

Dokumentacja systemu Freeturilo

Mikołaj Ryll, Mikołaj Terzyk

Promotor: dr Paweł Rzążewski

06.12.2021

Spis treści

1 Historia zmian	3
2 Abstrakt	4
3 Nazewnictwo	4
4 Założenia biznesowe	4
5 Wymagania funkcjonalne	5
5.1 Historyjki użytkownika	5
5.2 Przypadki użycia	6
5.3 Kluczowe funkcjonalności	9
6 Wymagania нефункционалне	12
7 Planowanie	13
8 Podział obowiązków	13
9 Analiza ryzyka	14
10 Architektura systemu	15
11 Projekt modułów	16
11.1 Baza danych	16
11.2 NextBike Service	17
11.3 Freeturilo - serwer webowy	17
11.3.1 Bezpieczeństwo	18
11.3.2 Obiekty transferu danych	18
11.3.3 Dokumentacja API	22
11.4 Freeturilo - aplikacja mobilna	30

12 Komunikacja	31
12.1 Protokoły	31
12.2 Biblioteki	31
12.3 Konfiguracja sieci	32
13 Struktura i stany systemu	33
13.1 Klasy	33
13.2 Stany	36
14 Interfejs użytkownika	37
15 Interfejsy zewnętrzne	43
15.1 NextBike API	43
15.2 Google Maps API	43
15.3 Google Gmail API	44
16 Wybór technologii	44

1 Historia zmian

Tabela 1: Historia zmian

Data	Autor	Opis	Wersja
17.10.2021r.	Mikołaj Ryll, Mikołaj Terzyk	Pierwsza wersja dokumentacji	1.0
19.10.2021r.	Mikołaj Ryll, Mikołaj Terzyk	Poprawa schematu architektury, rozszerzenie przypadków użycia o obsługę błędów, dodanie hiperłączy do bibliografii	1.1
21.10.2021r.	Mikołaj Terzyk	Drobne poprawki stylistyczne	1.2
28.10.2021r.	Mikołaj Ryll, Mikołaj Terzyk	Poprawki zasugerowane przez dr Porter-Sobieraj	1.3
4.11.2021r.	Mikołaj Ryll	Architektura systemu, projekt modułów, interfejsy zewnętrzne, wybór technologii	2.0
4.11.2021r.	Mikołaj Terzyk	Komunikacja, struktura, stany i aktywność systemu, interfejs użytkownika	2.1
5.11.2021r.	Mikołaj Ryll	Rozszerzenie schematów architektury i komunikacji oraz opisu interfejsów zewnętrznych o Gmail API; opisanie klas i endpointów serwera.	2.2
6.11.2021r.	Mikołaj Terzyk	Poprawa diagramu klas, usunięcie diagramu stanów systemu, zmiany stylistyczne, dodanie konfiguracji powiadomień mailowych	2.3
10.11.2021r.	Mikołaj Ryll, Mikołaj Terzyk	Poprawki zasugerowane przez dr Porter-Sobieraj	2.4
06.01.2022r.	Mikołaj Ryll, Mikołaj Terzyk	Powdrożeniowa aktualizacja zawartości	3.0

2 Abstrakt

Dokument stanowi dokumentację projektu *Freeturilo*. W sekcji 4. znajduje się jego opis ogólny i założenia biznesowe. Następnie w dokumencie spisane są wymagania funkcjonalne i niefunkcjonalne systemu *Freeturilo* (odpowiednio w rozdziałach 5 i 6). Plan pracy nad projektem znaleźć można w sekcji 7., a w 8. i 9. opisany jest odpowiednio podział obowiązków pomiędzy członków zespołu i analiza ryzyka związanego z wdrażaniem systemu. Dział 10. zawiera ogólny opis architektury systemu, a w dziale 11. znaleźć można szczegółowy opis modułów systemu, w szczególności tych, które działają w chmurze (w tym dokumentację systemowego API). Rozdział 12. definiuje protokoły, biblioteki i konfigurację komunikacji sieciowej pomiędzy modułami systemu, a sekcja 13. ukazuje szczegóły implementacyjne - klasy i stany systemu *Freeturilo*. W dziale 14 ukazany jest projekt interfejsu użytkownika systemu, a więc widoków aplikacji mobilnej *Freeturilo*, po którym (15) następuje przegląd zewnętrznych interfejsów, z których korzysta system. Rozdział 16. to spis technologii, na jakich opiera się *Freeturilo*.

3 Nazewnictwo

Administrator - twórca systemu *Freeturilo*, który ma dostęp do większego zakresu funkcjonalności niż użytkownicy.

Android - najpopularniejszy system operacyjny urządzeń mobilnych.

Aplikacja mobilna - ogólna nazwa oprogramowania uruchamianego na urządzeniach mobilnych, np. smartfonach czy tabletach.

Google Maps - platforma stworzona przez Google służąca do planowania tras pieszych, rowerowych, samochodowych, do pobierania zdjęć satelitarnych, interaktywnych panoram i do wielu innych funkcjonalności związanych z geolokalizacją.

NextBike - międzynarodowa firma oferująca rozwiązania uzupełniające komunikację publiczną. Warszawskie *Veturilo* należy do sieci *NextBike*, dzięki czemu możliwe jest pobieranie aktualnych danych o stacjach rowerowych w Warszawie za pośrednictwem interfejsu *NextBike'a*.

PostgreSQL - system zarządzania relacyjnymi bazami danych.

Serwer webowy - program działający na serwerze internetowym, który obsługuje zapytania protokołu komunikacyjnego HTTP.

Użytkownik - osoba wchodząca w bezpośrednią interakcję z aplikacją mobilną *Freeturilo*.

Veturilo - warszawski system rowerów miejskich.

4 Założenia biznesowe

Warszawski system rowerów miejskich *Veturilo* jest popularną alternatywą dla komunikacji publicznej. Istotną cechą regulaminu wynajmu rowerów w ramach *Veturilo* jest to, że cena rośnie nieliniowo wraz z czasem wypożyczenia. W szczególności wynajem na czas krótszy niż 20 minut jest bezpłatny.

Freeturilo to aplikacja mobilna na system Android, która wspomaga planowanie trasy przejazdu rowerami *Veturilo*. System bierze pod uwagę aktualną dostępność rowerów na poszczególnych stacjach. Ponadto umożliwia wybór trasy według jednego z kryteriów:

- optymalizacja czasu,
- optymalizacja kosztu przejazdu,
- kryterium hybrydowe równoważące dwa powyższe.

Grupą docelową rozwiązania są mieszkańcy Warszawy, w szczególności osoby korzystające z komunikacji miejskiej. Aplikacja sprawia, że korzystanie z rowerów miejskich przynosi użytkownikom większą oszczędność czasu i pieniędzy.

5 Wymagania funkcjonalne

5.1 Historyjki użytkownika

W tabelach 2 i 3, w postaci historyjek użytkownika, przedstawione zostały funkcjonalności aplikacji istotne z jego punktu widzenia.

Jako użytkownik...

Tabela 2: Historyjki użytkownika aplikacji

l.p.	chcę...	aby...
1.1	chcę mieć wgląd do mapy	aby przeglądać stacje rowerowe.
1.2	chcę wyznaczać najszybszą trasę	aby oszczędzać czas.
1.3	chcę wyznaczać najtańszą trasę	aby oszczędzać pieniądze.
1.4	chcę wyznaczać optymalną trasę	aby godzić obie potrzeby.
1.5	chcę wyznaczać trasę przez wiele punktów	aby zatrzymywać się na krótkie przystanki.
1.6	chcę zapisywać ulubione miejsca	aby łatwiej wyznaczać do nich trasy.
1.7	chcę korzystać z historii wyszukiwanych tras	aby powtarzać wcześniejsze przejazdy.
1.8	chcę unikać niesprawnych stacji	aby bez przeszkód dojeżdżać do celu.
1.9	chcę zgłaszać niesprawne stacje	aby ułatwiać przejazd innym użytkownikom.

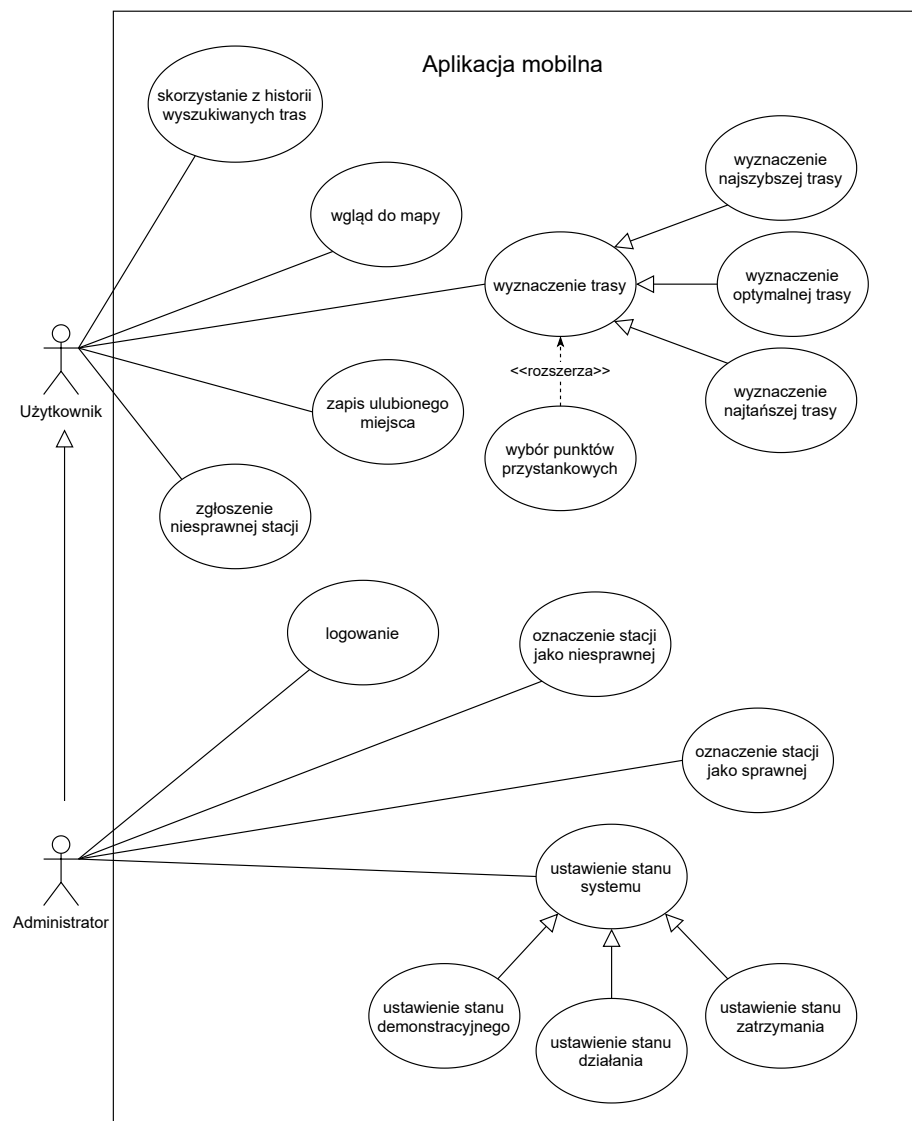
Jako administrator...

Tabela 3: Historyjki administratora aplikacji

l.p.	chcę...	aby...
2.1	chcę się logować	aby mieć dostęp do funkcji administratora.
2.2	chcę oznaczać stacje jako niesprawne	aby ułatwiać przejazd użytkownikom.
2.3	chcę usuwać oznaczenia o niesprawności stacji	aby ułatwiać przejazd użytkownikom.
2.4	chcę wprowadzać system w stan demonstracyjny	aby działał na danych testowych.
2.5	chcę wprowadzać system w stan zatrzymania	aby wyłączać go dla użytkowników.
2.6	chcę wprowadzać system w stan działania	aby zapewniać jego pełną funkcjonalność.

5.2 Przypadki użycia

W tej sekcji zaprezentowane zostały funkcjonalności systemu przy użyciu diagramu przypadków użycia (rys. 1) i tabel 4 i 5 je opisujących.



Rysunek 1: Diagram przypadków użycia

Tabela 4: Opis funkcjonalności użytkownika

Aktor	Przypadek użycia	Opis (Historyjka użytkownika)	Zachowanie aplikacji
Użytkownik	Wgląd do mapy	Przejsie do widoku mapy z zaznaczonymi ulubionymi miejscami i stacjami rowerowymi. (1.1)	Pobranie danych o stacjach z bazy danych. Pobranie danych o ulubionych miejscach z pliku lokalnego. Wyświetlenie mapy ze znacznikami stacji i ulubionych miejsc.
	Wyznaczenie trasy	Wybór punktu startowego i końcowego (opcjonalnie też punktów przystankowych), wybór kryterium i zatwierdzenie. (1.2 - 1.5)	Pobranie wyliczonej przez serwer trasy i wyrysowanie jej na mapie wraz ze wszystkimi przystankami. Zapisanie parametrów wyznaczenia trasy w lokalnym pliku historii tras.
	Wyznaczenie najszybszej trasy	Wyznaczenie trasy z wyborem kryterium czasu trasy. (1.2)	Jak wyżej.
	Wyznaczenie najtańszej trasy	Wyznaczenie trasy z wyborem kryterium kosztu trasy. (1.3)	Jak wyżej.
	Wyznaczenie optymalnej trasy	Wyznaczenie trasy z wyborem kryterium hybrydowego. (1.4)	Jak wyżej.
	Zapis ulubionego miejsca	Wybór punktu w widoku mapy, nadanie nazwy, typu (np. dom) i zatwierdzenie. (1.6)	Zapisanie informacji o ulubionym miejscu w pliku lokalnym.
	Skorzystanie z historii wyszukiwanych tras	Przejsie do widoku historii tras i wybór jednej z wypisanych tras. (1.7)	Pobranie historii tras z pliku lokalnego i wyświetlenie widoku historii tras. Po dokonaniu wyboru ponowne wyznaczenie wybranej trasy.
	Zgłoszenie niesprawnej stacji	Wybór stacji w widoku mapy, i zatwierdzenie zgłoszenia jej niesprawności. (1.8 - 1.9)	Przesłanie informacji o zgłoszeniu do serwera.

Tabela 5: Opis funkcjonalności admina

Aktor	Przypadek użycia	Opis (Historyjka użytkownika)	Zachowanie aplikacji
Administrator	Logowanie	Przejsie do widoku logowania, wypełnienie pól tekstowych loginem oraz hasłem i zatwierdzenie. (2.1)	Pobranie informacji o rezultacie próby logowania i ewentualne udostępnienie funkcjonalności administratora.
	Oznaczenie stacji jako niesprawnej	Wybór stacji w widoku mapy, i zatwierdzenie oznaczenia jej jako niesprawnej. (2.2)	Przesłanie informacji o oznaczeniu do serwera.
	Oznaczenie stacji jako sprawnej	Wybór stacji w widoku mapy, i zatwierdzenie usunięcia jej oznaczenia jako niesprawnej. (2.3)	Przesłanie informacji o usunięciu oznaczenia do serwera.
	Ustawienie stanu systemu	Wybór stanu w widoku zarządzania stanem systemu i potwierdzenie ustawienia. (2.4 - 2.6)	Przesłanie informacji o ustawieniu stanu do serwera.
	Ustawienie stanu demonstracyjnego	Ustawienie stanu systemu na stan demonstracyjny. (2.4)	Jak wyżej.
	Ustawienie stanu zatrzymania	Ustawienie stanu systemu na stan zatrzymania. (2.5)	Jak wyżej.
	Ustawienie stanu działania	Ustawienie stanu systemu na stan działania. (2.6)	Jak wyżej.

5.3 Kluczowe funkcjonalności

W tabelach 6, 7 i 8 rozpisana została większa ilość szczegółowych informacji o najistotniejszych mechanizmach działania systemu.

Tabela 6: Przypadek użycia: wgląd do mapy

Nazwa	Wgląd do mapy
Historyjka użytkownika	1.1
Opis	Użytkownik może przejrzeć stacje rowerowe i dotyczące ich informacje, np. liczbę rowerów, liczbę stojaków i stan sprawności. Wyświetlane są też ulubione miejsca użytkownika. Z poziomu widoku mapy użytkownik może zgłosić niesprawną stację i zapisać ulubione miejsce.
Warunek wstępny	
Warunek końcowy	Wyświetlona zostaje mapa z naniesionymi znacznikami.
Potencjalne wyjątki	1. Brak połączenia aplikacji z internetem. 2. Niedostępność jednego z niezbędnych komponentów. 3. Niedostępność pliku z ulubionymi miejscami.
Aktorzy	Użytkownik
Wyzwalacz	Użytkownik chce zobaczyć mapę stacji rowerowych.
Standardowa procedura	(1) Użytkownik przechodzi do widoku mapy. (2) Aplikacja wysyła zapytanie do serwera. (3) System przygotowuje dane do zwrócenia. (4) Serwer zwraca dane o stacjach do aplikacji. (5) Aplikacja pobiera dane o ulubionych miejscach z pliku lokalnego. (6) Wyświetlona zostaje mapa z naniesionymi znacznikami.
Alternatywne procedury	(2) Aplikacja nie ma dostępu do internetu. (3) Wyświetlony zostaje widok z informacją o błędzie. (3) Jeden z niezbędnych komponentów jest niedostępny. (4) Serwer zwraca komunikat o błędzie do aplikacji. (5) Wyświetlony zostaje widok z informacją o błędzie. (5) Plik z ulubionymi miejscami jest niedostępny. (6) Wyświetlony zostaje chwilowo komunikat o błędzie. (7) Następuje kontynuacja procedury.

Tabela 7: Przypadek użycia: wyznaczanie trasy

Nazwa	Wyznaczenie trasy
Historyjka użytkownika	1.2 - 1.5
Opis	Użytkownik może wybrać punkt startowy, końcowy i przystanki przy pomocy adresu lub ulubionych miejsc. Dostępne są kryteria czasu, kosztu i hybrydowe. Trasa zostaje wyrysowana ze wszystkimi przystankami, włącznie z przesiadkowymi stacjami rowerowymi. Wraz z wyznaczeniem trasy system zwraca jej szczegóły: czas, koszt i długość.
Warunek wstępny	
Warunek końcowy	Wyświetlona zostaje mapa z wyrysowaną trasą.
Potencjalne wyjątki	1. Niedostępność pliku z ulubionymi miejscami. 2. Brak połączenia aplikacji z internetem. 3. Niedostępność jednego z niezbędnych komponentów. 3. Niedostępność pliku z historią tras.
Aktorzy	Użytkownik
Wyzwalacz	Użytkownik chce wyznaczyć trasę przejazdu.
Standardowa procedura	(1) Użytkownik przechodzi do widoku wyznaczania trasy. (2) Aplikacja pobiera dane o ulubionych miejscach z pliku lokalnego. (3) Użytkownik wybiera punkt startowy i końcowy trasy. (4) Użytkownik wybiera przystanki trasy. (opcjonalnie) (5) Użytkownik wybiera kryterium wyznaczania trasy. (6) Aplikacja wysyła zapytanie do serwera. (7) System wyznacza żadaną trasę. (8) Serwer zwraca wyznaczoną trasę do aplikacji. (9) Wyświetlona zostaje mapa z wyrysowaną trasą. (10) Parametry wyznaczenia trasy zostają zapisane w pliku lokalnym.
Alternatywne procedury	(2) Plik z ulubionymi miejscami jest niedostępny. (3) Wyświetlony zostaje chwilowo komunikat o błędzie. (4) Następuje kontynuacja procedury. (6) Aplikacja nie ma dostępu do internetu. (7) Wyświetlony zostaje widok z informacją o błędzie. (7) Jeden z niezbędnych komponentów jest niedostępny. (8) Serwer zwraca komunikat o błędzie do aplikacji. (9) Wyświetlony zostaje widok z informacją o błędzie. (10) Plik z historią tras jest niedostępny. (11) Wyświetlony zostaje chwilowo komunikat o błędzie.

Tabela 8: Przypadek użycia: ustawienie stanu demonstracyjnego

Nazwa	Ustawienie stanu demonstracyjnego
Historyjka użytkownika	2.4
Opis	W stanie demonstracyjnym system korzysta ze statycznych danych zapisanych w pamięci i jest niezależny od zewnętrznych komponentów. Daje to możliwość testowania i demonstracji aplikacji w kontrolowanych warunkach, nawet gdy system wypożyczania rowerów jest zamknięty.
Warunek wstępny	Administrator jest zalogowany.
Warunek końcowy	System zostaje wprowadzony w stan demonstracyjny.
Potencjalne wyjątki	1. Brak połączenia aplikacji z internetem. 2. Niedostępność jednego z niezbędnych komponentów.
Aktorzy	Administrator
Wyzwalacz	Administrator chce uniezależnić system od rzeczywistych danych na potrzeby demonstracji lub testów.
Standardowa procedura	(1) Administrator przechodzi do widoku zarządzania stanem systemu. (2) Administrator wybiera stan demonstracyjny. (3) Administrator potwierdza ustawienie stanu systemu. (4) Aplikacja wysyła zapytanie do serwera. (5) System przechodzi do stanu demonstracyjnego. (6) Serwer zwraca potwierdzenie ustawienia stanu. (7) Aplikacja potwierdza powodzenie operacji.
Alternatywne procedury	(4) Aplikacja nie ma dostępu do internetu. (5) Wyświetlony zostaje widok z informacją o błędzie. (5) Jeden z niezbędnych komponentów jest niedostępny. (6) Serwer zwraca komunikat o błędzie do aplikacji. (7) Wyświetlony zostaje widok z informacją o błędzie.

6 Wymagania niefunkcjonalne

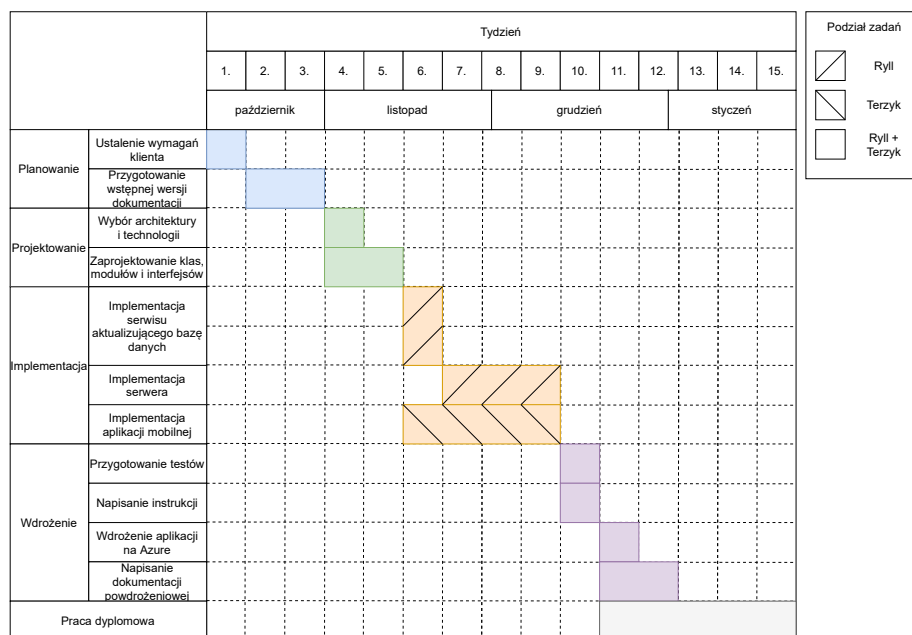
Wymagania niefunkcjonalne przedstawia tabela 9.

Tabela 9: Wymagania niefunkcjonalne

Obszar wymagań	Opis wymagania
Użyteczność	Wszystkie funkcjonalności aplikacji są dostępne dla użytkownika na ekranie urządzenia mobilnego o rozdzielczości co najmniej 1280x720 pikseli.
	System operuje na danych nie starszych niż 15 sekund.
	Aplikacja mobilna jest kompatybilna z Androidem 6 oraz każdym nowszym.
Niezawodność	Aplikacja jest dostępna cały czas z przerwami technicznymi, których czas nie przekracza dwóch godzin w tygodniu w godzinach nocnych.
	Moduły systemu są przygotowane na awarię innych modułów i w takim wypadku kontynuują pracę w sposób niezauważalny dla klienta.
Wydajność	Uruchomienie aplikacji wraz z pobraniem danych inicjalizujących nie trwa dłużej niż 5 sekund
	Serwer odpowiada na zapytanie o wyznaczenie trasy nie dłużej niż 3 sekundy.
Utrzymanie	Zachowanie wstecznej kompatybilności w kolejnych wersjach aplikacji oraz serwera.

7 Planowanie

Na projekt zostanie przeznaczone 15 tygodni. Rysunek 2 zawiera plan pracy.



Rysunek 2: Plan pracy z podziałem na tygodnie

Cały projekt został podzielony na kilka etapów. W niektórych tygodniach zaplanowany jest więcej niż jeden etap. Będzie to okres, kiedy każdy z nas będzie pracował równolegle nad swoją częścią projektu. O podziale obowiązków więcej w sekcji 8.

8 Podział obowiązków

Planowany podział obowiązków prezentuje się następująco:

I) Mikołaj Ryll

1. Przygotowanie dokumentacji rozwiązania
2. Zaprojektowanie logiki aplikacji
3. Implementacja oraz wdrożenie części backendowej
4. Integracja systemu z *Google Maps API*
5. Automatyczne testowanie aplikacji
6. Manualne testy działania aplikacji

II) Mikołaj Terzyk

1. Przygotowanie dokumentacji rozwiązania
2. Zaprojektowanie logiki aplikacji
3. Zaprojektowanie interfejsu graficznego
4. Implementacja oraz wdrożenie części frontendowej
5. Automatyczne testowanie interfejsu graficznego
6. Manualne testy działania aplikacji

9 Analiza ryzyka

Przygotowanie rozwiązania będzie długotrwałym i złożonym procesem, dlatego istotna jest odpowiednia analiza ryzyka. Tabela 10 zawiera analizę SWOT projektu Freeturilo.

Tabela 10: Analiza ryzyka

	Zagrożenia	Szanse
Wewn.	<ol style="list-style-type: none">1. Brak czasu w związku z innymi projektami2. Brak odpowiedniej komunikacji z zespołem	<ol style="list-style-type: none">3. Nauka dokładności i terminowości4. Wzajemna wymiana doświadczenia
Zewn.	<ol style="list-style-type: none">5. Brak możliwości testowania w okresie zimowym6. Zmiana lub zamknięcie API <i>NextBike'a</i>	<ol style="list-style-type: none">7. Udoskonalenie systemu rowerów miejskich8. Usatysfakcjonowanie klienta oraz zainteresowanie nowych klientów

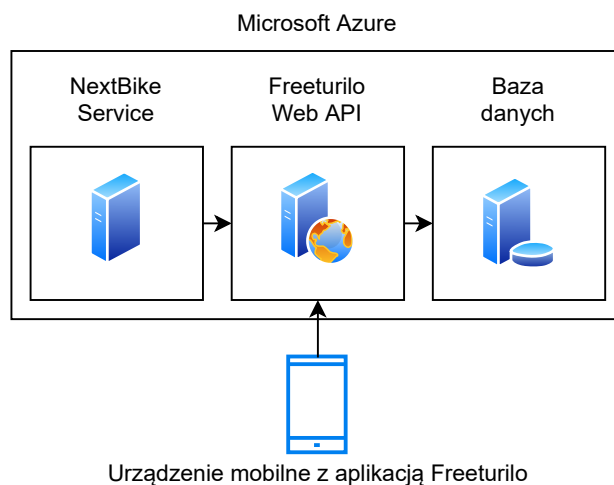
Realizacja projektu jest związana z zagrożeniami. Największym z nich jest zmiana publicznego interfejsu (6), który dostarcza informacji o lokalizacji rowerów. Spowodowałaby ona nieprawidłowe działanie aplikacji Freeturilo i zmusiłaby nas do natychmiastowej aktualizacji. Jednakże szansa wystąpienia jest niewielka.

Inaczej jest w przypadku braku możliwości testowania aplikacji w okresie zimowym (5), co nastąpi na pewno. Wśród funkcjonalności administratora znajdzie się wprowadzenie systemu w stan demonstracyjny, w którym korzysta on z danych testowych przygotowanych przez nas w okresie jesiennym. Aplikacja w takim stanie będzie mogła być bezproblemowo testowana, więc zabezpiecza nas to przed wspomnianym zagrożeniem.

Stworzenie aplikacji może również przynieść wiele korzyści. Pozwala przyczynić się do ulepszenia systemu rowerów miejskich (7) oraz zyskać potencjalnych klientów naszego produktu (8).

10 Architektura systemu

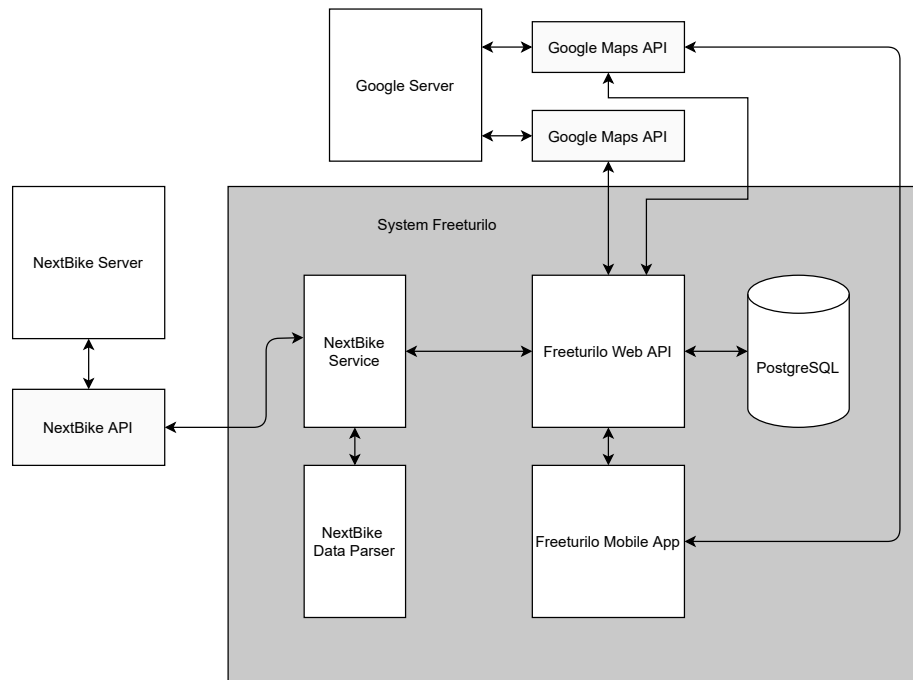
System składa się z czterech głównych modułów. Każdy moduł oprócz aplikacji mobilnej (o których szczegółowo w sekcji 11) jest oddzielnym serwisem wdrożonym na platformie chmurowej *Microsoft Azure*. Moduły są od siebie fizycznie niezależne, tzn. zachowują się tak, jakby działały na oddzielnych maszynach. Aplikacja mobilna jest zainstalowana na urządzeniu mobilnym z systemem Android. Rysunek 3 przedstawia uproszczony model architektury systemu.



Rysunek 3: Architektura systemu

11 Projekt modułów

System składa się z czterech głównych modułów. Rysunek 4 przedstawia schemat architektury modułów Freeturilo.



Rysunek 4: Schemat architektury systemu

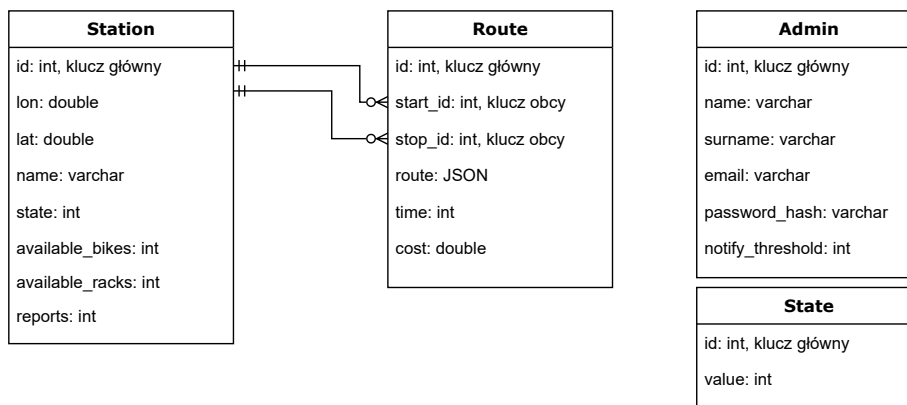
11.1 Baza danych

Baza danych składa się z czterech tabel. Rysunek 5 przedstawia ich schemat UML. Tabela *Station* przechowuje informacje na temat stacji rowerowych: ich nazwy, współrzędne geograficzne, czy są aktywne i ile jest na nich aktualnie dostępnych rowerów.

Dla każdej uporządkowanej pary stacji istnieje rekord w tabeli *Route*, który zawiera informacje o stacji początkowej i końcowej, czasie i koszcie trasy między nimi oraz zserializowaną informację o samej trasie.

Tabela *Admin* służy do zapisywania danych o administratorach. Oprócz imienia, nazwiska i emaila przechowuje również hash hasła służący do uwierzytelnienia oraz liczbę zgłoszeń stacji potrzebną do powiadomienia administratora o jej potencjalnej niesprawności.

W tabeli *State* zapisany jest aktualny stan systemu Freeturilo.



Rysunek 5: Schemat UML bazy danych

11.2 NextBike Service

NextBike Service to serwis odpowiedzialny za regularne odpytywanie interfejsu systemu *NextBike*. Przekazuje dane, na podstawie których serwer aktualizuje bazę danych. Moduł wykorzystuje bibliotekę *NextBike Data Parser*, która udostępnia publiczną statyczną klasę *Parser*.

```

public static class Parser
{
    public static markers ReadNextBikeData(string xmlContent);
}

```

ReadNextBikeData jest jedyną metodą publiczną tej klasy. Przyjmuje dane w formacie XML do deserializacji i zwraca obiekt klasy *markers*, który zawiera wszystkie informacje o stacjach. Klasa *markers* jest generowana automatycznie z pliku XSD i jest zdefiniowana tak, aby elementy drzewa XML były odpowiednio mapowane na pola.

Serwis będzie autoryzował się jako jeden z administratorów, dzięki czemu będzie miał dostęp do zabezpieczonych endpointów i będzie w stanie zmieniać zawartość bazy danych.

11.3 Freeturilo - serwer webowy

Serwer udostępnia publiczne API, poprzez które komunikują się z nim pozostałe moduły. Dane przesyłane w odpowiedzi na zapytania są wyznaczane na podstawie zawartości bazy danych, która przechowuje informacje o bieżącym stanie stacji rowerowych. Dokumentacja tego modułu została zapisana z użyciem specyfikacji OpenAPI 3.0 [8].

11.3.1 Bezpieczeństwo

Zmieniać stan aplikacji mogą jedynie administratorzy po wcześniejszym zalogowaniu się i otrzymaniu tokena autoryzacyjnego. Token powinien być wysyłany w nagłówku w polu o nazwie *api-key*.

```
securityScheme:
  ApiKeyAuth:
    type: apiKey
    in: header
    name: api-key
    description: "Autoryzacja tokenem JWT"
```

11.3.2 Obiekty transferu danych

Poniżej zdefiniowane są klasy, za pomocą których można komunikować się z serwerem.

```
schemas:
  Location:
    description: "Lokalizacja"
    type: object
    properties:
      name:
        type: string
      latitude:
        type: number
      longitude:
        type: number
```

Klasa *Location* zawiera niezbędne informacje (współrzędne geograficzne punktu) do wyznaczenia trasy.

```
Station:
  description: "Stacja rowerowa"
  type: object
  properties:
    id:
      type: number
    name:
      type: string
    latitude:
      type: number
    longitude:
      type: number
    bikeRacks:
      type: number
    bikes:
      type: number
    state:
      type: int
```

Klasa *Station* opisuje stację rowerową. Jest ona rozszerzeniem klasy *Location* o pola zawierające identyfikator stacji, informacje o ilości rowerów na stacji, ilości stojaków na stacji oraz stanie stacji. Pole *state* przyjmuje następujące wartości:

- 0, gdy stacja jest sprawna,
- 1, gdy stacja została zgłoszona jako niesprawna przez użytkownika,
- 2, gdy stacja jest niesprawna.

```
Favourite:
  description: "Ulubione miejsce"
  type: object
  properties:
    name:
      type: string
    latitude:
      type: number
    longitude:
      type: number
    type:
      type: number
```

Klasa *Favourite* również rozszerza klasę *Location*. Pozwala ona przechowywać informacje o ulubionych miejscach użytkownika. Pole *type* informuje o tym, jaki dokładnie jest typ ulubionego miejsca. Możliwe wartości to:

- 0 - dom,
- 1 - szkoła,
- 2 - praca,
- 3 - inny.

```
RouteParameters:
  description: "Parametry wyznaczanej trasy"
  type: object
  properties:
    start:
      type:
        \ref: "#/components/schemas/Location"
    end:
      type:
        \ref: "#/components/schemas/Location"
    stops:
      type: array
      items:
        \ref: "#/components/schemas/Location"
    criterion:
      type: int
```

Obiekt klasy *RouteParameters* zawiera wszystkie informacje potrzebne do wyznaczenia trasy. Zawiera punkt początkowy i końcowy, wszystkie przystanki użytkownika oraz kryterium wyznaczenia trasy. Możliwe wartości dla kryterium to:

- 0, dla kryterium kosztu,
- 1, dla kryterium czasu,
- 2, dla kryterium hybrydowego.

```

RouteFragment:
  description: "Trasa rowerowa"
  type: object
  properties:
    parameters:
      type:
        \ref: "#/components/schemas/RouteParameters"
    cost:
      type: number
    waypoints:
      type: array
      items:
        \ref: "#/components/schemas/Location"
    directionsRoute:
      type:
        \ref: "google/DirectionsRoute"

```

Klasa *RouteFragment* służy do przechowywania informacji o fragmencie wyznaczonej trasy. Zawiera informacje o parametrach wyznaczenia trasy, punktach, przez które przechodzi fragment (początku i końcu), koszcie fragmentu, a także pole zawierające pozostałe informacje o fragmencie trasy, typu *DirectionsRoute*, który pochodzi z biblioteki *Google Maps*.

```

State:
  description: "Stan systemu"
  type: number

```

State jest typem wyliczeniowym, którego wartości odpowiadają stanom systemu. Zmienna typu *State* przyjmuje jedną z trzech wartości:

- 0, dla stanu działania,
- 1, dla stanu demonstracyjnego,
- 2, dla stanu zatrzymania.

11.3.3 Dokumentacja API

Zgodnie z powszechnie przyjętą praktyką, zapytania GET będą służyły do pobierania danych, typu POST do wysyłania danych oraz typu PUT do aktualizacji danych. Wykorzystywane przez nasz system kody odpowiedzi HTTP oznaczają:

- 200 - powodzenie,
- 400 - niepowodzenie,
- 401 - operacja nieautoryzowana,
- 404 - brak danych,
- 500 - wewnętrzny błąd serwera,
- 503 - system zatrzymany.

Enpointy pod adresem `/station` służą do zarządzania stacjami. Zapytanie GET jest publiczne i pozwala pobrać kolekcję szczegółów wszystkich stacji. Zapytania POST i PUT są dostępne tylko dla administratorów. Pierwszy z nich pozwala dodać nową stację do bazy danych. Drugi endpoint wymaga jako argumentu wektora stacji i zamienia w bazie danych wszystkie rekordy na nowe.

```
paths:
  /station
    get:
      description: "Pobranie szczegółów wszystkich stacji"
      responses:
        "200":
          content:
            application/json:
              schema:
                type: array
                items:
                  $ref:
                    ↪ "#/components/schemas/Station"
        "500":
          description: "Wystąpił wewnętrzny błąd
            ↪ serwera"
        "503"
          description: "System został zatrzymany"
```

```

put:
  description: "Aktualizacja wszystkich stacji"
  security:
    ApiKeyAuth: [admin]
  requestBody:
    required: true
    content:
      application/json:
        schema:
          type: array
          items:
            $ref:
              ↪ "#/components/schemas/Station"
  responses:
    "200":
      description: "Aktualizacja stacji powiodła się"
      ↪
    "400":
      description: "Aktualizacja stacji nie powiodła się"
      ↪
    "401":
      description: "Brak dostępu"
    "500":
      description: "Wystąpił wewnętrzny błąd serwera"
      ↪

```

Endpointy pod adresem `/station/{stationId}` będą służyły do operacji na pojedynczych stacjach, gdzie argument w ścieżce oznacza ID stacji. Zapytanie GET jest publiczne i pozwala pobrać szczegóły wybranej stacji. Zapytanie PUT służy do edycji informacji o stacji i jest dostępne tylko dla administratora.

```

/station/{stationId}
get:
  description: "Pobranie szczegółów stacji"
  parameters:
    in: path
    name: stationId
    schema:
      type: number
    required: true
  responses:
    "200":
      content:
        application/json:
          schema:
            type:

```

```

        \ $ref:
        ↪ "#/components/schemas/Station"
    "404":
        description: "Nie znaleziono stacji o podanym
        ↪ ID"
    "500":
        description: "Wystąpił wewnętrzny błąd
        ↪ serwera"
    "503"
        description: "System został zatrzymany"

```

Kolejne endpointy to:

- /station/{stationId}/report
- /station/{stationId}/broken
- /station/{stationId}/working

Pierwszy z nich jest publiczny i umożliwia każdemu użytkownikowi zgłoszenie niesprawności stacji. Pozostałe dwa dostępne są tylko dla administratorów i służą do oznaczania i usuwania oznaczenia stacji jako niesprawnej.

```

/station/{stationId}/report
  post:
    description: "Zgłoszenie stacji jako niesprawnej"
    parameters:
      in: path
      name: stationId
      schema:
        type: number
      required: true
    responses:
      "200":
        description: "Zgłoszenie stacji powiodło się"
      "404":
        description: "Nie znaleziono stacji o podanym
        ↪ ID"
      "500":
        description: "Wystąpił wewnętrzny błąd
        ↪ serwera"
      "503"
        description: "System został zatrzymany"

/station/{stationId}/broken
  post:
    description: "Oznaczenie stacji jako niesprawnej"

```



```

security:
  ApiKeyAuth: [admin]
parameters:
  in: path
  name: stationId
  schema:
    type: number
  required: true
responses:
  "200":
    description: "Oznaczenie stacji powiodło się"
  "400":
    description: "Oznaczenie stacji nie powiodło
    ↪ się"
  "401":
    description: "Brak dostępu"
  "404":
    description: "Nie znaleziono stacji o podanym
    ↪ ID"
  "500":
    description: "Wystąpił wewnętrzny błąd
    ↪ serwera"

/station/{stationId}/working
post:
  description: "Oznaczenie stacji jako sprawnej"
  security:
    ApiKeyAuth: [admin]
  parameters:
    in: path
    name: stationId
    schema:
      type: number
    required: true
  responses:
    "200":
      description: "Oznaczenie stacji powiodło się"
    "400":
      description: "Oznaczenie stacji nie powiodło
      ↪ się"
    "401":
      description: "Brak dostępu"
    "404":
      description: "Nie znaleziono stacji o podanym
      ↪ ID"
    "500":

```

```
description: "Wystąpił wewnętrzny błąd  
↳ serwera"
```

Pod adresem /user znajduje się endpoint odpowiadający tylko na zapytania typu POST. Służy on do autoryzacji administratorów systemu, dlatego wymaga podania w ciele zapytania adresu email oraz skojarzonego z tym adresem hasła. Zwrócony zostaje token, który uprawnia do używania zabezpieczonych endpointów.

```
/user
  post:
    description: "Logowanie administratora"
    requestBody:
      required: true
      content:
        application/json:
          schema:
            type: object
            properties:
              email:
                type: string
              password:
                type: string
            required:
              - email
              - password
    responses:
      "200":
        content:
          application/json:
            schema:
              description: "Token JWT"
              type: string
      "401":
        description: "Brak dostępu"
      "500":
        description: "Wystąpił wewnętrzny błąd  
↳ serwera"
```

Endpoint pod adresem `/route` jest najważniejszym endpointem API. Jest on publiczny i służy do wyznaczania trasy rowerowej. Jako argument przyjmuje on obiekt klasy *RouteParameters* i zwraca wyznaczony w oparciu o parametry obiekt klasy *Route*.

```
/route
  post:
    description: "Wyznaczenie trasy"
    requestBody:
      required: true
      content:
        application/json:
          schema:
            type:
              \$.ref:
                ↪ "#/components/schemas/RouteParameters"
    responses:
      "200":
        content:
          application/json:
            schema:
              type: array
              items:
                \$.ref:
                  ↪ "#/components/schemas/RouteFragments"
      "400":
        description: "Wyznaczenie trasy nie powiodło"
        ↪ się"
      "404":
        description: "Nie znaleziono trasy"
      "500":
        description: "Wystąpił wewnętrzny błąd"
        ↪ serwera"
      "503"
        description: "System został zatrzymany"
```

Endpointy `/app/state` są dostępne tylko dla administratorów i służą do zarządzania stanem systemu:

- `/app/state` służy do pobierania stanu systemu,
- `/app/state/{state}` służy do zmiany stanu systemu.

```
/app/state:
  get:
    description: "Pobranie stanu systemu"
    security:
      ApiKeyAuth: [admin]
    responses:
      "200":
        content:
          application/json:
            schema:
              type:
                \$.ref:
                  ↪ "#/components/schemas/State"
      "401":
        description: "Brak dostępu"
      "500":
        description: "Wystąpił wewnętrzny błąd
        ↪ serwera"

/app/state/{state}
  post:
    description: "Zmiana stanu systemu"
    security:
      ApiKeyAuth: [admin]
    parameters:
      in: path
      name: state
      schema:
        \$.ref: "#/components/schemas/State"
    responses:
      "200":
        description: "Zmiana stanu powiodła się"
      "401":
        description: "Brak dostępu"
      "500":
        description: "Wystąpił wewnętrzny błąd
        ↪ serwera"
```

Przy pomocy endpointów `/app/notify` administrator pobiera konfiguruje liczbę zgłoszeń stacji jako niesprawnej, przy której zostanie mailowo poinformowany o potencjalnej niesprawności stacji. Ustawienie wartości tej liczby na 0 wyłącza mailowe powiadamianie administratora.

```
/app/notify
  get:
    description: "Pobranie wartości liczby zgłoszeń
    ↪ wymaganej do powiadomienia administratora"
    security:
      ApiKeyAuth: [admin]
    responses:
      "200":
        content:
          application/json:
            schema:
              type:
                number
      "401":
        description: "Brak dostępu"
      "500":
        description: "Wystąpił wewnętrzny błąd
        ↪ serwera"

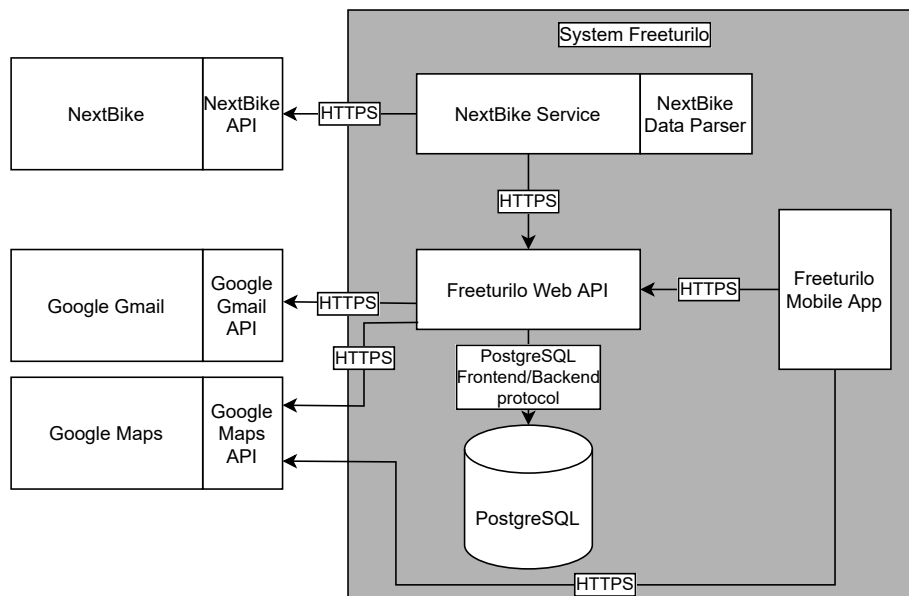
/app/notify/{number}
  post:
    description: "Ustawienie wartości liczby zgłoszeń
    ↪ wymaganej do powiadomienia administratora"
    security:
      ApiKeyAuth: [admin]
    parameters:
      in: path
      name: number
      schema:
        type: number
      required: true
    responses:
      "200":
        description: "Ustawienie powiodło się"
      "401":
        description: "Brak dostępu"
      "500":
        description: "Wystąpił wewnętrzny błąd
        ↪ serwera"
```

11.4 Freeturilo - aplikacja mobilna

Użytkownik wchodzi w interakcję z systemem używając aplikacji Freeturilo na swoim urządzeniu mobilnym. Szczegółowe opisy interfejsu użytkownika oraz klas wykorzystanych w tym module znajdują się w sekcjach 13 i 14.

12 Komunikacja

Rysunek 6 ukazuje schemat komunikujących się między sobą modułów.



Rysunek 6: Schemat komunikacji

12.1 Protokoły

W przypadku połączeń opierających się na protokole HTTPS, każde z nich nawiązane jest pomiędzy pewnym modulem, a API (zewnętrznym lub wewnętrznym). Komunikacja między nimi sterowana jest przez zapytania wysyłane przez dany moduł, na które zwracane są przez API odpowiedzi. Protokół HTTPS charakteryzuje się bezpieczeństwem ze względu na szyfrowanie danych.

W przypadku połączenia pomiędzy Freeturilo Web API a bazą danych PostgreSQL wykorzystywany jest protokół PostgreSQL Frontend/Backend. Charakteryzuje się on pojedynczym, wstępnym uwierzytelnieniem i komunikacją sterowaną przez wiadomości wysyłane przez klienta (w tym przypadku Web API).

12.2 Biblioteki

Bibliotekami służącymi do komunikacji między modułami są:

1. *System.Net.Http* [4] - biblioteka .NET na licencji MIT wykorzystywana przez NextBike Service i Freeturilo Web API do komunikacji przy pomocy protokołu HTTPS,
2. *java.net* - biblioteka języka Java na licencji OTN wykorzystywana przez aplikację mobilną Freeturilo do komunikacji przy pomocy protokołu HTTPS,

3. *Npgsql* - biblioteka .NET na licencji PostgreSQL wykorzystywana przez Freeturilo Web API do komunikacji z bazą danych przy pomocy protokołu PostgreSQL Frontend/Backend.

Wymieniona również powinna być przygotowana przez nasz zespół biblioteka *NextBike Data Parser* służąca do parsowania odpowiedzi na zapytania wysyłane przez NextBike Service do NextBike API. Jest ona niezbędna do poprawnej komunikacji między tymi modułami.

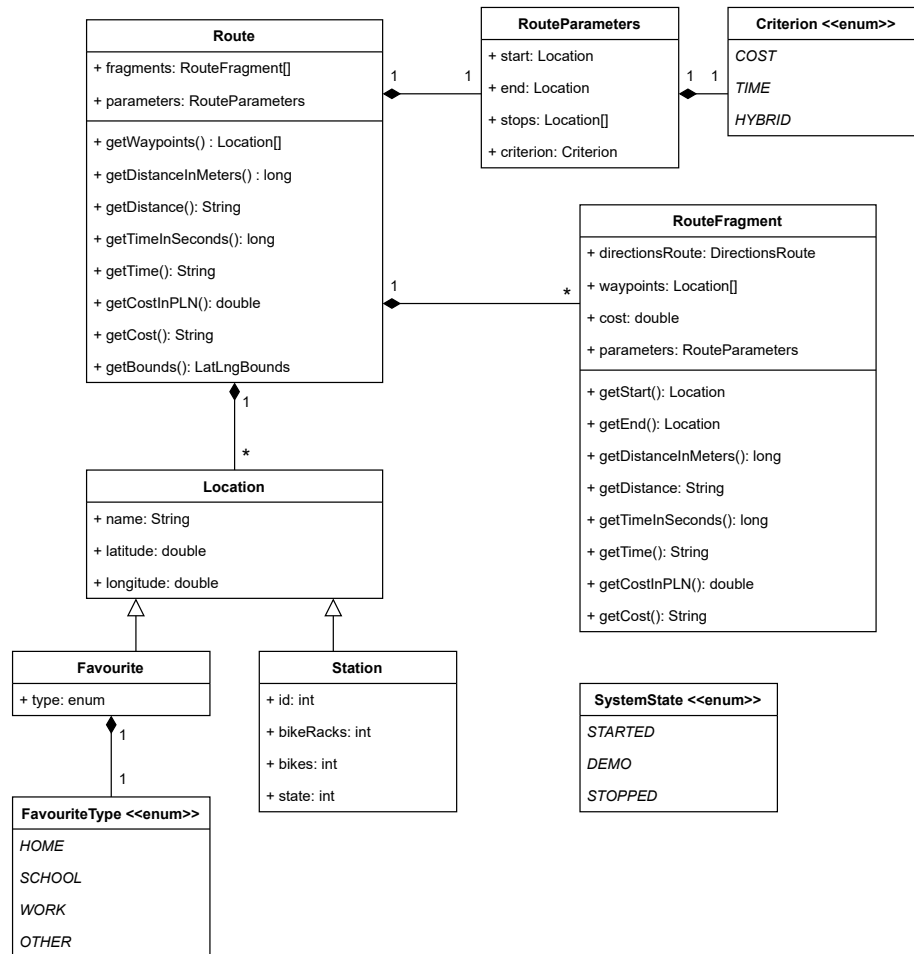
12.3 Konfiguracja sieci

Zarówno Google Maps API, Google Gmail API, NextBike API, jak i Freeturilo Web API mają nadany publiczny adres IP, dzięki czemu pozostałe moduły komunikują się z nimi przez sieć publiczną korzystając z nazwy domeny. Wszystkie trzy komponenty: Freeturilo Web API, Next Bike Service i baza danych PostgreSQL znajdują się we wspólnej sieci prywatnej. Jest to konfiguracja, istotnie przyspieszająca wymianę danych między tymi instancjami.

13 Struktura i stany systemu

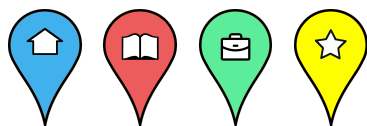
13.1 Klasy

Rysunek 7 przedstawia diagram bazowych klas systemu Freeturilo.



Rysunek 7: Diagram klas

Location Obiekty klasy *Location* reprezentują nazwane lokalizacje geograficzne. Wśród ich pól znajduje się: pole *name* przechowujące nazwę lokalizacji, pole *latitude* o wartości równej szerokości geograficznej lokalizacji i pole *longitude* odpowiadające jej długości geograficznej. Po klasie *Location* dziedziczą klasy *Favourite* i *Station*.



Rysunek 8: Znaczniki ulubionych miejsc



Rysunek 9: Znaczniki stacji rowerowych

Favourite Klasa *Favourite* oprócz dziedziczonych pól klasy *Location* ma dodatkowe pole *type*, które przyjmuje jedną z wartości wyliczenia *FavouriteType*: *home*, *school*, *work*, *other*. W zależności od tej wartości instancje tej klasy charakteryzują się różnymi znacznikami (rys. 8) na mapie. Pole *name* dla klasy *Favourite* przyjmuje wartość nadaną przez użytkownika.

Station Klasa *Station* ma dodatkowe pola odpowiadające szczegółom stacji: identyfikatorowi w systemie *NextBike*, liczbie wolnych stojaków i liczbie rowerów. Dodatkowo posiada pole *state*, którego wartość odpowiada aktualnej sprawności stacji. W zależności wartości pola *state* i pola *bikes* instancje tej klasy charakteryzują się różnymi znacznikami (rys. 9) na mapie. Pole *name* dla tej klasy przyjmuje wartość zgodną z nazwą stacji w systemie *NextBike*.

Route Trasie rowerowej wyznaczonej przez system odpowiada klasa *Route*. Polami tej klasy są:

1. *fragments* - fragmenty, na które podzielona jest ta trasa,
2. *parameters* - parametry wyznaczenia tej trasy: punkt początkowy, końcowy, przystanki i kryterium wyznaczenia trasy.

Metodami tej klasy są:

1. *getWaypoints* - zwraca uporządkowaną listę lokalizacji, przez które przechodzi ta trasa,
2. *getDistanceInMeters*, *getDistance* - zwracają długość tej trasy odpowiednio jako liczbę w systemie metrycznym i jako napis z jednostką,
3. *getTimeInSeconds*, *getTime* - zwracają czas przejechania tej trasy odpowiednio jako liczbę sekund i jako napis z jednostką,
4. *getCostInPLN*, *getCost* - zwracają koszt przejechania tej trasy odpowiednio jako liczbę złotych i jako napis z jednostką.
5. *getBounds* - zwraca najmniejszy zakres współrzędnych geograficznych, w którym mieści się ta trasa.

RouteFragment Fragmenty trasy reprezentowane są przez obiekty klasy *RouteFragment*. Każdy fragment zawiera następujące pola:

1. *cost* - koszt tego fragmentu w złotych,
2. *waypoints* - tablica dwóch lokalizacji, przez które przechodzi ten fragment trasy - jego początku i końca,
3. *parameters* - parametry wyznaczenia trasy, do której należy ten fragment: punkt początkowy, końcowy, przystanki i kryterium wyznaczenia trasy,
4. *directionsRoute* - odpowiadająca temu fragmentowi trasa wyznaczona przez Google Maps. Jest instancją klasy *DirectionsRoute* zawartej w bibliotekach Google Maps.

Klasa ta udostępnia następujące metody:

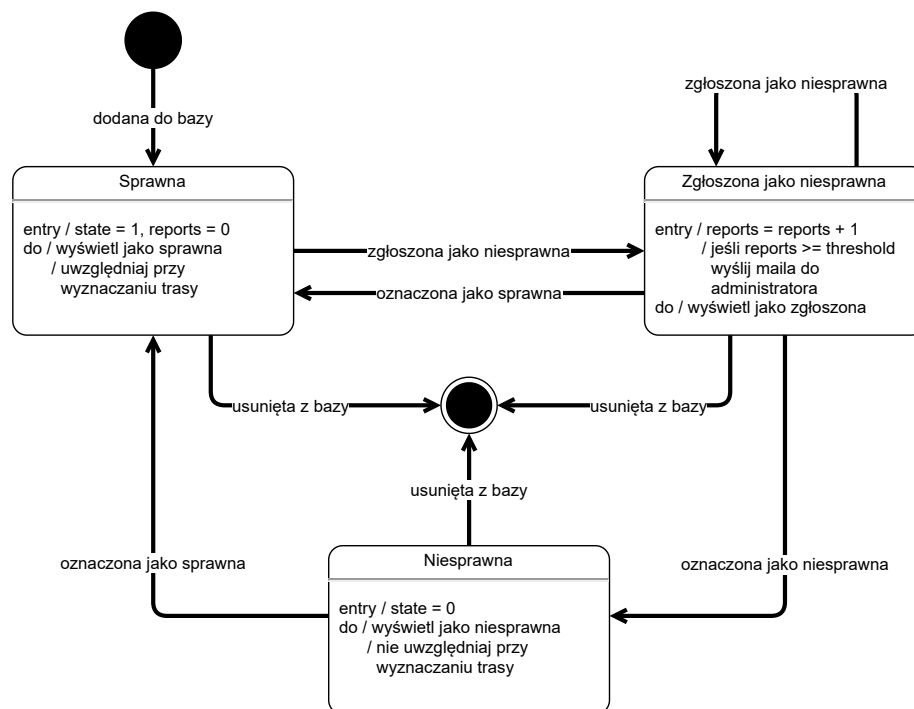
1. *getStart* i *getEnd* - zwracają odpowiednio pierwszy i ostatni element tablicy *waypoints*, czyli początek i koniec tego fragmentu trasy,
2. *getDistanceInMeters*, *getDistance* - zwracają długość tego fragmentu trasy odpowiednio jako liczbę w systemie metrycznym i jako napis z jednostką,
3. *getTimeInSeconds*, *getTime* - zwracają czas przejechania tego fragmentu trasy odpowiednio jako liczbę sekund i jako napis z jednostką,
4. *getCostInPLN*, *getCost* - zwracają koszt przejechania tego fragmentu trasy odpowiednio jako liczbę złotych i jako napis z jednostką.

RouteParameters Na podstawie obiektu klasy *RouteParameters* wyznacza na jest trasa. Klasa ta jest strukturą o czterech polach:

1. *start* - punkt początkowy,
2. *end* - punkt końcowy,
3. *stops* - przystanki trasy,
4. *criterion* - kryterium wyznaczania trasy, które przyjmuje jedną z wartości wyliczenia *Criterion*: *cost*, *time* lub *hybrid*.

13.2 Stany

Rysunek 10 przedstawia diagram stanów stacji rowerowej.

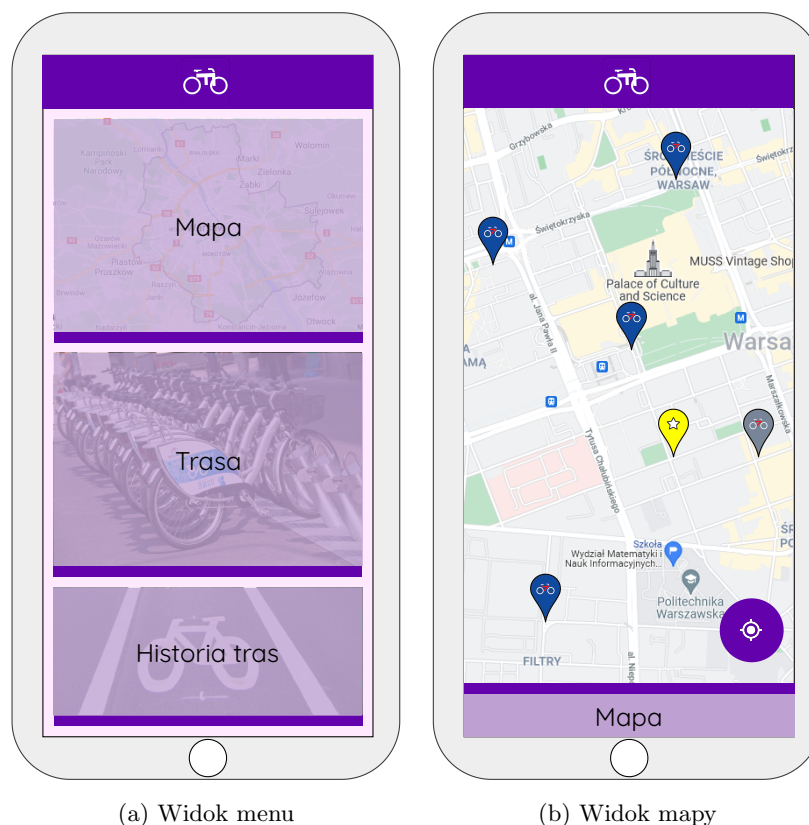


Rysunek 10: Diagram stanów stacji rowerowej

Stacja rowerowa może być zgłaszana przez użytkowników aplikacji jako niesprawna. Każde takie zgłoszenie odnotowywane jest w bazie danych i po przekroczeniu ustawionego dla administratora progu zgłoszeń zostaje on mailowo powiadomiony o potencjalnie niesprawnej stacji. Mechanizm wysyłania maili został opisany w rozdziale 15. Zadaniem administratora jest w takiej sytuacji oznaczenie stacji jako niesprawnej (co skutkuje omijaniem tej stacji przy wyznaczaniu trasy) lub wyzerowanie licznika zgłoszeń poprzez oznaczenie jej jako sprawnej.

14 Interfejs użytkownika

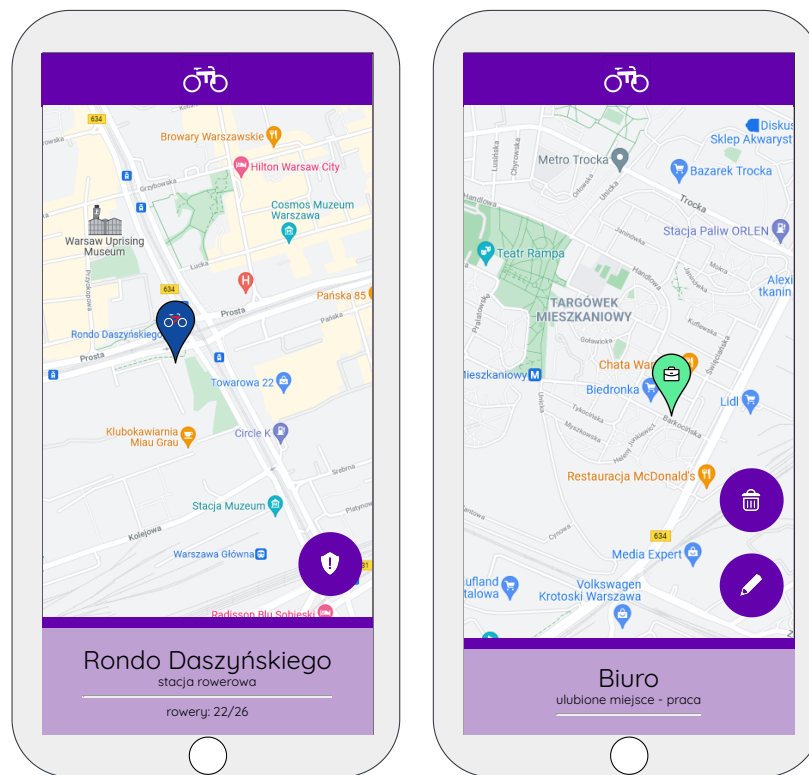
W tej sekcji wymienione są wszystkie widoki interfejsu użytkownika aplikacji Freeturilo wraz z ich zaprojektowanym wyglądem.



Rysunek 11

Widok menu W menu aplikacji (rys. 11a) dostępne są trzy przyciski. Przycisk *Mapa* przenosi użytkownika do widoku mapy, przycisk *Trasa* przekierowuje do widoku wyznaczenia trasy, a po wybraniu *Historii tras* wyświetlona zostaje historia tras wyznaczonych przez użytkownika. Przytrzymanie loga aplikacji przenosi użytkownika do widoku logowania.

Widok mapy Na mapie w widoku mapy (rys. 11b) wyświetlają się znaczniki stacji rowerowych i ulubionych miejsc użytkownika. Każdy znacznik stacji (rys. 12a) tak jak każdy znacznik ulubionego miejsca (rys. 12b) może zostać wybrany. Konsekwencją przytrzymania dowolnego miejsca na mapie jest pojawienie się okna dialogowego służącego utworzeniu nowego ulubionego miejsca. W rogu mapy znajduje się przycisk służący do zlokalizowania urządzenia.



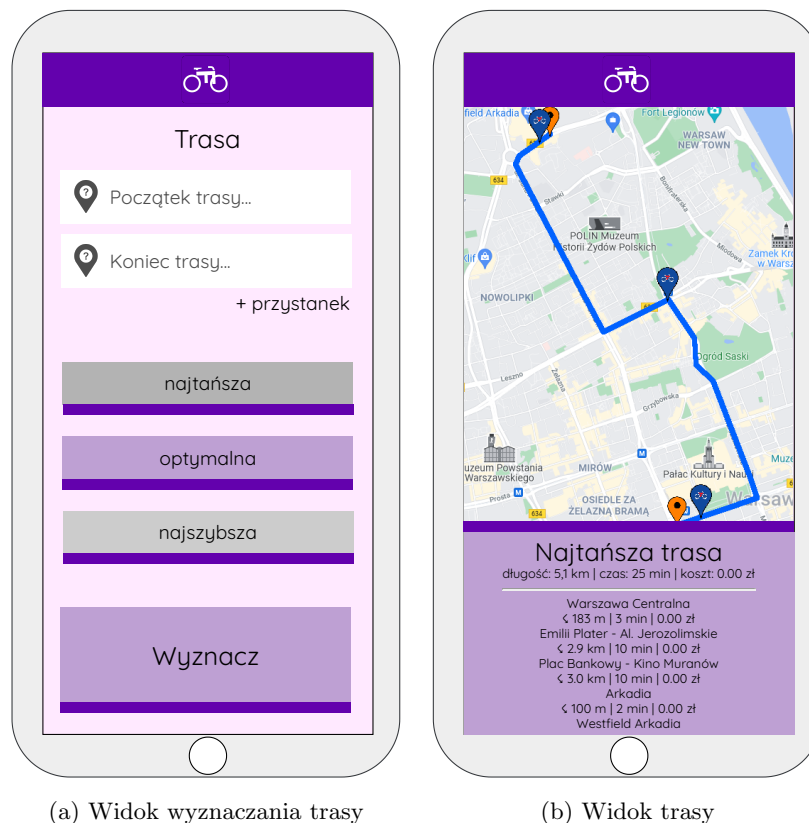
(a) Widok stacji

(b) Widok ulubionego miejsca

Rysunek 12

Widok stacji Po wyborze znacznika stacji u dołu ekranu pojawiają się jej szczegóły: nazwa, aktualna liczba rowerów i liczba stojaków stacji (rys. 12a). W przypadku niesprawności lub gdy stacja jest pusta znacznik stacji jest w kolorze szarym, a jeśli jest prawie pusta lub zgłoszona, znacznik jest czerwony. W obu wymienionych sytuacjach wśród szczegółów stacji wymieniony jest jej stan. W rogu mapy widnieje przycisk zgłoszenia niesprawności stacji. Po jego wybraniu wyświetlone na środku ekranu zostaje okno dialogowe w celu zatwierdzenia zgłoszenia o niesprawności.

Widok ulubionego miejsca Po wyborze znacznika ulubionego miejsca, podobnie jak w przypadku znacznika stacji, na dolnym panelu pojawiają się szczegóły miejsca: nazwa i typ. Ulubione miejsce może zostać edytowane po wyborze przycisku z ikoną ołówka, w wyświetlonym oknie dialogowym. Kliknięcie przycisku usunięcia ulubionego miejsca skutkuje wyświetleniem okna dialogowego w celu potwierdzenia wyboru.



(a) Widok wyznaczania trasy

(b) Widok trasy

Rysunek 13

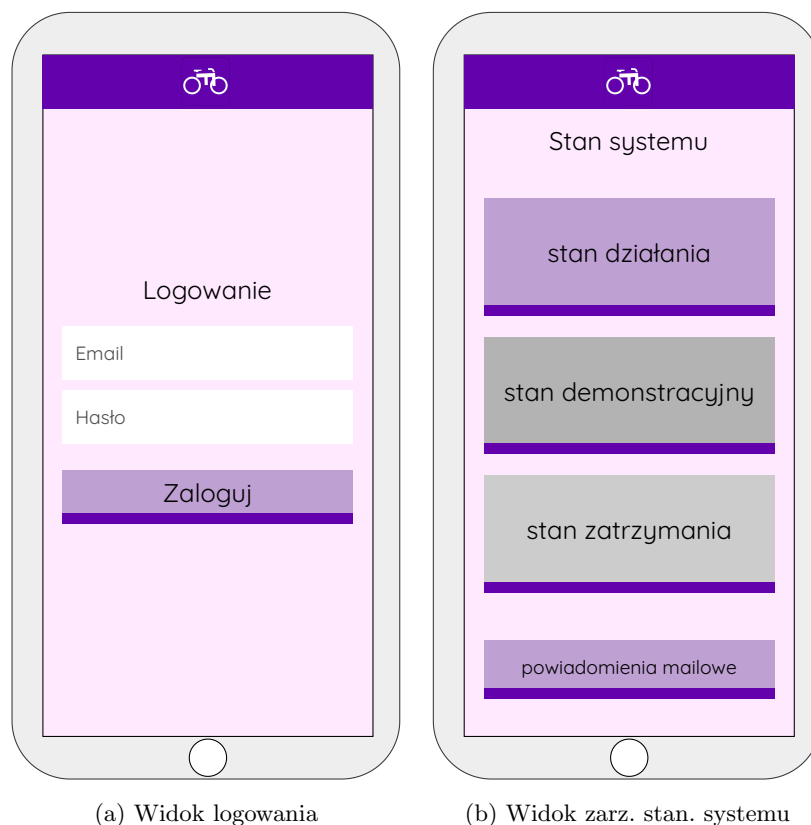
Widok wyznaczania trasy W widoku wyznaczania trasy (rys. 13a) użytkownik wybiera jej parametry: początek, koniec, przystanki i kryterium wyznaczania. Po rozpoczęciu pisania w dowolnym z pól tekstowych wyświetlają się pod nim sugestie na podstawie wpisanej wartości. Wśród sugestii znajdują się ulubione miejsca użytkownika, stacje i inne lokalizacje. Wybór *+ przystanek* skutkuje dodaniem pola tekstowego (dodać można maksymalnie trzy pola). Wybór kryterium wyznaczania trasy opiera się na użyciu jednego z trzech przycisków odpowiadających kryteriom. Przycisk *Wyznacz* przenosi użytkownika do widoku trasy (rys. 13b).

Widok trasy Aplikacja prezentuje wyznaczoną trasę w widoku trasy (rys. 13b). Na ekranie ukazana jest mapa wraz z zaznaczoną trasą, w tym jej początkiem, końcem, przystankami i stacjami przesiadkowymi (znacznikami niebieskimi). U dołu widoku wypisane są szczegóły trasy, a więc jej długość, czas, koszt i dokładny przebieg. Lista przystanków trasy może zostać zwijana i rozwijana kliknięciem.



Rysunek 14: Widok historii tras

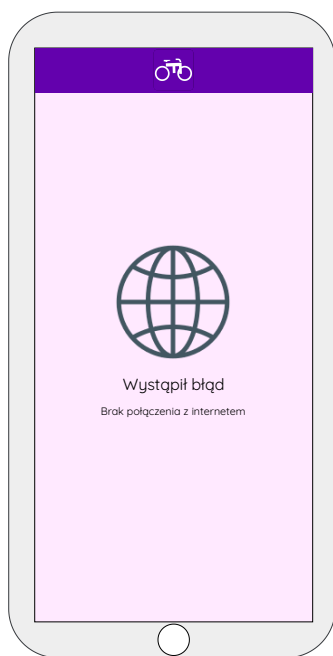
Widok historii tras W widoku historii tras (rys. 14) wypisane są wszystkie parametry wyznaczonych przez użytkownika tras. Każdy z wpisów w tym widoku odpowiada punktowi startowemu, końcowemu, przystankom i kryterium wyznaczenia pewnej trasy wyznaczonej w przeszłości. Wybór jednego z wpisów przenosi użytkownika do widoku trasy (rys. 13b), w którym wyświetlona zostaje wyznaczona ponownie trasa o tych samych parametrach. Wybór przycisku po prawej stronie dowolnego wpisu usuwa go z historii tras.



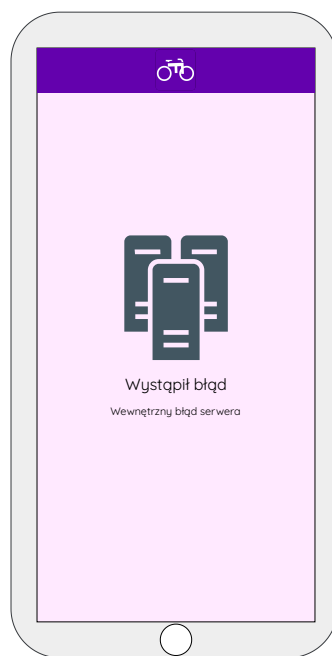
Rysunek 15

Widok logowania Widok logowania (rys. 15a), do którego dostęp użytkownik uzyskuje przytrzymując logo aplikacji wykorzystywany jest jedynie przez administratorów aplikacji. Administrator wpisuje swój email i hasło w polach tekstowych, a następnie wybiera *Zaloguj*. Po poprawnym zalogowaniu się administratora aplikacja wyświetla widok zarządzania stanem systemu (rys. 15b).

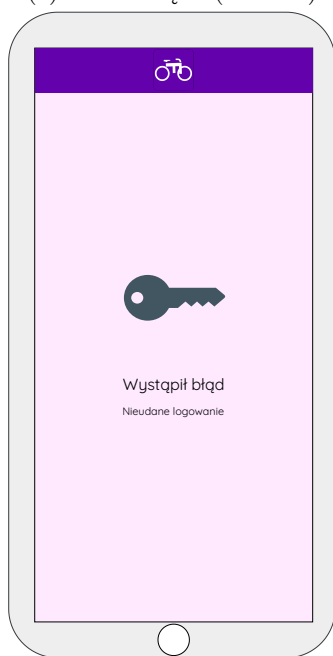
Widok zarządzania stanem systemu Do widoku zarządzania stanem systemu (rys. 15b) zalogowany administrator uzyskuje dostęp przytrzymując logo aplikacji. Po wyborze jednego z trzech przycisków odpowiadających stanom systemu aplikacja otwiera okno dialogowe służące zatwierdzeniu zmiany stanu systemu. U dołu widoku znajduje się przycisk służący do konfiguracji powiadomień mailowych o potencjalnej niesprawności stacji. Po wybraniu go pojawia się okno dialogowe pozwalające na dobór liczby zgłoszeń skutkującej wysłaniem powiadomienia (lub na wyłączenie powiadomień mailowych).



(a) Widok błędu (internet)



(b) Widok błędu (serwer)



(c) Widok błędu (logowanie)



(d) Widok błędu (zatrzymany)

Rysunek 16

Widoki błędów W trakcie korzystania z aplikacji użytkownik może napotkać błędy, którym odpowiadają przedstawione na rysunkach widoki (rys. 16a, 16b, 16c, 16d). Dla każdego z tych widoków na środku wyświetlona jest grafika odpowiadająca typowi błędu i jego opis.

15 Interfejsy zewnętrzne

System komunikuje się z zewnętrznymi serwerami poprzez udostępnione przez nie interfejsy.

15.1 NextBike API

W przypadku serwera *NextBike* będziemy korzystać z tylko jednego endpointu zwracającego kolekcję zawierającą informacje o wszystkich stacjach rowerowych w Warszawie.

```
https://nextbike.net/maps/nextbike-live.xml?city=210:
get:
  description: "Pobranie listy wszystkich stacji
    rowerowych w Warszawie"
  responses:
    "200":
      description: "Zwrócono listę wszystkich stacji
        rowerowych w Warszawie"
      content:
        application/xml:
          schema:
            type: "markers"
```

Nazwa typu zwracanych danych *markers* jest wymuszona przez odpowiedź XML serwera (korzeń struktury XML ma właśnie taką nazwę). Klasa implementująca typ *markers* będzie generowana automatycznie na podstawie pliku XML Schema Design, który znajdzie się w bibliotece do deserializacji.

15.2 Google Maps API

Korzystanie z interfejsu *Google Maps* wymaga podania klucza. W tym celu założyliśmy konto mailowe (o adresie `freeturilo@gmail.com`) dla naszego projektu i wygenerowaliśmy niezbędny klucz. Wśród udostępnionych przez ten interfejs funkcjonalności, z których korzystamy, znajdują się m. in.:

1. wyznaczanie macierzy tras między punktami startowymi a punktami końcowymi [9],
2. pobieranie mapy Warszawy [10],
3. mapowanie adresów na współrzędne geograficzne [11].

Pełna dokumentacja endpointów interfejsu znajduje się w [2].

15.3 Google Gmail API

API zostanie wykorzystane do funkcjonalności powiadamiania administratorów o zgłaszanych usterkach. Serwer po odpowiedniej liczbie zgłoszeń będzie wysyłał wiadomość email z adresu `freeturilo@gmail.com` do wszystkich administratorów z informacją o możliwej usterce stacji. Wysyłanie maila będzie realizowane za pomocą odpowiedniego endpointu z interfejsu *Google Gmail*.

Pełna dokumentacja API znajduje się w [3].

16 Wybór technologii

NextBike Data Parser Biblioteka *NextBike Data Parser* zostanie napisana w języku C#. Będzie ona wykorzystywać *xsd.exe* - narzędzie służące do definicji schematu XML, które umożliwi deserializację danych pobieranych z serwera *NextBike*.

NextBike Service Serwis do monitorowania stanu stacji rowerowych również będzie napisany w języku C#. Wykorzystuje powyższą bibliotekę oraz korzysta z wbudowanych narzędzi dotnetowych do komunikacji HTTP.

Baza danych Planujemy, aby system korzystał z relacyjnej bazy danych, która będzie obsługiwana przez system PostgreSQL.

Freeturilo Web API Serwer, spójnie z pozostałymi modułami backendowymi, zostanie napisany w języku C#. Do stworzenia interfejsu REST zostanie użyty framework *Entity Framework* oraz wzorzec MVC. Wszystkie moduły backendowe (poza bazą danych) będą wykorzystywać framework *.NET 5.0*.

Freeturilo Mobile App Aplikacja mobilna zostanie napisana w języku Java 11 i będzie korzystała z bibliotek dostarczanych przez *Maps SDK for Android* od *Google*.

Literatura

- [1] Dokumentacja systemu Android
<https://developer.android.com/>
- [2] Dokumentacja API Google Maps
<https://developers.google.com/maps/documentation>
- [3] Dokumentacja API Google Gmail
<https://developers.google.com/gmail/api/>
- [4] Dokumentacja biblioteki System.Net.Http
<https://docs.microsoft.com/en-us/dotnet/api/system.net.http>
- [5] Dokumentacja biblioteki java.net
<https://developer.android.com/reference/java/net/package-summary>
- [6] Dokumentacja biblioteki Npgsql
<https://www.npgsql.org/doc/index.html>
- [7] Dokumentacja protokołu Frontend/Backend PostgreSQL
<https://www.postgresql.org/docs/9.3/protocol.html>
- [8] Dokumentacja specyfikacji OpenAPI 3.0
<https://swagger.io/specification/>
- [9] Dokumentacja API macierzy odległości Google Maps
<https://developers.google.com/maps/documentation/distance-matrix/overview>
- [10] Dokumentacja API map statycznych Google Maps
<https://developers.google.com/maps/documentation/maps-static/overview>
- [11] Dokumentacja API geokodowania Google Maps
<https://developers.google.com/maps/documentation/geocoding/overview>