

Wydział Matematyki i Nauk Informacyjnych Politechniki Warszawskiej



System informacji oraz sprzedaży biletów
komunikacji miejskiej i międzymiastowej

Bartłomiej Dach, Tymon Felski

Wersja 3.1

19 grudnia 2016

Lista zmian w dokumencie:

Data	Autor	Opis zmian	Wersja
16.10.2016	Bartłomiej Dach, Tymon Felski	Określenie wymagań projektu oraz harmonogramu prac	1.0
17.10.2016	Bartłomiej Dach, Tymon Felski	Specyfikacja architektury systemu	1.1
18.10.2016	Bartłomiej Dach, Tymon Felski	Dodanie administratora	1.2
19.10.2016	Tymon Felski	Usunięcie zduplikowanego przypadku użycia	1.3
9.11.2016	Bartłomiej Dach	Dodanie użytych bibliotek i ich licencji, instrukcji instalacji	1.4
10.11.2016	Tymon Felski	Dodanie wymagań systemowych, instrukcji uruchomienia i utrzymania	1.5
10.11.2016	Bartłomiej Dach	Dodanie diagramu sekwencji, instrukcji użycia	1.6
11.11.2016	Tymon Felski	Dodanie opisu modelu danych, scenariuszy i raportu z testów akceptacyjnych	1.7
19.11.2016	Bartłomiej Dach, Tymon Felski	Rozszerzenie specyfikacji o nowe przypadki użycia, wymagania нефункционалне oraz aktualizacja harmonogramu prac i architektury rozwiązania	2.0
09.12.2016	Bartłomiej Dach, Tymon Felski	Aktualizacja tabeli bibliotek i ich licencji, wymagań systemowych, diagramu sekwencji oraz scenariuszy i raportu z testów akceptacyjnych	2.1
10.12.2016	Bartłomiej Dach, Tymon Felski	Aktualizacja instrukcji instalacji, uruchomienia, utrzymania oraz użycia	2.2
16.12.2016	Bartłomiej Dach	Rozszerzenie opisu biznesowego i wymagań funkcjonalnych (dodanie nowych przypadków użycia i user stories)	3.0
19.12.2016	Tymon Felski	Aktualizacja wymagań нефункционалных, harmonogramu prac i architektury rozwiązania	3.1

Spis treści

1	Specyfikacja	3
1.1	Opis biznesowy	3
1.2	Wymagania funkcjonalne	3
1.3	Wymagania нефункционалне	5
1.4	Harmonogram projektu	5
1.5	Architektura rozwiązania	7
1.5.1	Serwer aplikacyjny	9
1.5.2	Aplikacja kliencka (dla pracowników)	9
1.5.3	Interfejs webowy	10
2	Dokumentacja końcowa (powykonawcza)	11
2.1	Wymagania systemowe	11
2.2	Biblioteki wraz z określeniem licencji	11
2.3	Instrukcja instalacji	11
2.4	Instrukcja uruchomienia	12
2.5	Instrukcja użycia	12
2.5.1	Logowanie do systemu	12
2.5.2	Główne okno aplikacji	13
2.5.3	Wyszukiwanie	14
2.5.4	Edycja	14
2.5.5	Wyświetlanie rozkładu jazdy wybranej linii	16
2.5.6	Wyświetlanie rozkładu jazdy dla wybranego przystanku	17
2.5.7	Edycja przejazdu	18
2.5.8	Wyszukiwanie tras między wybranymi przystankami	19
2.5.9	Edycja użytkowników	19
2.6	Instrukcja utrzymania	20
2.7	Raport odstępstw od specyfikacji wymagań	20
3	Dokumentacja końcowa (powykonawcza) – punkty wymagane przez prowadzącego zajęcia	21
3.1	Diagramy sekwencji	21
3.1.1	Aplikacja kliencka	21
3.1.2	Serwer aplikacyjny	22
3.2	Model danych	23
3.3	Scenariusze testów akceptacyjnych i raport z ich przeprowadzenia	24
4	Lista użytych skrótów	28
5	Bibliografia	28

1 Specyfikacja

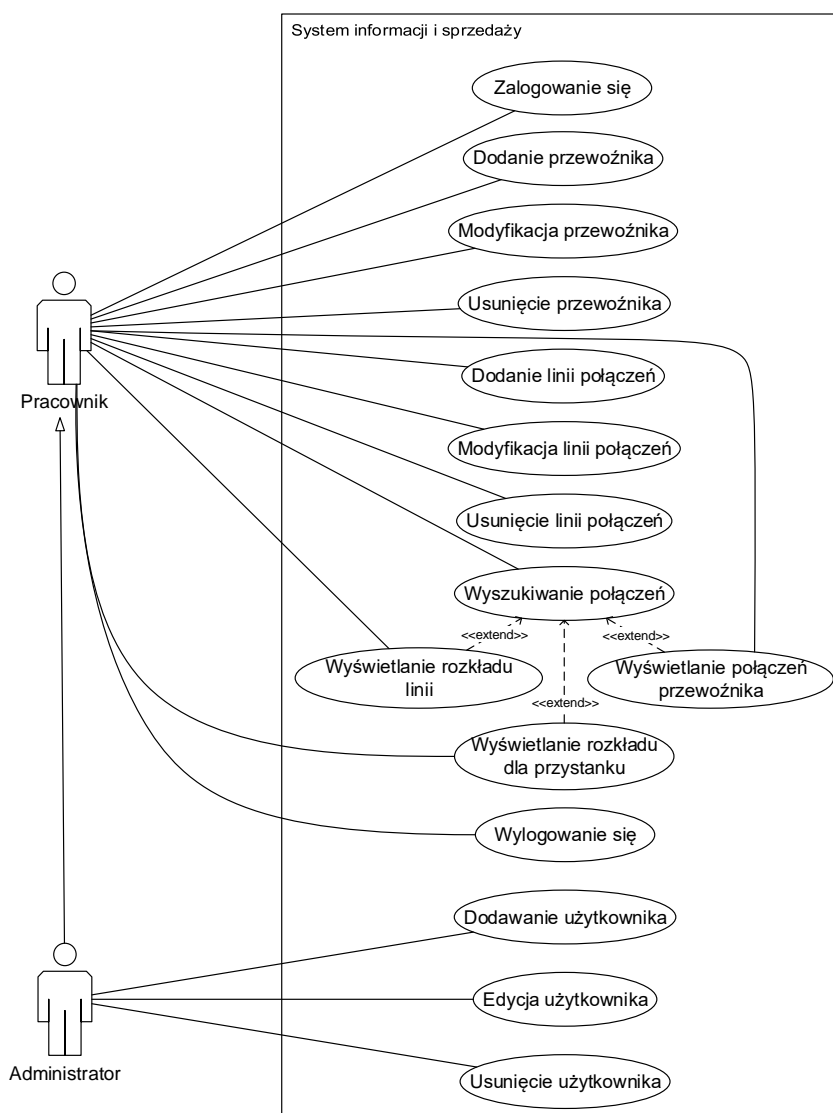
1.1 Opis biznesowy

Niniejszy system służy do przechowywania danych o przewoźnikach i połączeniach komunikacji miejskiej oraz międzymiastowej. Składowane dane wykorzystywane są do wyszukiwania konkretnych połączeń oraz sprzedaży biletów.

1.2 Wymagania funkcjonalne

Przypadki użycia

Poniższy diagram UML przedstawia zbiór przypadków użycia aplikacji dla aktora – pracownika firmy pośredniczącej w sprzedaży biletów wielu przewoźników.



Rysunek 1: Diagram przypadków użycia dla aplikacji

Poszczególne przypadki są opisane szerzej w poniższej tabeli:

Aktor	Nazwa	Opis	Odpowiedź systemu
Etap 1			
Administrator	Dodanie użytkownika	Dodanie nowego użytkownika do systemu	Potwierdzenie dodania użytkownika
	Modyfikacja użytkownika	Zmiana danych istniejącego użytkownika systemu	Potwierdzenie zmodyfikowania rekordu
	Usunięcie użytkownika	Usunięcie konta użytkownika i jego danych z systemu	Potwierdzenie usunięcia użytkownika
Pracownik	Zalogowanie się	Zalogowanie się użytkownika do systemu	Potwierdzenie zalogowania się lub komunikat o błędzie
	Wylogowanie się	Wylogowanie się pracownika z systemu	Potwierdzenie zakończenia pracy z systemem
	Dodanie przewoźnika	Dodanie informacji o nowym przewoźniku do bazy	Potwierdzenie dodania danych do bazy
	Modyfikacja przewoźnika	Zmiana danych przewoźnika przechowywanych w bazie	Potwierdzenie zmodyfikowania rekordu
	Usunięcie przewoźnika	Usunięcie danych przewoźnika przechowywanych w bazie	Potwierdzenie usunięcia rekordu
	Dodanie linii połączeń	Dodanie nowej linii połączeń danego przewoźnika	Potwierdzenie dodania linii do bazy
	Modyfikacja linii połączeń	Modyfikacja linii połączeń danego przewoźnika	Potwierdzenie modyfikacji rekordu
	Usunięcie linii połączeń	Usunięcie linii połączeń danego przewoźnika	Potwierdzenie usunięcia rekordu
	Wyświetlanie rozkładu linii	Wyświetlanie rozkładu jazdy wybranej linii	Widok zawierający informacje o przejazdach na wybranej linii
	Wyświetlanie połączeń przewoźnika	Wyświetlanie połączeń obsługiwanych przez danego przewoźnika	Widok zawierający informacje o liniach danej firmy
Etap 2			
Pracownik	Wyświetlanie rozkładu przystanku	Wyświetlanie rozkładu jazdy dla wybranego przystanku	Widok zawierający informacje o liniach dla wybranego przystanku
	Wyszukiwanie połączeń	Wyszukiwanie połączeń między wybranymi punktami	Widok z listą znalezionych połączeń

Tablica 3: Opisy przypadków użycia dla użytkownika

User stories

1. Etap 1

1.1. Interfejs administracyjny dla administratora

1.1.1. Jako zalogowany administrator dodaję/modyfikuję użytkownika systemu.

Dowolny zalogowany administrator może dodać nowego użytkownika lub zmodyfikować informacje o istniejącym użytkowniku, takie jak jego login, hasło oraz uprawnienia.

1.1.2. Jako zalogowany administrator wyszukuję użytkownika.

Dowolny zalogowany administrator może wyszukać istniejących użytkowników systemu.

1.2. Interfejs administracyjny dla pracownika

1.2.1. Jako zalogowany pracownik dodaję/modyfikuję przewoźnika.

Dowolny zalogowany pracownik może dodać nowego przewoźnika lub zmodyfikować informacje o przewoźniku, takie jak: nazwę i adres firmy, numer REGON oraz jej stronę internetową.

- 1.2.2. Jako zalogowany pracownik dodaje/modyfikuje linię połączeń.
Dowolny zalogowany pracownik może dodać nowe połączenie lub zmodyfikować informacje o istniejącym połączeniu takie jak: przystanki, czas odjazdu i przyjazdu na poszczególnych przystankach, ilość dostępnych miejsc w danym kursie, podstawowa cena biletu.
- 1.2.3. Jako zalogowany pracownik wyszukuje połączenie.
Dowolny zalogowany pracownik może wyszukać dostępne połączenia wybranej linii.
- 1.2.4. Jako zalogowany pracownik wyświetla rozkład jazdy danej linii.
Dowolny zalogowany pracownik może wyszukać rozkład jazdy danej linii komunikacyjnej i go wyświetlić.
- 1.2.5. Jako zalogowany pracownik wyświetla połączenia dla danego przewoźnika.
Dowolny zalogowany pracownik może wyświetlić połączenia od danego przewoźnika.

2. Etap 2

2.1. Interfejs administracyjny dla pracownika

- 2.1.1. Jako zalogowany pracownik wyświetla rozkład jazdy dla danego przystanku.
Dowolny zalogowany pracownik może wyświetlić rozkład jazdy dla danego przystanku.
- 2.1.2. Jako zalogowany pracownik wyświetla połączenia pomiędzy wybranymi punktami.
Dowolny zalogowany pracownik może wyszukać dostępne bezpośrednie połączenia pomiędzy wybranymi punktami.

1.3 Wymagania niefunkcjonalne

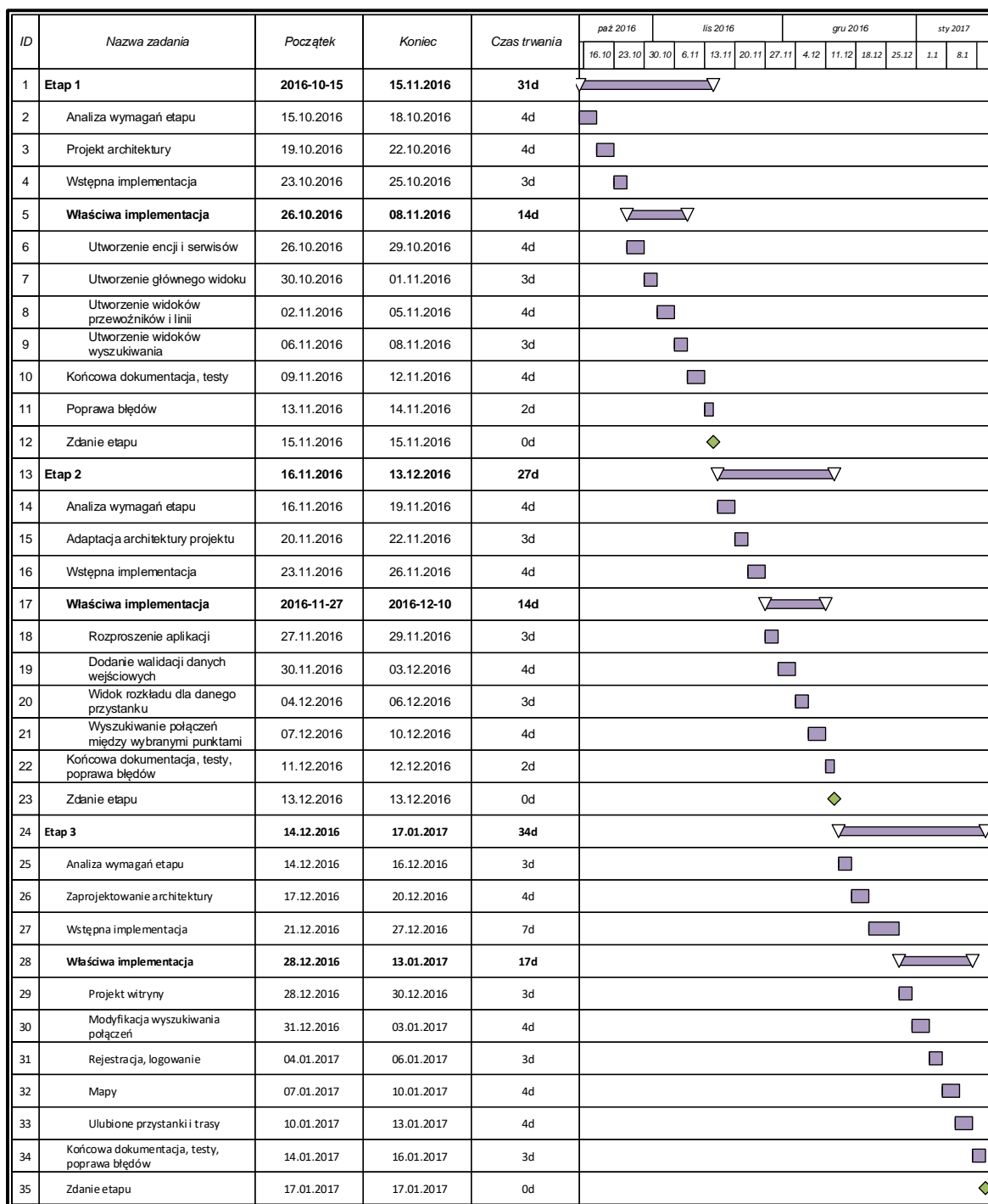
Poniższa tabela zawiera rozpisane wymagania niefunkcjonalne narzucone dla systemu.

Obszar wymagań	Nr	Etap	Opis
Użyteczność (<i>Usability</i>)	1	1	Rozmiar czcionki użytej w aplikacji musi być nie mniejszy niż 12 punktów.
	2	1	Aplikacja powinna obsługiwać zmianę rozmiaru okna w sposób który umożliwia korzystanie ze wszystkich jej funkcjonalności (tzw. responsive design).
	3	2	Dane wprowadzane przez użytkownika powinny być sprawdzane pod kątem poprawności przed wysłaniem zapytań do bazy.
Niezawodność (<i>Reliability</i>)	4	1	Aplikacja musi być odporna na dokonywanie jednoczesnych zmian tego samego rekordu bazy przez wielu pracowników jednocześnie.
	5	3	Interfejs webowy nie powinien umożliwiać wysyłanie zapytań insert/update/delete do bazy (z wyjątkiem kont).
Wydajność (<i>Performance</i>)	6	1	Aplikacja powinna dodawać nowe obiekty do systemu w czasie nie dłuższym niż 1 sekundę, przy 50 żądaniach dodania obiektu na minutę.
	7	1	Zużycie pamięci RAM przez aplikację nie powinno przekroczyć 500 megabajtów.
	8	1	Wyszukiwanie połączenia między określonymi miastami powinno trwać mniej niż 2 sekundy, przy ok. 10 tys. rekordów.
Utrzymanie (<i>Supportability</i>)	9	1	Do aplikacji dołączona zostanie instrukcja wykonywania kopii zapasowej danych.

Tablica 5: Tabela wymagań niefunkcjonalnych

1.4 Harmonogram projektu

Prace przy projekcie będą realizowane według następującego harmonogramu:



Rysunek 2: Diagram Gantta z planowanym harmonogramem projektu

Kamienie milowe:

1. Etap pierwszy:

- (a) 18 października: Zakończenie analizy wymagań funkcjonalnych i нефункциональных projektu.
- (b) 22 października: Zakończenie projektu architektury aplikacji, łącznie z wyróżnieniem komponentów oraz podsystemów.
- (c) 25 października: Wstępna implementacja projektu architektury, naniesienie ewentualnych poprawek do architektury wynikających z problemów implementacyjnych.
- (d) 29 października: Utworzenie encji biznesowych oraz serwisów wykorzystywanych przez użytkowników.

- (e) 1 listopada: Utworzenie głównego widoku aplikacji.
- (f) 5 listopada: Utworzenie widoków dodawania przewoźników oraz linii.
- (g) 8 listopada: Utworzenie widoków wyszukiwania połączeń oraz wyświetlania połączeń danej linii oraz przewoźnika.
- (h) 12 listopada: Zakończenie dokumentacji, testów aplikacji oraz identyfikacji błędów.
- (i) 15 listopada: Zakończenie poprawy znalezionych błędów, zdanie projektu łącznie z pełną dokumentacją.

2. Drugi etap:

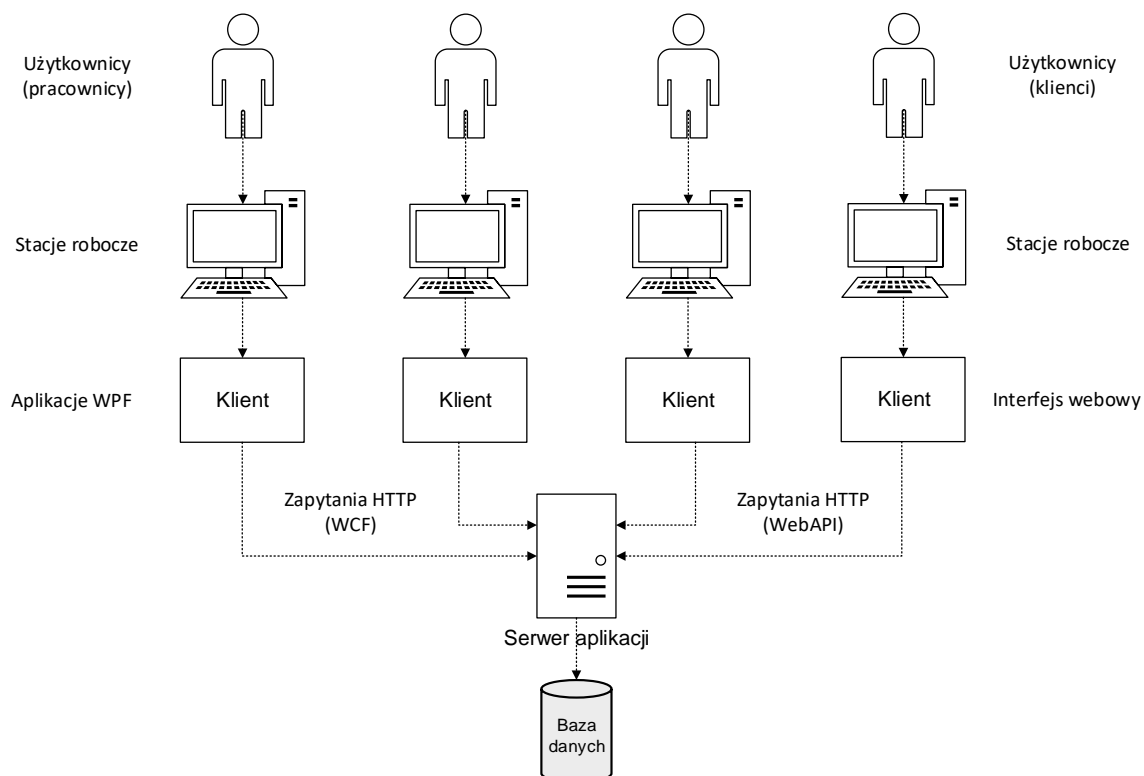
- (a) 19 listopada: Zakończenie analizy nowych wymagań funkcjonalnych i нефункциональных projektu.
- (b) 22 listopada: Zakończenie aktualizacji architektury aplikacji, łącznie z wyróżnieniem komponentów oraz podsystemów.
- (c) 26 listopada: Wstępna próba rozproszenia aplikacji.
- (d) 29 listopada: Wydzielenie serwera aplikacyjnego oraz zintegrowanie go z aplikacją kliencką.
- (e) 3 grudnia: Zakończenie implementacji walidacji danych wejściowych.
- (f) 6 grudnia: Implementacja rozkładów dla poszczególnych przystanków oraz stworzenie odpowiedniego widoku w aplikacji klienckiej.
- (g) 10 grudnia: Dodanie funkcjonalności wyszukiwania połączeń między wybranymi przystankami.
- (h) 13 grudnia: Zakończenie poprawy znalezionych błędów, zdanie projektu łącznie z pełną dokumentacją.

3. Trzeci etap:

- (a) 16 grudnia: Zakończenie analizy nowych wymagań funkcjonalnych i нефункциональных projektu.
- (b) 20 grudnia: Zakończenie aktualizacji architektury aplikacji, łącznie z wyróżnieniem komponentów oraz podsystemów.
- (c) 23 grudnia: Wstępna próba wystawienia serwisów WebAPI.
- (d) 27 grudnia: Przygotowanie podstawowych widoków w interfejsie webowym.
- (e) 30 grudnia: Utworzenie projektu graficznego witryny.
- (f) 3 stycznia: Modyfikacja wyszukiwania trasy pomiędzy punktami.
- (g) 6 stycznia: Implementacja rejestracji oraz logowania na indywidualne konta użytkowników.
- (h) 10 stycznia: Dodanie wyświetlania trasy na mapie.
- (i) 13 stycznia: Implementacja funkcjonalności oznaczania tras oraz przystanków jako ulubione.
- (j) 17 stycznia: Zakończenie poprawy znalezionych błędów, zdanie projektu łącznie z pełną dokumentacją.

1.5 Architektura rozwiązania

Docelowym środowiskiem aplikacji są małe lub średnie firmy pośredniczące w sprzedaży biletów komunikacyjnych, tzn. przedsiębiorstwa zatrudniające do 250 pracowników, z czego dostęp do systemu miałyby dość niski procent tej liczby (w założeniach ok. 20-30%). Dane, których przechowywanie jest niezbędne do spełnienia wymagań funkcjonalnych mają dość małą zmienność - stosunkowo rzadko ulegają zmianom lub przedawnieniu. Dodatkowo, ze względu na wewnętrzny charakter przechowywanych danych, system powinien być scentralizowany i znajdować się w jednym fizycznym położeniu.



Rysunek 3: Schemat architektury systemu

Biorąc pod uwagę opisany powyżej charakter zamówionego rozwiązania, jako część systemu przeznaczoną dla pracowników wybrany został system rozproszony składający się z aplikacji klienckich typu „gruby klient”, instalowanych na stacjach roboczych pracowników oraz administratorów systemu, oraz serwera aplikacyjnego. Dla klientów indywidualnych przygotowano interfejs webowy dostępny z poziomu przeglądarki internetowej.

Planowana architektura rozwiązania ma charakter warstwowy. W aplikacji przeznaczonej dla pracowników wyróżnione zostały następujące warstwy:

- warstwa dostępu do danych - odpowiedzialna za kontakt z bazą oraz odczyt i zapis przechowywanych tam danych,
- warstwa biznesowa - odpowiedzialna za wykonywanie poszczególnych usług (np. dodania czy modyfikacji przewoźnika),
- warstwa prezentacji - odpowiedzialna za wyświetlanie interfejsu użytkownika.

Część przeznaczona dla internautów może być opisana następującymi warstwami:

- warstwa dostępu do danych - odpowiedzialna za kontakt z bazą,
- warstwa biznesowa - odpowiedzialna za wykonywanie poszczególnych usług (np. wyszukiwanie trasy przejazdu),
- warstwa prezentacji - odpowiedzialna za wyświetlanie interfejsu webowego.

Głównymi powodami zaproponowania architektury warstwowej były:

- możliwość wymiany silnika bazodanowego oraz warstwy prezentacji bez naruszania warstwy biznesowej,
- podział odpowiedzialności na poszczególne warstwy,

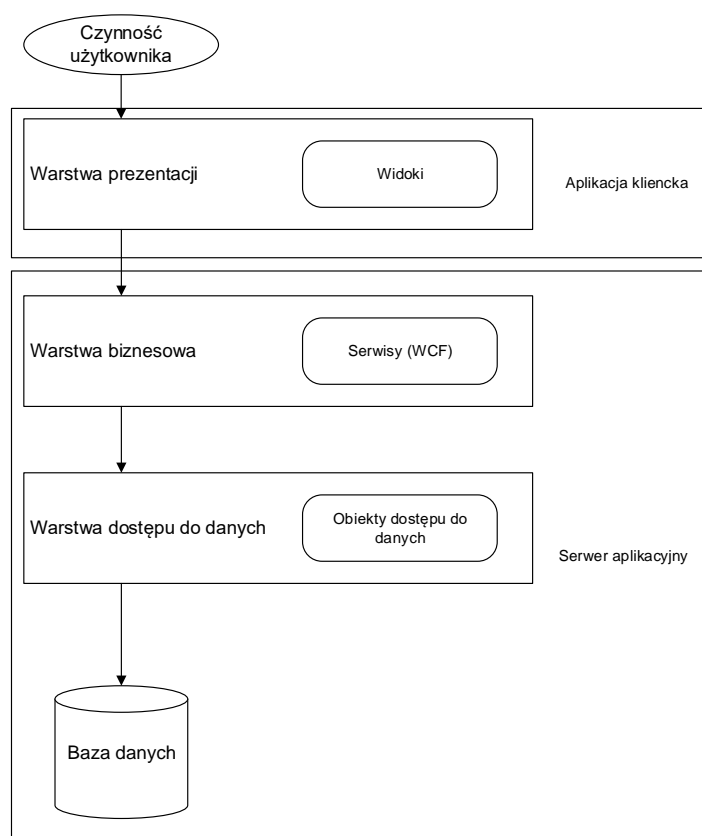
- spójny charakter wymagań - podział na podsystemy jest zbędny.

Ze względu na małą liczbę użytkowników niska skalowalność oraz wydajność rozwiązań warstwowych zostały uznane za ryzyko drugorzędne.

1.5.1 Serwer aplikacyjny

Serwer aplikacyjny to pojedyncza stacja robocza w sieci wewnętrznej, odpowiadająca za obsługę i odpowiedź na zapytania kierowane do niego przez aplikacje klienckie różnej postaci. Serwer udostępnia wszystkim klientom usługi, w których określone są typy danych wyjściowych i wejściowych. Komunikacja z klientami odbywa się za pomocą protokołu HTTP.

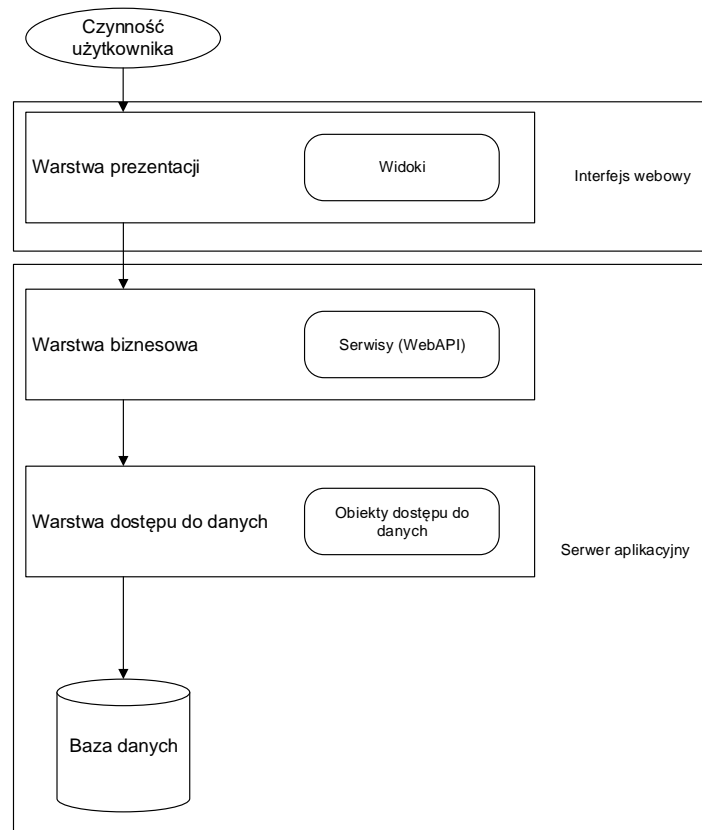
1.5.2 Aplikacja kliencka (dla pracowników)



Rysunek 4: Schemat wykonywania czynności pracownika

Aplikacje klienckie mają postać „grubego klienta”, instalowanego na stacjach roboczych konkretnych użytkowników. Wykonywanie wszystkich żądań użytkownika delegowane jest do serwera aplikacyjnego za pośrednictwem udostępnionych usług; odpowiedzią jest informacja o powodzeniu, lub błąd wykonania. W aplikacji klienckiej nie znajdują się elementy związane z logiką biznesową.

1.5.3 Interfejs webowy



Rysunek 5: Schemat wykonywania czynności klienta

Interfejs webowy umożliwia użytkownikom wysyłanie zapytań do serwera aplikacyjnego z poziomu przeglądarki internetowej. Podobnie jak w przypadku aplikacji klienckiej, nie ma tutaj logiki biznesowej.

2 Dokumentacja końcowa (powykonawcza)

2.1 Wymagania systemowe

Aby zapewnić poprawne działanie aplikacji klienckiej, wymagane są następujące komponenty:

1. System operacyjny Windows 7 lub nowszy.
2. .NET Framework 4.5.2 lub nowszy.

Aby zapewnić poprawne działanie serwera aplikacyjnego, wymagane są następujące komponenty:

1. System operacyjny Windows Server 2008 lub nowszy.
2. .NET Framework 4.5.2 lub nowszy.
3. MS SQL Server 2014 lub nowszy.

2.2 Biblioteki wraz z określeniem licencji

W budowie aplikacji zostały użyte następujące biblioteki oraz komponenty firm trzecich:

Nr	Komponent i wersja	Opis	Licencja	
1	Castle.Core, 3.3.3	Wykorzystywana do tworzenia obiektów <i>proxy</i> . Zależność biblioteki Moq.	Apache License 2.0	[1]
2	Entity Framework, 6.1.3	Framework do mapowania obiektowo-relacyjnego (ORM).	Apache License 2.0	[2]
3	FluentAssertions, 4.17.0	Wykorzystywany w testach jednostkowych w celu ułatwienia pisania asercji.	Apache License 2.0	[3]
4	Moq, 4.5.28	Używany w testach jednostkowych do tworzenia obiektów zastępczych (tzw. <i>mock object</i>).	BSD 3-Clause	[4]
5	NUnit, 3.5.0	Framework do wykonywania testów jednostkowych.	MIT	[5]
6	ReactiveUI, 6.5.2	Biblioteka wspomagająca w realizacji wzorca MVVM w aplikacji klienckiej, zintegrowana z Reactive Extensions.	MS-PL	[6]
7	Reactive Extensions, 2.2.5	Biblioteka wspomagająca w programowaniu aplikacji opartych na asynchronicznym przetwarzaniu danych oraz zdarzeniach. Zależność ReactiveUI.	Apache License 2.0	[7]
8	Splat, 1.4.0	Kontener IoC wspomagający w realizacji wzorca wstrzykiwania zależności.	MIT	[8]
9	MahApps.Metro, 1.3.0	Biblioteka zawierająca kontrolki interfejsu użytkownika.	MS-PL	[9]

Tablica 7: Lista użytych bibliotek i komponentów

2.3 Instrukcja instalacji

Aby zainstalować aplikację na serwerze aplikacyjnym, należy wykonać następujące kroki:

1. Zainstalowanie **.NET Framework w wersji 4.0 lub późniejszej**, usług **Internet Information Service w wersji 8 lub późniejszej**, **Microsoft SQL Server w wersji 2014 lub późniejszej** oraz **ASP.NET** na serwerze aplikacyjnym.

Aplikacja do funkcjonowania wymaga instalacji serwera bazy danych Microsoft SQL Server w wersji 2014 lub późniejszej. Instrukcję instalacji SQL Server można znaleźć w pozycji bibliografii [10]. Instalacja usługi IIS można znaleźć w pozycji [11]. Konfiguracja usługi ASP.NET można znaleźć w pozycji [12].

2. Instalacja serwisów WCF na serwerze aplikacyjnym

Po skopiowaniu plików serwisowych dostarczonych jako część aplikacji do wybranej lokalizacji na serwerze, należy otworzyć aplikację **IIS Manager**. Tworzymy nową stronę w zakładce **Sites** po lewej, po czym klikamy **View Applications** po prawej stronie. Następnie z prawej strony wybieramy **Add Application**. W okienku wpisujemy **Alias**, który będzie służyć jako prefiks endpointów oraz podajemy ścieżkę do plików serwisowych aplikacji.

3. Konfiguracja connection stringów

Po dodaniu aplikacji należy kliknąć na nią po lewej stronie w okienku **Connections**, następnie na **Connection strings** i wyedytować connection string, aby wskazywał on na zainstalowaną instancję bazy.

4. Uruchomienie serwera

Przed pierwszym uruchomieniem aplikacji należy upewnić się, że serwer działa, uruchamiając **SQL Server Configuration Manager** i sprawdzając, czy status usługi **MSSQLSERVER** to **Running**.

5. Pierwsze uruchomienie

Po uruchomieniu aplikacji należy wpisać dowolne dane logowania i wcisnąć przycisk **Login**. W tym momencie przycisk powinien się zablokować, a po kilkunastu sekundach powinien pojawić się komunikat o błędnych danych logowania. Oznacza to, że schemat bazy danych został pomyślnie utworzony; aby to potwierdzić, należy uruchomić **SQL Server Management Studio** i zweryfikować, że schemat bazy danych został utworzony.

6. Wykonanie skryptu z przykładowymi danymi

Po wykonaniu poprzedniego kroku, należy za pośrednictwem **SQL Server Management Studio** wykonać dostarczony skrypt T-SQL, aby dodać do bazy danych przykładowe dane. Wówczas można zalogować się do aplikacji używając danych wyspecyfikowanych w poniższej sekcji, a następnie dokonywać dalszego dostosowywania systemu do własnych potrzeb.

2.4 Instrukcja uruchomienia

Na serwerze aplikacyjnym należy upewnić się, że usługa IIS dla naszej strony oraz instancja serwera MS SQL jest uruchomiona.

1. Otwórz **SQL Server Configuration Manager** i sprawdź, czy status usługi (**MSSQLSERVER**) to **Running**. Jeżeli nie, uruchom usługę za pomocą przycisku **Start Service** na pasku pod menu.
2. Otwórz konsolę **IIS**.
3. Wybierz swoją stronę po lewej stronie okna.
4. Po prawej stronie okna wybierz opcję **Start**, jeżeli usługa nie jest uruchomiona.

Na stacji roboczej możemy wówczas uruchomić aplikację, aby połączyć się z serwerem aplikacyjnym.

1. Klikamy dwukrotnie plik wykonywalny **PublicTransport.exe**, aby uruchomić aplikację.

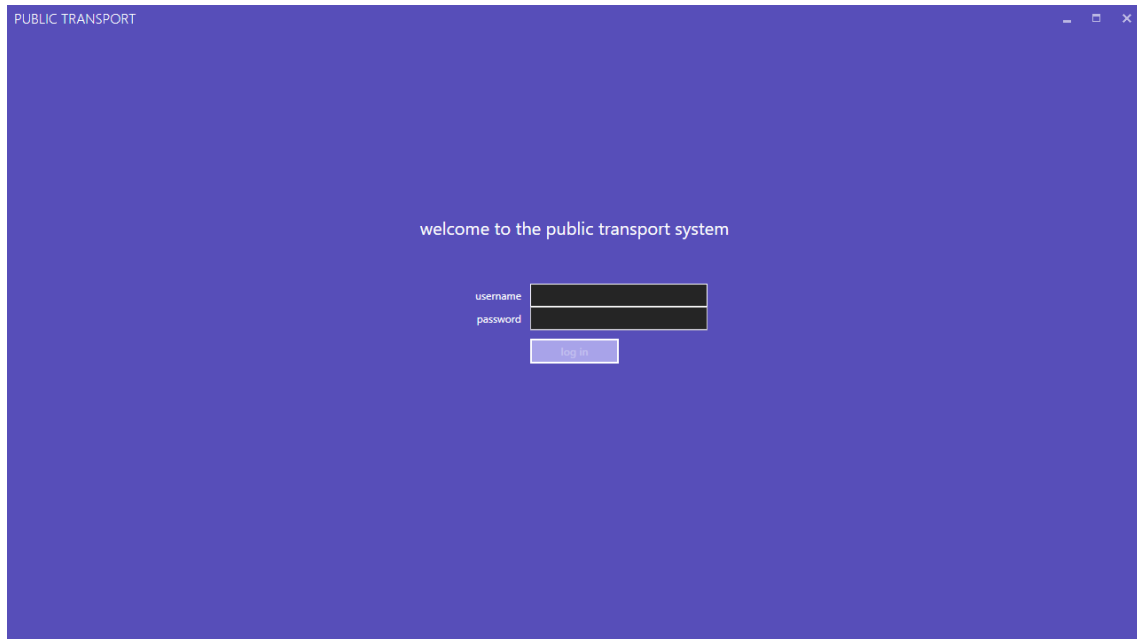
2.5 Instrukcja użycia

2.5.1 Logowanie do systemu

Po uruchomieniu aplikacji przez użytkownika pojawia się okno logowania. Predefiniowane są następujące konta użytkowników:

- użytkownik `root`, hasło `root`: konto z uprawnieniami administratora,
- użytkownik `employee`, hasło `password`: konto z uprawnieniami użytkownika,

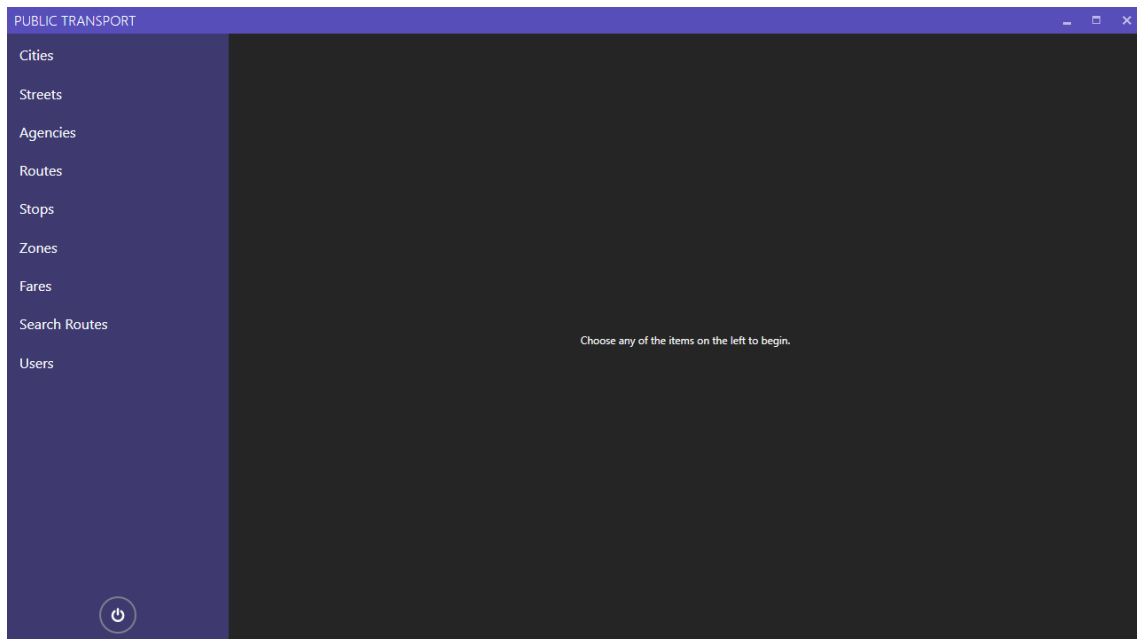
- użytkownik guest, hasło guest: konto bez nadanych uprawnień.



Rysunek 6: Okno logowania do systemu

2.5.2 Główne okno aplikacji

Po podaniu prawidłowej kombinacji nazwy użytkownika i hasła, wyświetlony zostaje główne okno aplikacji. Po lewej stronie znajduje się menu nawigacyjne, które umożliwia dostęp do poszczególnych części systemu, zaś pod menu znajduje się zaś przycisk odpowiadający za wylogowanie użytkownika z systemu.



Rysunek 7: Główny widok aplikacji

Po kliknięciu dowolnej opcji menu, po prawej stronie aplikacji wyświetla się formularz wyszukiwania odpowiadający wybranej opcji. Dostępne opcje to:

- **Cities, Streets** – łączą funkcjonalności związane z miastami i ulicami,
- **Agencies** – agreguje informacje dotyczące przewoźników,
- **Routes** – wyświetla dane o trasach i przejazdach,
- **Stops** – pozwala wyszukiwać, edytować i dodawać przystanki,
- **Zones** – umożliwia wyznaczanie stref taryfowych, na podstawie których obliczana będzie cena biletu,
- **Fares** – zbiera dane dotyczące taryf przejazdowych i cen biletów,
- **Users** – zawiera informacje o użytkownikach; widok ten dostępny jest tylko dla administratorów.

2.5.3 Wyszukiwanie

W przypadku wszystkich wyżej wymienionych opcji, po wybraniu po prawej stronie pokazuje się widok pozwalający na przeszukiwanie danych zawartych w bazie dotyczących wybranej zakładki.

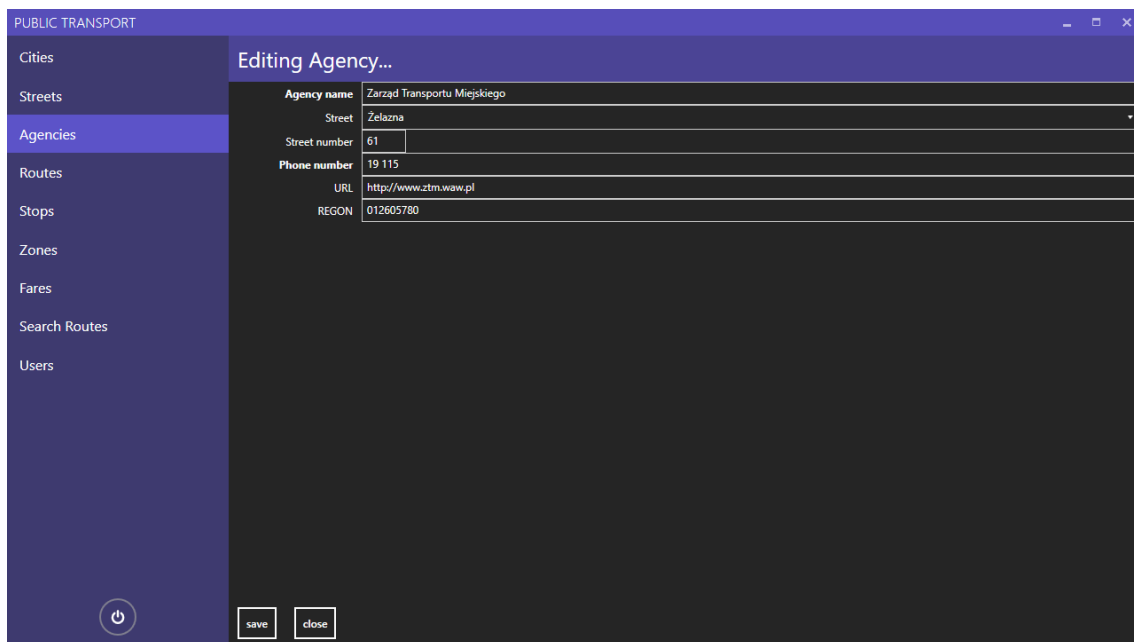
Rysunek 8: Przykładowy widok wyszukiwania

Po wybraniu opcji lista znalezionych rekordów w bazie będzie pusta. Aby rozpocząć wyszukiwanie, należy zacząć wprowadzanie kryteriów wyszukiwania w polach znajdujących się nad listą. Zawartość listy zaktualizuje się automatycznie w ciągu pół sekundy od zakończenia wprowadzania danych.

Poniżej listy umieszczony jest pasek narzędziowy, umożliwiający dodanie nowego rekordu (**Add New**) oraz edycję (**Edit Selected**) bądź usunięcie (**Delete Selected**) obecnie zaznaczonego rekordu. Pierwszy z tych przycisków jest aktywny zawsze, zaś pozostałe uaktywniają się, gdy zaznaczony jest jeden z elementów listy z wynikami wyszukiwania.

2.5.4 Edycja

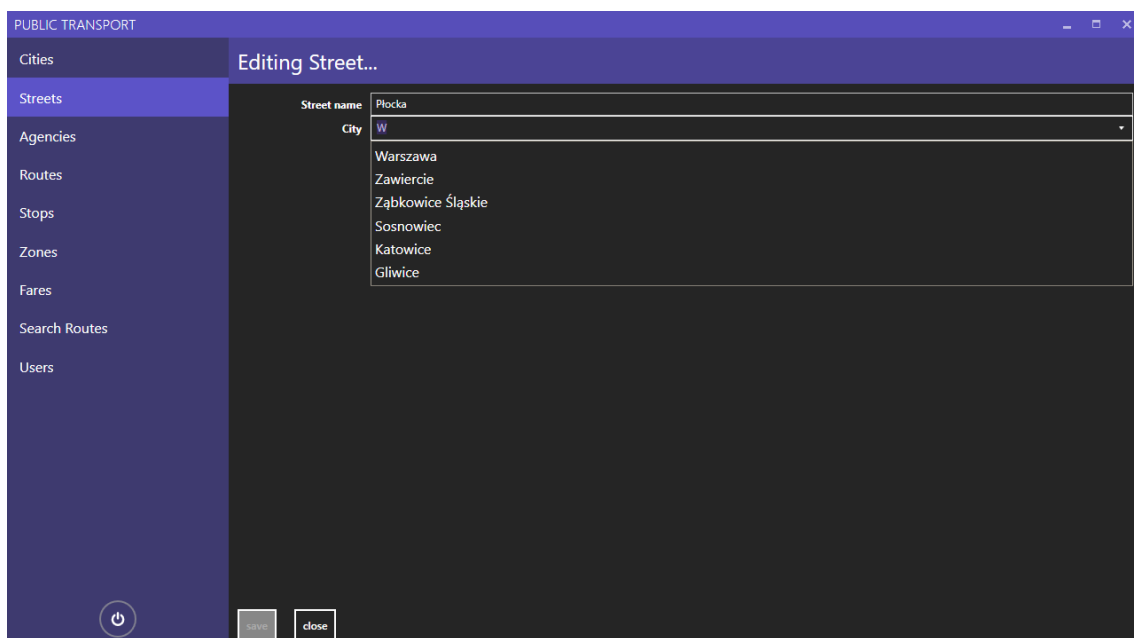
Po wybraniu opcji dodania lub edycji rekordu, po prawej stronie wyświetli się formularz umożliwiający na wprowadzenie danych nowego rekordu.



Rysunek 9: Przykładowy widok edycji dla przewoźników

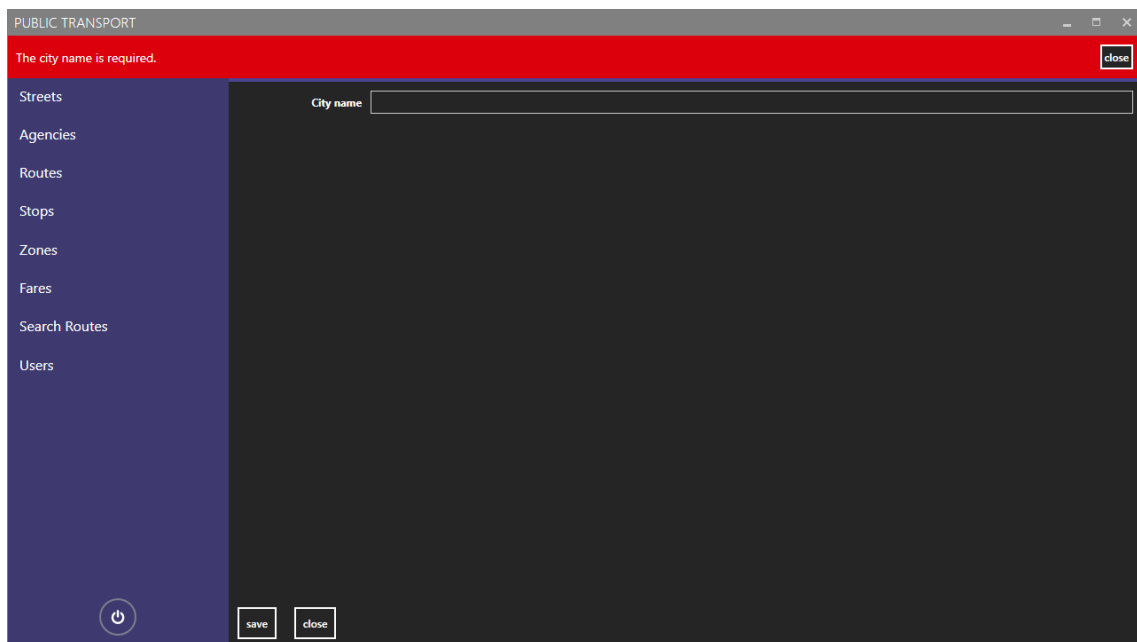
Etykiety pól obowiązkowych oznaczone są pogrubioną czcionką. Można wyróżnić dwa rodzaje pól:

- zwykle – nie są związane z żadnymi innymi obiektami systemu,
- menu rozwijane – zawartość tego pola jest związane z inną częścią systemu. Przykładem takiego pola jest pole **Street** na powyższym rysunku. Aby wybrać wartość w tym polu, należy wprowadzić początek nazwyżądanego obiektu – po chwili pojawi się menu rozwijane z sugestiami, z którego można wybrać żądany obiekt.



Rysunek 10: Przykład podpowiedzi

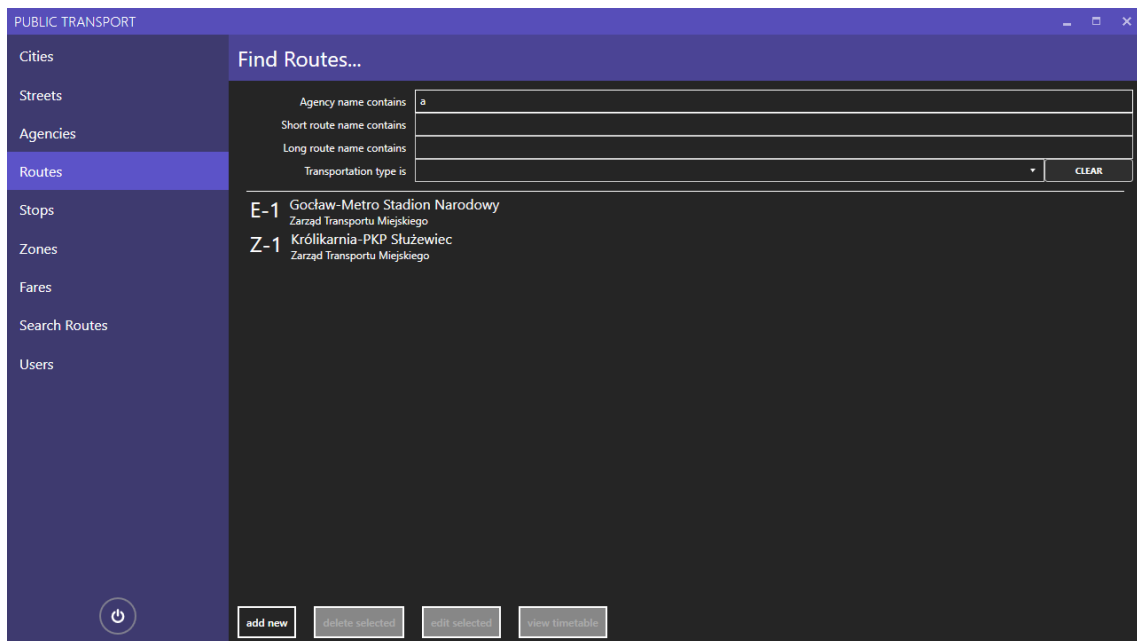
Na dole ekranu znajdują się przyciski zapisu (**Save**) umożliwiające zatwierdzenie zmian oraz zamknięcia (**Close**), który pozwala na cofnięcie się do widoku wyszukiwania i odrzucenie ostatnich zmian. W przypadku próby zapisu obiektu, który nie ma wypełnionych wszystkich pól, pojawia się poniżej przedstawiony pasek z wiadomością o błędzie:



Rysunek 11: Błąd zapisu

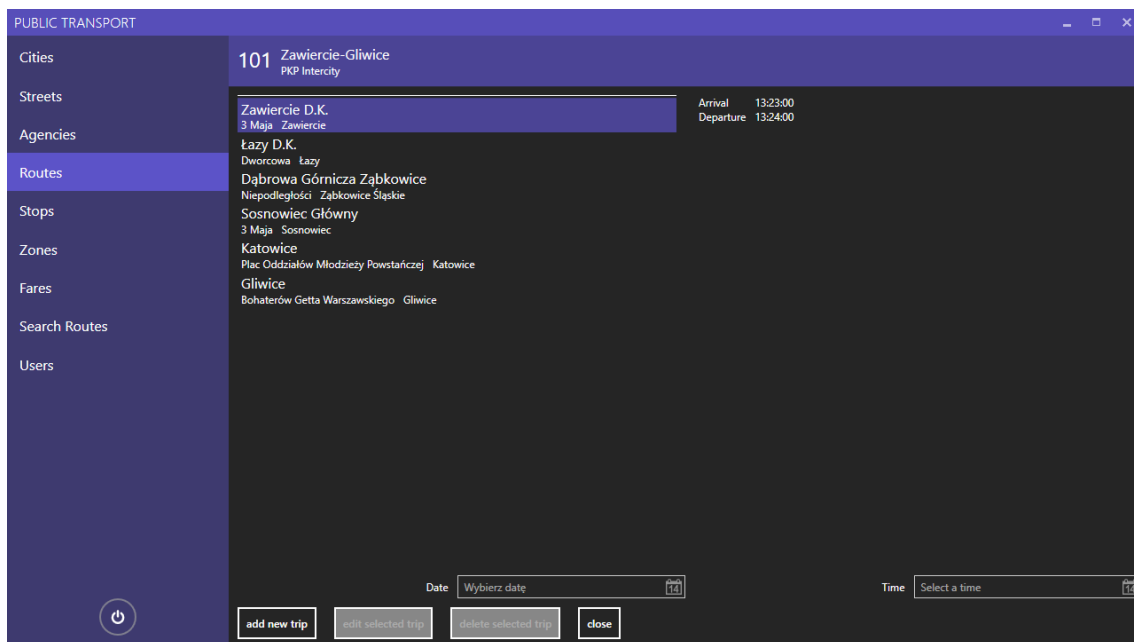
2.5.5 Wyświetlanie rozkładu jazdy wybranej linii

Szczególnym widokiem aplikacji jest widok rozkładu jazdy wybranej linii transportowej. Aby wyświetlić rozkład, należy przejść do zakładki **Routes**, wyszukać i wybrać jedną z tras, i wreszcie wybrać przycisk **View Timetable**.



Rysunek 12: Widok tras z przyciskiem wyświetlania rozkładu

Widok rozkładu podzielony jest na dwie części. Po lewej stronie znajdują się poszczególne przystanki, między którymi kursuje wybrana trasa. Po wybraniu konkretnego przystanku, po prawej stronie pojawiają się czasy przyjazdu i odjazdu wszystkich kursów tej linii dotyczące wybranej opcji.

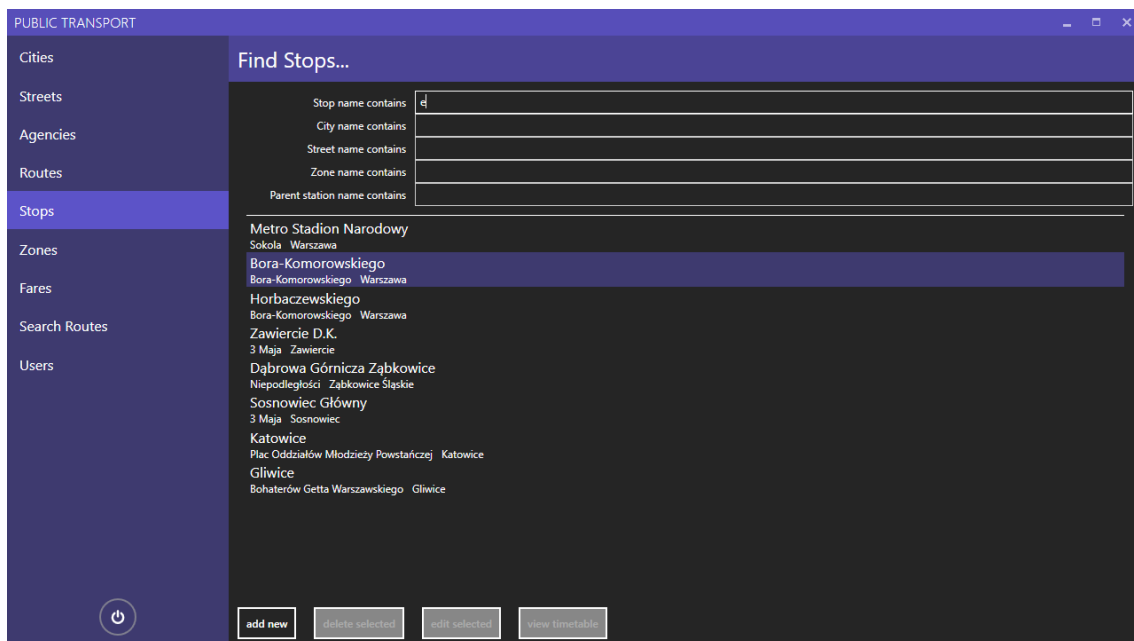


Rysunek 13: Widok rozkładu jazdy

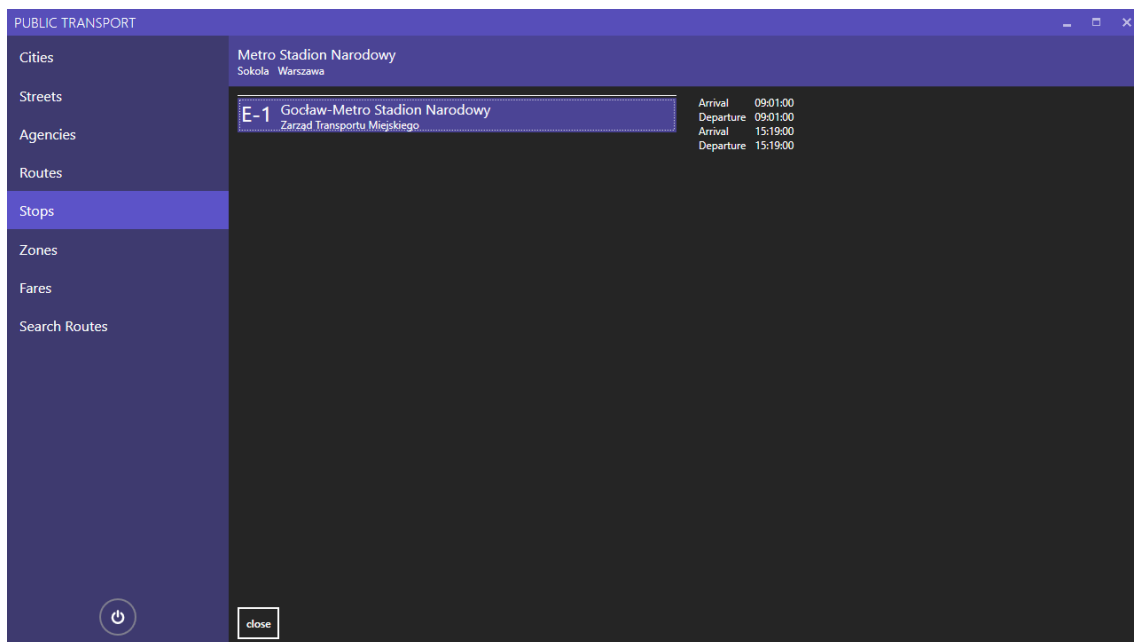
Pod listami przystanków i godzin widoczne są jeszcze dwa pola, które umożliwiają wyszukiwanie połączeń w konkretnych dniach oraz o godzinach późniejszych niż godzina wybrana w polu **Time**. Dodatkowo, dostępne są opcje dodawania (**Add Trip**), edycji (**Edit Trip**) oraz usuwania (**Delete Trip**) wybranego przejazdu.

2.5.6 Wyświetlanie rozkładu jazdy dla wybranego przystanku

W podobny sposób można wyświetlić rozkład jazdy wszystkich linii dla jednego z przystanków, wybierając zakładkę **Stops**, wyszukując i wybierając jeden z przystanków, i wciskając przycisk **View Timetable**.



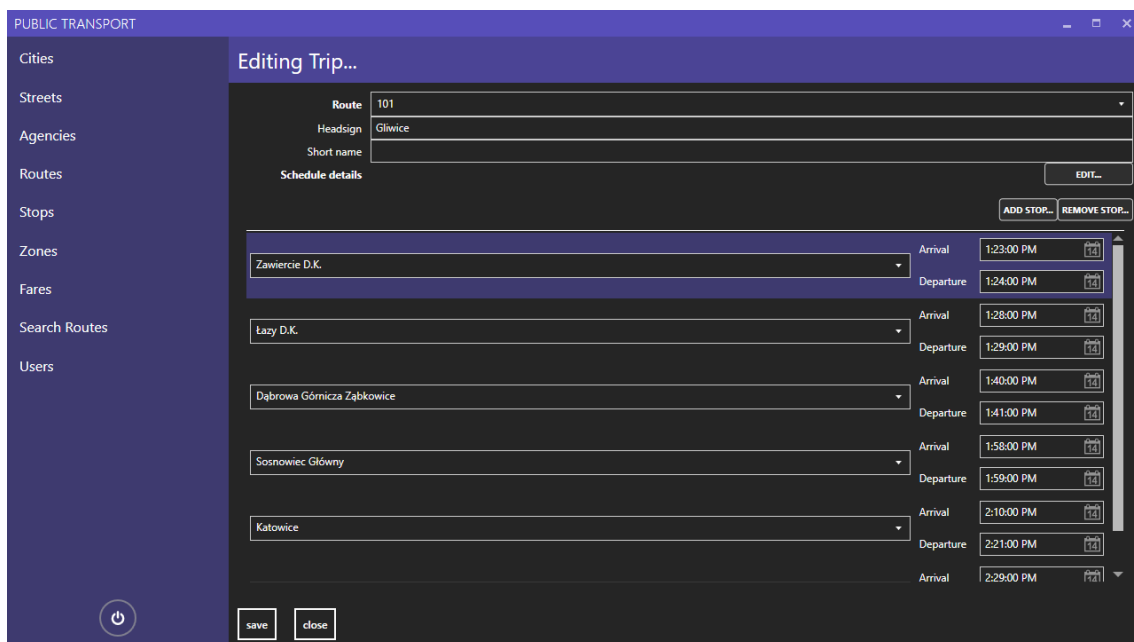
Rysunek 14: Widok przystanków z przyciskiem wyświetlania rozkładu



Rysunek 15: Rozkład jazdy dla wybranego przystanku

2.5.7 Edycja przejazdu

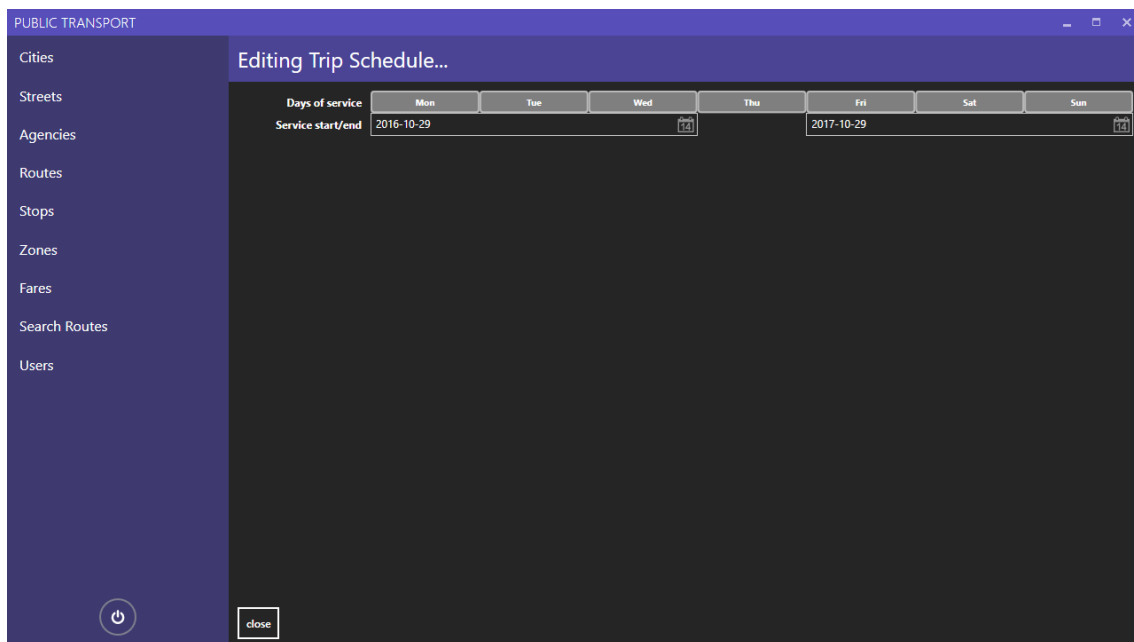
Poniżej widoczny jest ekran edycji pojedynczego kursu.



Rysunek 16: Widok edycji przejazdu

Przewijana lista w dolnej części ekranu zawiera informacje o kolejnych przystankach edytowanego przejazdu oraz czasach przyjazdu i odjazdu. Można dodawać oraz usuwać przystanki za pomocą opcji **Add stop...** i **Remove stop...**

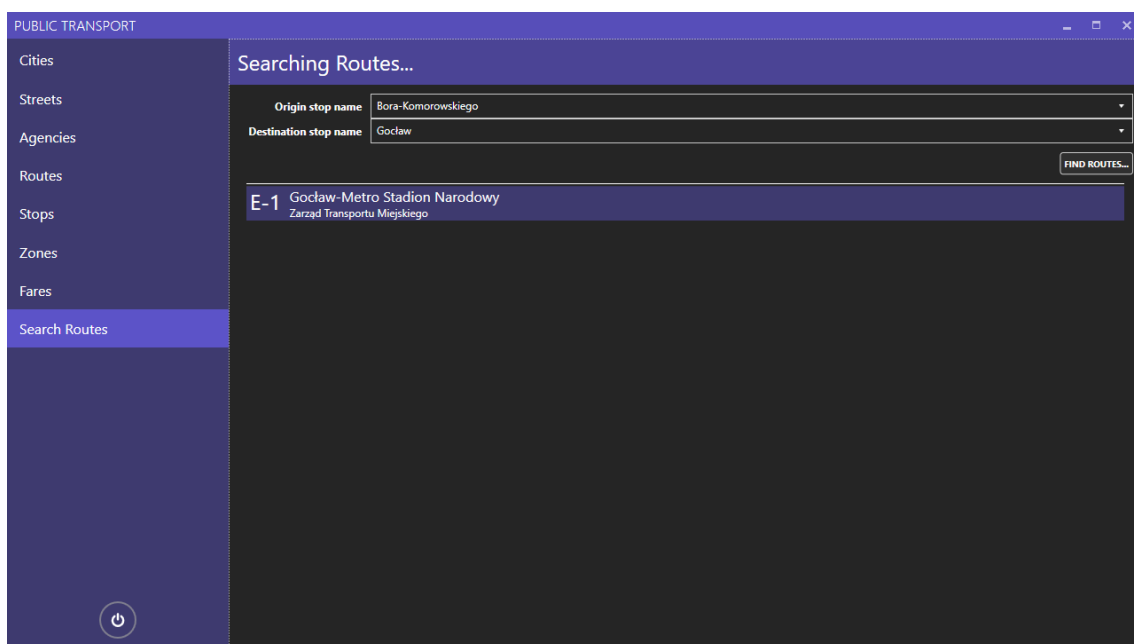
Przycisk **Edit...** obok etykiety **Schedule details** pozwala na edycję informacji o harmonogramie danego kursu, takich, jak: pierwszy i ostatni dzień funkcjonowania kursu oraz dni tygodnia, w które odbywa się dany przejazd.



Rysunek 17: Widok edycji harmonogramu

2.5.8 Wyszukiwanie tras między wybranymi przystankami

Aplikacja umożliwia wyszukiwanie tras przejeżdżających przez wybrane przystanki. Funkcjonalność ta dostępna jest z poziomu opcji **Search Routes** po lewej stronie okna.

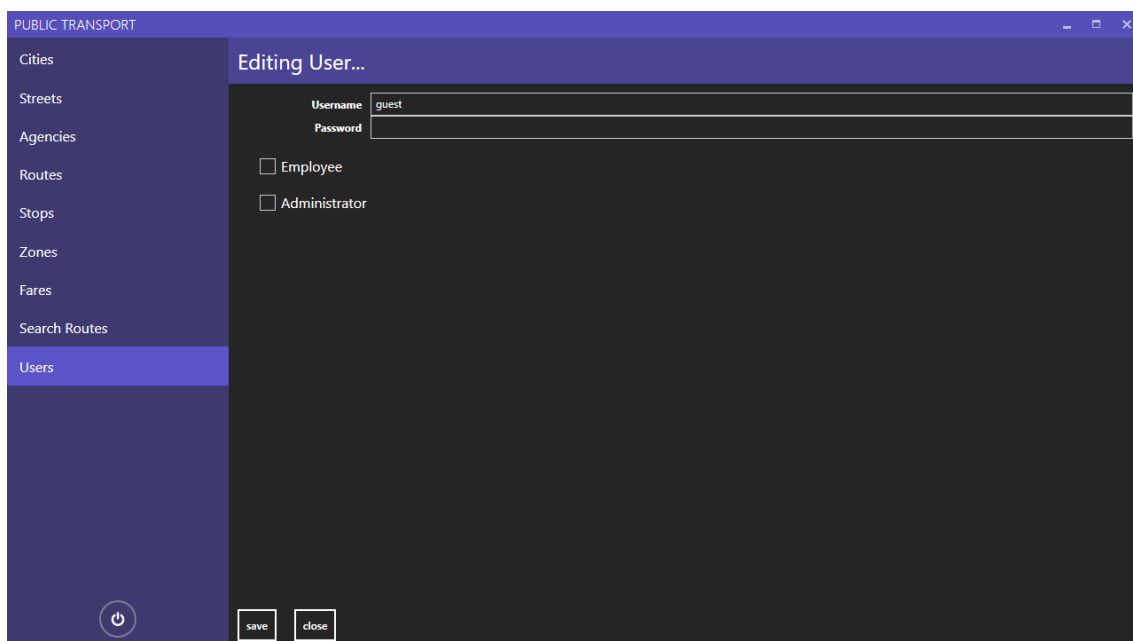


Rysunek 18: Widok wyszukiwania tras

Aby dokonać wyszukiwania, należy wpisać nazwy przystanków: startowego oraz docelowego w pola **Origin stop name** oraz **Destination stop name** odpowiednio, wybrać jeden z sugerowanych elementów, a następnie wcisnąć przycisk **Find Routes**.

2.5.9 Edycja użytkowników

Konta administratorów mają dostęp również do widoku edycji użytkowników.



Rysunek 19: Widok edycji użytkowników

W widoku tym można przydzielać oraz odbierać danym użytkownikom role oraz resetować ich hasło, podając hasło tymczasowe (nie ma możliwości wyświetlenia hasła danego użytkownika). Aby zmiany zostały wprowadzone, dany użytkownik musi wylogować się z aplikacji i zalogować się ponownie.

2.6 Instrukcja utrzymania

Uruchamianie, restartowanie lub zatrzymywanie serwera aplikacyjnego.

1. Otwórz konsolę **IIS**.
2. Wybierz swoją stronę (**Web Site**) po lewej stronie okna.
3. Po prawej stronie okna wybierz jedną z opcji **Start**, **Stop** lub **Restart**.

Uruchamianie, restartowanie lub zatrzymywanie serwera bazodanowego.

1. Uruchom **SQL Server Configuration Manager**.
2. Jeśli pojawi się okno dialogowe **Kontrola konta użytkownika**, kliknij przycisk **Tak**.
3. Wybierz instancję serwera SQL (MSSQLSERVER), kliknij prawym przyciskiem myszy, a następnie wybierz jedną z opcji **Start**, **Stop**, **Pause**, **Resume** lub **Restart**.

Tworzenie kopii zapasowej bazy danych.

1. Połącz się z instancją serwera bazodanowego i w **Eksploratorze obiektów** przejdź do węzła **Databases**.
2. Kliknij prawym przyciskiem bazę danych **PublicTransport**, przejdź do zakładki **Tasks**, a następnie **BackUp**.
3. Zostanie wyświetlone okno dialogowe **Back Up Database**. W polu listy **Database** zweryfikuj nazwę bazy danych.
4. W polu listy **Backup type** wybierz opcję **Full**.
5. W obszarze **Backup component** kliknij opcję **Database**.
6. Wybierz lokalizację docelową kopii zapasowej i wciśnij przycisk **OK**.

2.7 Raport odstępstw od specyfikacji wymagań

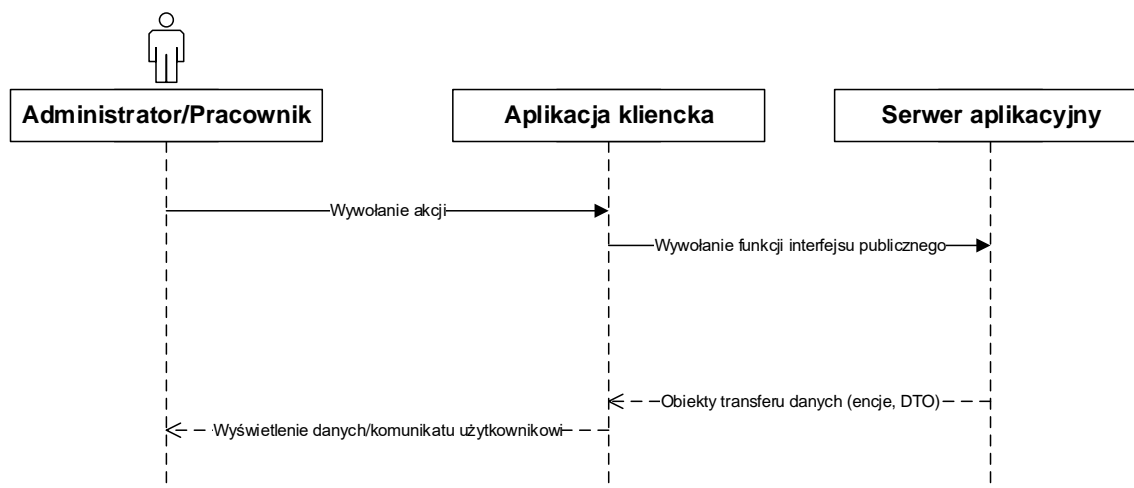
Brak.

3 Dokumentacja końcowa (powykonawcza) – punkty wymagane przez prowadzącego zajęcia

3.1 Diagramy sekwencji

Przebieg komunikacji klienta z relacyjną bazą danych poprzez serwer aplikacyjny jest przedstawiony na poniższych diagramach sekwencji.

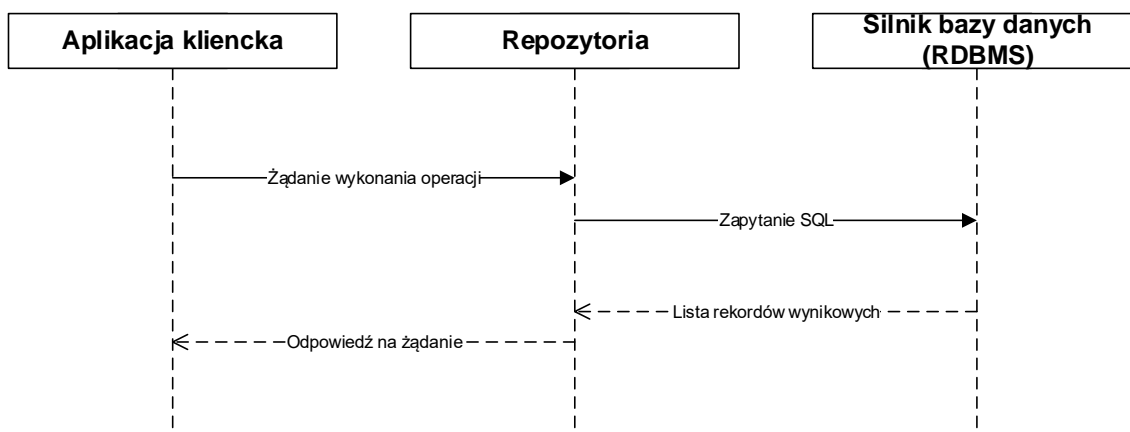
3.1.1 Aplikacja kliencka



Rysunek 20: Diagram sekwencji – komunikacja aplikacji klienckiej z serwerem aplikacyjnym

Funkcjonalność	System	Opis
Wywołanie akcji	Aplikacja kliencka	Działanie biznesowe: Administrator lub pracownik wykonują akcję za pośrednictwem interfejsu graficznego aplikacji klienckiej. Wejście: Akcja wykonana w interfejsie graficznym. Wyjście: Wyświetlenie rezultatu akcji – wyszukiwanych danych lub komunikatu o niepowodzeniu akcji.
Wywołanie funkcji interfejsu	Obiekty serwisowe	Działanie biznesowe: Aplikacja kliencka przesyła dane dotyczące akcji podjętej przez użytkownika do warstwy serwisowej za pomocą jej interfejsu publicznego. Wejście: Dane dotyczące podjętej akcji. Wyjście: Obiekty transferu danych zawierające informacje o rezultacie danej akcji.

3.1.2 Serwer aplikacyjny

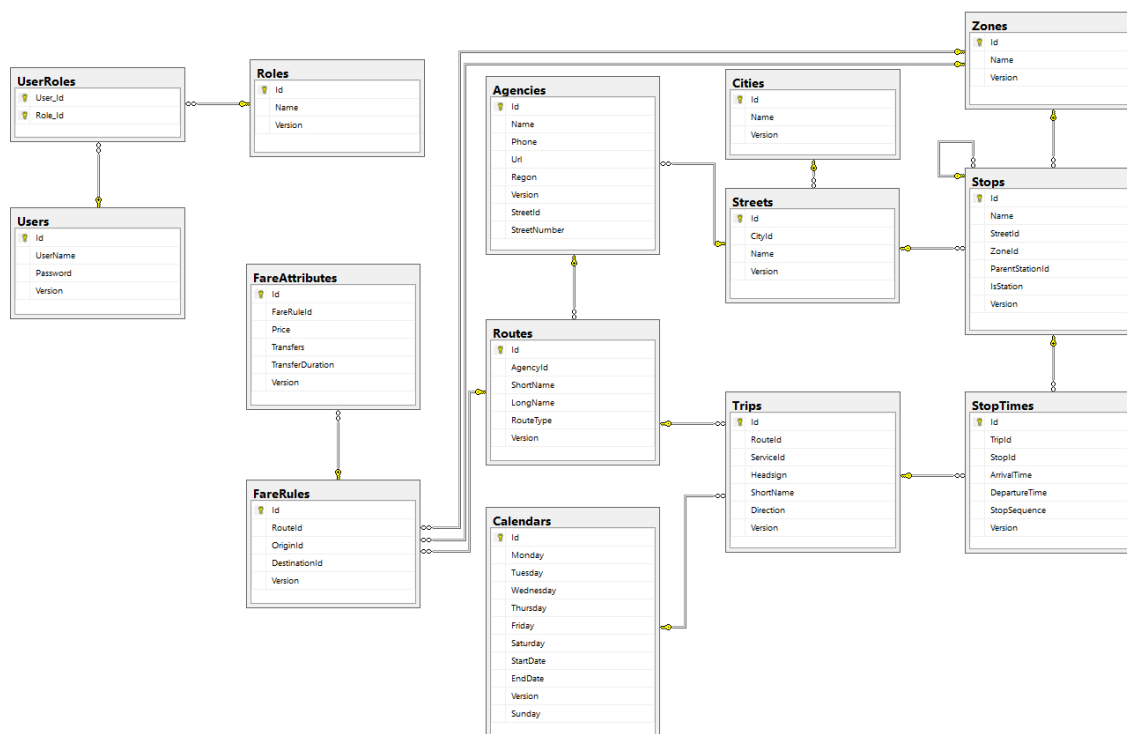


Rysunek 21: Diagram sekwencji – przepływ danych w obrębie serwera aplikacyjnego

Funkcjonalność	System	Opis
Otrzymanie żądania od aplikacji klienckiej	Serwer aplikacyjny	Działanie biznesowe: Serwer aplikacyjny otrzymuje żądanie od jednej z aplikacji klienckich za pośrednictwem protokołu HTTP. Wejście: Żądanie XML SOAP do wykonania. Wyjście: Odpowiedź na żądanie aplikacji klienckiej.
Wywołanie funkcji repozytorium	Obiekty serwisowe	Działanie biznesowe: Serwer aplikacyjny przetwarza otrzymane wcześniej żądanie i buduje z niego zapytanie SQL. Wejście: Wejściowy obiekt DTO. Wyjście: Wynikowy obiekt DTO lub informacja o błędzie (wyjątek).
Zapytanie SQL	Silnik bazy danych	Działanie biznesowe: Dane odebrane od klienta są przetwarzane na zapytania SQL do bazy danych. Wejście: Zapytanie SQL służące pobraniu lub modyfikacji danych. Wyjście: Rekordy wynikowe pobrane z bazy danych.

3.2 Model danych

Model danych użyty w systemie został przedstawiony w formie diagramu relacji na poniższej grafice:



Rysunek 22: Diagram relacji

Poniżej opisano znaczenie i rodzaj relacji zachodzących pomiędzy encjami w systemie.

1. **User - Role** jest relacją wiele do wielu zrealizowaną przy pomocy tabeli pomocniczej UserRoles. Są to tabele niezależne od reszty systemu, ponieważ służą jedynie zdefiniowaniu elementów aplikacji dostępnych dla danego użytkownika.
2. **City - Street** to relacja jeden do wielu. Ulice zdefiniowane w systemie zawierają informację o mieście, w którym są.
3. Informacje o ulicy (a co za tym idzie również o mieście) zawarte są w poszczególnych agencjach (przewoźnikach) oraz przystankach, stąd relacje jeden do wielu **Street - Agency** oraz **Street - Stop**.
4. Każdy przewoźnik zapewnia wiele połączeń różnymi środkami komunikacji, dlatego relacja **Agency - Route** jest relacją jeden do wielu.
5. Poszczególne połączenia są jedynie definicją trasy. Sam przejazd (których może być wiele) pomiędzy punktami trasy zawarty jest w tabeli **Trips**. Przejazd musi zostać ponadto umieszczony w czasie, stąd dodatkowa tabela **Calendars**, która mówi w jakich dniach połączenie będzie funkcjonować. Tak określone relacje **Route - Trip** oraz **Calendar - Trip** są jeden do wielu.
6. Należy również określić konkretne czasy postojów na trasie przejazdu. Tym zajmuje się tabela **StopTimes**, w której zdefiniowane poszczególne postoje są skojarzone z konkretnym przejazdem i przystankiem. To powoduje, że relacje **Trip - StopTime** oraz **Stop - StopTime** są jeden do wielu.
7. Należy również zdefiniować strefy przejazdu, czym zajmuje się tabela **Zones**. Każdy przystanek ma przypisaną konkretną strefę w której się znajduje, więc relacja **Zone - Stop** jest jeden do wielu.
8. Każda trasa może mieć inny cennik, a cena biletu może się zmieniać w zależności od początkowej i końcowej strefy. Stąd relacja **Route - FareAttribute** jest jeden do wielu. Ponadto wiele tras może korzystać z jednego cennika, dlatego relacja **FareRule - FareAttribute** jest również jeden do wielu.

3.3 Scenariusze testów akceptacyjnych i raport z ich przeprowadzenia

Rola	Testowana funkcjonalność	Opis czynności	Oczekiwany rezultat	Wynik testu
Administrator	Dodanie nowego użytkownika	Wybranie zakładki Users na bocznym pasku aplikacji, przejście do widoku dodawania użytkownika po wciśnięciu przycisku Add New oraz zapisanie zmian przyciskiem Save .	Nowy użytkownik zostanie dodany do bazy danych.	Pozytywny
Administrator	Modyfikacja istniejącego użytkownika	Wybranie zakładki Users na bocznym pasku aplikacji, wyszukanie istniejącego użytkownika, przejście do widoku edycji użytkownika po zaznaczeniu jednego z listy i wciśnięciu przycisku Edit Selected oraz zapisanie zmian przyciskiem Save .	Dane wybranego użytkownika zostaną zmodyfikowane.	Pozytywny
Administrator	Usunięcie istniejącego użytkownika	Wybranie zakładki Users na bocznym pasku aplikacji, wyszukanie istniejącego użytkownika i wciśnięcie przycisku Delete Selected po wybraniu jednego z listy.	Dane wybranego użytkownika zostaną usunięte.	Pozytywny
Administrator	Usunięcie istniejącego użytkownika	Wybranie zakładki Users na bocznym pasku aplikacji, wyszukanie istniejącego użytkownika i wciśnięcie przycisku Delete Selected po wybraniu jednego z listy.	Dane wybranego użytkownika zostaną usunięte.	Pozytywny
Użytkownik	Zalogowanie się	Wpisanie loginu i hasła w odpowiednie pola na ekranie logowania i wciśnięcie przycisku Login	Zalogowanie się do systemu w przypadku poprawnych danych, odmowa dostępu w przypadku niepoprawnych danych	Pozytywny

Zalogowany użytkownik	Wylogowanie się	Wciśnięcie przycisku Logout na bocznym pasku aplikacji.	Poprawne wylogowanie się z systemu i przejście do ekranu logowania.	Pozytywny
Pracownik	Dodanie nowego przewoźnika	Wybranie zakładki Agencies w bocznym pasku aplikacji, przejście do widoku dodania przewoźnika po wciśnięciu przycisku Add New oraz zapisanie zmian przyciskiem Save .	Nowy przewoźnik zostanie dodany do bazy danych.	Pozytywny
Pracownik	Modyfikacja istniejącego przewoźnika	Wybranie zakładki Agencies na bocznym pasku aplikacji, wyszukanie istniejącego przewoźnika, przejście do widoku edycji przewoźnika po zaznaczeniu jednego z listy i wciśnięciu przycisku Edit Selected oraz zapisanie zmian przyciskiem Save .	Dane wybranego przewoźnika zostaną zmodyfikowane.	Pozytywny
Pracownik	Usunięcie istniejącego przewoźnika	Wybranie zakładki Agencies na bocznym pasku aplikacji, wyszukanie istniejącego przewoźnika i wciśnięcie przycisku Delete Selected po wybraniu jednego z listy.	Dane wybranego przewoźnika zostaną usunięte.	Pozytywny
Pracownik	Dodanie nowej linii połączeń	Wybranie zakładki Routes w bocznym pasku aplikacji, przejście do widoku dodania połączenia po wciśnięciu przycisku Add New oraz zapisanie zmian przyciskiem Save .	Nowe połączenie zostanie dodane do bazy danych.	Pozytywny

Pracownik	Modyfikacja istniejącej linii połączeń	Wybranie zakładki Routes na bocznym pasku aplikacji, wyszukanie istniejącego połączenia, przejście do widoku edycji połączenia po zaznaczeniu jednego z listy i wciśnięciu przyciskiem Edit Selected oraz zapisanie zmian przyciskiem Save .	Dane dotyczące wybranego połączenia zostaną zmodyfikowane.	Pozytywny
Pracownik	Usunięcie istniejącej linii połączeń	Wybranie zakładki Routes na bocznym pasku aplikacji, wyszukanie istniejącego połączenia i wciśnięcie przycisku Delete Selected po wybraniu jednego z listy.	Dane dotyczące wybranego połączenia zostaną usunięte.	Pozytywny
Pracownik	Wyświetlanie połączeń przewoźnika	Wybranie zakładki Routes na bocznym pasku aplikacji i wybranie konkretnego przewoźnika w opcjach filtrowania.	Wyświetlona lista połączeń zapewnionych przez wybranego przewoźnika.	Pozytywny
Pracownik	Wyświetlanie rozkładu jazdy dla linii połączeń	Wybranie zakładki Routes na bocznym pasku aplikacji, wyszukanie istniejącego połączenia i wciśnięcie przycisku View Timetable po zaznaczeniu jednego z listy. Następnie przełączając się w liście przystanków po lewej możemy przeglądać godziny przyjazdu i odjazdu na ten przystanek dla danej linii.	Informacje o godzinach przyjazdu i odjazdu danej linii na konkretne przystanki.	Pozytywny

Pracownik	Wyświetlanie rozkładu jazdy dla przystanku	Wybranie zakładki Stops na bocznym pasku aplikacji, wyszukanie istniejącego przystanku i wciśnięcie przycisku View Timetable po zaznaczeniu jednego z listy. Następnie przełączając się w liście połączeń po lewej możemy przeglądać godziny przyjazdu i odjazdu na ten przystanek dla danej linii.	Informacje o godzinach przyjazdu i odjazdu poszczególnych linii połączeń na danym przystanku.	Pozytywny
Pracownik	Wyszukiwanie połączeń pomiędzy dwoma przystankami	Wybranie zakładki Search Routes na bocznym pasku aplikacji, wybranie dwóch przystanków i wciśnięcie przycisku Find Routes .	Linie połączeń, którymi można przejechać pomiędzy podanymi przystankami.	Pozytywny

4 Lista użytych skrótów

BSD Berkeley Software Distribution

IoC Inversion of Control

MIT Massachusetts Institute of Technology

MS-PL Microsoft Software Public License

MVVM ang. Model-View-ViewModel – wzorec używany w projektach realizowanych w technologii WPF pozwalający na odseparowanie logiki aplikacji od warstwy prezentacyjnej.

WPF Windows Presentation Framework

5 Bibliografia

- [1] Castle Project, *Castle Core*, <https://github.com/castleproject/Core>
- [2] ASP.NET, *Entity Framework 6*, <https://github.com/aspnet/EntityFramework6>
- [3] Dennis Doomen, *FluentAssertions*, <https://github.com/dennisdoomen/fluentassertions>
- [4] Moq, *Moq 4*, <https://github.com/moq/moq4>
- [5] NUnit, *NUnit*, <https://github.com/nunit/nunit>
- [6] ReactiveUI, *ReactiveUI*, <https://github.com/reactiveui/ReactiveUI>
- [7] Reactive Extensions, *Rx.NET*, <https://github.com/Reactive-Extensions/Rx.NET>
- [8] Paul Betts, *Splat*, <https://github.com/paulcbetts/splat>
- [9] MahApps, *Metro*, <https://mahapps.com>
- [10] Installing SQL Server 2014 Step By Step Tutorial, Microsoft Tech-Net, <http://social.technet.microsoft.com/wiki/contents/articles/23878.installing-sql-server-2014-step-by-step-tutorial.aspx>.
- [11] Installing IIS 8 on Windows Server 2012, Microsoft, <https://www.iis.net/learn/get-started/whats-new-in-iis-8/installing-iis-8-on-windows-server-2012>.
- [12] IIS 8.0 ASP.NET Configuration Management, Microsoft, <https://www.iis.net/learn/get-started/whats-new-in-iis-8/iis-80-aspnet-configuration-management>.