



Modelowanie dostępności publicznego transportu zbiorowego dla osób z niepełnosprawnościami w standardzie GTFS

Paweł Zmuda-Trzebiatowski^{a,*} , Karolina Bar^a , Maciej Bieńczyk^a , Waldemar Walerjańczyk^a 

^a *Institute of Transport, Poznan University of Technology, Poznan, Poland*

ARTICLE INFO

Received: 4 November 2023
Revised: 20 November 2023
Accepted: 5 December 2023
Available online: 6 December 2023

KEYWORDS

Dostępność
Informacja pasażerska
Publiczny transport zbiorowy
GTFS

W pracy dokonano oceny możliwości stosowania standardu GTFS do opisu polskiej infrastruktury przystankowej, szczególnie w komunikacji miejskiej. Zaproponowano też rozszerzenie istniejącego pliku GTFS ZTM w Poznaniu o szczegółowy opis wybranego dwupoziomowego przystanku tramwajowego. Zbudowano i wykorzystano do tego celu stanowisko badawcze wyposażone w oprogramowanie typu open source. Przeprowadzona analiza wykazała, że pomimo tego, iż w Polsce organizatorzy i operatorzy komunikacji miejskiej nie udostępniają szczegółowej informacji dotyczącej dostępności dla osób z niepełnosprawnościami, przygotowanie takiej informacji jest możliwe, przy czym wymagane mogą być modyfikacje dotychczas generowanych danych, w szczególności dotyczących przystanków. Problemem może być jednak przygotowanie i aktualizacja tych danych w skali całego kraju.

This is an open access article under the CC BY license (<http://creativecommons.org/licenses/by/4.0/>)

1. Wprowadzenie

1.1. Znaczenie informacji pasażerskiej dla osób z niepełnosprawnościami

Informacja pasażerska jest ważnym komponentem systemów publicznego transportu zbiorowego (ptz). Łatwość korzystania z niej, w tym jej czytelność, wpływa na możliwość korzystania z ptz, zarówno na etapie planowania podróży, jak i w jej trakcie. W efekcie dobra dostępność do informacji pasażerskiej może zwiększać postrzeganą atrakcyjność systemu ptz, natomiast brak dostępu jest czynnikiem defaworyzującym, który może prowadzić do wykluczenia komunikacyjnego, por. np. [1, 6, 7, 18–20, 22, 23].

Osoby z niepełnosprawnościami lub innymi szczególnymi potrzebami (np. przemieszczające się ciężkim bagażem podręcznym o dużych gabarytach) są grupą, dla której dostępność do cyfrowej informacji pasażerskiej jest szczególnie istotna [15]. Grupa ta jest zarazem wewnętrznie bardzo zróżnicowana, gdyż istnieje wiele rodzajów niepełnosprawności, niejednokrotnie sprzężonych, które nakładają różnego rodzaju ograniczenia związane z możliwością przemie-

szczania się lub pozyskiwania i przetwarzania informacji niezbędnych do odbycia podróży [3, 17]. W efekcie osoby z niepełnosprawnościami mogą mieć potrzebę korzystania z dedykowanych planerów podróży (por. np. [5]), które powinny być zgodne z innymi urządzeniami stosowanymi przez te osoby [4]. Zapotrzebowanie informacyjne tych planerów może być inne niż w planerach ogólnego przeznaczenia. Stąd duże znaczenie ma udostępnianie przez organizatorów i przewoźników danych w otwartych standardach, gdyż ułatwia to osobom z niepełnosprawnościami korzystanie z rozwiązań najlepiej dopasowanych do ich potrzeb.

Na świecie funkcjonują dwa główne, otwarte standardy wymiany informacji pasażerskiej, które mają możliwość modelowania informacji kluczowych z punktu widzenia osób z niepełnosprawnościami – General Transit Feed Specification (GTFS) oraz Network Timetable Exchange (NeTEx). Różnice tych standardów w podejściu do modelowania dostępności dla osób z niepełnosprawnościami zostały przedstawione w pracy [2]. W niniejszej pracy skupiono się na GTFS.

* Corresponding author: pawel.zmuda-trzebiatowski@put.poznan.pl (P. Zmuda-Trzebiatowski)

1.2. Możliwości standardu GTFS w zakresie opisu dostępności ptz dla osób z niepełnosprawnościami

Standard GTFS [10] w wersji statycznej zakłada, że dane są zapisywane w plikach tekstowych, stanowiących tabele, które są wzajemnie powiązane przy pomocy pól kluczy. Wszystkie pliki opisujące dany system ptz są spakowane do jednego archiwum zip. W tabeli 1 przedstawiono zalety oraz wady stosowania tego standardu. Jedną z jego ważniejszych cech jest to, że jest on elastyczny. Dzięki temu zainteresowane podmioty mogą go samodzielnie rozwijać oraz dopasowywać poziom szczegółowości opisu systemu ptz do własnych potrzeb. Przy czym różnicowanie to może być różne w obrębie samego zbioru danych, tj. możliwe jest np. opisywanie części systemu z większą szczegółowością. Elastyczność ta powoduje niestety też możliwość wystąpienia problemów z kompatybilnością różnych systemów IT wykorzystujących ten standard, szczególnie jeśli wykracza się poza oficjalnie zatwierdzone części specyfikacji (która cały czas jest rozwijana).

Tabela 1. Zalety i wady stosowania standardu GTFS

Zalety GTFS	Wady GTFS
<p>Popularny i uniwersalny:</p> <ul style="list-style-type: none"> – wdrożenia na całym świecie – wsparcie przez wielu dostawców rozwiązań IT, w tym popularne planery podróży – gotowe rozwiązania open source mogą obniżyć koszt wdrożenia 	<p>UE promuje NeTEx:</p> <ul style="list-style-type: none"> – ale istnieje możliwość konwersji między standardami (w ramach ich możliwości modelowania danych)
<p>Elastyczny:</p> <ul style="list-style-type: none"> – możliwość samodzielnego rozwijania/dostosowywania do własnych potrzeb – możliwość dopasowywania poziomu opisu do potrzeb modelowania, w tym różnicowania w ramach jednego zbioru danych 	<p>Elastyczny:</p> <ul style="list-style-type: none"> – problemy z wzajemną kompatybilnością różnych rozwiązań – „obsługa GTFS” nie musi oznaczać pełnego wsparcia dla osób z niepełnosprawnościami
<p>Prosty w użyciu:</p> <ul style="list-style-type: none"> – niski próg wejścia; w przypadku małych zbiorów możliwość przygotowania danych przy wykorzystaniu podstawowego oprogramowania biurowego (arkusz kalkulacyjny, notatnik) 	<p>Nakierunkowany na przedstawianie rozkładu pasażerom:</p> <ul style="list-style-type: none"> – potencjalnie problematyczny w komunikacji między innymi podmiotami uczestniczącymi w systemie ptz
<p>Otwarty:</p> <ul style="list-style-type: none"> – brak opłat za korzystanie 	<p>Uniwersalny:</p> <ul style="list-style-type: none"> – możliwości modelowania mogą obejmować struktury nie przewidziane lub zakazane w regulacjach danego kraju

Analiza specyfikacji GTFS [10] wskazuje na kilka możliwych poziomów opisu dostępności systemu ptz dla osób z niepełnosprawnościami:

1. podstawowy
2. zaawansowany
3. rozszerzony – propozycje zmian w specyfikacji
4. niezależne rozwinięcia.

Na podstawowy poziom opisu dostępności składają się pola wheelchair_accessible w pliku trips.txt oraz

wheelchair_boarding w pliku stops.txt. W polach tych można wskazać czy dana trasa jest obsługiwana pojazdem dostosowanym dla osób o ograniczonej mobilności oraz czy dany przystanek jest przystosowany dla takich osób. Sama klasyfikacja powinna odbywać się w oparciu o przyjęte w organizacji reguły. Ponadto w pliku stops.txt występuje pole tts_stops_name, w którym można zapisać nazwę danego przystanku na potrzeby czytelników text-to-speech.

Zaawansowany poziom opisu dostępności umożliwia dokładniejszy opis stacji oraz skomplikowanych węzłów przesiadkowych. W tym celu rozszerzany jest plik stops.txt, który oprócz informacji o lokalizacji słupków przystankowych zawiera informacje o innych punktach, takich jak wejścia do stacji czy punkty generyczne, które pozwalają na modelowanie ścieżki dojścia na przystanek. Parametry ścieżek, takie jak ich charakter (np. schody, winda) i atrybuty (liczba stopni, nazwa ścieżki na tablicach), są opisane w pliku pathways.txt. Dodatkowo może być wykorzystany plik levels.txt, który wskazuje poziom, na którym zlokalizowany jest dany punkt, np. -1/0/1.

Propozycje zmian w specyfikacji GTFS obejmują zarówno rozszerzenia opisu na zaawansowanym poziomie, np. dodanie obiektów typu biletomat czy punkt informacyjny, jak i dodanie innych kategorii informacji, które są istotne dla osób z niepełnosprawnościami. Można do nich zaliczyć zasady dostępu do usługi (rozszerzenie GTFS eligibilities), szczegółowe opisy pojazdów (GTFS vehicles) czy też zdolności usługodawcy w zakresie oferowanej asysty dla osób z niepełnosprawnościami – np. tylko w pojeździe lub „od drzwi do drzwi” (GTFS capabilities).

Do niezależnych rozwinięć zaliczyć można np. GTFS+ opracowany przez Metropolitan Transportation Commission dla San Francisco Bay Area, który pozwala opisywać przystanki nie tylko pod względem dostępności dla osób o ograniczonej mobilności, ale też osób z dysfunkcją narządów wzroku lub słuchu. Innym rozszerzeniem jest Extended GTFS Route Types, który udostępnia więcej opcji opisu charakteru usługi na danej linii, w tym np. usługi mobilnościowej dla osób z niepełnosprawnościami, tj. Special Needs Service lub Mobility Bus for Registered Disabled.

Ponadto przewidziano rozszerzenie GTFS-PathwayUpdates, dzięki któremu możliwe jest informowanie w czasie rzeczywistym o zmianach dostępności, takich jak np. awaria windy.

1.3. Zasięg cyfrowej informacji pasażerskiej zawierającej dane o dostępności ptz dla osób z niepełnosprawnościami w Polsce

Analiza otwartych źródeł GTFS w Polsce przeprowadzona w pracy [24] wskazała, że tylko 14 z nich zawierało podstawowe informacje o dostępności dla

osób z niepełnosprawnościami, przy czym tylko w przypadku dwóch były to informacje dotyczące zarówno dostępności pojazdów, jak i przystanków. Z kolei przeprowadzona w pracy [2] analiza ogólnokrajowych baz danych, które zawierały informacje o przystankach, tj. Baza Danych Obiektów Topograficznych (BDOT10k) i OpenStreetMap (OSM), wskazała że jedynie 0,7% z nich zawierało jakiegokolwiek informacje dotyczące dostępności.

Autorzy niniejszej pracy rozszerzyli te analizy o regionalne bazy przystanków oraz inne źródła. Analiza baz z województw dolnośląskiego, małopolskiego, świętokrzyskiego i wielkopolskiego także wskazała na brak pozyskiwania danych o dostępności. Informacja ta była za to szeroko dostępna w portalu PortalPasażera [12] prowadzonym przez PKP PLK. W serwisie tym w formie werbalnego opisu w trzech językach dostępne były zarówno statyczne informacje o dostępności, jak i o tymczasowych jej zmianach. Informacje te jednak rzadko pojawiały się w innych miejscach. W przypadku planerów podróży autorom udało się je odnaleźć jedynie w serwisie Bilkom [8] (usługa dostarczana przez PKP Informatyka). Dostęp do wzmiankowanych danych był możliwy tylko dla największych dworców kolejowych i odbywał się przez przejście do dostępnego w tym zakresie tylko w języku polskim portalu PKP [13], w którym trzeba było dodatkowo kliknąć opcję „zobacz udogodnienia...”. W efekcie osoby z niepełnosprawnościami mogą mieć problem z pozyskaniem takich informacji, szczególnie jeśli mają większe zaufanie do innych rozwiązań IT w zakresie planowania podróży.

Dane opisujące dostępność dla osób z niepełnosprawnościami bywają też dostępne w różnego rodzaju opracowaniach, np. [16]. Jednak korzystanie z takiego rodzaju raportów do planowania codziennych podróży jest bardzo niewygodne.

1.4. Cel i zakres pracy

Celem niniejszej pracy jest ocena możliwości stosowania standardu GTFS na poziomie zaawansowanym do opisu infrastruktury przystankowej w Poznaniu w zakresie szynowej komunikacji miejskiej. W momencie pisania pracy, plik GTFS w tym mieście zawierał jedynie podstawowe informacje o dostępności pojazdów.

2. Materiały i metody

Plik GTFS do analiz i modyfikacji pobrano ze strony organizatora, tj. ZTM Poznań [14]. Autorzy zaproponowali sześciostopową procedurę w celu jego rozwinięcia o zaawansowany opis dostępności, tj.:

1. Rozwinięcie struktury pliku stops.txt.

2. Wstępne utworzenie i uzupełnienie plików pathways.txt oraz levels.txt.
3. Budowa modelu grafowego stacji lub węzła.
4. Dodanie nowych punktów w pliku stops.txt.
5. Określenie parametrów ścieżek łączących punkty w obrębie stacji lub węzła.
6. Przygotowanie pliku pathways.txt i eksport wyników.

Założono, że na każdym z etapów wykorzystane zostanie wyłącznie oprogramowanie typu open source. Stąd stanowisko robocze wyposażono w oprogramowanie GIS (QGIS), notatnik (notepad++) i arkusz kalkulacyjny (LibreOffice Calc). Wykorzystano też dedykowane narzędzie GTFS station builder [9], które przeznaczone jest do tworzenia plików pathways.txt.

3. Wyniki i dyskusja

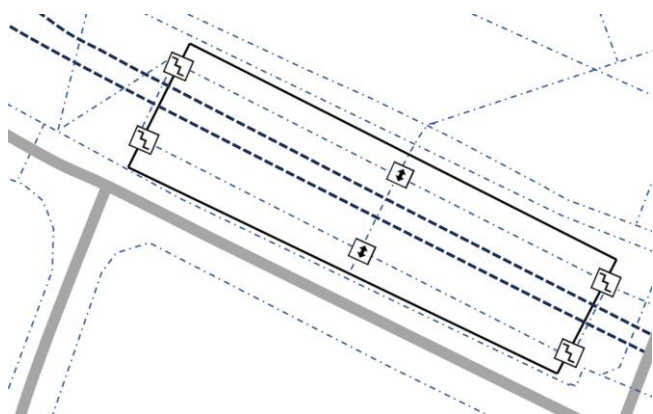
W pierwszym etapie rozwinięta została struktura pliku stops.txt. Źródłowy plik GTFS nie zawierał pola location_type. Dodano je, a następnie każdemu obiektowi, który pierwotnie znajdował się w źródłowym pliku, nadano wartość 0 (obiekt typu przystanek lub peron). Obiektom tym należało przypisać stacje nadrzędne (parent_station), które grupują przystanki lub perony. W przypadku analizowanego źródła najłatwiej można było to zrealizować przez wykorzystanie danych zawartych w polu stop_code, gdzie przy pomocy ciągu znaków identyfikowano słupek w grupie przystankowej. Grupa przystankowa była określona ciągiem od 2 do 6 znaków, a następnie dwie cyfry oznaczały konkretny przystanek. Należy zauważyć, że podejście to zapewniało poprawność grupowania w analizowanym przypadku oraz można je było wykonać przy pomocy arkusza kalkulacyjnego. Jednak nie jest to podejście uniwersalne, gdyż nie każde źródło GTFS może w ten sposób wykorzystywać pole stop_code. Przez wzgląd na jego opcjonalny charakter mogą zdarzyć się źródła, które w ogóle go nie wykorzystują. W takich sytuacjach można rozważać inne podejścia do grupowania, np. oparte na podobieństwie nazw przystanków lub wzajemnego rozmieszczenia w przestrzeni, tj. np. wykorzystywać algorytm DBSCAN (Density-based spatial clustering of applications with noise).

Po przypisaniu przystanków do grup, przy pomocy narzędzi GIS wyznaczano ich środki ciężkości, które stanowiły nowe obiekty – stacje nadrzędne (location_type = 1).

W drugim kroku wstępnie utworzono pliki pathways.txt oraz levels.txt. W pierwszym przypadku było to jedynie zdefiniowanie pól zgodne ze specyfikacją GTFS. W przypadku levels.txt dodano typowe poziomy ruch. W tym dodano dodatkowy poziom „unk” (nieznany, przypuszczalnie 0), który wstę-

pnie nadano wszystkim obiektom znajdującym się w stops.txt.

Kolejnym krokiem była budowa modelu grafowego. Na potrzeby niniejszej pracy posłużono się przykładem dwupoziomowego przystanku tramwajowego „Piaśnicka/Rynek” w Poznaniu (por. rys. 1–3). W przypadku tej lokalizacji ruch tramwajów odbywa się w dwóch kierunkach na poziomie –1 (pod ziemią). Natomiast wszystkie 6 wejść na przystanek zlokalizowanych jest na poziomie 0 (na powierzchni). 4 wejścia stanowią schody, a 2 – windy. Niemożliwa jest zmiana kierunku ruchu (przejście między platformami) na poziomie -1 – każdorazowo należy zmienić poziom.



Rys. 1. Schemat przystanku Piaśnicka/Rynek. Źródło: opracowanie własne na podstawie OSM [11]



Rys. 2. Widok na wnętrze przystanku Piaśnicka/Rynek

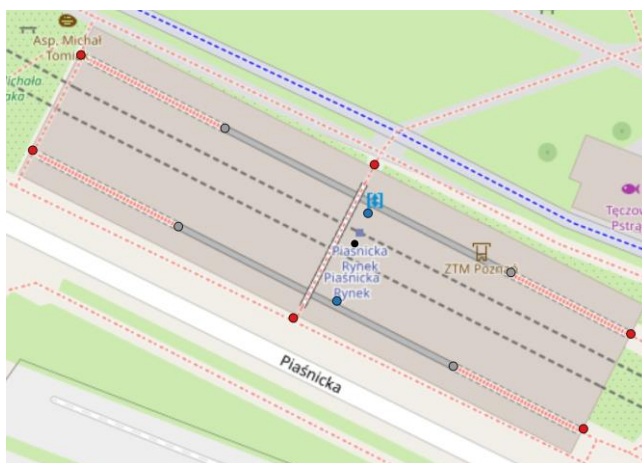
Sam przystanek zamodelowano w formie grafu o 12 wierzchołkach oraz 17 krawędziach (por. rys. 5). Cztery z nich stanowiły węzły generyczne, które dzieliły trasy między wejściami, a peronem na odcinek schodów oraz odcinek płaski. Należy zauważyć, że nie jest to jedyny możliwy sposób modelowania. Mo-

że być ono zarówno mniej dokładne (brak stosowania punktów generycznych, a więc brak podziału odcinka), jak i bardziej dokładne (osobne modelowanie każdej sekcji schodów, czego przykład też pokazano na rys. 5).



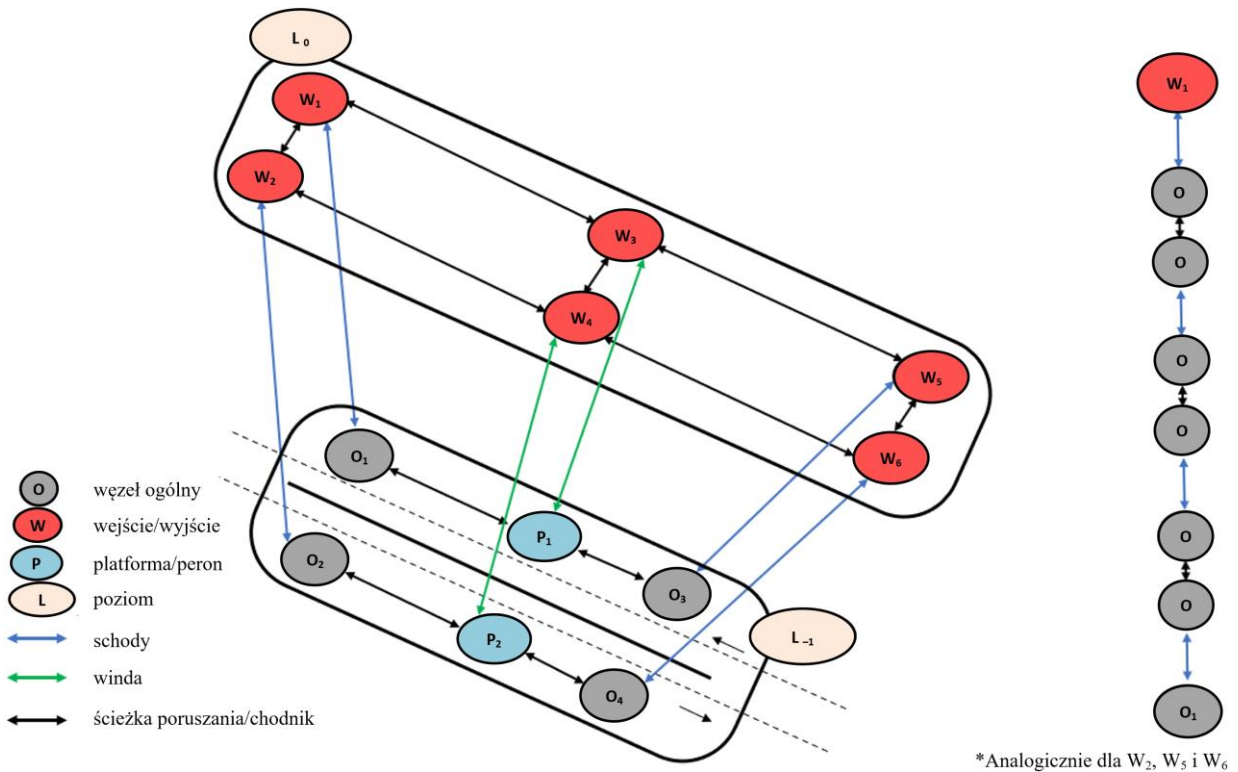
Rys. 3. Przykład oznaczenia wejścia na przystanek Piaśnicka/Rynek

W czwartym etapie przy pomocy narzędzia QGIS dodano nowe obiekty do pliku stops.txt (por. rys. 4).

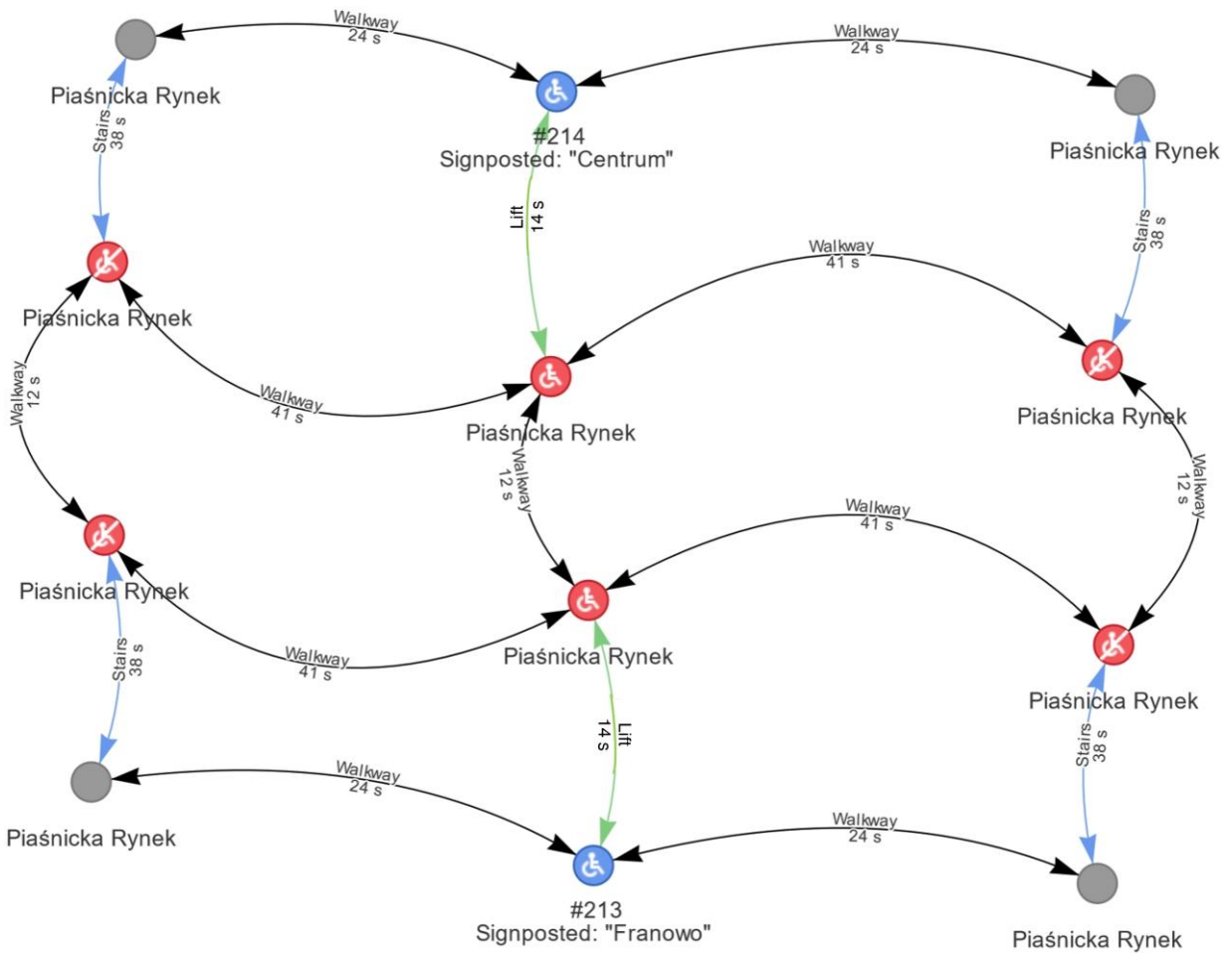


Rys. 4. Efekt dodania dodatkowych punktów do stops.txt dla przystanku Piaśnicka/Rynek. Kolor punktu: czarny – stacja; niebieski – platformy; czerwony – wejścia; szary – węzły generyczne. Źródło warstwy mapy: OSM [11]

W piątym etapie dokonano fizycznej inwentaryzacji przystanku, m.in. zliczono liczbę schodów, oceniono kierunkowość ścieżek, zmierzono ich szerokości i długości oraz czas podróży windami, a także zapisano nazwy wejść. Pozwoliło to w etapie szóstym na ostateczne przygotowanie pliku pathways.txt w narzędziu GTFS station builder (por. rys. 6). Uzyskane efekty oceniono ręcznie, a także pozytywnie przetestowano walidatorem GTFS.



Rys. 5. Model grafowy przystanku Piaśnicka/Rynek. Po prawej stronie pokazano przykład dokładniejszego opisu jednego z wejść



Rys. 6. Zrzut ekranu z programu GTFS Station Builder [9] z modelem przystanku Piaśnicka/Rynek

4. Wnioski

Przeprowadzona analiza wykazała, że możliwe jest dodanie informacji o dostępności dla osób z niepełnosprawnościami na zaawansowanym poziomie dla poznńskiego zbioru GTFS. Z informacji pozyskanych z ZTM Poznań wynika jednak, że wdrożenie takiego poziomu dostępności do oficjalnie publikowanych plików GTFS wymaga wprowadzenia zmian w obecnie wykorzystywanych przez ten podmiot rozwiązaniach IT. Należy zauważyć, że przygotowane przez autorów rozwiązanie może przestać działać wraz z wprowadzeniem jakichkolwiek zmian w pliku stops.txt (np. dodania nowego przystanku). Ponadto GTFS station builder nie eksportował pola stop_code, które było aktywnie wykorzystywane w GTFS ZTM Poznań, co także wymagałoby wykonania prac programistycznych.

W trzecim etapie pojawiło się zagadnienie dokładności modelowania. Powinien być on zgodny z przyjętym standardem oraz z jednej strony odpowiadać potrzebom osób z niepełnosprawnościami, a z drugiej umożliwiać jak najprostsze modelowanie. W tym drugim przypadku pomocne może być skorzystanie z dokumentacji projektowej BIM (Building Information Modeling), jeśli jest ona dostępna dla danego obiektu. W literaturze znane są przypadki budowy grafów oraz planowania podróży opierających się na tak pozyskanych danych, por. np. [21]. Jednak należałoby przeprowadzić stosowne badania stricte dla obiektów infrastruktury transportowej. Wymagane może być też powstanie narzędzi umożliwiających konwersję danych z BIM na GTFS. Alternatywnie można rozważyć wykorzystanie danych z portalu OpenStreetMap [11], gdzie w przypadku niektórych obiektów także dostępne są informacje o wejściach czy wewnętrznych ścieżkach.

Zagadnienie dokładności modelowania dostępności dla osób z niepełnosprawnościami ma też znaczenie w skali całego kraju. Ogólnokrajowe zbiory danych, które były dostępne w momencie przygotowywania niniejszej pracy, jedynie w minimalnym stopniu zawierały informacje na ten temat. Do rozwiązania są kwestie określenia standardów modelowania, a także zasady aktualizacji tych danych czy źródła finansowania prac inwentaryzacyjnych. Należy zauważyć, że dane te powinny być otwarte i łatwe do przeniesienia zarówno do standardów GTFS, jak i NeTEx, aby zmaksymalizować dostępność dla osób z niepełnosprawnościami.

W rozpatrywanym w niniejszej pracy przypadku zrezygnowano ze wskazywania takich obiektów, jak biletomat czy punkt informacyjny czy wykorzystania innych propozycji rozszerzeń standardu. W momencie przygotowywania pracy narzędzie GTFS station builder nie obsługiwało tych rozszerzeń. Problem z tymi danymi miałyby też popularne planery podróży. Za-

tem zniwelowana w ten sposób została by zaleta w postaci natychmiastowego uwzględnienia dodatkowych danych przez narzędzia z nich korzystające. Pojawia się tutaj problem tego, co powinno być pierwsze – udostępniane dane czy dostępność planerów podróży. Zdaniem autorów, rozwiązanie tego zagadnienia wymaga prowadzenia dalszych prac badawczych, a potencjał mają oba te kierunki. Obecny brak dostępności danych w Polsce powoduje, że planery podróży dedykowane dla osób z niepełnosprawnościami mogą nie być szeroko stosowane. Można jednak przypuszczać, że szersze udostępnienie danych zwiększy zapotrzebowanie na rozwiązania z nich korzystające. Istnieje jednak pewne ryzyko, że niektóre grupy osób z niepełnosprawnościami są zbyt mało liczne, by rynkowo opłacalne było budowanie dla nich rozwiązań, nawet w skali ogólnokrajowej. Uzasadniona w tych przypadkach może być interwencja państwa, np. w formie dotacji lub powołania jednostki organizacyjnej odpowiedzialnej za wypełnianie takich nisz. W celu obniżenia kosztów można rozważyć tu inwestowanie w rozwój rozwiązań open source, tak by można było np. utrzymywać wspólny silnik wyszukiwania tras, który w różnych rozwiązaniach byłby dopasowywany do potrzeb konkretnej niepełnosprawności. Analogicznie należałoby prowadzić badania co do zakresu danych niezbędnych do pełnego, a zarazem względnie prostego opisu systemu ptz z perspektywy każdego rodzaju niepełnosprawności i ich kombinacji. Także w tym przypadku mogą być wymagane działania wspierające i standaryzujące pozyskiwanie informacji w skali całego kraju, w tym w zakresie oczekiwanego stopnia szczegółowości modelowania. Stąd dalsze prace badawcze powinny być też prowadzone np. w zakresie oceny przyczyn słabej propagacji danych nt. dostępności dla osób z niepełnosprawnościami znajdujących się w PortaluPasażera. Przyczyną może być tu zarówno niewystarczająca otwartość tych danych, jak i wzmiankowana wcześniej możliwość braku zainteresowania innych producentów IT lepszą obsługą tej grupy klientów, mogąca wynikać z nieopłacalności.

Podziękowania

Prace badawcze były prowadzone w ramach projektów: 1) „Analiza skali wykluczenia komunikacyjnego na obszarze Polski wraz z rekomendacjami zmian legislacyjnych w kontekście publicznego transportu zbiorowego” (GOSPOSTRATEG-V/0005/2021) finansowanego przez Narodowe Centrum Badań i Rozwoju w ramach Strategicznego Programu Badań Naukowych i Prac Rozwojowych „Społeczny i gospodarczy rozwój Polski w warunkach globalizujących się rynków” – GOSPOSTRATEG oraz 2) Kształtowanie systemów transportowych w kontekście potrzeb środowiskowych (0416/SBAD/0004).

Bibliografia

- [1] Ashraf MT, Dey K, Carrola A, Shi X. Impacts of real-time transit information on transit accessibility – A case study. *J Public Transport*. 2023;25:100043. <https://doi.org/10.1016/j.jpubtr.2023.100043>
- [2] Bar K, Bieńczyk M, Rychlewski J, Walerjańczyk W, Zmuda-Trzebiatowski P. Ocena standardów informacji pasażerskiej w zakresie dostępności dla osób ze szczególnymi potrzebami. In: *Annały Inżynierii Ruchu i Planowania Transportu*. Poznań, Rosnątko: SITK RP. 2023: 99-112.
- [3] Bezyak JL, Sabella SA, Gattis RH. Public transportation: an investigation of barriers for people with disabilities. *J Disabil Policy Stu*. 2017;28(1):52-60. <https://doi.org/10.1177/1044207317702070>
- [4] Burkhard R, Schooley B, Horan TA. Public use of an online advanced traveler guidance information system: trust in the e-service and the agency. *Journal of International Technology and Information Management*. 2013;22(2):1-18. <https://doi.org/10.58729/1941-6679.1007>
- [5] Davies DK, Stock SE, Holloway S, Wehmeyer ML. Evaluating a GPS-based transportation device to support independent bus travel by people with intellectual disability. *J Intellect Dev Dis*. 2010;48(6):454-463. <https://doi.org/10.1352/1934-9556-48.6.454>
- [6] Dziekan K, Kottenhoff K. Dynamic at-stop real-time information displays for public transport: effects on customers. *Transport Res A-Pol*. 2007;41(6):489-501. <https://doi.org/10.1016/j.tra.2006.11.006>
- [7] Hansson J, Pettersson F, Svensson H, Wretstrand A. Preferences in regional public transport: a literature review. *Eur Transp Res Rev*. 2019;11(1):38. <https://doi.org/10.1186/s12544-019-0374-4>
- [8] <https://bilkom.pl/> (accessed on 2023.10.16).
- [9] <https://github.com/kostjerry/gtfs-station-builder> (accessed on 2023.10.16).
- [10] <https://gtfs.org/> (accessed on 2023.10.16).
- [11] <https://openstreetmap.org/> (accessed on 2023.10.16).
- [12] <https://portalpasazera.pl/KatalogStacji> (accessed on 2023.10.16).
- [13] <https://www.pkp.pl/pl/dworce/> (accessed on 2023.10.16).
- [14] <https://www.ztm.poznan.pl/pl/dla-deweloperow/gtfsFiles> (accessed on 2023.10.16).
- [15] Jeremicz P. Pokazać komunikację publiczną wszystkim pasażerom to pokazanie jej w pierwszej kolejności osobom niewidomym. IV Ogólnopolska Konferencja Naukowo-Techniczna „Transport Kolejowy Przeszłość – Terazniejszość – Przyszłość”. Warszawa: Urząd Transportu Kolejowego; 2021. 83-96.
- [16] Koperski Ł, Zmuda-Trzebiatowski P. Ocena stanu infrastruktury przystankowej. Studium przypadku: poznański Łazarz. *Prace naukowe Politechniki Warszawskiej*. *Transport*. 2018;121:181-190.
- [17] Kowalski K. Planowanie dostępności – polskie uwarunkowania prawne i praktyka. *Niepełnosprawność – zagadnienia, problemy, rozwiązania*. 2013;1(6):71-99.
- [18] Leng N, Corman F. The role of information availability to passengers in public transport disruptions: an agent-based simulation approach. *Transport Res A-Pol*. 2020;133:214-236. <https://doi.org/10.1016/j.tra.2020.01.007>
- [19] Lucas K. Transport and social exclusion: where are we now? *Transport Policy*. 2012;20:105-113. <https://doi.org/10.1016/j.tranpol.2012.01.013>
- [20] Mulley C, Clifton GT, Ballbontin C, Ma L. Information for travelling: Awareness and usage of the various sources of information available to public transport users in NSW. *Transport Res A-Pol*. 2017;101:111-132. <https://doi.org/10.1016/j.tra.2017.05.007>
- [21] Strug B, Ślusarczyk G. Reasoning about accessibility for disabled using building graph models based on BIM/IFC. *Vis in Eng*. 2017;5(1):10. <https://doi.org/10.1186/s40327-017-0048-z>
- [22] Van Lierop D, Badami MG, El-Geneidy AM. What influences satisfaction and loyalty in public transport? A review of the literature. *Transport Rev*. 2018;38(1):52-72. <https://doi.org/10.1080/01441647.2017.1298683>
- [23] Yeboah G, Cottrill CD, Nelson JD, Corsar D, Markovic M, Edwards P. Understanding factors influencing public transport passengers' pre-travel information-seeking behaviour. *Public Transp*. 2019;11(1):135-158. <https://doi.org/10.1007/s12469-019-00198-w>
- [24] Zmuda-Trzebiatowski P, Bar K, Bieńczyk M. Adoption of digital public transport information in Poland. *Prace Komisji Geografii Komunikacji PTG*; 2023;22(2):7-21.