwych informacji finansowych czy osobowych. Dlatego planowanie powinno uwzględniać zarówno techniczne aspekty ochrony, jak i regulacje prawne, takie jak RODO, które nakładają dodatkowe wymagania na przetwarzanie danych. W kontekście wdrażania AI w ERP bezpieczeństwo informacji stanowi fundament, który wpływa na zaufanie użytkowników oraz skuteczność działania systemu (Narne, 2022, s. 1). Proces planowania powinien obejmować także identyfikację potencjalnych przeszkód technicznych, takich jak trudności z integracją systemów, ograniczenia skalowalności infrastruktury, czy niezgodności w sposobach przechowywania danych. W tym celu warto wykorzystać modele predykcyjne i analizę historycznych danych, które pozwalają przewidywać ryzyka związane z wdrożeniem oraz opracowywać strategie ich minimalizacji. Takie podejście wzmacnia odporność projektu na niespodziewane trudności, co jest kluczowe przy implementacji nowoczesnych rozwiązań AI (Russell & Norvig, 2010, s. 12; Pokala, 2024, s. 5). Aby ułatwić adaptację nowego systemu przez użytkowników, konieczne jest opracowanie szczegółowego programu szkoleniowego dla konsultantów ERP. Szkolenie powinno być dostosowane do potrzeb różnych grup użytkowników i obejmować zarówno zaawansowane funkcje asystenta AI, jak i podstawowe zasady jego obsługi. Dzięki takim inicjatywom można nie tylko zmniejszyć opór wobec wdrożenia nowej technologii, ale również skrócić czas adaptacji użytkowników do nowego środowiska pracy. Warto zwrócić uwagę, że dobrze zaprojektowane szkolenia mogą również zwiększyć efektywność korzystania z systemu, co przekłada się na szybsze osiągnięcie korzyści biznesowych (Pokala, 2024, s. 5). Opracowanie zestawu kluczowych kamieni milowych, takich jak ukończenie poszczególnych etapów projektu, w tym prototypowania, testów i integracji, pozwala na skuteczne monitorowanie postępów prac. Regularne ocenianie realizacji tych punktów kontrolnych umożliwia wczesne wykrywanie problemów, które mogłyby wpłynąć na harmonogram wdrożenia. Precyzyjne określenie kamieni milowych zapewnia klarowność procesu i zwiększa przejrzystość w zarządzaniu projektem, co jest kluczowe w skomplikowanych wdrożeniach technologii AI (Kuligowska et al., 2022, s. 3). Podsumowując, planowanie wdrożenia asystenta AI to złożony proces, który wymaga szczegółowej analizy, precyzyjnego harmonogramu oraz ścisłej współpracy między specjalistami różnych dziedzin. Kluczowe jest uwzględnienie aspektów technologicznych, organizacyjnych i bezpieczeństwa, aby zapewnić skuteczną realizację projektu i maksymalizację korzyści wynikających z zastosowania nowoczesnych technologii AI w systemach ERP.

### **4.3.2 Zarządzanie ryzykiem**

Zarządzanie ryzykiem stanowi kluczowy element skutecznego wdrażania technologii wspierających systemy ERP, takich jak asystent AI oparty na technologii Retrieval-Augmented Generation (RAG). Jednym z najważniejszych wyzwań jest ryzyko skalowalności i bezpieczeństwa danych, które wynika z konieczności integracji technologii z istniejącą infrastrukturą informatyczną przedsiębiorstw. Systemy RAG wymagają współpracy pomiędzy zespołami IT, prawniczymi oraz biznesowymi, aby zapewnić optymalne dostosowanie ich funkcjonalności do specyficznych potrzeb organizacji. Brak koordynacji i spójnego podejścia w tym zakresie może prowadzić do opóźnień we wdrażaniu oraz problemów z dostosowaniem systemu do rosnących wymagań przedsiębiorstwa. Wynika z tego potrzeba starannego planowania i przewidywania potencjalnych trudności technicznych oraz organizacyjnych (Bruckhaus, 2024, s. 3; Chang i Pflugfelder, 2024, s. 3). Bezpieczeństwo danych w systemach ERP wspieranych przez AI jest kolejnym istotnym zagrożeniem, a jego znaczenie będzie rosło w nadchodzących latach. Badania wskazują, że aż 76% respondentów uznaje ochronę danych za kluczowy element rozwoju systemów ERP do 2030 roku. W celu minimalizacji ryzyka związanego z bezpieczeństwem, niezbędne jest wdrożenie zaawansowanych mechanizmów szyfrowania danych oraz hierarchii dostępu, co zapewni zarówno ochronę informacji wrażliwych, jak i ich dostępność w czasie rzeczywistym. Jednakże implementacja takich rozwiązań wymaga znaczących nakładów technologicznych oraz organizacyjnych, co może stanowić wyzwanie dla wielu przedsiębiorstw (Trinkl et al., 2024, s. 15). Złożoność formatów i niespójność danych w systemach ERP to kolejny element generujący ryzyko w procesie implementacji technologii takich jak RAG. Problemy związane z formatami danych można ograniczyć poprzez wdrożenie strategii standaryzacji oraz zastosowanie narzędzi do automatycznego profilowania i oczyszczania danych. Harmonizacja i ujednolicenie danych nie tylko minimalizuje ryzyko błędów, ale także zwiększa efektywność analizy danych, co przekłada się na skuteczność wdrożenia. Warto zauważyć, że technologia chmurowa staje się coraz bardziej powszechna i może znacząco wspomagać ten proces, umożliwiając skalowalność oraz efektywne zarządzanie danymi w złożonych systemach ERP (Bruckhaus, 2024, s. 3; Chang i Pflugfelder, 2024, s. 3; Trinkl et al., 2024, s. 16). Opór pracowników wobec nowych technologii, w tym systemów wspieranych przez AI, stanowi istotne wyzwanie, które może wpłynąć na sukces wdrożenia. Skutecznym sposobem na zmniejszenie tego oporu jest organizowanie szkoleń i warsztatów mających na celu zwiększenie świadomości na temat korzyści wynikających z wdrożenia. Wdrożenie technologii przetwarzania języka naturalnego (NLP) w interfejsach użytkownika może również znacząco zwiększyć przystępność systemu dla pracowników, co dodatkowo sprzyja ich akceptacji. Edukacja użytkowników jest kluczowym elementem zarządzania ryzykiem, który pomaga minimalizować potencjalne problemy związane z adaptacją technologii (Pokala, 2024, s. 5; Kuligowska et al., 2022, s. 4). Włączenie systemów atrybucji i wyjaśnień w działanie funkcji AI w systemach ERP stanowi ważny krok w poprawie przejrzystości oraz zwiększeniu zaufania użytkowników. Ma to szczególne znaczenie w sektorach regulowanych, takich jak finanse czy opieka zdrowotna, gdzie wymagana jest możliwość audytu i precyzyjnego śledzenia wyników generowanych przez AI. Problemem mogą jednak okazać się wysokie wymagania technologiczne oraz konieczność częstych aktualizacji systemów, aby spełniały rosnące oczekiwania użytkowników w kwestii transparentności (Bruckhaus, 2024, s. 2; Chang i Pflugfelder, 2024, s. 3). Zagrożenia związane z cyberbezpieczeństwem w systemach ERP wspieranych przez AI wymagają wprowadzenia zaawansowanych środków ochrony, takich jak szyfrowanie danych oraz systemy automatycznego wykrywania anomalii. Regularne testy penetracyjne oraz rozbudowane procedury reagowania na potencjalne ataki mogą znacząco zmniejszyć ryzyko naruszeń i poprawić ochronę strategicznych danych przedsiębiorstwa. Efektywność tych działań jest jednak uzależniona od jakości danych wejściowych oraz prawidłowości konfiguracji mechanizmów monitorowania, co wymaga systematycznego podejścia oraz współpracy między ekspertami technicznymi, biznesowymi i prawnymi (Nieścior, 2024, s. 126; Gontarz, 2024, s. 10). Podsumowując, skuteczne zarządzanie ryzykiem w kontekście wdrażania asystenta AI wymaga zintegrowanego podejścia, które uwzględnia aspekty technologiczne, organizacyjne i edukacyjne. Precyzyjne planowanie, standaryzacja danych, budowanie świadomości wśród użytkowników oraz zaawansowane mechanizmy bezpieczeństwa stanowią fundament skutecznego wdrożenia i minimalizacji zagrożeń.

### **4.3.3 Kontrola jakości**

Kontrola jakości odgrywa kluczową rolę w procesie wdrażania asystenta AI wspierającego działania w systemach ERP, takich jak Comarch ERP XL. Testy funkcjonalne powinny obejmować szeroki zakres scenariuszy użytkowania, począwszy od generowania odpowiedzi na pytania użytkowników, przez automatyzację raportów, aż po analizę danych w czasie rzeczywistym. Takie podejście pozwala na kompleksowe sprawdzenie, czy system spełnia wymagania w obszarach krytycznych dla wdrożeń ERP. Z uwagi na różnorodność potrzeb użytkowników, szczególnie tych związanych z Comarch ERP XL, testy muszą być dostosowane do specyfikacji i oczekiwań, co może znacząco podnieść skuteczność proponowanych rozwiązań (Russell & Norvig, 2010, s. 12). Ważnym aspektem testów jakości jest sprawdzenie zgodności generowanych odpowiedzi z realnymi potrzebami biznesowymi. Wskaźniki, takie jak dokładność dostarczanych informacji i trafność rekomendacji, mogą stanowić podstawę do oceny jakości systemu. W implementacji modeli RAG niezwykle istotne jest unikanie błędów wynikających z nieprawidłowej analizy danych, ponieważ mogłyby one wpłynąć na zaufanie użytkowników do rozwiązania. Efektywność modelu RAG opiera się na zdolności do efektywnego przeszukiwania i przetwarzania dużych zbiorów danych, co wymaga rygorystycznej walidacji w odniesieniu do ich przydatności operacyjnej (Bruckhaus, 2024, s. 2). Testy przeprowadzane w środowiskach symulacyjnych powinny być nakierowane na ocenę intuicyjności interfejsu użytkownika i łatwości obsługi systemu. Kluczowym wyzwaniem jest tu dostosowanie funkcjonalności do potrzeb konsultantów ERP, dla których asystent AI ma stanowić narzędzie zwiększające efektywność pracy. Przetwarzanie języka naturalnego (NLP) jako element wspierający interfejs użytkownika może przyczynić się do poprawy funkcjonalności systemu, zwiększając zadowolenie użytkowników i ich akceptację dla nowego rozwiązania (Pokala, 2024, s. 5). Krytycznym elementem testów jakości jest implementacja automatycznego wykrywania anomalii, szczególnie ważnego w kontekście przetwarzania danych wrażliwych oraz generowania raportów analitycznych. Mechanizmy te umożliwiają nie tylko identyfikację potencjalnych błędów w danych, ale także pozwalają na szybką reakcję i korekcję procesów. Takie podejście zwiększa zarówno bezpieczeństwo, jak i niezawodność całego systemu, stanowiąc istotną wartość dla firm korzystających z systemów ERP wspieranych AI (Narne, 2022, s. 1). Walidacja odpowiedzi generowanych przez system powinna koncentrować się na ich spójności, jasności oraz łatwości interpretacji przez użytkowników końcowych. Zastosowanie systemów RAG wymaga transparentności w zakresie źródeł informacji, z których korzysta model, co zwiększa zaufanie użytkowników do generowanych treści. Jest to szczególnie istotne w środowiskach biznesowych, gdzie wymagania wobec jakości i rzetelności danych są wyjątkowo wysokie (Bruckhaus, 2024, s. 2). Testowanie integracji z systemem Comarch ERP XL powinno obejmować sprawdzenie stabilności wymiany danych między modułami asystenta AI a systemem ERP. Należy upewnić się, że procesy przetwarzania danych odbywają się zgodnie z wymaganiami organizacyjnymi oraz że system działa w sposób niezawodny w skomplikowanym ekosystemie ERP. Zagadnienia związane z kompatybilnością technologiczną i efektywnością wymiany danych są kluczowe dla sukcesu wdrożenia (Russell & Norvig, 2010, s. 11). Równie istotne jest zbadanie wydajności systemu pod kątem czasu potrzebnego na generowanie odpowiedzi oraz skuteczności funkcjonalności analitycznych. System powinien spełniać normy efektywności operacyjnej i dostarczać realne korzyści organizacyjne w postaci oszczędności czasu oraz zwiększenia precyzji procesów analitycznych. Takie podejście przekłada się bezpośrednio na zadowolenie użytkowników i zwiększenie wartości biznesowej wdrażanego narzędzia (Pokala, 2024, s. 5). Analiza użyteczności interfejsu użytkownika powinna uwzględniać możliwość personalizacji funkcjonalności, co pozwala na dostosowanie systemu do indywidualnych potrzeb użytkowników. Takie rozwiązanie zwiększa prawdopodobieństwo akceptacji technologii oraz ułatwia jej wdrożenie w środowisku pracy. Personalizacja funkcji stanowi nie tylko element zwiększający satysfakcję użytkowników, lecz także wspiera ich wydajność w realizacji codziennych zadań (Pokala, 2024, s. 5). Testy przeprowadzane w zamkniętych środowiskach muszą sprawdzić kompatybilność systemu z różnymi grupami użytkowników, zapewniając jednocześnie, że konsultanci ERP będą w stanie efektywnie zarządzać jego funkcjami. Zebranie opinii od użytkowników końcowych pozwala na iteracyjne doskonalenie funkcjonalności systemu i eliminację potencjalnych problemów, co jest kluczowe w kontekście jego przyjęcia w szerszej organizacji (Kuligowska et al., 2022, s. 3). Kontrola jakości powinna uwzględniać wpływ nowego systemu na kluczowe procesy biznesowe, takie jak automatyzacja dokumentacji czy szybkie wyszukiwanie informacji. Priorytetem jest upewnienie się, że asystent AI rzeczywiście przyczynia się do poprawy efektywności operacyjnej i redukcji błędów, co stanowi podstawowy cel jego wdrożenia (Walicka i Czemiel-Grzybowska, 2023, s. 8). Ocena stabilności asystenta AI w symulowanych środowiskach pracy musi obejmować analizę jego odporności na różne scenariusze obciążeniowe. Celem jest zapewnienie, że system pozostanie funkcjonalny i efektywny także w obliczu dużego wolumenu danych, co jest kluczowe dla jego adaptacji w większych organizacjach korzystających z systemów ERP (Hrischev & Shakev, 2022, s. 6). Analiza wyników testów powinna obejmować identyfikację braków technologicznych oraz obszarów wymagających poprawy. Wnioski wyciągnięte na podstawie tych analiz należy wykorzystać w kolejnych etapach implementacji, tak aby lepiej dostosować funkcjonalność systemu do potrzeb użytkowników. Proces ten wspiera ciągły rozwój rozwiązania i zwiększa jego wartość dla organizacji (Pokala, 2024, s. 5). Podsumowując, skuteczna kontrola jakości wymaga kompleksowego podejścia obejmującego testy funkcjonalne, analizy wydajności i intuicyjności interfejsu, ocenę wpływu na procesy biznesowe oraz iteracyjną optymalizację na podstawie zebranych danych. Działania te mają na celu zapewnienie wysokiej jakości systemu, jego akceptację przez użytkowników oraz zgodność z założeniami projektu.

# **Zakończenie**

Prowadzone w niniejszej pracy badania nad zastosowaniem sztucznej inteligencji w kontekście systemów ERP pozwoliły na osiągnięcie założonego celu, jakim było zbadanie możliwości zwiększenia efektywności konsultantów ERP oraz jakości wsparcia operacyjnego w procesach wdrożeniowych poprzez integrację asystenta AI. Kluczowym elementem analizy była ocena potencjału technologii Retrieval-Augmented Generation oraz przetwarzania języka naturalnego, które wykazały zdolność do automatyzacji procesów, generowania spersonalizowanych odpowiedzi, a także minimalizacji ryzyka błędów w złożonych środowiskach biznesowych. Wyniki pracy jednoznacznie wskazują, że zastosowanie asystenta AI może znacząco przyczynić się do usprawnienia procesów wdrożeniowych, co potwierdzają zarówno szczegółowe analizy literaturowe, jak i przeprowadzone testy prototypowego rozwiązania. W kontekście podjętego pytania badawczego wykazano, że asystent AI może wspierać konsultantów ERP poprzez automatyzację kluczowych zadań, takich jak generowanie raportów, przeszukiwanie rozproszonych danych oraz przewidywanie potencjalnych ryzyk. Integracja modułów AI pozwala na redukcję czasu potrzebnego na wykonywanie powtarzalnych czynności i zwiększa precyzję procesów analitycznych, a jednocześnie ułatwia podejmowanie decyzji strategicznych. W szczególności technologie, takie jak NLP i RAG, zapewniają użytkownikom dostęp do spersonalizowanych danych w czasie rzeczywistym, co znacząco wpływa na efektywność ich pracy. Wyniki testów prototypu wskazują, że przy odpowiednim dopasowaniu algorytmów do specyficznych wymagań biznesowych możliwe jest osiągnięcie wyraźnej poprawy w jakości wsparcia podczas wdrożeń systemów ERP. Tym samym główne założenie pracy, dotyczące poprawy wydajności i skuteczności operacyjnej za pomocą inteligentnych rozwiązań, zostało potwierdzone. Wyniki pracy zostały zgodnie osadzone w kontekście wcześniejszych badań, co pozwoliło na ich kompleksowe zrozumienie i interpretację. Na przykład badania Pokali (2024) podkreślają znaczenie zautomatyzowanego wyszukiwania danych w czasie rzeczywistym, co jest również jednym z kluczowych wniosków niniejszej pracy. Podobnie koncepcje Narnego (2022) dotyczące zastosowania analizy predykcyjnej w systemach ERP znalazły swoje potwierdzenie w analizach przedstawionych w niniejszej pracy. Jednocześnie praca ta wnosi nowe spojrzenie na adaptację technologii AI w środowisku ERP, ilustrując, jak szerokie wykorzystanie personalizacji oraz zaawansowanych technologii analitycznych może wspierać transformację cyfrową przedsiębiorstw. Analiza przeprowadzonych badań pozwoliła również na zidentyfikowanie pewnych ograniczeń, które należy uwzględniać przy praktycznych wdrożeniach asystenta AI. Po pierwsze, brak dostępu do rzeczywistych środowisk biznesowych podczas testowania rozwiązania utrudnił pełną walidację skuteczności asystenta AI w praktyce. Po drugie, szczególnym wyzwaniem okazała się integracja AI ze złożonym systemem, takim jak Comarch ERP XL, wymagająca dostosowania zarówno infrastruktury technologicznej, jak i danych historycznych. Dodatkowo, wdrożenie takich rozwiązań wiąże się z koniecznością poniesienia wysokich kosztów inwestycyjnych, co może ograniczać zastosowanie asystenta AI w sektorze małych i średnich przedsiębiorstw. Zidentyfikowano również opór niektórych użytkowników wobec nowych technologii, który może wpływać na szybkość adaptacji rozwiązania. Wskazane ograniczenia wskazują na potrzebę dalszych badań, które mogłyby pogłębić poruszone w pracy zagadnienia. Przyszłe prace powinny skoncentrować się na bardziej kompleksowym testowaniu technologii RAG w różnorodnych środowiskach biznesowych, co pozwoliłoby lepiej zrozumieć jej potencjał i ograniczenia. Istotnym kierunkiem dalszych badań jest również analiza wpływu adaptacji interfejsów użytkownika na efektywność operacyjną oraz rozwinięcie mechanizmów automatyzacji procesów wdrożeniowych. Dodatkowo warto rozważyć kwestie ograniczania kosztów wdrożeniowych, aby technologie AI mogły stać się bardziej dostępne również dla mniejszych firm. Warto podkreślić, że przeprowadzone badania dostarczyły również rekomendacji praktycznych dla organizacji planujących wdrożenie asystentów AI. W szczególności istotne jest skupienie się na zaawansowanej ochronie danych i zgodności z regulacjami prawnymi, co zwiększa zaufanie użytkowników do technologii. Szkolenia dla użytkowników końcowych powinny uwzględniać intuicyjność interfejsów oraz wyjaśnianie korzyści wynikających z wdrożenia nowych funkcji. Rekomendowane jest również zastosowanie iteracyjnych procesów testowych, które umożliwią elastyczne dostosowywanie systemu do potrzeb użytkowników. Osobiście praca nad niniejszym opracowaniem była szansą na zgłębienie wiedzy w obszarze systemów ERP oraz nowoczesnych technologii sztucznej inteligencji wspierających transformacje cyfrowe w przedsiębiorstwach. Badania nad wyzwaniami i szansami integracji AI w procesach wdrożeniowych pozwoliły nie tylko na lepsze zrozumienie technologicznych aspektów systemów ERP, ale również na skonfrontowanie ich z realnymi potrzebami biznesowymi. Złożoność problematyki wymagała wykorzystania interdyscyplinarnego podejścia, co poszerzyło moje doświadczenie zarówno w pracy analitycznej, jak i w ocenie praktycznych zastosowań nowych technologii w zarządzaniu przedsiębiorstwem. Podsumowując, praca potwierdziła, że zaawansowane technologie AI mogą odegrać kluczową rolę w automatyzacji procesów wdrożeniowych oraz poprawie efektywności działania systemów ERP. Wprowadzenie takich rozwiązań otwiera nowe możliwości w zarządzaniu przedsiębiorstwem, jednocześnie wskazując na potrzebę dalszych badań, które umożliwią pełne wykorzystanie ich potencjału. Technologia AI, dzięki swojej zdolności do integracji i automatyzacji, ma potencjał kształtować przyszłość zarządzania biznesowego w erze cyfrowej transformacji.

# **Bibliografia**

Aghion, P., Jones, B. F., i Jones, C. I. (2017). Artificial Intelligence and Economic Growth (Working Paper 23928). National Bureau of Economic Research.

Bal, M. (2022). Wpływ zarządzania finansami łańcucha dostaw na jego konkurencyjność w sektorze usług turystycznych [Rozprawa doktorska, Uniwersytet Ekonomiczny w Poznaniu].

Bruckhaus, T. (2024). RAG Does Not Work for Enterprises. Strative.

Burkov, A. (1999). The Hundred-Page Machine Learning Book.

Chang, P. Y.-C., i Pflugfelder, B. (2024). Retrieval-augmented Generation Realized: Strategic & Technical Insights for Industrial Applications. appliedAI Initiative GmbH.

Chojnacka-Komorowska, A., i Hernes, M. (2014). DEFINICJA STRUKTURY REPREZENTACJI WIEDZY W PODSYSTEMIE CONTROLLINGU ZINTEGROWANEGO SYSTEMU INFORMATYCZNEGO ZARZĄDZANIA. EKONOMETRIA ECONOMETRICS, 4(46), 163-174.

Chowdhury, I. R., & Goswami, G. (2024). Transforming Enterprise Resource Planning Data Migration through Artificial Intelligence. \*International Journal of Computer Trends and Technology\*, 72(3), s. 27-32.

Czarzasty, J., i Surdykowska, B. (2024). Cyfryzacja pracy i zatrudnienia. Przedsiębiorstwo Prywatne WiB Piotr Winczewski.

Daugherty, P. R., & Wilson, H. J. (2018). Start imagining a future of human + machine. ChangeThis, 163.03, s. 1–11.

Dziembek, D., Sobolewska, O., Pawłowski, M., Rostek, K., Wielki, J., Banaś, J., Baran, M., Jelonek, D., Ziora, L., Kolasa, I., Karaś, J., Nieradka, P., Słoniec, J., Młodzianowski, P., Jurczyk-Bunkowska, M., Kiersztyn, A., Mędrek, M., Tatarczak, A., Wiechetek, Ł., Nowakowski, M., Turek, T., Gierszewska, G., Banaszak, Z., Zieliński, J. S., Szyjewski, Z., Madej, J., Kaleta, A., Rosiński, J., Mazur, Z., Kisielnicki, J., Kotarba, W., Nowak, A. Z., Zimnoch, D., Bartkiewicz, W., Pamuła, A., Czerwonka, P., Mierzejewska, W., Pastuszak, Z., Nowak, J., Olszak, C., Krupa, T., Jakubowska-Mierzejewska, W., Gontar, Z., Wojciechowska-Filipek, S., & Kasprzak, K. (2019). INFORMATYKA I ZARZĄDZANIE NA PRZEŁOMIE WIEKÓW. Wydawnictwo Naukowe Wydziału Zarządzania.

Fokczyński, W. (2023). Implementing ERP System as a Decision of Strategic Meaning in SMEs in Poland. Prace Naukowe Uniwersytetu Ekonomicznego we Wrocławiu, 1(47), s. 41-56.

Forys, A., & Cayssol, M. (2024). Unlocking the potential of your data with Retrieval Augmented Generation (RAG) while upholding privacy: use cases with business impact at Roche. Hoffmann-La Roche.

Gardner, S. (2018). THE WEALTH OF INFORMATION. Yonsei Journal of International Studies, 1-4.

Gontarz, I. (2024). Kontrola systemów automatycznego decydowania stosowanych w postępowaniu administracyjnym [Rozprawa doktorska, Uniwersytet im. Adama Mickiewicza w Poznaniu, Wydział Prawa i Administracji].

Hočevar, D., i Kenda, K. (2024). Integrating Knowledge Graphs and Large Language Models for Querying in an Industrial Environment. Information Society. Jožef Stefan Institute.

Hofmann, P. (2021). Designing and Managing Artificial Intelligence-Enabled Information Systems [Rozprawa doktorska, Universität Bayreuth].

Hosea, G., i Sudrajat, H. (2024). Transforming Data Warehouses into Dynamic Knowledge Bases for RAG. Scientific Research Journal of Science, Engineering and Technology, 2(1), s. 5-10.

Hrischev, R., i Shakev, N. (2022). ARTIFICIAL INTELLIGENCE IN ERP SYSTEMS. Rheinwerk Publishing.

Ibtasham, M. S., Bashir, S., Abbas, M., Haider, Z., Saadatmand, M., & Cicchetti, A. (2024). ReqRAG: Enhancing software release management through retrieval-augmented LLMs: An industrial study. RISE Research Institutes of Sweden, Mälardalen University, Alstom.

Kadyan, A., Pandey, H., Kaka, N., Jain, P., Muthiah, S., i Daga, V. (2024). Tech services and generative AI: Plotting the necessary reinvention. McKinsey & Company.

Koppikar, S., Kinger, D., Krishnan, V., Sharma, P., Kalra, R., i Garg, S. (2024). The Generative AI Revolution. EvolutelQ; Zinnov.

Kroll, M. (2011). MOŻLIWOŚCI RACJONALIZACJI OBSŁUGI PRZEWOZOWEJ LINIAMI TRAMWAJOWYMI W BYDGOSZCZY. Roczniki Naukowe Wyższej Szkoły Bankowej w Toruniu, (10), s. 231–242.

Kuligowska, K., Parol, P., Zalewski, J., i Repka, A. (2022). Chatboty w informatyce ekonomicznej: implementacja, miary, zastosowania.

Mahadevan, S. (2024). Empowering manufacturing: Generative AI revolutionizes ERP application. International Journal of Innovative Science and Research Technology, 9(3), 593–595.

Moujahid, A., Noermark, T., & Tanke, F. K. (2023). A deep dive into the Artificial Intelligence revolution in the SAP world. NTT DATA.

Mroczko, F. (2023). Sztuczna inteligencja i jej wykorzystanie w logistyce. PRACE NAUKOWE WSZIP, 53(1), 41-60.

Narne, H. (2022). AI and Machine Learning in Enterprise Resource Planning: Empowering Automation, Performance, and Insightful Analytics. International Journal of Research and Analytical Reviews (IJRAR), 9(1), 284-288.

Nieścior, B. (2024). NOWE PERSPEKTYWY W EKONOMII, TECHNOLOGII' I ZARZĄDZANIU. archaeograph Wydawnictwo Naukowe.

Nowicki, A. (2009). MOŻLIWOŚCI ZASTOSOWAŃ TECHNOLOGII INFORMACYJNYCH W MAŁYCH I ŚREDNICH PRZEDSIĘBIORSTWACH. Prace Naukowe Uniwersytetu Ekonomicznego we Wrocławiu, 55, 263-277.

Olszak, C. M. (2011). PRZEGLĄD I OCENA WYBRANYCH MODELI DOJRZAŁOŚCI BUSINESS INTELLIGENCE. INFORMATYKA EKONOMICZNA BUSINESS INFORMATICS, 22, s. 283-294.

Oramus, M. (2023). Support of implementation of transport policy in the largest Polish cities through the use of big data analysis results [Rozprawa doktorska, Uniwersytet Ekonomiczny w Krakowie].

Pokala, P. (2024). Artificial intelligence in enterprise resource planning: A systematic review of innovations, applications, and future directions. International Journal of Research In Computer Applications and Information Technology, 7(2), 1276–1289.

Russell, S. J., & Norvig, P. (2010). Artificial intelligence: A modern approach (Edycja 3). Pearson.

Ryu, S. (2013). Predictive Analytics: The Power to Predict Who Will Click, Buy, Lie or Die. Healthcare Informatics Research, 19(1), 63-65.

Shah, M., Muralidhar, R., i Fort, N. (2024). AWS Prescriptive Guidance. Amazon Web Services, Inc.

Szelągowski, M., Berniak-Woźny, J., Lupeikiene, A., & Senkus, P. (2023). Paving the way for tomorrow: The evolution of ERP and BPMS systems. Scientific Papers of Silesian University of Technology Organization and Management Series, 185, 481-510.

Trinkl, A., Friedl, G., Betzwieser, B., Blaschke, M., Pauly, J., Ansorge, M., Frank, M., i Stimmer, I. (2024). Future of ERP: A Study on the Challenges and Opportunities of ERP Systems by 2030. Deloitte.

Walicka, M., i Czemiel-Grzybowska, W. (2023). Sztuczna inteligencja w zarządzaniu kapitałem przedsiębiorstwa w dobie Przemysłu 5.0. Akademia Zarządzania, 7(4), s. 109-125.

Wallace, T. F., & Kremzar, M. H. (2001). ERP: Making it happen. John Wiley & Sons, Inc.

Zając, M., i Dąbrowski, M. (2005). Wstępna ocena przydatności materiałów dostępnych na platformie e-sgh – omówienie wyników ankiet. e-mentor, 2(9), s. 61–65.

Żulicki, R. (2022). Data science: najseksowniejszy zawód XXI wieku w Polsce [Rozprawa doktorska, Wydział Ekonomiczno-Socjologiczny, Uniwersytet Łódzki]. Wydawnictwo Uniwersytetu Łódzkiego.