

Dzieło wykonane zgodnie z umową nr 20/2023 zawartą w dniu 12.12.2023 r., pt.

Sprawozdanie z analizy wskazanych przez
wnioskodawcę oraz ogólnie dostępnych
baz danych dotyczących rozkładu jazdy
i zaburzeń w kursowaniu pociągów
operatora RIGHT RAILLINK
[https://www.mta.maryland.gov/schedule/](https://www.mta.maryland.gov/schedule/lightrail)
lightrail Baltimore MD USA, ze
szczególnym uwzględnieniem fragmentu
sieci gdzie ruch kolejowy jest dzielony
z ruchem drogowym

Dr hab. inż. Stanisław Krawiec, prof. PŚ

Bytom, 18.01.2023 r.



1. Wstęp teoretyczny

Transport cechuje złożoność powiązań technicznych, eksploatacyjnych i organizacyjno-prawnych, jak również różnorodność procesów przemieszczania osób i ładunków. W dynamicznym środowisku współczesnego transportu miejskiego, lekkie systemy kolejowe na granicy tramwaju i pociągu, stały się instrumentalnymi elementami wspierającymi zrównoważoną i wydajną mobilność m.in. w Stanach Zjednoczonych.

Jako środek pośredni między tradycyjną koleją ciężką a autobusem, kolej lekka jest wyjątkowa pod względem wszechstronności i zdolności adaptacyjnych. Kolej lekka płynnie integruje sieć drogową z odcinkami wydzielonymi. Dzięki tej elastyczności systemy lekkiej kolei mogą przemierzać różnorodne obszary, od gęsto zaludnionych centrów miast po rozległe obszary podmiejskie, zapewniając realne rozwiązanie dla wieloaspektowych wyzwań dzisiejszej mobilności miejskiej i metropolitalnej.

Systemy lekkiej kolei działające równolegle z ruchem samochodowym stanowią wyjątkowy i często skomplikowany aspekt transportu miejskiego w Stanach Zjednoczonych. W przeciwieństwie do systemów w pełni oddzielonych lub tych z wydzielonymi pasami ruchu, te konfiguracje lekkiej kolei dzielą przestrzeń drogową z ruchem samochodowym. Ta koegzystencja stwarza zarówno możliwości, jak i wyzwania, przyczyniając się do dynamicznego krajobrazu transportu publicznego w różnych amerykańskich miastach.

Integracja systemów lekkiej kolei z ruchem samochodowym w Stanach Zjednoczonych jest praktycznym podejściem do publicznego transportu miejskiego. Równoważenie zdolności adaptacyjnych i zwiększonej łączności miejskiej z wyzwaniami związanymi z zarządzaniem ruchem wymaga starannego planowania i ciągłych dostosowań. Ponieważ amerykańskie miasta nadal ewoluują, współistnienie lekkiej kolei i ruchu samochodowego pozostaje integralną częścią kształtowania zrównoważonych i wydajnych systemów transportu miejskiego.

2. Baltimore RailLink

Położone w regionie środkowo atlantyckim Stanów Zjednoczonych miasto Baltimore może pochwalić się rozbudowaną siecią transportu publicznego, która obejmuje znaczący system lekkiej kolei: Baltimore Light RailLink.

Baltimore Light RailLink, powszechnie określana jako Light Rail, rozpoczęła działalność w 1992 roku. Łączy ona główne miejsca docelowe w obszarze metropolitalnym Baltimore. Z 33 stacjami rozrzuconymi wzdłuż trasy, ten system tranzytowy działa wzdłuż osi północ-południe, łącząc Hunt Valley na północy z Cromwell Station/Glen Burnie na południu. Light RailLink zapewnia wszechstronne rozwiązanie dla osób dojeżdżających do pracy, poruszających się po zróżnicowanym



krajobrazie miasta, wykorzystując zarówno dedykowane prawo do drogi, jak i wspólne tory.

W systemie Light RailLink strategicznie rozmieszczono stacje obsługujące główne węzły komunikacyjne, instytucje edukacyjne i dzielnice. Wśród wartych uwagi stacji znajdują się Camden Yards, zapewniająca dostęp do kultowego stadionu baseballowego miasta i stadionu M&T Bank, oraz Penn Station, ułatwiająca połączenia z usługami kolejowymi Amtrak i MARC. System ma na celu zapewnienie wygodnego dostępu dla szerokiego grona osób dojeżdżających do pracy, co znajduje odzwierciedlenie w różnicowaniu stacji.

System ten łączy się z usługami kolejowymi MARC, lokalnymi liniami autobusowymi i metrem, tworząc kompleksową sieć wzajemnie połączonych opcji transportowych. Chociaż Light RailLink usprawniła system transportu w Baltimore, stanęła również w obliczu wyzwań. Trwają dyskusje na temat potencjalnych rozszerzeń, optymalizacji tras oraz rozwiązywania problemów związanych z przepustowością i niezawodnością. Decydenci i władze transportowe pracują nad rozwiązaniem tych problemów, aby zapewnić dalszy sukces systemu lekkiej kolei.

Chociaż Light RailLink usprawniła system transportu w Baltimore, stanęła również w obliczu wyzwań. Trwają dyskusje na temat potencjalnych rozszerzeń, optymalizacji tras oraz rozwiązywania problemów związanych z przepustowością i niezawodnością. Decydenci i władze transportowe pracują nad rozwiązaniem tych problemów, aby zapewnić dalszy sukces systemu lekkiej kolei.

Podsumowując, Baltimore Light RailLink jest przykładem zaangażowania miasta w zrównoważony i dostępny transport. Płynnie przenika przez tkankę miejską, łącząc dzielnice i integrując się z innymi środkami transportu. Light RailLink jest wzorcowym modelem tego, jak systemy lekkiej kolei mogą poprawić mobilność miejską w dynamicznym i ewoluującym krajobrazie miasta.

3. Struktura plików GTFS i GTFS Real-Time

General Transit Feed Specification (GTFS) to format danych zaprojektowany do opisywania rozkładów jazdy transportu publicznego i informacji geograficznych. Jest szeroko stosowany do udostępniania danych transportowych pomiędzy różnymi aplikacjami, takimi jak planowanie podróży, usługi mapowania i aplikacje mobilne. Struktura GTFS składa się z kilku plików CSV (Comma-Separated Values), które zawierają informacje o różnych aspektach transportu publicznego. Poniżej przedstawiono kluczowe pliki zazwyczaj zawarte w kanale GTFS:



agency.txt: zawiera informacje o operatorze transportu, takie jak jego nazwa, adres URL i strefa czasowa.

stops.txt: opisuje lokalizacje, w których pojazdy odbierają lub wysadzają pasażerów. Każdy przystanek ma unikalny identyfikator, nazwę i współrzędne geograficzne.

routes.txt: definiuje trasy tranzytowe obsługiwane przez operatora. Zawiera informacje o identyfikatorze trasy, krótkiej i długiej nazwie oraz rodzaju transportu (autobus, pociąg itp.).

trips.txt: opisuje poszczególne podróże na trasach. Łączy trasę z zestawem przystanków i dostarcza informacji o harmonogramie usługi.

stop_times.txt: zawiera informacje o godzinach przyjazdu i odjazdu pojazdów z przystanków podczas podróży. Zawiera szczegóły, takie jak czas przyjazdu i odjazdu, kolejność przystanków i identyfikator podróży.

calendar.txt: określa daty, w których usługa jest dostępna oraz przedziały czasowe działania usługi dla każdego dnia tygodnia.

calendar_dates.txt: zawiera wyjątki od regularnego harmonogramu usług zdefiniowanego w pliku kalendarza.

Tabela 1. Szczegółowa dokumentacja plików GTFS wykorzystywanych przez operatora RIGHT RAILLINK <https://www.mta.maryland.gov>

Nazwa pliku	Obecność	Opis
agency.txt	Wymagane	Transit agencies with service represented in this dataset.
stops.txt	Wymagane	Stops where vehicles pick up or drop off riders. Also defines stations and station entrances.
routes.txt	Wymagane	Transit routes. A route is a group of trips that are displayed to riders as a single service.
trips.txt	Wymagane	Trips for each route. A trip is a sequence of two or more stops that occur during a specific time period.
stop_times.txt	Wymagane	Times that a vehicle arrives at and departs from stops for each trip.
calendar.txt	Pod pewnymi warunkami Wymagane	Service dates specified using a weekly schedule with start and end dates. Pod pewnymi warunkami Wymagane: - Wymagane



Nazwa pliku	Obecność	Opis
		chyba że wszystkie daty kursowania są zdefiniowane w pliku Calendar_dates.txt. - Opcjonalnie w innym przypadku.
calendar_dates.txt	Pod pewnymi warunkami Wymagane	Wyjątki dla usług określonych w calendar.txt . Pod pewnymi warunkami Wymagane: - Wymagane if calendar.txt jest ominięte. W takim przypadku plik Calendar_dates.txt musi zawierać wszystkie daty kursowania. - W innym przypadku opcjonalne.
fare_attributes.txt	Opcjonalne	Informacje o taryfach na trasach agencji transportu publicznego.
fare_rules.txt	Opcjonalne	Zasady stosowania taryf dla tras.
timeframes.txt	Opcjonalne	Okresy dat i godzin do stosowania w regułach taryf dla taryf zależnych od czynników daty i godziny.
fare_media.txt	Opcjonalne	Aby opisać media taryfowe, które można wykorzystać do korzystania z produktów taryfowych. Plik fare_media.txt opisuje koncepcje, które nie są reprezentowane w fare_attributes.txt i fare_rules.txt. W związku z tym użycie fare_media.txt jest całkowicie niezależne od plików fare_attributes.txt i fare_rules.txt
fare_products.txt	Opcjonalne	Aby opisać różne rodzaje biletów lub taryf, które mogą kupić pasażerowie. Plik fare_products.txt opisuje produkty taryfowe, które nie są reprezentowane w fare_attributes.txt i fare_rules.txt. W związku z tym użycie pliku fare_products.txt jest całkowicie niezależne od plików fare_attributes.txt i fare_rules.txt.
fare_leg_rules.txt	Opcjonalne	Zasady taryf dla poszczególnych odcinków podróży. Plik fare_leg_rules.txt zapewnia bardziej szczegółową metodę modelowania struktur taryf. W związku z tym użycie fare_leg_rules.txt jest całkowicie oddzielone od plików fare_attributes.txt i fare_rules.txt.

Nazwa pliku	Obecność	Opis
fare_transfer_rules.txt	Opcjonalne	Zasady dotyczące taryf za przesiadki pomiędzy etapami podróży. Wraz z plikiem fare_leg_rules.txt,
areas.txt	Opcjonalne	Grupowanie obszarowe lokalizacji.
stop_areas.txt	Opcjonalne	Zasady przypisywania przystanków do obszarów.
networks.txt	Pod pewnymi warunkami Zabronione	Sieciowe grupowanie tras. Pod warunkiem przebywania Zabronione: - Zabronione, jeśli identyfikator_sieci istnieje w pliku Routes.txt. - Opcjonalne inaczej.
route_networks.txt	Pod pewnymi warunkami Zabronione	Reguły przydzielania tras do sieci. Pod warunkiem przebywania Zabronione: - Zabronione, jeśli identyfikator_sieci istnieje w pliku Routes.txt. - Opcjonalne inaczej.
shapes.txt	Opcjonalne	Zasady mapowania tras podróży pojazdów, czasami nazywane trasami tras.
frequencies.txt	Opcjonalne	Odstęp czasowy pomiędzy kursami w przypadku usług transportowych opartych na odstępie czasu lub skompresowana reprezentacja usług o ustalonym rozkładzie jazdy.
transfers.txt	Opcjonalne	Zasady realizacji połączeń w punktach przesiadkowych pomiędzy trasami.
pathways.txt	Opcjonalne	Pathways linking together locations within stations.
levels.txt	Pod pewnymi warunkami Wymagane	Levels within stations. Subject to requirements: - Required when describing paths with elevators (pathway_mode=5). - Opcjonalne otherwise.

GTFS Real-Time jest zwykle implementowany przy użyciu formatu bufora protokołu (Protocol Buffers lub protobuf) i dostarczany przez HTTP. Informacje w czasie rzeczywistym obejmują aktualizacje pozycji pojazdów, aktualizacje podróży i alerty serwisowe. Główne elementy GTFS Real-Time to:

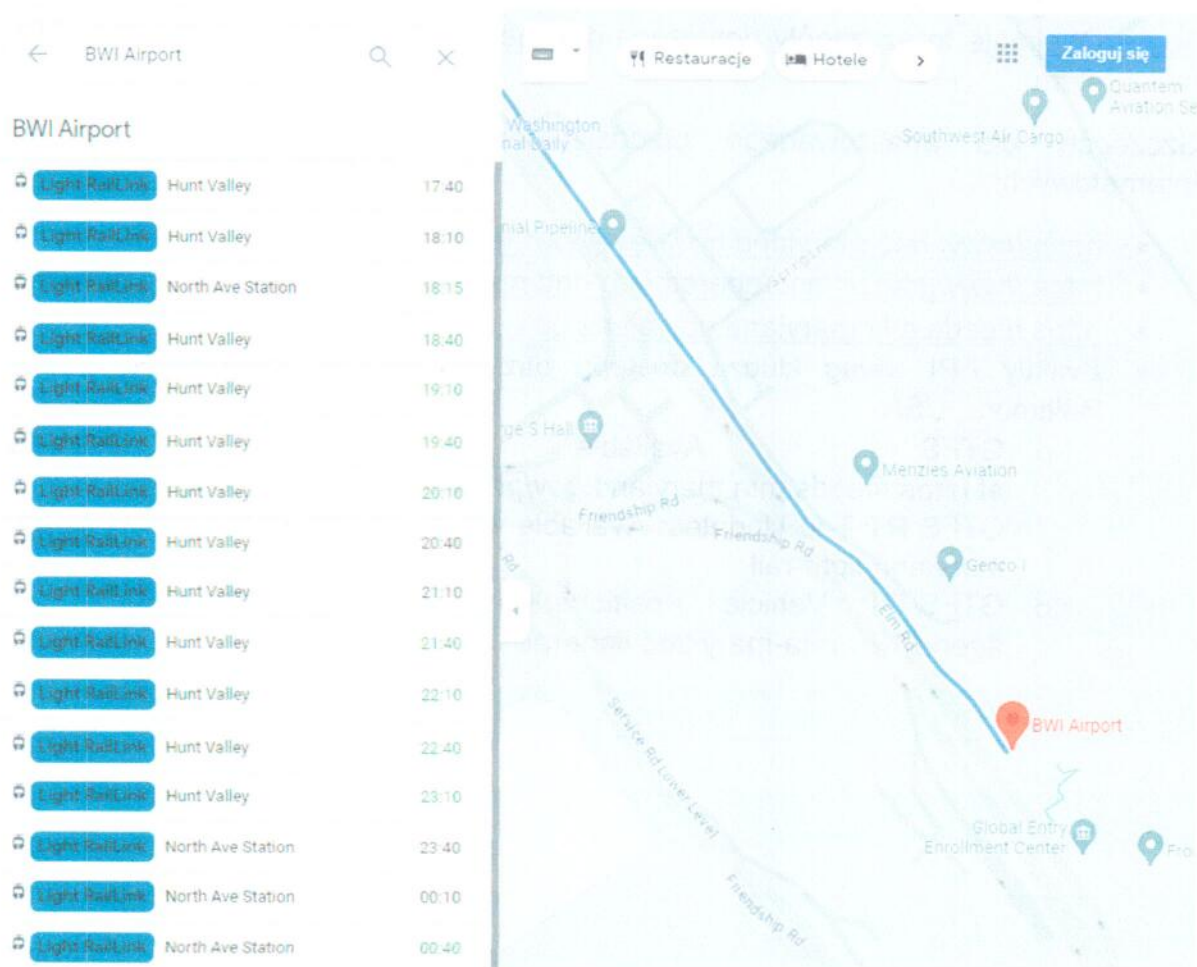
- Dostarczanie w czasie rzeczywistym informacji o lokalizacji i statusie pojazdów, w tym szczegółów takich jak pozycja, bieżący identyfikator podróży i znacznik czasu,
- Aktualizacje podróży oferują aktualizacje statusu poszczególnych podróży w czasie rzeczywistym, w tym informacje o opóźnieniach, odchyleniach od harmonogramu i innych istotnych danych dotyczących podróży,
- Alerty o usługach zawierają szczegółowe informacje o zakłóceniach, zmianach usług lub innych alertach, które mogą mieć wpływ na całą sieć tranzytową. Obejmuje to szczegóły dotyczące dotkniętych tras, przystanków i charakteru alertu.

Szczegóły dla analizowanego przedsiębiorstwa znajdują się na stronach internetowych:

- <https://www.mta.maryland.gov/developer-resources>
- <https://www.transit.land/operators/o-dqc-marylandtransitadministration#routes>
- <https://feeds.mta.maryland.gov/alerts.pb>
- Swiftly API według klucza dostępu otrzymanego w porozumieniu z MTA Baltimore, USA
 - GTFS: Available for download at <https://feeds.mta.maryland.gov/gtfs/light-rail>
GTFS-RT Trip Updates: Available via the Swiftly API, agencyKey mta-maryland-light-rail
 - GTFS-RT Vehicle Positions: Available via the Swiftly API, agencyKey mta-maryland-light-rail



Nazwa pliku	Obecność	Opis
translations.txt	Opcjonalne	Tłumaczenia wartości zestawów danych dla klientów.
feed_info.txt	Opcjonalne	Metadane zestawu danych, w tym informacje o wydawcy, wersji i wygaśnięciu.
attributions.txt	Opcjonalne	Atrybuty zestawu danych.



Rys. 1. Zrzut ekranu z zaimplementowanej struktury GTFS dla linii Light Rail Link przy BWI Airport Baltimore, USA. (Google Maps, 2024.)

GTFS Real-Time (GTFS RT) to rozszerzenie specyfikacji General Transit Feed Specification (GTFS), które zapewnia aktualizacje w czasie rzeczywistym dotyczące transportu publicznego. W przeciwieństwie do tradycyjnego formatu GTFS, który koncentruje się na statycznych informacjach o rozkładach jazdy, GTFS Real-Time dostarcza dynamiczne, aktualne dane. Pozwala to aplikacjom na dostarczanie użytkownikom dokładnych i aktualnych informacji.

[Handwritten signature]