**UNIWERSYTET WARMIŃSKO MAZURSKI W OLSZTYNIE**

**WYDZIAŁ MATEMATYKI I INFORMATYKI**

**Adam Trentowski**

**Kierunek: Informatyka**

**Aplikacja do zarządzania gospodarstwem rolnym „FarmGuider”**

**Praca inżynierska**

**wykonana w Katedrze Metod Matematycznych Informatyki**

**pod kierunkiem dr. Pawła Drozdy**

**Olsztyn 2024**

**UNIVERSITY OF WARMIA AND MAZURY IN OLSZTYN**

**FACULTY OF MATHEMATICS AND COMPUTER SCIENCE**

**Adam Trentowski**

**Major: Computer Science**

**Farm management application „FarmGuider”**

**Engineering Thesis**

**written in the Department of Mathematical Methods of Computer Science**

**under supervision of dr Paweł Drozda**

**Olsztyn 2024**

Spis treści

[Streszczenie pracy dyplomowej 4](#_Toc155780253)

[Streszczenie pracy w języku polskim 4](#_Toc155780254)

[Streszczenie pracy w języku angielskim – abstract in English 4](#_Toc155780255)

[Rozdział I. Wstęp 5](#_Toc155780256)

[1.1 Wprowadzenie 5](#_Toc155780257)

[1.2 Cel i zakres pracy 6](#_Toc155780258)

[1.3 Wykorzystane technologie 7](#_Toc155780259)

[1.3.1 Technologie backendowe 7](#_Toc155780260)

[1.3.2 Technologie frontendowe 7](#_Toc155780261)

[Rozdział II. Specyfikacja systemu 9](#_Toc155780262)

[2.1 Opis systemu 9](#_Toc155780263)

# Streszczenie pracy dyplomowej

## Streszczenie pracy w języku polskim

Niniejsza praca dyplomowa przedstawia projekt i funkcjonalności aplikacji webowej do zarządzania gospodarstwem rolnym „FarmGuider”, której głównym celem jest ułatwienie podejmowania decyzji dotyczących optymalizacji pracy gospodarstwa.

„FarmGuider” oferuje dwa główne moduły. Pierwszy z nich, przeznaczony   
do monitorowania danych o hodowli krów, dostarcza szczegółowych informacji   
o zwierzętach, takich jak informacje o wydajności mlecznej czy przyrostach masy ciała. Funkcjonalności zawarte w tym module, umożliwiają rejestrowanie i śledzenie kluczowych danych, co przekłada się na lepsze zarządzanie hodowlą, a także umożliwia generowanie raportów decyzyjnych.

Drugi moduł aplikacji skupia się na wsparciu osób zarządzających uprawą roślin. Pozwala on, na gromadzenie informacji o polach, zasiewach, zbiorach, stosowanych nawozach, środkach ochrony roślin oraz innych zabiegach. Ta część aplikacji również oferuje generowanie wykresów analizujących efektywność upraw, co pozwala na identyfikację obszarów w gospodarstwie, które wymagają optymalizacji. Dodatkowo aplikacja oferuje kalendarz upraw, który stanowi uzupełnienie wiedzy na temat optymalnych okresów siewnych i żniwnych, upraw dostępnych w systemie.

## Streszczenie pracy w języku angielskim – abstract in English

This diploma thesis presents the design and functionalities of the web application   
for farm management "FarmGuider", whose main goal is to facilitate decision-making regarding the optimization of farm work.

"FarmGuider" offers two main modules. The first one, dedicated to monitoring cow breeding data, provides detailed information about the animals, such as milk yield and weight gain. The functionalities included in this module allow for the registration and tracking of key data, which translates into better herd management and also enables the generation   
of decision-making reports.

The second module of the application focuses on supporting those managing crop cultivation. It allows for the collection of information about fields, sowing, harvesting, applied fertilizers, plant protection products, and other treatments. This part of the application also offers the generation of charts analyzing the efficiency of crops, which helps to identify areas in the farm that require optimization. Additionally, the application offers a crop calendar, which complements the knowledge about optimal sowing and harvesting periods, crops available in the system.

# Rozdział I. Wstęp

## 1.1 Wprowadzenie

W obliczu szybkich przemian zachodzących dzisiejszym świecie, rolnictwo, podobnie jak każda inna branża, stoi przed wyzwaniem zwiększania efektywności i maksymalizacji zysków. Współczesne rolnictwo, wymaga narzędzi, które ułatwiałyby małym i średnim gospodarstwom rolnym nie tylko utrzymanie się na rynku, ale również efektywne konkurowanie z dużymi, bardziej zautomatyzowanymi przedsiębiorstwami rolnymi.

Aplikacja "FarmGuider" została stworzona z myślą o osobach pracujących właśnie   
w takich gospodarstwach, aby zapewnić im dostęp do technologii, które ułatwią optymalizację ich pracy, zwiększając tym samym wydajność i rentowność gospodarstw.   
W erze, gdzie zaawansowane analizy danych i automatyzacja stają się kluczowymi czynnikami sukcesu, "FarmGuider" oferuje rolnikom narzędzia do łatwiejszego zarządzania zasobami, monitorowania hodowli i upraw, a także efektywnego planowania prac związanych z cyklem rolnym.

Dynamika rozwoju rolnictwa, charakteryzująca się z jednej strony rosnącym zapotrzebowaniem na produkty rolne, a z drugiej - zwiększającą się konkurencją i presją kosztową, wymaga od rolników nie tylko dostosowywania się do zmieniających   
się warunków, ale również poszukiwania nowych metod efektywnego zarządzania gospodarstwem. "FarmGuider" odpowiada na te wyzwania, oferując platformę, która integruje technologie zarządzania danymi z praktycznymi aspektami codziennej pracy   
w gospodarstwie. Dzięki temu małe i średnie gospodarstwa uzyskują narzędzie, które   
nie tylko umożliwia im lepsze zarządzanie bieżącymi obowiązkami, ale również ułatwia planowanie przyszłych zadań, oparte na danych i analizach. W ten sposób "FarmGuider"   
nie tylko zwiększa konkurencyjność małych i średnich gospodarstw, ale również przyczynia się do ich stabilności i rozwoju w coraz bardziej zglobalizowanym świecie rolnictwa.

W ramach pierwszego modułu aplikacji, "FarmGuider" koncentruje się na ciągłym monitorowaniu hodowli krów. Moduł ten jest zaprojektowany tak, aby dostarczać rolnikom szczegółowych informacji dotyczących okresów laktacyjnych, wydajności mlecznej oraz zmian masy ciała na przestrzeni życia krowy. Zastosowanie przetwarzania i odpowiedniej prezentacji danych w tym module, pozwala rolnikom na precyzyjne śledzenie wskaźników produktywności, co jest niezbędne do oceny, czy krowy w okresie laktacyjnym jak i bydło mięsne, osiągają oczekiwane wyniki.

Drugi moduł obejmuje wsparcie w zarządzaniu uprawami rolnymi. Umożliwia gromadzenie danych o polach, zasiewach, zbiorach i stosowanych zabiegach, co stanowi fundament dla efektywnego planowania i zarządzania uprawami. Dzięki aplikacji możliwa jest analiza wydajności upraw, co realizowane jest poprzez generowanie raportów.   
Te narzędzia ułatwiają identyfikację obszarów, które wymagają optymalizacji. Ponadto, moduł zawiera kalendarz upraw, który jest pomocnym elementem w planowaniu prac sezonowych.

"FarmGuider" jest odpowiedzią na współczesne wyzwania rolnicze, jako narzędzie   
dla małych i średnich gospodarstw rolnych, dążących do efektywności i konkurencyjności   
w szybko zmieniającym się świecie rolnictwa. Z jego pomocą, zarówno w zakresie hodowli krów, jak i zarządzania uprawami, rolnicy otrzymują dostęp do kluczowych informacji   
i narzędzi analitycznych, które ułatwiają monitorowanie, planowanie i optymalizację pracy.

## 1.2 Cel i zakres pracy

W ramach pracy dyplomowej podejmuję się zadania szczegółowego przedstawienia  
i zilustrowania kolejnych etapów projektowania i implementacji aplikacji webowej „FarmGuider”. Niniejszy rozdział stanowi wstęp do szczegółowej analizy konstrukcji owej aplikacji. Rozpoczynając od jej opisu analitycznego, skupię się na kluczowych aspektach projektowania systemu, w tym na niezbędnych funkcjonalnościach, które aplikacja powinna oferować, oraz na sposobie, w jaki te funkcjonalności wpłyną na codzienne funkcjonowanie gospodarstwa rolnego.

Zasadniczą częścią jest opis analityczny i specyfikacja systemu, w tym analiza wymaganych funkcjonalności aplikacji, przedstawienie diagramu przypadków użycia  
i scenariuszy oraz definicja aktorów systemu. To umożliwia głębsze zrozumienie procesów i mechanizmów działania aplikacji oraz jej potencjalnego wpływu na gospodarstwa rolne.

Następnie, przechodząc do projektu bazy danych, przedstawię sposób, w jaki struktura danych została zaprojektowana i zaimplementowana, aby wspierać funkcjonalność i wydajność aplikacji. Omówię projekt tabel i relacji. Ten etap jest kluczowy dla zrozumienia, w jaki sposób aplikacja przechowuje i zarządza danymi, będąc fundamentem dalszej pracy nad implementacją systemu.

Szczegółowy przewodnik użytkownika, będący końcową częścią pracy, nie tylko instruuje, jak korzystać z aplikacji, ale także jak maksymalizować korzyści płynące z jej używania. Ten element stanowi praktyczne dopełnienie teoretycznej analizy, oferując użytkownikom bezpośredni wgląd w aplikację i jej funkcjonalności.

## 1.3 Wykorzystane technologie

W procesie tworzenia aplikacji webowej "FarmGuider", ważnym aspektem był wybór odpowiednich technologii. Technologie te zostały podzielone na dwie kategorie, odpowiadające za różne aspekty aplikacji: Backend i Frontend. Każda z kategorii odgrywa inną rolę w budowie i funkcjonowaniu aplikacji.

### 1.3.1 Technologie backendowe

* **Java 20**: obiektowy, oparty na klasach, język programowania ogólnego zastosowania, który w tej aplikacji wykorzystywany został do budowy backendu.
* **Gradle 8.2.1**: narzędzie do automatyzacji budowy oprogramowania, które pomaga w zarządzaniu zależnościami i procesami budowania aplikacji.
* **SpringBoot 3.1.2**: framework zapewniający wszechstronne wsparcie dla tworzenia aplikacji, w tym bezpieczeństwo (**SpringSecurity** **6.2**), dostęp do bazy danych (**SpringData Jpa**), zarządzanie transakcjami, oraz REST API dla komunikacji z frontendem.
* **Baza danych PostgreSQL 15**: ceniona za swoją niezawodność i wydajność, stanowi podstawę do przechowywania danych aplikacji.
* **Flyway 9.20.1**: narzędzie do zarządzania migracjami bazy danych, umożliwiające bezpieczne i kontrolowane wprowadzanie zmian w strukturze danych, za pomocą skryptów.
* **Open API/Swagger**: użyte do stworzenia jasnej i zrozumiałej dokumentacji API, co ułatwia integrację i rozwój aplikacji.
* **JWT (JSON Web Token)**: JWT przekazywany za pośrednictwem ciasteczek utworzył mechanizm autoryzacji i uwierzytelniania, zapewniający bezpieczną transmisję danych między klientem a serwerem.

### 1.3.2 Technologie frontendowe

* **NPM 9.6.7**: Node Package Manager to system zarządzania pakietami dla języka JavaScript, który umożliwia łatwą instalację i zarządzanie zależnościami wykorzystywanymi w projekcie frontendowym.
* **React 18.2.0**: kombinacja biblioteki React i narzędzia **Vite 4.4.5** stworzyła wydajne i nowoczesne środowisko do tworzenia interaktywnych interfejsów użytkownika. React umożliwia budowanie komponentowych UI, podczas gdy Vite zapewnia szybkie odświeżanie i efektywną kompilację kodu.
* **Typescript 5.0.2**: będący nadzbiorem JavaScript – skryptowego języka programowania, używanego w stronach internetowych, zapewnia silne typowanie i lepszą organizację kodu.
* **HTML** i **CSS**: standardowe technologie do strukturyzowania i stylizowania treści w aplikacji webowej.  
    
  Oprócz wyżej wymienionych technologii, do stworzenia responsywnej, pozwalającej na wybór języka aplikacji, posłużyły również biblioteki uzupełniające bibliotekę React:
* **i18n**: biblioteka służąca do internacjonalizacji aplikacji, umożliwiająca łatwe zarządzanie różnymi wersjami językowymi interfejsu użytkownika.
* **MUI (Material-UI)**: biblioteka komponentów UI dla React, która zapewniająca gotowe do użycia i konfigurowalne elementy interfejsu.
* **Recharts**: biblioteka wykresów oparta na React, która umożliwia łatwe tworzenie responsywnych i estetycznych wykresów danych.
* **React-Parallax**: biblioteka umożliwiająca dodanie efektu paralaksy do komponentów React, co zwiększyło poziom estetyki i dynamiki interfejsu użytkownika.
* **Notistack**: biblioteka służąca do tworzenia i zarządzania powiadomieniami typu Snackbar w aplikacjach React, ułatwiająca informowanie użytkownika o różnych zdarzeniach.
* **React Icons**: zbiór ikon łatwych w integracji z projektami React, oferujący szeroki zakres ikon z różnych bibliotek.

# Rozdział II. Specyfikacja systemu

## 2.1 Opis systemu

Podczas prac nad aplikacją „FarmGuider”, główne założenia skupiały się na usprawnieniu procesów decyzyjnych w gospodarstwie rolnym oraz na zapewnieniu wysokiej wygody użytkowania. Fundamentalnym aspektem projektu było również zagwarantowanie bezpieczeństwa systemu, co ma kluczowe znaczenie w ochronie danych i zapobieganiu dostępu nieautoryzowanych osób do zasobów i funkcji aplikacji.

Z myślą o zapewnieniu bezpiecznego dostępu dla użytkowników, zanim użytkownik uzyska możliwość korzystania z pełnej funkcjonalności aplikacji, wymagane jest jego zarejestrowanie oraz zalogowanie. Proces ten tworzy bezpieczną sesję, co stanowi istotny element ochrony danych użytkownika i zapobiega nieautoryzowanemu dostępowi.

Po pomyślnym zalogowaniu się, użytkownik jest przenoszony na stronę główną aplikacji, która służy jako szybkie podsumowanie informacji o gospodarstwie. Strona ta zawiera dane na temat hodowli, takie jak liczebność zwierząt w gospodarstwie, aktualne informacje o udojach oraz przypomnienia dotyczące porannego i wieczornego udoju. Ponadto, użytkownik ma dostęp do podsumowania dotyczącego pól uprawnych.

Przechodząc dalej, prace gospodarcze zostały skategoryzowane jako dwa osobne moduły odpowiedzialne za: hodowlę bydła i uprawy roślinne. Oba te moduły funkcjonują jako niezależne kategorie, dostosowane do specyficznych potrzeb i charakterystyk każdej z tych dziedzin. Dzięki temu, użytkownik może efektywnie zarządzać różnorodnymi aspektami gospodarstwa, korzystając z dedykowanych narzędzi i funkcji zaprojektowanych specjalnie dla hodowli oraz upraw.

Pierwszym elementem aplikacji „FarmGuider” jest moduł hodowli, który został zaprojektowany z myślą o zapewnieniu efektywnego zarządzania hodowlą bydła. Aby skorzystać z funkcjonalności tego modułu, użytkownik musi najpierw utworzyć stado. System pozwala na utworzenie wielu stad, co umożliwia skategoryzowanie i lepszą organizację zwierząt hodowlanych. Po utworzeniu stada, użytkownik ma dostęp do interfejsu z wyszukiwarką krów, która służy jako główny punkt zarządzania hodowlą.

W tym widoku użytkownik ma możliwość edytowania aktualnie wybranego stada, dodawania nowych i usuwania niepotrzebnych stad, może również wybrać konkretne stado z listy, aby do niego przejść. W miejscu tym znajduje się również przycisk dodawania nowej krowy do stada. Po dodaniu krowy do systemu, staje się ona widoczna w wyszukiwarce – chyba że ustawione filtry wyszukiwania nie obejmują parametrów nowego zwierzęcia.

Wyszukiwarka umożliwia sortowanie i wyszukiwanie krów według różnych podstawowych kryteriów, ale też według takich danych jak aktualna waga czy ilość mleka z ostatniego udoju, które znalazły się tu dla wygody użytkownika. Ponadto, aby uprościć korzystanie z aplikacji, każdy wpis krowy w wyszukiwarce posiada cztery przyciski funkcyjne, które pozwalają na: dodanie udoju, wprowadzenie pomiaru wagi, usunięcie krowy ze stada, a także przejście do bardziej szczegółowego widoku krowy.

Widok szczegółowych informacji o krowie składa się z pięciu zintegrowanych sekcji, które wspólnie oferują kompleksowy zestaw funkcji zarządzania zwierzęciem. Pierwsza sekcja zawiera podstawowe informacje o krowie, z możliwością ich edycji. Następna sekcja przedstawia historię udojów krowy, prezentowaną w formie przystępnej listy. Każdy zapis udoju w tej sekcji może być edytowany lub usunięty. Umieszczony jest tu również przycisk do dodawania nowych udojów. W przypadku byków, funkcje związane z udojami są zablokowane. Kolejna sekcja to lista pomiarów wagi, która, podobnie jak lista udojów, pozwala na edycję i usuwanie wprowadzonych danych. Lista ta również zawiera funkcję dodawania nowych pomiarów wagi. Czwarty element to sekcja raportu wydajności mlecznej, zawierająca krzywą laktacji krowy. Wykres ten generowany jest na podstawie wprowadzonych okresów laktacji, co pozwala na analizę wydajności mlecznej. Użytkownik ma tutaj możliwość dodawania, edytowania i usuwania okresów laktacyjnych oraz wybierania konkretnych okresów do szczegółowej analizy. Ostatnią sekcją jest wykres zmian masy ciała zwierzęcia, który pozwala na wizualne śledzenie dynamiki przyrostu masy, identyfikując ewentualne zatrzymania wzrostu lub spadki. Interfejs szczegółów krowy zawiera także przycisk, który umożliwia usunięcie zwierzęcia z systemu.

Moduł dedykowany uprawom roślin, który stanowi element efektywnego zarządzania gospodarstwem, został stworzony z myślą o zapewnieniu narzędzi do planowania i zarządzania uprawami w gospodarstwie. Podobnie jak w przypadku modułu hodowli bydła, pierwszym krokiem w korzystaniu z tego modułu jest dodanie przynajmniej jednego pola uprawnego.

Po dodaniu pola, użytkownik otrzymuje dostęp do wyszukiwarki pól, która zawiera również przycisk umożliwiający dodanie kolejnych pól. Każdy wpis w wyszukiwarce zawiera krótkie podsumowanie informacji o polu, w tym jego nazwę dla łatwiejszej identyfikacji, powierzchnię oraz opcjonalnie klasę gruntu. Ponadto, każdy wpis stanowi bezpośrednie przekierowanie do szczegółowego widoku danego pola.

Widok szczegółowych informacji o polu, składa się z czterech sekcji, które współdziałają w celu usprawnienia gromadzenia i analizy danych o uprawach oraz stosowanych zabiegach. Pierwsza sekcja koncentruje się na informacjach podstawowych o polu. Użytkownik ma możliwość edycji tych informacji oraz usuwania pola z systemu. Druga sekcja prezentuje listę historii upraw prowadzonych na danym polu. Każdy wpis na liście upraw zawiera podstawowe dane o uprawie, a także przewidywany okres zbiorów oraz szacowany plon, obliczony na podstawie danych systemowych. Dla każdej uprawy dostępne są przyciski umożliwiające dodanie informacji o zbiorach (co jest równoznaczne z zakończeniem uprawy) oraz usunięcie uprawy z listy. Lista wyposażona jest w przycisk do dodawania nowych upraw. Trzecia część interfejsu to lista zabiegów stosowanych dla wybranej uprawy. Po zaznaczeniu konkretnej uprawy w sekcji z listą upraw, użytkownik otrzymuje dostęp do szczegółowych informacji o stosowanych nawozach, opryskach i innych zabiegach. Każdy wpis zawiera podstawowe informacje o zabiegu, uzupełnione o opcjonalne informacje dodatkowe. Każdy wpis posiada przyciski do edycji oraz usuwania zabiegu. Dostępny jest również przycisk umożliwiający dodanie nowego zabiegu do wybranej uprawy, odblokowywany dopiero po wybraniu uprawy. Zamykający całość element to raport efektywności upraw. Prezentuje on wykres słupkowy zestawień przewidywanych plonów w stosunku do plonów rzeczywistych, który pozwala na ocenę skuteczności prowadzonych upraw i planowanie przyszłych działań.

Dodatkowym elementem modułu upraw jest kalendarz upraw, który jest zbiorem wiedzy na temat optymalnych okresów siewów i zbiorów każdej uprawy wprowadzonej do systemu. Kalendarz graficznie przedstawia owe okresy na przestrzeni 12 miesięcy.

„FarmGuider” posiada również widok profilu użytkownika, który umożliwia zarządzanie danymi osobistymi. Dostępne są tu różne opcje edycji danych wprowadzonych podczas procesu rejestracji, z wyjątkiem adresu e-mail, który pozostaje stały. Użytkownik ma możliwość aktualizacji swoich danych osobowych, w tym dodawania i edytowania adresu zamieszkania. Szczególnym przypadkiem edycji danych, jest zmiana hasła, która wymaga podania obecnego hasła oraz wprowadzenia nowego. W profilu znajduje się również przycisk umożliwiający usunięcie konta użytkownika. Proces ten jest również zabezpieczony poprzez wymóg podania aktualnego hasła, aby zapewnić, że decyzja o usunięciu konta jest świadoma i autoryzowana przez użytkownika.

Co do ogólnej konstrukcji aplikacji, „FarmGuider” został zaprojektowana z myślą o osobach pracujących w rolnictwie, które potrzebują łatwego dostępu do systemu zarządzania gospodarstwem w codziennej pracy. Aplikacja jest w pełni responsywna, co oznacza, że jej interfejs dostosowuje się do różnych rozmiarów ekranów, umożliwiając użytkowanie na urządzeniach mobilnych, takich jak smartfony. Taka funkcjonalność jest szczególnie przydatna dla osób, które chcą na bieżąco wprowadzać dane, na przykład dotyczące udojów lub pomiarów wagi bydła.

Dodatkowo, aplikacja została wyposażona w dwie wersje językowe – polską i angielską. Możliwość zmiany języka aplikacji w menu zapewnia większą dostępność i komfort użytkowania dla szerokiego grona odbiorców.