

# Projekt Systemu Informatycznego

TransTime - System dynamicznej informacji pasażerskiej i analizy rozkładów jazdy w czasie rzeczywistym

## Autorzy:

Adam Czakon

Jakub Czyż

Jakub Czajka

5 stycznia 2026

# Spis treści

|   |           |
|---|-----------|
| <b>1 Koncepcja systemu</b>  | <b>3</b>  |
| <b>2 Diagram przypadków użycia</b>  | <b>4</b>  |
| <b>3 Dziedzinowy diagram klas</b>   | <b>5</b>  |
| 3.1 Opis kluczowych klas dziedzinowych . . . . .                            | 5         |
| 3.2 Relacje . . . . .   | 5         |
| <b>4 Scenariusze przypadków użycia</b>                                      | <b>6</b>  |
| 4.1 Scenariusz 1: Sprawdzenie rzeczywistego czasu przyjazdu (ETA) . . . . . | 6         |
| 4.2 Scenariusz 2: Dodanie komunikatu o utrudnieniach . . . . .              | 6         |
| 4.3 Scenariusz 3: Wyszukiwanie rozkładu jazdy konkretnej linii . . . . .    | 7         |
| 4.4 Scenariusz 4: Estymacja czasu dojazdu (Proces Systemowy) . . . . .      | 7         |
| 4.5 Scenariusz 5: Śledzenie pojazdu na mapie interaktywnej . . . . .        | 7         |
| 4.6 Scenariusz 6: Aktualizacja bazy rozkładów (Import danych) . . . . .     | 8         |
| 4.7 Scenariusz 7: Obsługa kursu wypadającego z rozkładu . . . . .           | 8         |
| <b>5 Specyfikacja DFD (Data Flow Diagram)</b>                               | <b>9</b>  |
| 5.1 Diagram wstępny (Poziom 0 - Kontekstowy) . . . . .                      | 9         |
| 5.2 Dekompozycja procesów (Poziom 1) . . . . .                              | 9         |
| 5.3 Magazyny danych (Data Stores) . . . . .                                 | 9         |
| 5.4 Opis przepływów danych (Słownik danych) . . . . .                       | 10        |
| 5.5 Procesy atomowe (Specyfikacja logiczna) . . . . .                       | 10        |
| <b>6 Systemowy diagram klas</b>   | <b>11</b> |
| 6.1 Specyfikacja techniczna klas . . . . .                                  | 11        |
| 6.2 Relacje techniczne . . . . .  | 11        |
| 6.3 Typy pomocnicze i Interfejsy . . . . .                                  | 11        |
| <b>7 Architektura systemu i projekt interfejsu</b>                          | <b>12</b> |
| 7.1 Koncepcja architektury . . . . .  | 12        |
| 7.2 Interfejsy komunikacyjne . . . . .                                      | 12        |
| 7.3 Mocki widoków (User Interface) . . . . .                                | 12        |
| 7.4 Schemat blokowy architektury . . . . .                                  | 12        |

# Spis rysunków

|   |    |
|---|----|
| 1 Diagram przypadków użycia systemu informacji pasażerskiej. . . . .          | 4  |
| 2 Dziedzinowy diagram klas systemu informacji pasażerskiej. . . . .           | 5  |
| 3 Diagram kontekstowy (DFD Poziom 0). . . . .                                 | 9  |
| 4 Dekompozycja procesów (DFD Poziom 1). . . . .                               | 9  |
| 5 Systemowy diagram klas (widok implementacyjny). . . . .                     | 11 |
| 6 Makiety interfejsu: Tablica odjazdów (lewo) oraz Mapa Live (prawo). . . . . | 12 |
| 7 Schemat architektury warstwowej systemu TransTime. . . . .                  | 12 |

# 1 Koncepcja systemu

Celem projektu jest stworzenie systemu informatycznego umożliwiającego publikację aktualnych rozkładów jazdy komunikacji miejskiej w Internecie. W odróżnieniu od tradycyjnych, statycznych tabel, system ten oferuje dynamiczne śledzenie czasu odjazdu na podstawie rzeczywistych danych.

Główne założenia systemu to:

- **Publikacja rozkładów:** Udostępnienie rozkładów jazdy dla konkretnych linii oraz poszczególnych przystanków.
- **Analiza ruchu (Traffic):** Uwzględnienie aktualnego stanu przejezdności dróg w mieście.
- **Estymacja czasu (ETA):** Obliczanie faktycznego czasu dojazdu pojazdu do przystanku z uwzględnieniem opóźnień i zdarzeń losowych.
- **Informacja pasażerska:** Przekazanie użytkownikowi jasnej informacji, czy dany kurs nie wypadł z rozkładu i ile minut pozostało do jego przyjazdu.

System ma za zadanie zwiększyć komfort podróżnych poprzez dostarczenie wiarygodnych danych w czasie rzeczywistym, wzorując się na nowoczesnych systemach typu ITS (Intelligent Transportation Systems).

## 2 Diagram przypadków użycia

Poniższy diagram identyfikuje głównych aktorów systemu oraz kluczowe funkcjonalności (przypadki użycia) niezbędne do realizacji celów biznesowych systemu TransTime.

Rysunek 1: Diagram przypadków użycia systemu informacji pasażerskiej.

### Opis aktorów i funkcjonalności:

- **Pasażer:** Użytkownik końcowy, który wyszukuje połączenia, przegląda rozkłady linii oraz sprawdza estymowany czas przyjazdu (ETA).
- **Dyspozytor:** Pracownik MPK odpowiedzialny za wprowadzanie komunikatów o zdarzeniach losowych (np. awaria tramwaju, objazd).
- **System GPS/Traffic:** Zewnętrzne źródło danych dostarczające w trybie ciągłym informacje o współrzędnych pojazdów i natężeniu ruchu.

### 3 Dziedzinowy diagram klas

Dziedzinowy diagram klas przedstawia kluczowe pojęcia biznesowe występujące w systemie oraz relacje zachodzące między nimi. Koncentruje się on na strukturze informacji o rozkładach jazdy i danych napływających w czasie rzeczywistym.

Rysunek 2: Dziedzinowy diagram klas systemu informacji pasażerskiej.

#### 3.1 Opis kluczowych klas dziedzinowych

- **Linia:** Reprezentuje konkretny numer linii (np. "Tramwaj 8"). Przechowuje informacje o trasie i typie pojazdu.
- **Przystanek:** Punkt na mapie, do którego przypisane są odjazdy. Zawiera nazwę, lokalizację GPS oraz listę linii, które go obsługują.
- **Kurs (Trip):** Konkretna realizacja przejazdu danej linii o określonej godzinie. To do kursu przypisane są dane o opóźnieniach.
- **Pojazd:** Fizyczna jednostka (autobus/tramwaj) przypisana do kursu, przesyłająca swoje współrzędne geograficzne.
- **Zdarzenie drogowe:** Informacja o utrudnieniach (korki, awarie), która wpływa na estymację czasu dojazdu.

#### 3.2 Relacje

Zastosowano następujące powiązania:

- Jedna **Linia** posiada wiele **Kursów**.
- Każdy **Kurs** obsługuje wiele **Przystanków** w określonej kolejności (harmonogram).
- **Pojazd** jest przypisany do dokładnie jednego **Kursu** w danym momencie.
- **Zdarzenie drogowe** może wpływać na wiele **Kursów** przechodzących przez dany obszar.

## 4 Scenariusze przypadków użycia

Poniższe tabele szczegółowo opisują przebieg interakcji użytkownika z systemem dla wybranych, kluczowych przypadków użycia.

### 4.1 Scenariusz 1: Sprawdzenie rzeczywistego czasu przyjazdu (ETA)

|                            |   |
|----------------------------|---|
| <b>Nazwa przypadku</b>     | Sprawdzenie rzeczywistego czasu przyjazdu (Live)  |
| <b>Aktor główny</b>        | Pasażer   |
| <b>Aktorzy wspierający</b> | System GPS, API Traffic   |
| <b>Warunek wstępny</b>     | Użytkownik znajduje się na ekranie wyboru przystanku.   |
| <b>Przebieg główny</b>     | <ol style="list-style-type: none"><li>1. Użytkownik wybiera konkretny przystanek z listy lub mapy.</li><li>2. System pobiera listę nadchodzących kursów dla tego przystanku.</li><li>3. System odczytuje aktualną pozycję pojazdów przypisanych do tych kursów.</li><li>4. System analizuje dane o natężeniu ruchu na trasie pojazdu.</li><li>5. System oblicza estymowany czas przyjazdu (ETA).</li><li>6. System wyświetla użytkownikowi odświeżaną listę odjazdów.</li></ol> |
| <b>Sytuacje wyjątkowe</b>  | <ol style="list-style-type: none"><li>1a. Brak danych GPS z pojazdu – system wyświetla czas teoretyczny (z rozkładu) z adnotacją „brak danych live”.</li><li>2a. Kurs został anulowany przez dyspozytora – system wyświetla status „Wypadł z rozkładu”.</li></ol>   |

### 4.2 Scenariusz 2: Dodanie komunikatu o utrudnieniach

|                        |  |
|------------------------|--|
| <b>Nazwa przypadku</b> | Dodanie komunikatu o utrudnieniach drogowych   |
| <b>Aktor główny</b>    | Dyspozytor   |
| <b>Warunek wstępny</b> | Dyspozytor jest zalogowany do panelu administracyjnego.  |
| <b>Przebieg główny</b> | <ol style="list-style-type: none"><li>1. Dyspozytor wybiera opcję „Dodaj komunikat”.</li><li>2. System wyświetla formularz wyboru linii lub obszaru miasta.</li><li>3. Dyspozytor wprowadza treść komunikatu (np. „Awaria sieci trakcyjnej”) i określa przewidywany czas trwania.</li><li>4. Dyspozytor zatwierdza komunikat.</li><li>5. System natychmiastowo publikuje informację na tablicach przystankowych online oraz w widoku mapy dla pasażerów.</li></ol> |

#### 4.3 Scenariusz 3: Wyszukiwanie rozkładu jazdy konkretnej linii

|                        |   |
|------------------------|---|
| <b>Nazwa przypadku</b> | Przeglądanie statycznego rozkładu linii   |
| <b>Aktor główny</b>    | Pasażer   |
| <b>Przebieg główny</b> | <ol style="list-style-type: none"><li>1. Użytkownik wprowadza numer linii w wyszukiwarce.</li><li>2. System wyświetla listę kierunków (pętli docelowych) dla tej linii.</li><li>3. Użytkownik wybiera kierunek oraz konkretny przystanek z trasy.</li><li>4. System generuje tabelaryczny rozkład jazdy (godziny i minuty) na dany dzień tygodnia.</li><li>5. System zaznacza na rozkładzie kursy niskopodłogowe.</li></ol> |

#### 4.4 Scenariusz 4: Estymacja czasu dojazdu (Proces Systemowy)

|                            |  |
|----------------------------|--|
| <b>Nazwa przypadku</b>     | Estymacja czasu dojazdu na podstawie Traffic   |
| <b>Aktor główny</b>        | System (Proces automatyczny)   |
| <b>Aktorzy wspierający</b> | System zewnętrzny (Google Maps API / Traffic API)  |
| <b>Przebieg główny</b>     | <ol style="list-style-type: none"><li>1. System identyfikuje aktualną pozycję pojazdu (GPS).</li><li>2. System pobiera dane o natężeniu ruchu na odcinkach drogi między pojazdem a kolejnymi przystankami.</li><li>3. System porównuje czas przejazdu teoretyczny z czasem uwzględniającym korki.</li><li>4. System aktualizuje przewidywaną godzinę przyjazdu w bazie danych czasu rzeczywistego.</li></ol> |

#### 4.5 Scenariusz 5: Śledzenie pojazdu na mapie interaktywnej

|                            |  |
|----------------------------|--|
| <b>Nazwa przypadku</b>     | Wizualizacja pozycji pojazdu na mapie  |
| <b>Aktor główny</b>        | Pasażer  |
| <b>Aktorzy wspierający</b> | Moduł map (np. OpenStreetMap)  |
| <b>Przebieg główny</b>     | <ol style="list-style-type: none"><li>1. Użytkownik wybiera opcję "Mapa Live".</li><li>2. System wyświetla mapę miasta z naniesionymi przystankami.</li><li>3. System pobiera pozycje wszystkich aktywnych pojazdów danej linii.</li><li>4. System nanosi ikony pojazdów na mapę, wskazując kierunek ich poruszania się.</li><li>5. Użytkownik kliką w ikonę pojazdu, aby zobaczyć numer boczny i aktualne opóźnienie.</li></ol> |

#### 4.6 Scenariusz 6: Aktualizacja bazy rozkładów (Import danych)

|                        |   |
|------------------------|---|
| <b>Nazwa przypadku</b> | Import nowego rozkładu jazdy (GTFS)   |
| <b>Aktor główny</b>    | Administrator Systemu   |
| <b>Przebieg główny</b> | <ol style="list-style-type: none"><li>1. Administrator przesyła plik z nowym harmonogramem do modułu zarządzania danymi.</li><li>2. System weryfikuje poprawność danych (spójność przystanków i linii).</li><li>3. System aktualizuje tabele rozkładów statycznych w bazie danych.</li><li>4. System generuje potwierdzenie pomyślnej aktualizacji.</li></ol> |

#### 4.7 Scenariusz 7: Obsługa kursu wypadającego z rozkładu

|                        |  |
|------------------------|--|
| <b>Nazwa przypadku</b> | Automatyczne wycofanie kursu z tablicy Live  |
| <b>Aktor główny</b>    | System (Proces automatyczny)   |
| <b>Opis</b>            | <ol style="list-style-type: none"><li>1. System wykrywa brak sygnału GPS z pojazdu przez czas dłuższy niż 5 minut lub otrzymuje sygnał o awarii z komputera pokładowego.</li><li>2. System oznacza kurs jako „Niedostępny/Awaria”.</li><li>3. Algorytm ETA usuwa ten kurs z list odjazdów na wszystkich przystankach na trasie.</li><li>4. System wysyła powiadomienie do dyspozytora w celu weryfikacji sytuacji.</li></ol> |

## 5 Specyfikacja DFD (Data Flow Diagram)

Specyfikacja przepływu danych obrazuje sposób, w jaki informacje są pobierane, przetwarzane i składowane w systemie TransTime.

### 5.1 Diagram wstępny (Poziom 0 - Kontekstowy)

Diagram kontekstowy przedstawia system jako jedną funkcję procesową i jego interakcje z otoczeniem.

Rysunek 3: Diagram kontekstowy (DFD Poziom 0).

**Główne przepływy danych na poziomie 0:**

- **Pasażer:** Zapytanie o rozkład → System; Wyświetlenie ETA ← System.
- **System GPS:** Aktualna pozycja pojazdu → System.
- **Zarząd Dróg (Traffic API):** Dane o natężeniu ruchu → System.
- **Dyspozytor:** Parametry linii i komunikaty → System.

### 5.2 Dekompozycja procesów (Poziom 1)

Na tym poziomie system został rozbity na główne procesy funkcjonalne.

Rysunek 4: Dekompozycja procesów (DFD Poziom 1).

**Wykaz procesów atomowych:**

1. **P1. Zarządzanie bazą rozkładów:** Przechowywanie statycznych godzin odjazdów.
2. **P2. Moduł śledzenia GPS:** Odbiór i normalizacja współrzędnych z pojazdów.
3. **P3. Algorytm Estymacji (ETA):** Proces łączący dane statyczne, pozycję GPS oraz dane Traffic w celu obliczenia faktycznego opóźnienia.
4. **P4. Publikacja informacji:** Generowanie widoków dla pasażera (tablica przystankowa, mapa).
5. **P5. Obsługa alertów:** Rejestracja komunikatów o zdarzeniach drogowych.

### 5.3 Magazyny danych (Data Stores)

W systemie zidentyfikowano następujące bazy danych:

- **D1 Baza Rozkładów:** Dane statyczne o liniach i przystankach.
- **D2 Status Pojazdów:** Dynamiczne dane o aktualnej pozycji i prędkości.
- **D3 Rejestr Komunikatów:** Baza aktywnych utrudnień i ogłoszeń.

## 5.4 Opis przepływów danych (Słownik danych)

Poniższa tabela opisuje strukturę najważniejszych informacji krążących w systemie, widocznych na diagramach DFD.

| Nazwa przepływu    | Źródło / Cel     | Zawartość (Atrybuty)   |
|--------------------|------------------|--|
| Dane GPS           | Pojazd → P2      | ID pojazdu, długość i szerokość geogr., prędkość, timestamp.               |
| Dane Traffic       | Traffic API → P3 | ID odcinka drogi, współczynnik zakorkowania (0-1), średnia prędkość.       |
| Wynik ETA          | P3 → P4          | ID kursu, ID przystanku, przewidywana minuta przyjazdu, status opóźnienia. |
| Zapytanie pasażera | Pasażer → P4     | ID przystanku lub numer linii, koordynaty użytkownika.                     |
| Alert drogowy      | Dyspozytor → P5  | Typ zdarzenia, opis tekstowy, ID dotkniętych linii, czas wygaśnięcia.      |

## 5.5 Procesy atomowe (Specyfikacja logiczna)

Najniższy poziom dekompozycji (procesy atomowe) realizuje następującą logikę:

- **P3.1 (Oblicz odległość):** Na podstawie GPS pojazdu i współrzędnych przystanku wylicza dystans pozostały do przejechania.
- **P3.2 (Koryguj o ruch):** Mnoży bazowy czas przejazdu przez współczynnik opóźnienia pobrany z modułu Traffic.
- **P4.1 (Sortuj odjazdy):** Układa kursy chronologicznie według wyliczonego czasu przyjazdu.

## 6 Systemowy diagram klas

Systemowy diagram klas przedstawia techniczną strukturę systemu, definiując typy danych, metody oraz szczegółowe powiązania między komponentami oprogramowania.

Rysunek 5: Systemowy diagram klas (widok implementacyjny).

### 6.1 Specyfikacja techniczna klas

- **VehicleTracker:** Klasa odpowiedzialna za komunikację z modułami GPS.
  - Atrybuty: - vehicleId: int, - lastPosition: GeoLocation, - speed: double
  - Metody: + updatePosition(lat, lng): void, + getVelocity(): double
- **ETACalculator:** Silnik obliczeniowy systemu.
  - Atrybuty: - trafficFactor: double, - baseTravelTime: int
  - Metody: + estimateArrivalTime(tripId, stopId): DateTime, + applyTrafficDelay(r  
void
- **ScheduleManager:** Obsługuje dostęp do bazy danych rozkładów.
  - Metody: + getStaticSchedule(lineId): List<Departure>, + updateSchedule(file: GTFS): boolean

### 6.2 Relacje techniczne

W diagramie systemowym uwzględniono:

- **Kompozycję:** Klasa Route składa się z obiektów klasy Stop.
- **Interfejsy:** Klasa DataProvider definiuje standard komunikacji dla zewnętrznych API (GPS i Traffic).
- **Zależności:** Klasa ViewController zależy od klasy ETACalculator w celu pobrania danych do wyświetlenia.

### 6.3 Typy pomocnicze i Interfejsy

W celu zapewnienia elastyczności systemu wprowadzono:

- **Enum VehicleType:** {BUS, TRAM, SUBWAY, TRAIN} – pozwala na filtrowanie rozkładów według środka transportu.
- **Interface IExternalDataConnector:** Definiuje metody `fetchData()` oraz `parseResponse()`, co umożliwia łatwe podłączenie nowych dostawców danych Traffic (np. przejście z Google Maps na TomTom).
- **Class GeoLocation:** Typ złożony przechowujący współrzędne `latitude` oraz `longitude`.

## 7 Architektura systemu i projekt interfejsu

### 7.1 Koncepcja architektury

System został zaprojektowany w oparciu o **architekturę warstwową (n-tier architecture)**, co zapewnia separację logiki biznesowej od sposobu prezentacji danych.

- **Warstwa Prezentacji (Frontend):** Aplikacja webowa i mobilna komunikująca się z serwerem poprzez API. Odpowiada za renderowanie mapy i tablic odjazdów.
- **Warstwa Logiki (Backend):** Centralny serwer przetwarzający dane. Tu znajduje się silnik ETA oraz moduły integracji z GPS.
- **Warstwa Danych (Database):** Relacyjna baza danych przechowująca rozkłady statyczne oraz nierelacyjna baza typu Key-Value dla szybkich aktualizacji pozycji pojazdów.

### 7.2 Interfejsy komunikacyjne

Komunikacja między modułami odbywa się za pomocą standardu **REST API**. Kluczowe punkty styku (Endpoints):

- GET `/stops/{id}/departures` – pobiera listę odjazdów w czasie rzeczywistym.
- POST `/admin/alerts` – przesyła nowy komunikat o utrudnieniach.
- GET `/vehicles/positions` – pobiera współrzędne wszystkich pojazdów danej linii.

### 7.3 Mocki widoków (User Interface)

Poniższe makiety przedstawiają kluczowe ekranie aplikacji użytkownika końcowego.

Rysunek 6: Makiety interfejsu: Tablica odjazdów (lewo) oraz Mapa Live (prawo).

#### Opis widoków:

1. **Widok Tablicy Przystankowej:** Wyświetla numer linii, kierunek oraz czas do odjazdu. Czas rzeczywisty jest wyróżniony kolorem zielonym lub ikoną fal radiowych.
2. **Widok Mapy:** Interaktywna mapa z naniesioną pozycją użytkownika oraz ikonami autobusów/tramwajów poruszającymi się w czasie rzeczywistym.

### 7.4 Schemat blokowy architektury

Poniższy diagram (Rysunek 7) przedstawia fizyczny i logiczny podział systemu na komponenty oraz protokoły komunikacyjne użyte do ich integracji.

Rysunek 7: Schemat architektury warstwowej systemu TransTime.

#### Komponenty infrastruktury:

- **Load Balancer:** Rozdziela ruch między instancje serwera API (zapewnienie wysokiej dostępności).
- **Redis Cache:** Przechowuje najświeższe dane o pozycjach GPS, aby nie obciążać głównej bazy danych przy każdym zapytaniu pasażera.
- **Worker Services:** Niezależne procesy w tle, które co kilka sekund odpytują API Traffic i aktualizują estymacje czasowe.