Projekt Systemu Informatycznego

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

Autorzy:
Adam Czakon
Jakub Czyż
Jakub Czajka

11 stycznia 2026

Spis treści

Spis rysunków

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.

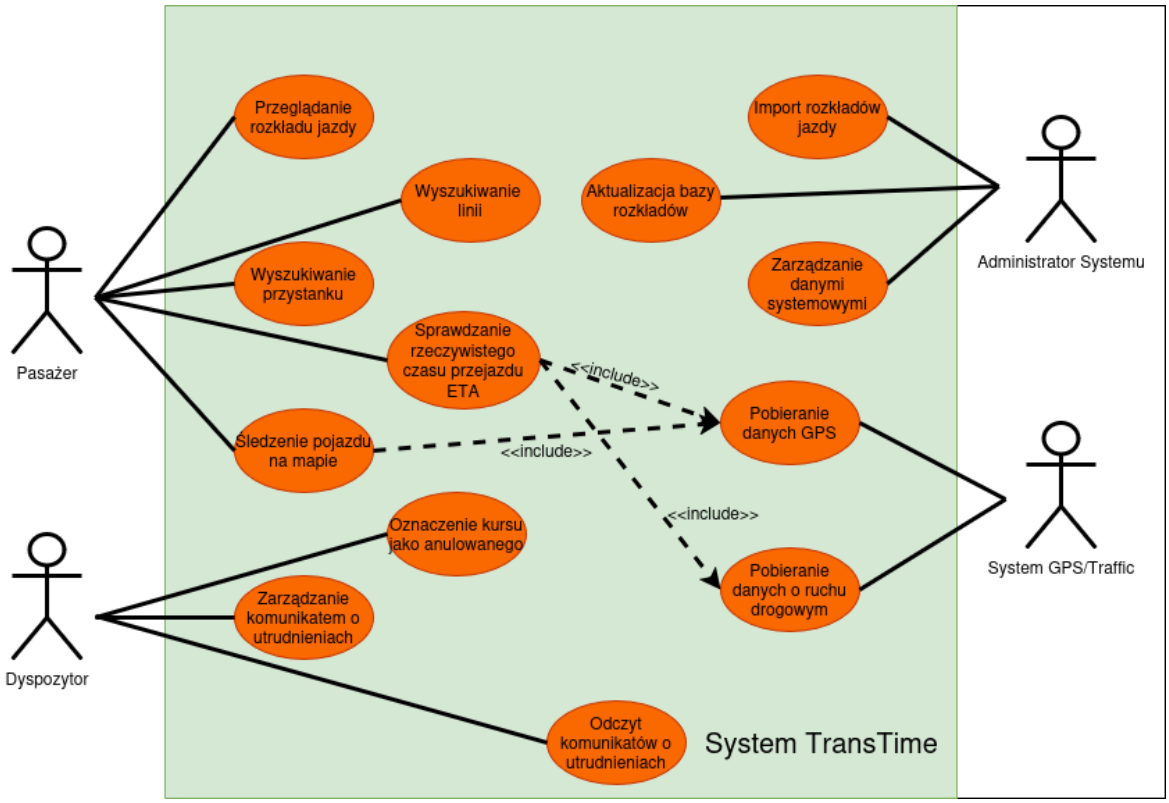
Główne założenia systemu to:

- **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 TransTime.

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.
- **Administrator Systemu:** Odpowiedzialny za zarządzanie danymi podstawowymi i aktualizację bazy rozkładów.

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)

Nazwa przypadku	Sprawdzenie rzeczywistego czasu przyjazdu (Live)
Aktor główny	Pasażer
Aktorzy wspierający	System GPS, API Traffic
Warunek wstępny	Użytkownik znajduje się na ekranie wyboru przystanku.
Przebieg główny	1. Użytkownik wybiera konkretny przystanek z listy lub mapy. 2. System pobiera listę nadchodzących kursów dla tego przystanku. 3. System odczytuje aktualną pozycję pojazdów przypisanych do tych kursów. 4. System analizuje dane o natężeniu ruchu na trasie pojazdu. 5. System oblicza estymowany czas przyjazdu (ETA). 6. System wyświetla użytkownikowi odświeżaną listę odjazdów.
Sytuacje wyjątkowe	1a. Brak danych GPS z pojazdu – system wyświetla czas teoretyczny (z rozkładu) z adnotacją „brak danych live". 2a. Kurs został anulowany przez dyspozytora – system wyświetla status „Wypadł z rozkładu".

4.2 Scenariusz 2: Dodanie komunikatu o utrudnieniach

Nazwa przypadku	Zarządzanie komunikatem o utrudnieniach drogowych
Aktor główny	Dyspozytor
Warunek wstępny	Dyspozytor jest zalogowany do panelu administracyjnego.
Przebieg główny	1. Dyspozytor wybiera opcję „Dodaj komunikat". 2. System wyświetla formularz wyboru linii lub obszaru miasta. 3. Dyspozytor wprowadza treść komunikatu (np. „Awaria sieci trakcyjnej") i określa przewidywany czas trwania. 4. Dyspozytor zatwierdza komunikat. 5. System natychmiastowo publikuje informację na tablicach przystankowych online oraz w widoku mapy dla pasażerów.

4.3 Scenariusz 3: Wyszukiwanie rozkładu jazdy konkretnej linii

Nazwa przypadku	Przeglądanie rozkładu linii
Aktor główny	Pasażer
Przebieg główny	1. Użytkownik wprowadza numer linii w wyszukiwarce. 2. System wyświetla listę kierunków (pętli docelowych) dla tej linii. 3. Użytkownik wybiera kierunek oraz konkretny przystanek z trasy. 4. System generuje tabelaryczny rozkład jazdy (godziny i minuty) na dany dzień tygodnia.

4.4 Scenariusz 4: Estymacja czasu dojazdu (Proces Systemowy)

Nazwa przypadku	Estymacja czasu dojazdu na podstawie Traffic
Aktor główny	System (Proces automatyczny)
Aktorzy wspierający	System zewnętrzny (Google Maps API / Traffic API)
Przebieg główny	1. System identyfikuje aktualną pozycję pojazdu (GPS). 2. System pobiera dane o natężeniu ruchu na odcinkach drogi między pojazdem a kolejnymi przystankami. 3. System porównuje czas przejazdu teoretyczny z czasem uwzględniającym korki. 4. System aktualizuje przewidywaną godzinę przyjazdu w bazie danych czasu rzeczywistego.

4.5 Scenariusz 5: Śledzenie pojazdu na mapie interaktywnej

Nazwa przypadku	Wizualizacja pozycji pojazdu na mapie
Aktor główny	Pasażer
Aktorzy wspierający	Moduł map (np. OpenStreetMap)
Przebieg główny	1. Użytkownik wybiera opcję "Mapa Live". 2. System wyświetla mapę miasta z naniesionymi przystankami. 3. System pobiera pozycje wszystkich aktywnych pojazdów danej linii. 4. System nanosi ikony pojazdów na mapę, wskazując kierunek ich poruszania się. 5. Użytkownik klika w ikonę pojazdu, aby zobaczyć numer boczny i aktualne opóźnienie.

4.6 Scenariusz 6: Aktualizacja bazy rozkładów (Import danych)

Nazwa przypadku	Import nowego rozkładu jazdy (GTFS)
Aktor główny	Administrator Systemu
Przebieg główny	1. Administrator przesyła plik z nowym harmonogramem do modułu zarządzania danymi. 2. System weryfikuje poprawność danych (spójność przystanków i linii). 3. System aktualizuje tabele rozkładów statycznych w bazie danych. 4. System generuje potwierdzenie pomyślnej aktualizacji.

4.7 Scenariusz 7: Obsługa kursu wypadającego z rozkładu (Anulowanie kursu)

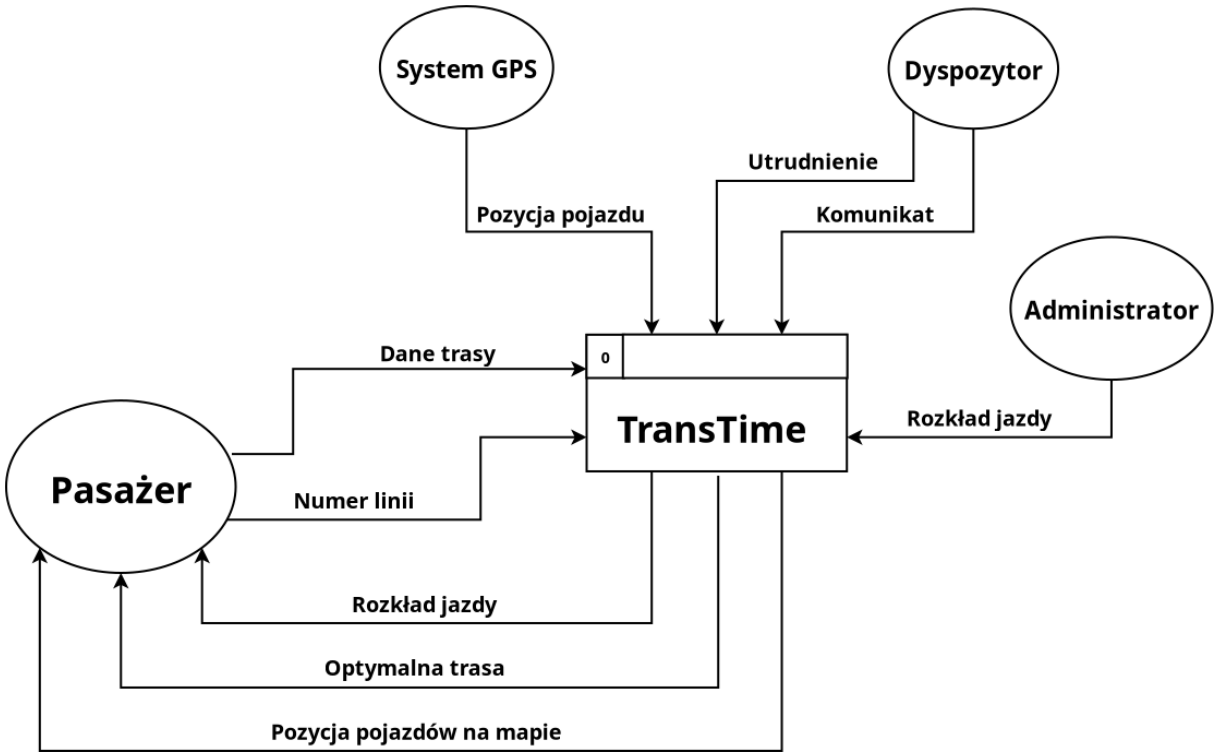
Nazwa przypadku	Oznaczenie kursu jako anulowanego
Aktor główny	Dyspozytor
Aktorzy wspierający	System (Proces automatyczny)
Warunek wstępny	Kurs jest widoczny w systemie jako aktywny, ale wystąpiły przeszkody w jego realizacji (awaria, brak kontaktu GPS).
Przebieg główny	1. System generuje alert o braku sygnału GPS z pojazdu przez ponad 5 minut lub o zgłoszonej awarii technicznej. 2. Dyspozytor odbiera powiadomienie w panelu sterowania. 3. Dyspozytor weryfikuje status pojazdu (np. poprzez kontakt radiowy). 4. Dyspozytor wybiera opcję „Anuluj kurs” w systemie dla danej linii i godziny. 5. System aktualizuje status kursu na „Wypadł z rozkładu”. 6. Informacja zostaje natychmiast rozesłana do modułów pasażerskich (Tablice Live, Mapa).
Sytuacje wyjątkowe	4a. Dyspozytor stwierdza, że to tylko błąd GPS – nie anuluje kursu, system nadal wyświetla czas teoretyczny z adnotacją „Brak danych live”.

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.



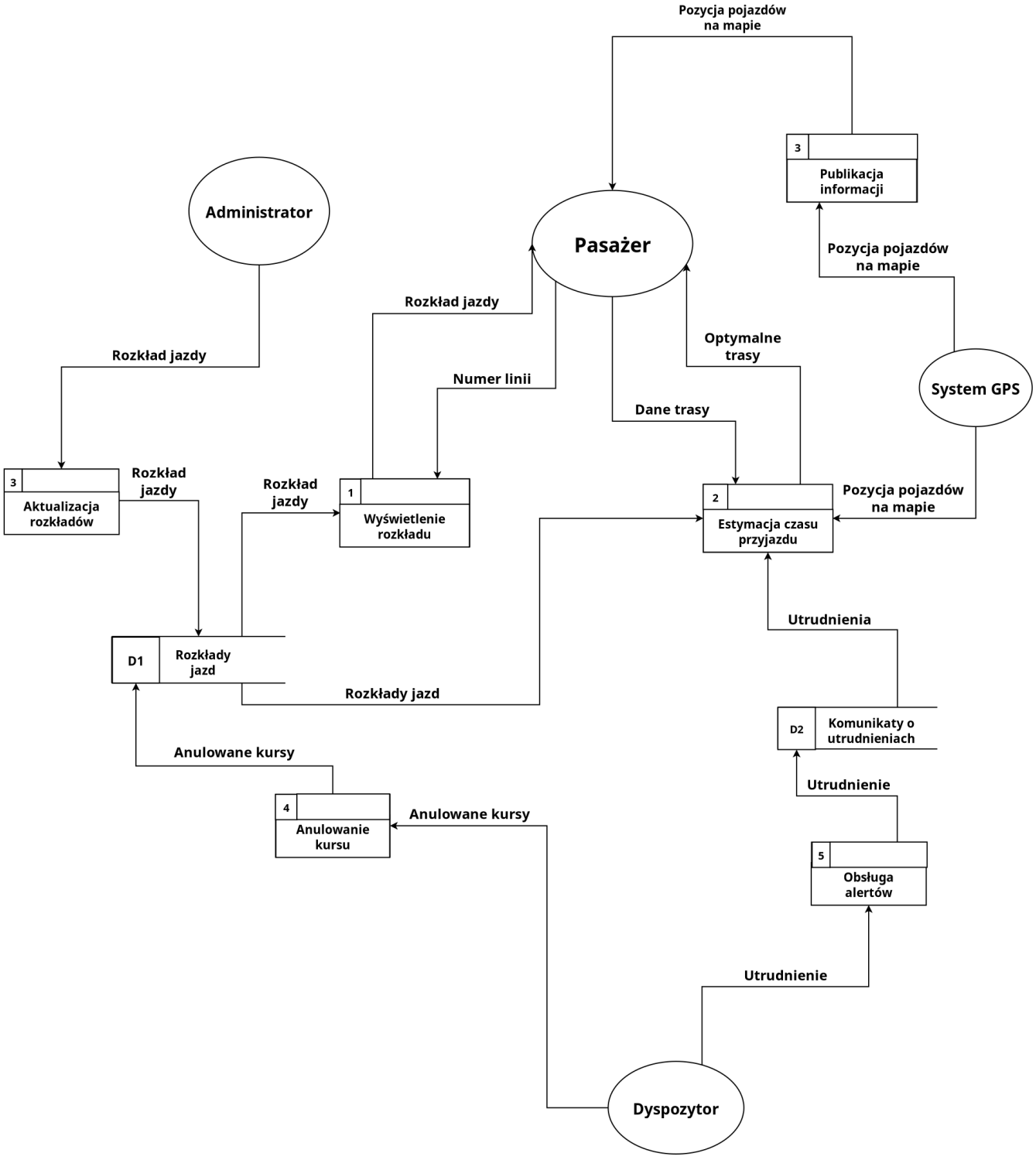
Rysunek 3: Diagram kontekstowy (DFD Poziom 0).

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 - systemowy)

Na tym poziomie system został rozbity na główne procesy funkcjonalne.



Rysunek 4: Dekompozycja procesów (DFD Poziom 1).

Wykaz procesów atomowych:

1. **P1. Aktualizacja rozkładów:** Przechowywanie statycznych godzin odjazdów.
2. **P2. Estymacja czasu przyjazdu (ETA):** Proces łączący dane statyczne, pozycję GPS oraz komunikaty o utrudnieniach w celu obliczenia faktycznego opóźnienia.

3. **P3. Wyświetleniu rozkładu:** Wyświetlenie informacji na temat kursów obsługiwanych przez daną linię.
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 Rozkłady jazd:** Dane statyczne o liniach i przystankach.
- **D2 Komunikaty o utrudnieniach:** Baza aktywnych utrudnień i ogłoszeń.

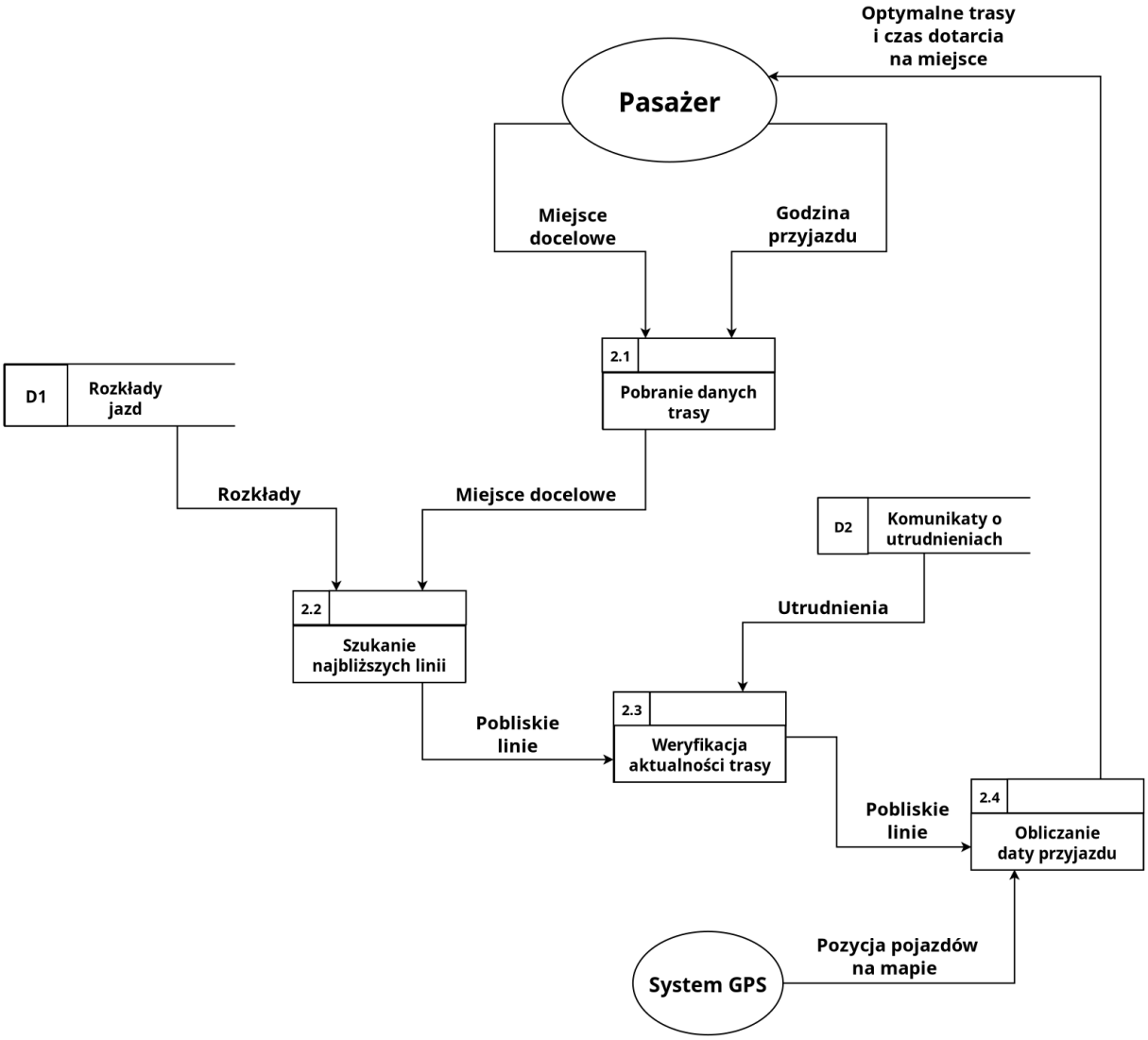
5.4 Opis przepływów danych (Słownik danych)

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	System GPS → P2	ID odcinka drogi, współczynnik zakorkowania (0-1), średnia prędkość.
Wynik ETA	P2 → Pasażer	ID kursu, ID przystanku, przewidywana minuta przyjazdu, status opóźnienia.
Zapytanie pasażera	Pasażer → P2	ID przystanku lub numer linii, koordynaty użytkownika.
Alert drogowy	Dyspozytor → P5	Typ zdarzenia, opis tekstowy, ID dotkniętych linii, czas wygaśnięcia.

5.5 Dekompozycja procesu poziomu 1-ego

Na tym poziomie proces 2 został zdekomponowany na podprocesy.



Rysunek 5: Dekompozycja procesu 2.

5.6 Procesy atomowe (Specyfikacja logiczna)

Najniższy poziom dekompozycji (procesy atomowe) realizuje następującą logikę:

- **P2.1 (Pobranie danych trasy):** Przekazuje miejsce docelowe oraz godzinę przyjazdu oczekiwaną przez pasażera do kolejnego procesu.
- **P2.2 (Szukanie najbliższych linii):** Pobiera rozkłady, które obejmują kursy z przystankami znajdującymi się w bliskiej odległości do miejsca docelowego oraz odjazdu.
- **P2.3 (Weryfikacja aktualności trasy):** Na bazie odnalezionych kursów i komunikatów o utrudnieniach przesiewa nieaktualne kursy.
- **P2.4 (Obliczanie daty przyjazdu):** Na podstawie GPS pojazdu i współrzędnych przystanku przewiduje pozostały czas do miejsca docelowego.

6 Systemowy diagram klas

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

Rysunek 6: 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 ekrany aplikacji użytkownika końcowego.

Rysunek 7: 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 8) przedstawia fizyczny i logiczny podział systemu na komponenty oraz protokoły komunikacyjne użyte do ich integracji.

Rysunek 8: 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.