



Koncepcja Kolei Metropolitalnej dla Górnośląsko-Zagłębiowskiej Metropolii z wykorzystaniem metod inżynierii systemów

Praca naukowo-badawcza NB-259/RT5/2018

*Projekt prowadzony przez Katedrę Systemów Transportowych i Inżynierii Ruchu
Wydział Transportu Politechniki Śląskiej
w ramach umowy nr 116/2018 zawartej w dn. 7.08.2018 r.
pomiędzy Górnośląsko-Zagłębiowską Metropolią a Politechniką Śląską*

ZAŁĄCZNIK 5.3.

PRZEGLĄD SYSTEMÓW KOLEI METROPOLITALNYCH FUNKCJONUJĄCYCH ZA GRANICĄ

Katowice, grudzień 2018 r.

ZESPÓŁ AUTORSKI:

Autorzy wiodący:

dr inż. Ryszard JANECKI

dr inż. Grzegorz KAROŃ

dr inż. Aleksander SOBOTA

dr hab. inż. Renata ŻOCHOWSKA, Prof. PŚ

mgr inż. Marcin KŁOS

mgr inż. Piotr SOCZÓWKA

Autorzy pozostali:

dr hab. inż. Janusz ĆWIEK, Prof. PŚ

dr hab. inż. Piotr FOLEGA, Prof. PŚ.

dr hab. inż. Stanisław KRAWIEC

dr hab. inż. Elżbieta MACIOSZEK, Prof. PŚ

dr inż. Grzegorz KRAWCZYK

dr inż. Krzysztof KRAWIEC

dr hab. inż. Jakub MŁYŃCZAK

dr inż. Szymon SURMA

mgr inż. Adrian BARCHAŃSKI

mgr inż. Marek DROBNY

mgr inż. Maciej WROŃSKI

Osoby współpracujące:

Jakub GÓRECKI

Wojciech DOBICZEK

Kinga KAMINIÓRZ

Łukasz SURLEJ

Patrycja SZYNDLER

KONSULTACJA MERYTORYCZNA:

prof. dr hab. inż. Wiesław STAROWICZ (Politechnika Krakowska)

dr hab. inż. Maciej KRUSZYNA, Prof. PWr (Politechnika Wrocławska)

SPIS TREŚCI

1. WYBRANE ASPEKTY INTEGRACJI SYSTEMOWEJ	4
2. ZAGŁĘBIE RUHRY	7
Charakterystyka obszaru Zagłębia Ruhry	7
Infrastruktura i funkcjonowanie systemu kolei metropolitalnej S-Bahn Rhein-Ruhr ..	12
Analiza podsystemów publicznego transportu zbiorowego w Zagłębiu Ruhry w aspekcie integracji systemowej	17
Integracja taryfowa w Zagłębiu Ruhry	31
Podsumowanie	31
3. SZYBKA KOLEJ MIEJSKA W BERLINIE	34
Ogólna charakterystyka funkcjonalna	34
Integracja systemowa	37
Dostępność dla osób niepełnosprawnych	47
Integracja taryfowa	49
4. SZYBKI TRAMWAJ W JEROZOLIMIE	51
Ogólna charakterystyka systemu	51
Funkcjonowanie	51
Integracja systemowa	56
Dostępność dla osób niepełnosprawnych	60
Integracja taryfowa	60
5. KOLEJ MIEJSKA W VANCOUVER	64
Ogólna charakterystyka systemu	64
Funkcjonowanie	66
Integracja taryfowa	68
Integracja systemowa	71
6. MONORAIL MUMBAJ	78
Ogólna charakterystyka systemu	78
Infrastruktura i funkcjonowanie systemu	78
Integracja systemowa	84

1. WYBRANE ASPEKTY INTEGRACJI SYSTEMOWEJ

Wśród największych zadań stojących dzisiaj przed publicznym transportem zbiorowym wymienić należy zapewnienie **wieloaspektowej integracji**, której poziom świadczy o dojrzałości systemu i określa stopień jego rozwoju, dopasowania do potrzeb przewożowych mieszkańców zapewniając właściwą dostępność i niezawodność obsługi. Jest to osiągnięte poprzez świadome i przemyślane a przede wszystkim spójne kształtowanie wszystkich elementów systemu, jak planowanie przestrzenne infrastruktury liniowej i punktowej, zarządzania, organizacji, dopasowanie technologii, uwzględnienie zagospodarowania przestrzennego, a przede wszystkim taryfy, aby z punktu widzenia pasażera funkcjonował jeden rozbudowany, wielogałęziowy zbiorowy transport publiczny.

Do najważniejszych aspektów integracji systemowej zaliczone zostały:

- integracja funkcjonalna,
- integracja przestrzenna,
- integracja intermodalna,
- integracja taryfowa,
- integracja społeczna,
- integracja technologiczna,
- integracja zarządcza.

Pozostają one ściśle ze sobą powiązane, a w wielu przypadkach wzajemnie się przenikają.

Integracja funkcjonalna obejmuje scentralizowanie działań organizacyjnych systemu publicznego transportu zbiorowego, takich jak koordynacja i wytyczanie przebiegu linii, planowanie rozkładu jazdy zsynchronizowanego, pozwalającego na planowanie podróży złożonych wykorzystujących wiele środków transportu bez nadmiernej uciążliwości i strat czasu dla pasażera, najczęściej z wykorzystaniem platformy informacyjnej planera podróży posiadającego informację o wszystkich systemach transportu w mieście.

Integracja przestrzenna to przede wszystkim właściwa organizacja i lokalizacja punktów przesiadkowych, obsługiwanych przez możliwie najwięcej gałęzi transportu (transport kolei metropolitalnej, międzymiastowej, metro, autobusy, tramwaje czy systemy intermodalne jak Park&Ride oraz Bike& Ride) lub lokalizowanie przystanków różnych gałęzi możliwie blisko siebie dla skrócenia niezbędnych do przebycia dystansów podczas przesiadek. Takie ukształtowanie przestrzenne daje pasażerom możliwość korzystania w jednym miejscu z wielu elementów miejskiego systemu transportu zbiorowego oraz zwiększa jego dostępność dla

użytkowników. W praktyce obserwuje się zatem lokalizację dworców transportu miejskiego w bezpośrednim sąsiedztwie dworców komunikacji pozamiejskiej, dalekobieżnej oraz na wyższym poziomie integracji tras linii komunikacji zbiorowej w pobliżu peronów i przystanków transportu regionalnego i krajowego. Ważnym zadaniem jest również zwiększenie zasięgu terytorialnego bezpośrednich powiązań transportem publicznym ze strefą podmiejską, a więc przestrzenne przekroczenie, przełamanie bariery granic administracyjnych miasta i rozpoczęcie obsługi relacji zgodnie z potrzebami i funkcjonowaniem mieszkańców.

Integracja intermodalna obejmuje umożliwienie pasażerom realizacji podróży wielogałęziowych z wykorzystaniem różnych rodzajów transportu na realizowanej trasie podróży. W praktyce oznacza to oparcie publicznego transportu zbiorowego o kolej metropolitalną i jej uzupełnienie pozostałymi podsystemami, umożliwienie przewozu rowerów czy tworzenie węzłów przesiadkowych w systemach Park&Ride i Bike&Ride oraz włączenie taksówek do systemu transportu miejskiego.

Integracja taryfowa jest jednym z ważniejszych dla pasażera aspektów integracji, ponieważ umożliwia mu swobodne korzystanie ze wszystkich gałęzi transportu bez obaw o kary finansowe i konieczność zorientowania się w zróżnicowanych taryfach i przepisach czy zaopatrzeniu w odmienne bilety. Zaleca się, aby dostępny był jeden bilet obowiązujący na danej trasie bez względu na środek transportu, jaki zostanie wykorzystany. Istotne jest również, aby taki bilet uprawniał do przewozu roweru i korzystania z parkingów systemu Park&Ride.

Integracja społeczna obejmuje zapewnienie takiej jakości obsługi, wyposażenia pojazdów i dostosowania do potrzeb użytkowników przy właściwej kampanii reklamowej i informacyjnej, aby zachęcić i skłonić do korzystania z publicznego transportu zbiorowego wszystkich mieszkańców, także tych posiadających własny samochód czy osoby niepełnosprawne i starsze.

Integracja technologiczna obejmuje wykorzystanie najnowszych zdobyczy techniki do planowania, zarządzania transportem w sposób zintegrowany w jednym nadrzędnym centrum oraz dostarczenie każdemu użytkownikowi z osobna indywidualnej, rzetelnej, spójnej i dostosowanej do jego potrzeb informacji. Działania te obejmują także udostępnienie podróżnym wielofunkcyjnych kart elektronicznych umożliwiających korzystanie ze wszystkich usług miejskich czy tworzenie przystanków i peronów wyposażonych w odpowiednią infrastrukturę (nawierzchnię) zapewniającą obsługę przez różne gałęzie transportu.

Ostatni element integracji (**integracja zarządcza**) stanowi spójne zarządzanie prowadzone przez jedną jednostkę nadrzędną podejmującą decyzje w sposób globalny dla całego systemu i posiadającą informacje o każdej gałęzi i podsystemie transportu oraz koordynującą działania organizatorami transportu dalekiego, regionalnego i krajowego.

Wszystkie z wymienionych aspektów integracji zostały uwzględnione przy analizie studiów przypadków zagranicznych kolei metropolitalnych, obejmujących następujące obszary:

- Zagłębie Ruhry,
- Berlin,
- Jerozolimę,
- Vancouver,
- Mumbaj.

2. ZAGŁĘBIE RUHRY

Charakterystyka obszaru Zagłębia Ruhry

Zagłębie Ruhry jest największą aglomeracją w Niemczech. Zajmuje obszar o powierzchni 4 436 km², zamieszkiwany przez ponad 5,05 mln mieszkańców. Biorąc pod uwagę wewnętrzny podział administracyjny Regionalny Związek Zagłębia Ruhry (Regionalverband Ruhr) tworzą 53 gminy. Największe z nich to: Dortmund, Essen, Duisburg, Bochum, Gelsenkirchen, Oberhausen, Hagen, Hamm, Mülheim an der Ruhr, Herne, Recklinghausen i Bottrop. Należy również zauważyć, że na obszarze tego najbardziej uprzemysłowionego kraju związkowego, poza omawianą metropolią występuje również wiele znaczących ośrodków miejskich, tworzących wraz z przyległymi obszarami niezależne aglomeracje. Wśród największych wyróżnić można Kolonię, Bonn oraz Wuppertal, Düsseldorf, Mönchengladbach i Leverkusen.

Mimo administracyjnej odrębności poszczególnych miast czy gmin, wysoki poziom rozwoju poszczególnych ośrodków sprawił, że wytworzył się nieformalny podział całej aglomeracji na kilka niezależnych rejonów w dużej mierze samowystarczalnych. Te zdefiniowane rejony obejmują swym zasięgiem zależnie od części Zagłębia jedno lub kilka miast wraz z przedmieściami, jedną lub zbiór kilku gmin i wynikają z lokalnych powiązań pomiędzy poszczególnymi, podstawowymi, wewnętrznie niepodzielnymi obszarami. Te bardzo silne zależności i powiązania oraz wspomniana samowystarczalność rejonów powoduje, że część zamieszkującej wskazane rejony ludności, nie wykazuje potrzeby w codziennym funkcjonowaniu wyjeżdżania poza obszar samodzielnego nieformalnie wydzielonego obszaru. Dla potrzeb mieszkańców tego typu dostosowano część systemu publicznego transportu zbiorowego zapewniającą możliwość bezpośredniego i szybkiego przemieszczania.

Obszary metropolitalne charakteryzują się dużym natężeniem ruchu podmiejskiego. W Zagłębiu Ruhry to Essen zajmuje pierwsze miejsce w tej kategorii. Z 43 000 mieszkańcami dojeżdżającymi codziennie do pracy, miasto to ma w regionie największą nadwyżkę miejsc pracy w stosunku do liczby mieszkańców. Kolejnym miastem jest Dortmund z liczbą ok. 23 000 pracowników dojeżdżających do pracy z obszaru całego regionu. Około 45 procent pracowników w Zagłębiu Ruhry pracuje w granicach swojego miejsca zamieszkania, pozostałe 55 procent dojeżdża do pracy. Na rysunku 2.1 została przedstawiona lokalizacja Zagłębia Ruhry w odniesieniu do całego kraju oraz kraju związkowego.



Rys. 2.1. Położenie Zagłębia Ruhry na obszarze Republiki Federalnej Niemiec i kraju związkowego Nadrenia Północna - Westfalia

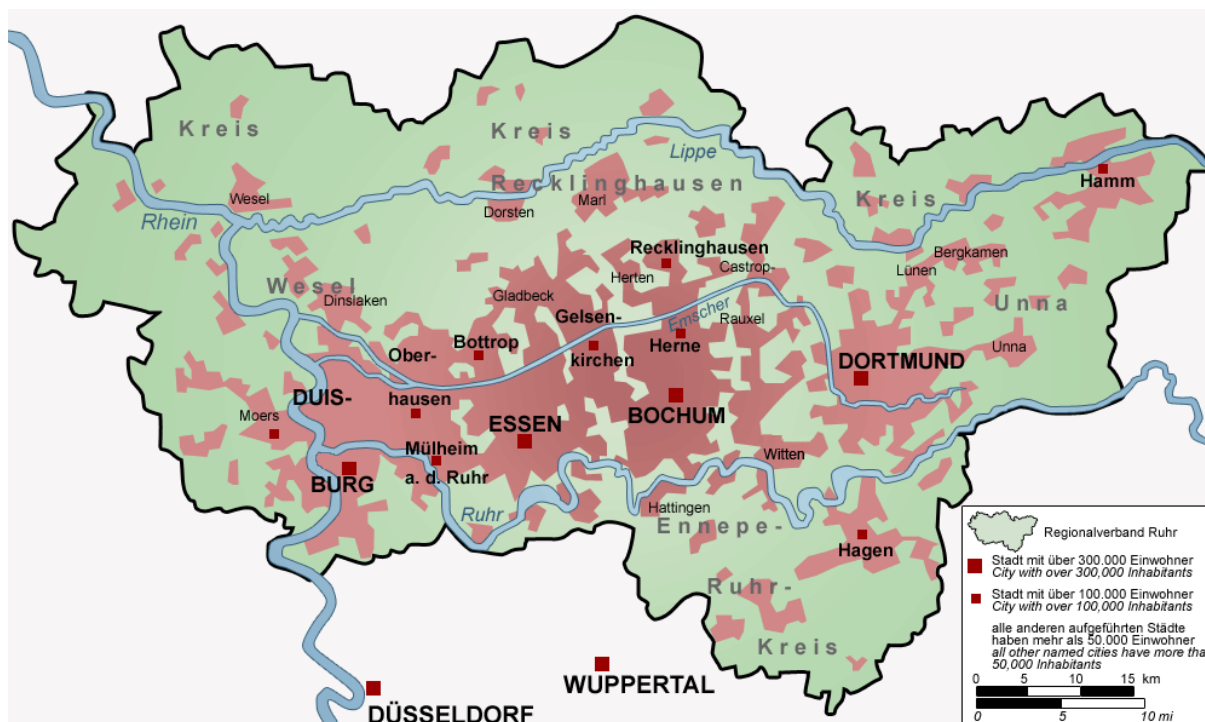
Źródło: <https://www.metropolieruhr.de/land-leute/daten-fakten/lage-und-geografie.html> [dostęp 2.11.2018]

Rysunek 2.1 przedstawia również w sposób przybliżony udział powierzchni metropolii w całkowitej powierzchni Nadrenii Północnej – Westfalii oraz całego kraju. Poza opisanymi powyżej związkami wewnętrznymi występującymi w ramach poszczególnych aglomeracji należy zauważyć, że lokalizacja w skali międzynarodowej (w centralno-europejskim obszarze przemysłowym), powoduje, że Zagłębie Ruhry pozostaje silnie powiązane z regionem. Bezpośrednie sąsiedztwo krajów Beneluksu i uprzemysłowionych obszarów Francji daje metropolii znaczenie tranzytowe, istotne dodatkowo przez niewielką odległość od Holandii, a przede wszystkim jej wielu portów znajdujących się w światowej czołówce ze względu na wielkość przewozów. Widać zatem, że cały region pozostaje silnie powiązany relacjami gospodarczymi, przy czym dosyć duże odległości przemieszczania z punktu widzenia mieszkańców poszczególnych gmin sprawiają, że zachował się pierwotny podział na aglomeracje i miasta, których znaczny rozmiar pozwolił na zachowanie odrębności. Rysunek 2.2 przedstawia wewnętrzną strukturę organizacyjną metropolii i rozmieszczenie miast i terenów zurbanizowanych.

a)



b)



Rys. 2.2. Zagłębie Ruhry w wewnętrznym podziale administracyjnym na gminy, a) z zaznaczeniem granic gmin, b) z lokalizacją miast (czerwone kwadraty) i obszarów zurbanizowanych (kolor różowy)

Źródło: <https://www.metropoleruhr.de/land-leute/daten-fakten/lage-und-geografie.html> [dostęp 2.11.2018]

Na rysunku 2.2 wyraźnie widać zróżnicowanie gmin tworzących metropolię pod względem wielkości oraz rozmieszczenia przestrzennego. Ośrodki miejskie silnie zurbanizowane są ze sobą powiązane, a pozostałe obszary otaczają je głównie od strony północnej. Potwierdza to analiza rysunku 2.2 b), gdzie widać nieregularność zabudowy i brak występowania wyraźnych granic między poszczególnymi miastami. Rozmiar kwadratu wskazuje nie tylko liczbę mieszkańców poszczególnych miast, ale dodatkowo wyróżnia miasta posiadające system metra. Są to cztery ośrodki wewnątrz metropolii oznaczone dużymi czerwonymi kwadratami, czyli miasta zamieszkałe przez co najmniej 300 tys. mieszkańców. Pozostałe miasta wyróżnione mniejszymi kwadratami mają ponad 100 tys. mieszkańców.

Na rysunku nr 2.3 przedstawiono Region metropolitalny Ren Ruhra oraz jego lokalizację w skali kraju związkowego.



Rys. 2.3. Region metropolitalny (Metropolregion Rhein Ruhr) z wyróżnionymi najważniejszymi miastami oraz jego położenie na obszarze kraju związkowego Nadrenia Północna - Westfalia

Źródło: <http://www.rhein-ruhr-region.de/> [dostęp 15.11.2018]

Nadrenia Północna – Westfalia jest najgęściej zaludnionym krajem związkowym Niemiec, przede wszystkim za sprawą zlokalizowanego w jego centrum, regionu Metropolitalnego Ren-Ruhra (Metropolregion Rhein-Ruhr). Ten wysokouprzemysłowiony

obszar zajmujący 20% powierzchni kraju i leżący w centrum europejskiego megalopolis zamieszkuje 12,6 mln ludzi. Zatem poza zdefiniowanymi już istniejącymi powiązaniem i spójnością wewnętrzną Zagłębia Ruhry (Metropole Ruhr) Cały wskazany obszar Regionu Metropolitalnego również pozostaje wewnętrznie powiązany. Trudno jest wyodrębnić granice poszczególnych miast, a w związku z dużym uprzemysłowieniem, znaczną liczbą rozproszonych zakładów pracy o zróżnicowanej specjalizacji i innych obiektów użyteczności publicznej i kulturalnej związanej z funkcjonowaniem i rekreacją mieszkańców, również w skali całego Regionu Metropolitalnego obserwuje się znaczne, rozproszone równomiernie potoki podróży we wszystkich relacjach i motywacjach. Dla przykładu w roku 2006 na trasie między Duisburgiem i Düsseldorfem transportem kolejowym podróżowało dziennie 52 600 pasażerów a w 2014 już 66 900 pasażerów. Do dziś utrzymuje się na danej linii tendencja wzrostowa.

Zagłębie Ruhry wykazuje duże podobieństwo do Górnośląsko-Zagłębiowskiej Metropolii ze względu na charakter rozwoju od czasów rewolucji przemysłowej. Oba obszary rozpoczęły swój gwałtowny wzrost w tej samej epoce, gdy pierwsze niezależne ośrodki uległy znacznej industrializacji w związku z coraz większym wykorzystaniem licznych zlokalizowanych na tych ziemiach surowców niezbędnych dla rozwijającego się przemysłu stanowiącego siłę napędową rozbudowy bogacących się omawianych regionów. Ponieważ dobra naturalne są równomiernie rozproszone na niewielkiej powierzchni, rozwijające się niezależne ośrodki, potrzebujące coraz więcej przestrzeni dla przybywających pracowników mających sprostać wymaganiom produkcji i rozwoju przedsiębiorstw bazujących na przemyśle ciężkim, ale również innych obsługujących potrzeby mieszkańców i czerpiący z ich umiejętności, z czasem zacierają się granice pozwalające na oddzielenie poszczególnych miast. Zostały zatem ukształtowane aglomeracje policentryczne (Zagłębie Ruhry i Konurbacja Górnośląska), tworzone przez zbiór przyległych, równorzędnych miast i ośrodków, z których każdy cechuje się określoną odrębnością, niezależnością z punktu widzenia świadczonych usług i występujących zakładów pracy, co jak zauważono powyżej wynika z połączenia odrębnych pierwotnie miast.

Dzisiaj mamy zatem do czynienia z konurbacjami postindustrialnymi, które na bazie dawnego przemysłu przeszły złożoną, wieloaspektową restrukturyzację, dostosowując się do potrzeb współczesnego rynku. Obecnie znajdujemy się na kolejnym etapie rewolucji przemysłowej zmieniając udział poszczególnych branż w gospodarce, wzrasta znaczenie usług (zatrudnia 73% mieszkańców zawodowo czynnych) oraz nowych, wysokowyspecjalizowanych zakładów produkcyjnych (zatrudnienie znajduje tutaj 27% mieszkańców). Dawny gigant górniczy stał się regionem o szerokiej strukturze gospodarczej, którego ostoją jest wysoki poziom technologii. Miasta pełnią rozmaite funkcje, dzięki czemu mogą się wzajemnie uzupełniać. Zapewnienie dostępu do poszczególnych ośrodków i wykorzystanie ich potencjału możliwe jest tylko dzięki rozbudowanej sieci komunikacyjnej.

Omawiane metropolie cechują się największą w kraju gęstością:

- sieci drogowej, zwłaszcza wysokich klas technicznych,

– sieci kolejowej.

Sieć kolejowa związana jest z obsługą w przeszłości przemysłu ciężkiego stanowiąc jedyny ówczasie dostępny środek lądowego transportu dalekiego. Gęsta sieć gwarantuje dużą dostępność dla użytkowników i lepsze zaspokajanie ich potrzeb w zakresie przemieszczania. W odległości czasowej mniejszej niż 3 godziny jazdy od granic metropolii dotrzeć można do ponad 60 milionów mieszkańców, a na obszarze o promieniu 500 km mierzonym z centrum Zagłębia Ruhry zamieszkuje 60% ludności Unii Europejskiej.

Infrastruktura i funkcjonowanie systemu kolei metropolitalnej S-Bahn Rhein-Ruhr

Pociągi systemu S-Bahn Rhein-Ruhr poruszają się po torach normalnych 1 435 mm, wykorzystując zasilanie z trakcji podwieszanej o napięciu 15 kV i 16,7 Hz, przy czym część sieci kolejowej, na której prowadzone są przewozy w ramach systemu kolei S-Bahn w Zagłębiu Ruhry to również odcinki niezelektryfikowane. System wykorzystuje infrastrukturę liniową wspólnie z koleją Regional Bahn (RB), Regional Express (RE) oraz Intercity. Zróżnicowanie występuje w zakresie i liczbie obsługiwanych na terenie aglomeracji przystanków. Kolej typu S-Bahn jako szybka kolej miejska korzysta w przeważającej większości z głównych dworców miast Zagłębia Ruhry. Są to zlokalizowane w centrach miast obiekty punktowe dla wielu rodzajów transportu: kolei miejskiej, regionalnej, metra, konwencjonalnej, Intercity i międzynarodowej oraz autobusów.

System S-Bahn Ren-Ruhra to 13 linii obsługujących 124 przystanki o łącznej długości sieci 676 km. Sieć linii komunikacyjnych przedstawiono na rysunku 2.4. W godzinach szczytu na głównych kierunkach występuje czas następstwa co 15 minut. W okresach pozaszczytowych i dla relacji mniej obciążonych ustalono takt 30 minut.

Średni czas oczekiwania na przyjazd pociągu w roku 2017 wyniósł niewiele ponad 4 minuty. Maksymalne odchylenie od przyjazdów i odjazdów rozkładowych pozwalających uznać je za punktualne wynosi 3 min 59 s. Analiza tendencji zmian między rokiem 2016 i 2017 wskazuje na pogorszenie punktualności. Dla kolei S-Bahn jest to spadek o 1,3% punktu procentowego z 95,1% na 93,8%. Dany typ kolei kształtuje się w aglomeracji na najlepszym poziomie w porównaniu z innymi dostępnymi systemami. Średnia roczna wartość opóźnienia dla S-Bahn wynosi niewiele ponad minutę.

Poziom obsługi w zakresie informacji w pojazdach jest bardzo zróżnicowany, zależny od operatora. Starsze pojazdy nie są wyposażone w wyświetlacze, a dostępne są tylko komunikaty dźwiękowe. Niektóre pojazdy nie mają automatycznej informacji pasażerskiej. Maszynista musi zatem sam wypowiadać komunikaty. Czasem brak jest wyświetlaczy i tablic wskazujących następny przystanek, inne są niekompletne, z niepełną informacją, przestarzałe lub nieczytelne, podobnie jak plany sieci linii.

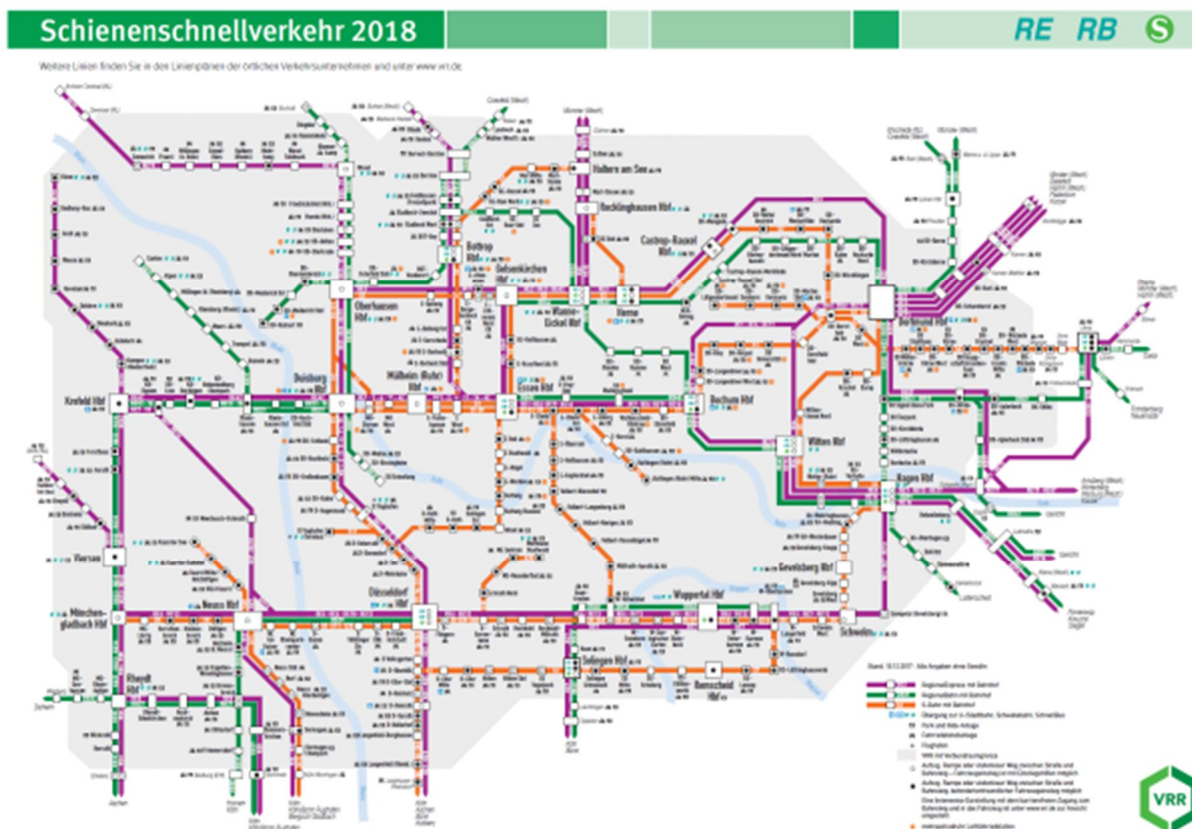


Rys. 2.4. Sieć linii komunikacyjnych dla Szybkiej Kolei Miejskiej w Zagłębiu Ruhry

Źródło: http://www.wikiwand.com/en/Rhine-Ruhr_S-Bahn [odstona: 25.11.2018 r.]

Organizacją i koordynacją usług przewozowych pod względem jakości i serwisu na obszarze Zagłębia Ruhry zajmuje się założony 1 stycznia 1980 r. związek komunikacyjny **Verkehrsverbund Rhein-Ruhr**¹ (VRR, z niem. Związek Komunikacyjny Renu-Ruhry). Jest to jeden z największych na świecie związków komunikacyjnych i największy w Europie. Do jego kompetencji należy m.in. organizacja regionalnych przewozów kolejowych, finansowanie publicznego transportu zbiorowego w miastach i powiatach, rozbudowa sieci kolei miejskiej (Stadtbahn), system taryfowy oraz sprzedaż biletów, marketing i promocja transportu publicznego. Na rysunku 2.5 zamieszczono schemat sieci kolejowej zarządzanej przez VRR na obszarze Zagłębia Ruhry.

¹ Obszar działania VRR rozciąga się od Dorsten na północy i Dortmundu na wschodzie, po Langenfeld (Rheinland) na południu i Mönchengladbach oraz granicę z Holandią na zachodzie.



Rys. 2.5. Plan sieci kolei regionalnej w Zagłębiu Ruhry, zarządzanej przez VRR: S-Bahn, Regional Bahn i Regional Express

Źródło: Verkehrsverbund Rhein-Ruhr: Verbund Bericht 2017/2018

Realizacja przewozów pasażerskich w obszarze całego kraju związkowego jest zintegrowana z punktu widzenia pasażera, korzystającego swobodnie ze wszystkich środków transportu. Potrzebne jest nabycie jedynie stosownych biletów związanych dodatkowo z czasem podróży. Poszczególne linie obsługiwane są przez kilku niezależnych operatorów. Ich zasięg oddziaływania został przedstawiony na rysunku 2.6. Natomiast podział obszaru administracyjnego VRR na podstawowe strefy transportu publicznego zamieszczono na rysunku 2.7.

Pozostałymi współpracującymi systemami transportowymi, ponoszącymi ciężar znacznych przewozów pasażerskich są: Rhein-Ruhr-Express, tramwaje, metro, autobusy. System kolei miejskiej i regionalnej (S-Bahn, Regional Bahn i Regional Express) zarządzany przez VRR obejmuje 2 626 km sieci zorganizowanej w 51 linii i obsługującej 296 dworców i przystanków. Natomiast uzupełniające systemy transportu zbiorowego obejmujące autobusy, tramwaje i metro funkcjonują na sieci o łącznej długości 9 200 km, na której zorganizowano 1 008 linii obsługujących 13 220 dworców i przystanków.



Rys. 2.6. Schemat zasięgu oddziaływania poszczególnych organizatorów transportu.

Źródło: Verkehrsverbund Rhein-Ruhr: Fares and prices. All tickets and services at a glance Gelsenkirchen 2018

Przez metropolię przebiega gęsta sieć linii autobusowych i kolejowych: co roku transportem publicznym podróżuje około 1,14 miliarda osób. Bardzo popularna i rozpowszechniona w Zagłębiu Ruhry jest realizacja podróży multimodalnych bazujących na systemie kolejowym i drogowym, w których **rolę dowozowo-odwozową pełni rower**. Infrastruktura punktowa systemu Park&Ride znajduje się nie tylko na głównych dworcach i węzłach przesiadkowych, ale również na wielu przystankach autobusowych i tramwajowych, co zapewnia dużą dostępność systemu komunikacji miejskiej dla rowerzystów. Dedykowane, osłonięte i zamykane miejsca odstawcze dla rowerów oraz wydzielona przestrzeń w pojazdach kolejowych wraz ze specjalną ofertą taryfową zachęca mieszkańców do korzystania z takiej złożonej formy przemieszczania i stwarza dogodne warunki dla wykorzystania roweru w transporcie miejskim.

Na wielu przystankach publicznego transportu zbiorowego można przesiąść się na rower i samochód, aby dojechać bezpośrednio do celu. System komunikacji zbiorowej połączony jest z 18 000 miejscami postojowymi systemu Park&Ride i 12 000 miejscami postojowymi usługi Bike&Ride. W centralnych miejscach można wypożyczać rowery. Dla klientów posiadających bilet abonamentowy VRR podróż intermodalna z wykorzystaniem różnych gałęzi transportu jest szczególnie opłacalna, ponieważ otrzymują oni tańsze bilety lub darmowe przejazdy.



Rys. 2.7. Podział obszaru administracyjnego VRR na podstawowe strefy transportu publicznego

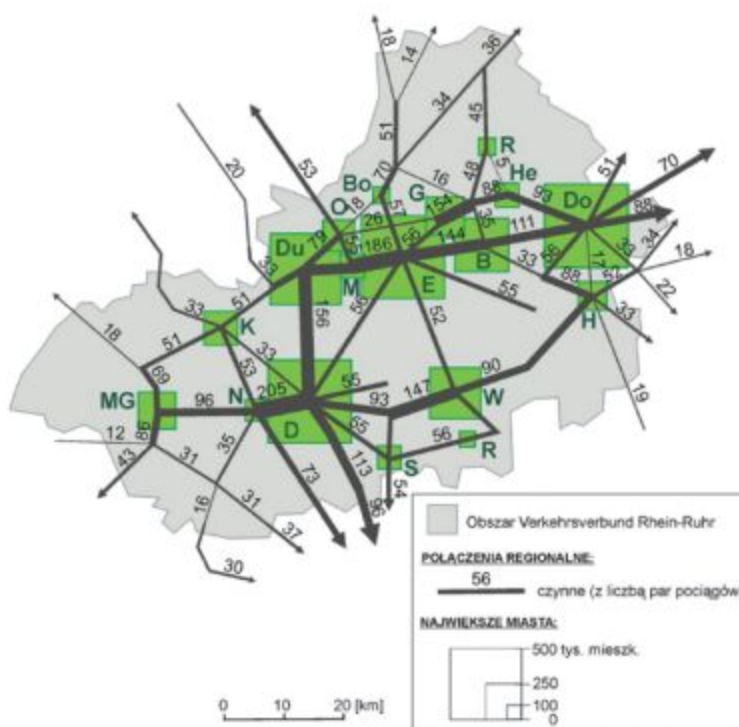
Źródło: <http://mediencenter.vrr.de/thema> [dostęp 2.09.2018]

Ścieżki rowerowe przebiegają przez całą metropolię Zagłębia Ruhry. Dostępny jest również system wynajmu około 3 000 rowerów w dziesięciu miastach rezerwowanych za pomocą telefonu komórkowego i zwracanych na dowolnej stacji. System ten stanowi uzupełnienie dla przewozów realizowanych autobusami i pociągami. Klienci należący do systemu mogą korzystać z rowerów za darmo przez 30 minut dziennie. Również stacje rowerowe są dogodnie zlokalizowane, np. na przystankach publicznego transportu zbiorowego². Dostępne są także różne modele rowerów do wynajęcia - od rowerów przeznaczonych do kolarstwa górskiego po tandemy. Ponadto własne rowery można również bezpiecznie parkować, naprawiać lub czyścić. W Zagłębiu Ruhry istnieją 33 stacje rowerowe.

² W samym Essen na 80 przystankach (w tym dworcach) dostępnych jest 1 200 miejsc przeznaczonych do odstawiania rowerów, wyposażonych w bariery do mocowania rowerów, oraz 100 jednomiejscowych garaży wynajmowanych na okres co najmniej trzech miesięcy.

Analiza podsystemów publicznego transportu zbiorowego w Zagłębiu Ruhry w aspekcie integracji systemowej

Na rysunek 2.8 przedstawiono system kolei regionalnej na obszarze Zagłębia Ruhry³. Widać, że dworce, zintegrowane z pozostałymi systemami transportu zwłaszcza koleją metropolitalną i regionalną, zlokalizowane są w centrach miast.



Rys. 2.8. System kolei regionalnej w Zagłębiu Ruhry

Źródło: Marcin Rechłowicz, Vladyslav Bespalov; „Kolej regionalna jako element systemu komunikacyjnego konurbacji”, *Technika Transportu szynowego*, nr 5-6/2011, s.27-36.

O ile jednak podsystem kolejowy (S-Bahn, RB i RE) jest scentralizowany, planowany i obsługiwany przez jedną firmę mimo zróżnicowanego zasięgu funkcjonowania i zorientowania na różne grupy docelowe klientów i ich potrzeby, to pozostałe elementy systemu zwłaszcza autobusy i tramwaje są obsługiwane i zarządzane na poziomie operacyjnym indywidualnie w obrębie każdego z miast tworzących aglomerację. Posiadając najgęstsza sieć i obsługując potoki pasażerskie w obrębie podstawowych jednostek administracyjnych. Zapewniają one bardzo dużą dostępność transportu publicznego dla mieszkańców. Tam, gdzie zapotrzebowanie na przewozy jest największe, tj. promieniście w kierunku centrum miasta, występują w czterech miastach niezależne wyodrębnione systemy metra. W transporcie regionalnym, w obszarze aglomeracji podróże międzymiastowe

³ Na rysunku przyjęto następujące oznaczenia największych miast: B – Bochum, Bo – Bottrop, D – Düsseldorf, Do – Dortmund, Du – Duisburg, E – Essen, G – Gelsenkirchen, H – Hagen, He – Herne, K – Krefeld, M – Mülheim, MG – Mönchengladbach, N – Neuss, O – Oberhausen, R – Remscheid, S – Solingen, W – Wuppertal.

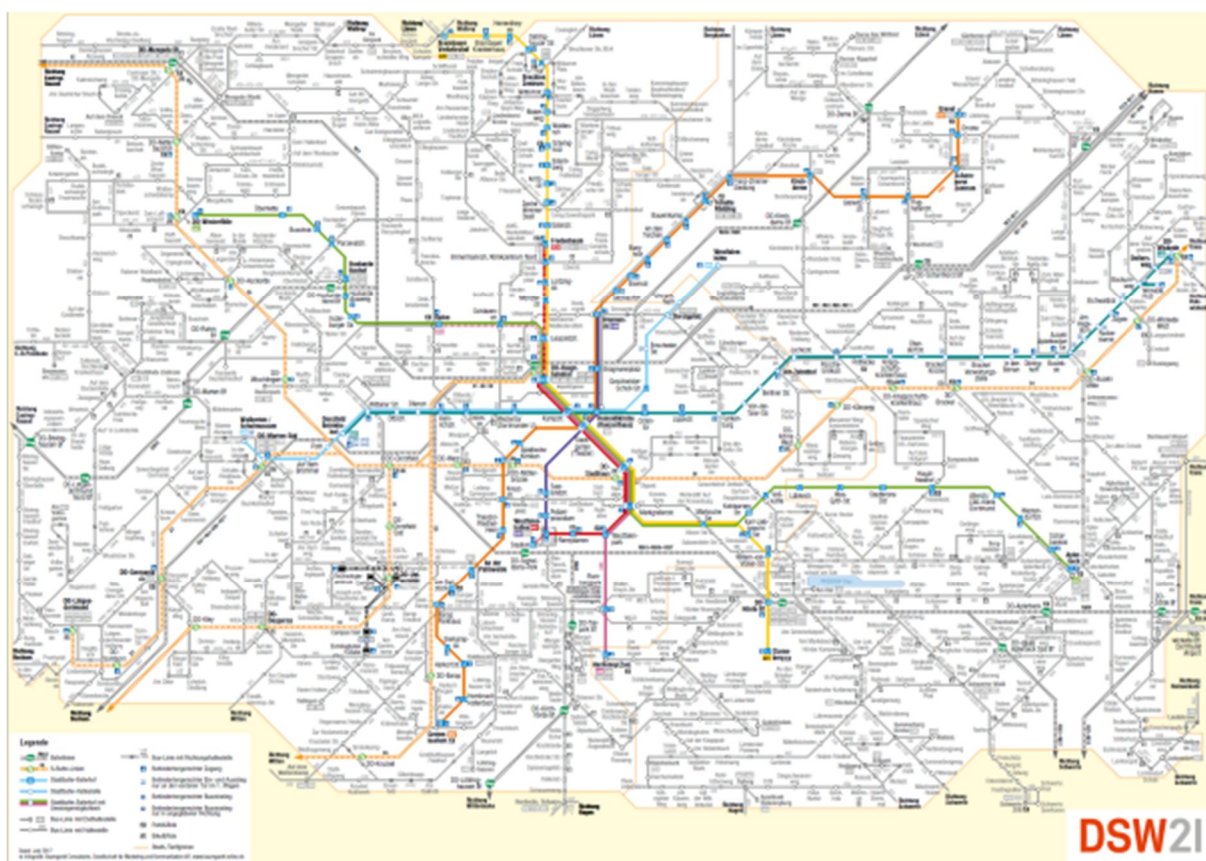
najczęściej realizowane są transportem kolejowym z wykorzystaniem S-Bahn w relacjach, na których występują największe potoki pasażerskie.

Najsilniej odosobnione, wyodrębnione z otoczenia, niespójne i rozproszone w skali całej metropolii i pozostające związane z poszczególnymi omówionymi już zintegrowanymi, samowystarczalnymi rejonami w tym także dużymi miastami wraz z ich ośrodkami satelickimi w zakresie funkcjonalnym pozostają ich systemy transportu szynowego: tramwaje i lekka kolej miejska obsługujące obszar przede wszystkim dzielnic poszczególnych jednostek administracyjnych, przebiegając promieniście w układzie drogowym i skupiając się w centrum najważniejszego w rejonie miasta oraz dodatkowo łącząc je z śródmieściami najbliższych otaczających miejscowości.

Problemy związane z integracją przedstawiono na przykładzie miast Dortmund, Bochum, Essen oraz Mülheim.

Dortmund

Na rysunku 2.9 przedstawiono plan sieci publicznego transportu zbiorowego w Dortmundzie.

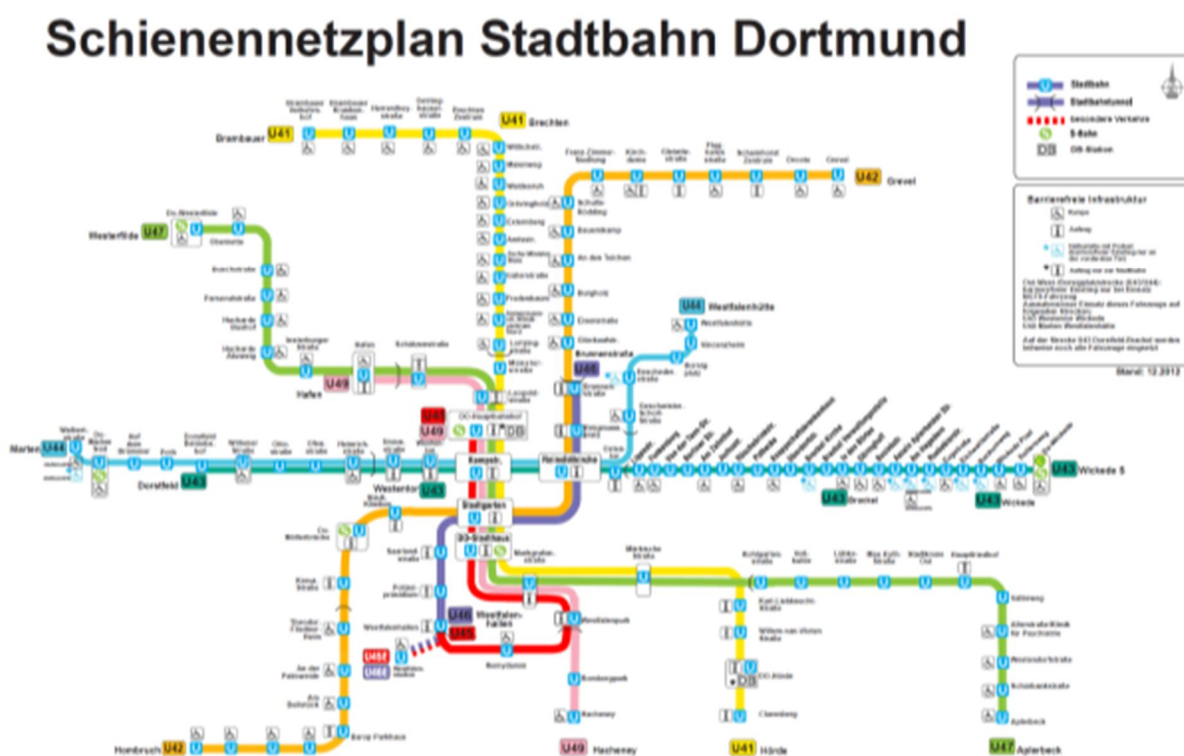


Rys. 2.9. Plan sieci publicznego transportu zbiorowego w Dortmundzie

Źródło: <https://www.netzplan-dortmund.de/index.php/de/netzplan> [dostęp 6.10.2018]

System publicznego transportu zbiorowego w Dortmundzie przedstawiony na rysunku 2.9 obejmuje również autobusy (w tym linie przyspieszone) oraz lekką kolej miejską zawierającą tramwaje i premetro.

Ważnym podsystemem na obszarze Dortmundu jest lekka kolej miejska (Stadtbahn), obejmujące sieć o łącznej długości 75 km oraz 125 przystanków, z czego pod ziemią znajduje się ponad 20 km torów oraz 27 stacji. Poza ścisłym centrum wszystkie 8 linii metra rozchodzą się promieniście w kierunku przedmieść i prowadzone są one już na powierzchni. Układ połączeń dla lekkiej kolei miejskiej (Stadtbahn) w Dortmundzie przedstawiono na rysunku 2.10.



Rys. 2.10. Sieć lekkiej kolei miejskiej w Dortmundzie.

Źródło: https://www.dortmund.de/media/p/stadtplanungs_und_bauordnungsamt/stadtplanung_bauordnung_downloads/stadtplanung_dl/Schienennetzplan_69_05_2012.pdf [dostęp 1.10.2018]

W systemie lekkiej kolei miejskiej (Stadtbahn) wykorzystywana jest infrastruktura normalnotorowa i zasilanie napięciem stałym 750 V z sieci górnej napowietrznej. Układ sieci kolejowej ma strukturę promienistą. Trzy przystanki, na dworcach: Dortmund Dworzec Główny, Dortmund-Huckarde Nord i Dortmund Hörde umożliwiają zmianę środka transportu na kolej regionalną lub S-Bahn, a kilka kolejnych - na zmianę linii danego systemu, w którym wykorzystywane są trzy typy pojazdów o łącznej liczbie 121.

W tabeli 2.1 zamieszczono wartości taktu podstawowego dla linii lekkiej kolei miejskiej (Stadtbahn) w Dortmundzie w rozbiciu na poszczególne okresy doby.

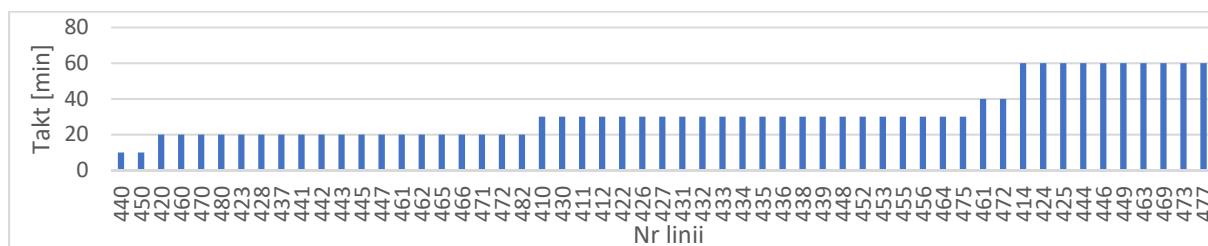
Tabela 2.1. Zestawienie wartości taktu podstawowego dla linii lekkiej kolei miejskiej w Dortmundzie

Linia	Takt [min]		Czas funkcjonowania w dni robocze
	W godzinach szczytu	Poza godzinami szczytu	
1	2	3	4
U41	20	30	3:10 – 1:10
U42	10	15	3:50 – 0:50
U43	5–10	15	3:00 – 1:15
U44	10	15	3:45 – 0:50
U45	10	30	4:00 – 1:15
U46	10	15	4:10 – 0:15
U47	10	15	3:45 – 0:10
U49	10	30	4:20 – 0:10

Źródło: Opracowanie własne na podstawie <http://mediencenter.vrr.de/thema/> [dostęp 7.10.2018]

Na najbardziej obciążonych odcinkach w centrum wprowadzane są dwie linie bis zwiększające częstotliwość kursowania pociągów do 5 minut.

Takt w transporcie autobusowym funkcjonującym na obszarze Dortmundu przedstawiono na rysunku 2.11. Dane pochodzą z roku 2014.



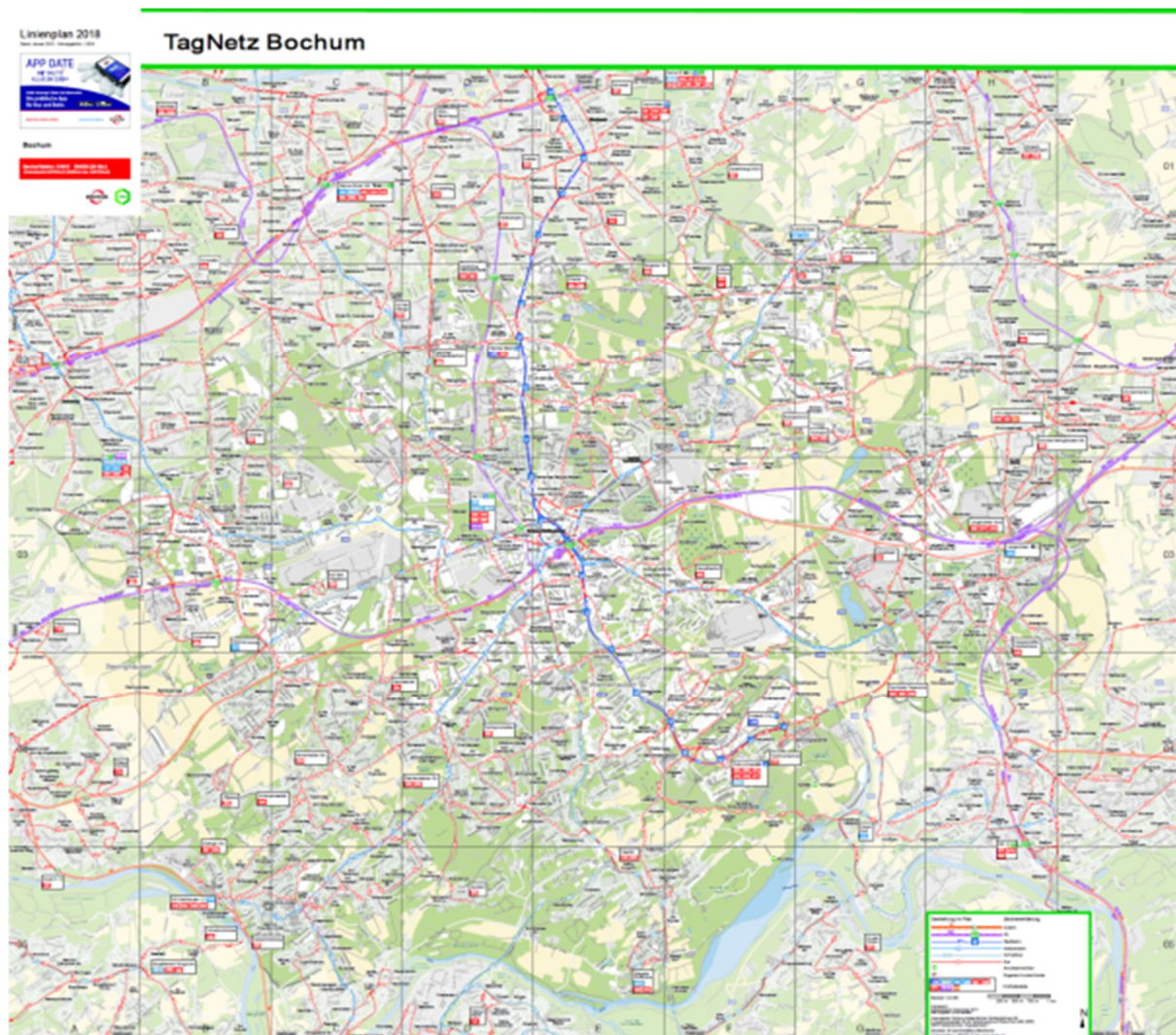
Rys. 2.11. Wykres taktów kursowania poszczególnych linii autobusowych w Dortmundzie

Źródło: Opracowanie własne na podstawie <http://mediencenter.vrr.de/thema/> [dostęp 7.10.2018]

Jak wynika z rysunku 2.11, średni takt dla linii autobusowej wyniósł 32 ± 15 min, przy czym częstotliwość kursowania poszczególnych linii jest dosyć zróżnicowana, przeważa takt 20 i 30 minutowy.

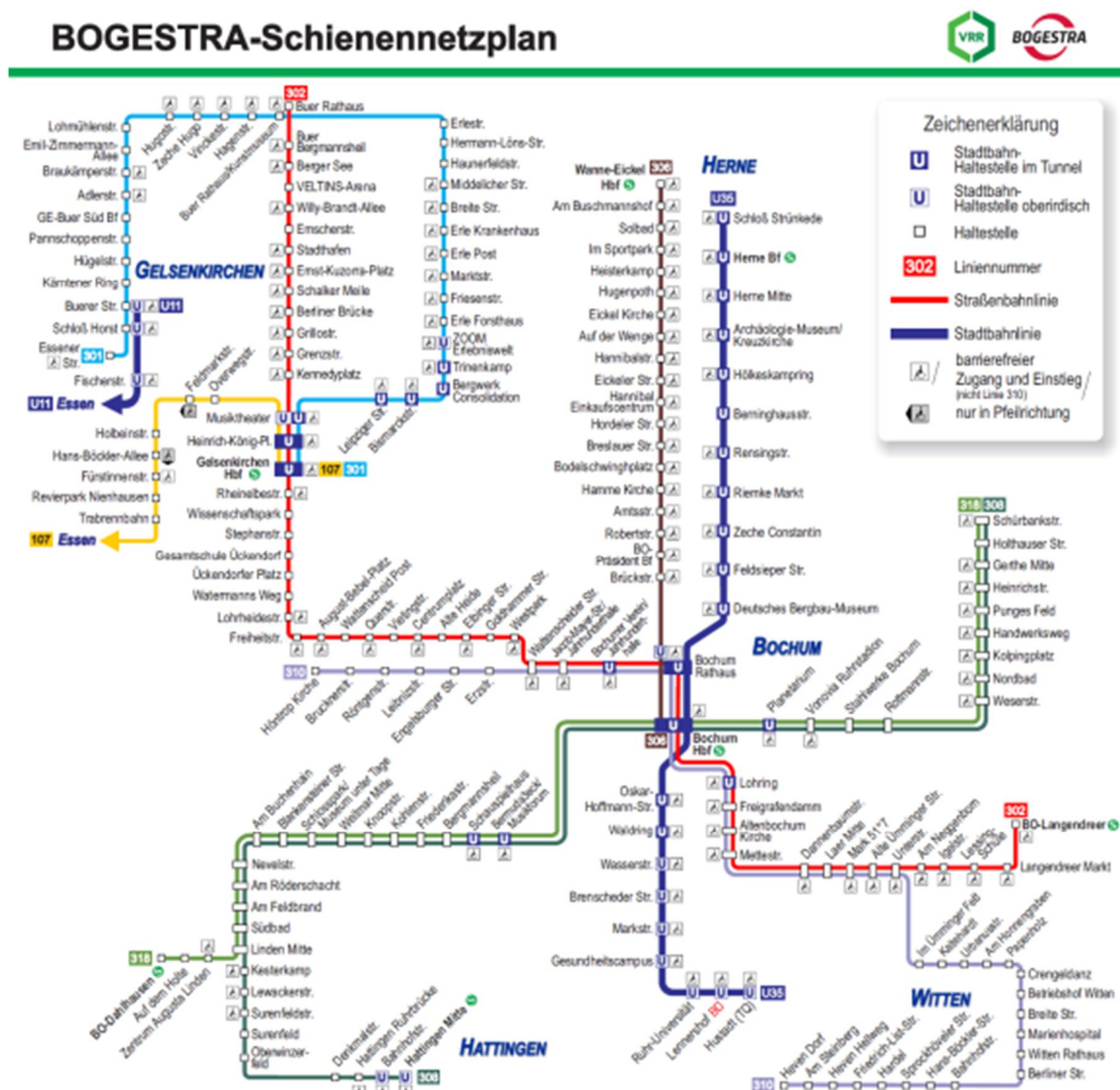
Bochum

Układ połączeń sieci publicznego transportu zbiorowego w Bochum przedstawiono na rysunku 2.12, natomiast sieć publicznego transportu szynowego na rysunku 2.13.



Rys. 2.12. Plan sieci publicznego transportu zbiorowego w Bochum

Źródło: <https://www.bochum.de/oepnv> [dostęp 21.10.2018]



Rys. 2.13. Sieć szynowego transportu publicznego w Bochum

Źródło: <https://www.bogestra.de/tickets-%26tarife/streckenplaene.html> [dostęp 17.09.2018]

System szybkiego tramwaju w Bochum obejmuje 7 linii o łącznej długości 86 km, przy czym tylko 11 km prowadzonych jest pod ziemią. Infrastrukturę stanowią szyny zarówno o wąskim rozstawie 1000 mm jak i normalnotorowe 1435 mm i zasilane prądem stałym o napięciu 600 i 750 V z sieci górnej, napowietrznej. W szczycie komunikacyjnym takt wynosi zależnie od linii 10 lub 20 min, a w pozostałych okresach 15 lub 30 min. W systemie miejskiej szybkiego tramwaju wykorzystywane są trzy rodzaje pociągów o łącznej liczbie 107. Przykładowy tabor wykorzystywany na linii U35 przedstawiono na rysunku 2.14.



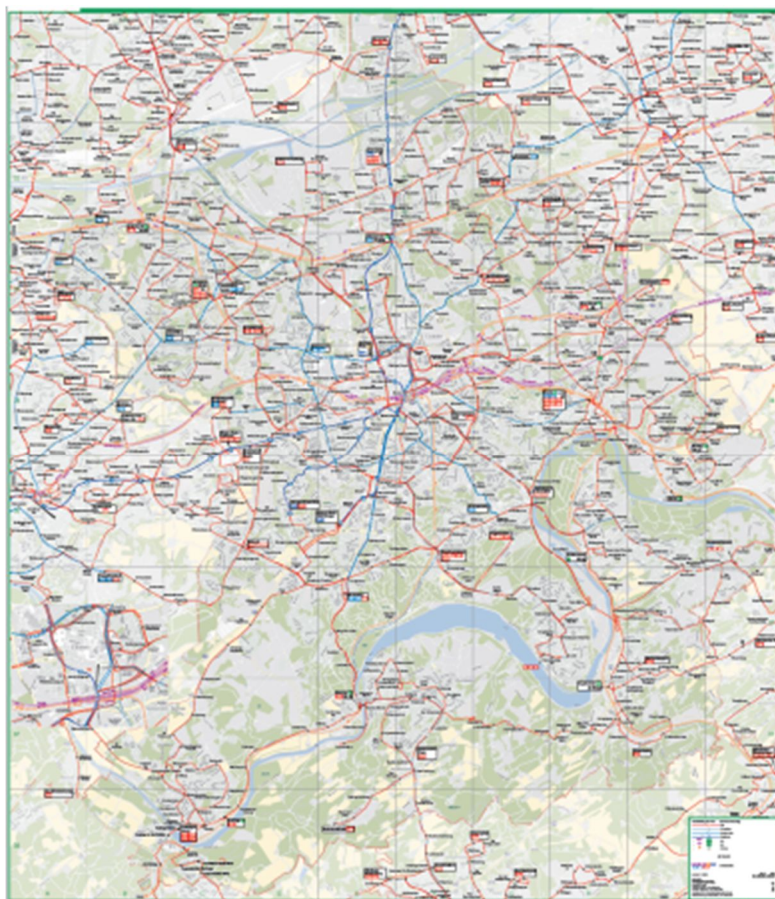
Rys. 2.14. Tabor wykorzystywany w systemie miejskiej szybkiego tramwaju w Bochum

Źródło: <https://www.bogestra.de/> [odsłona: 25.10.2018 r.]

Należy dodatkowo zauważyć, iż zgodnie z przedstawionymi informacjami o istnieniu nieformalnych, lecz rzeczywistych powiązań między sąsiednimi ośrodkami system transportowy został tak zorganizowany, by spełniać oczekiwania użytkowników. Dlatego w Bochum omawiany system nie tylko zapewnia sprawną komunikację poszczególnych dzielnic z centrum, ale łączy z nim również śródmieścia sąsiednich ośrodków, czyli Gelsenkirchen i Herne. Warto podkreślić, że w mieście funkcjonuje jeszcze transport autobusowy i tramwajowy.

Essen

Układ połączeń sieci publicznego transportu zbiorowego w Essen przedstawiono na rysunku 2.15, a na rysunku 2.16 - sieć szynowego transportu publicznego.



Rys. 2.15. Plan sieci publicznego transportu zbiorowego w Essen

Źródło: <https://www.ruhrbahn.de/essen/fahrplan/liniennetzplaene.html> [dostęp 21.09.2018]



Źródło: <https://www.ruhrbahn.de/essen/fahrplan/liniennetzplaene.html> [dostęp 09.2018]

Sieć lekkiej kolei miejskiej w Essen z uwzględnieniem dostępności dla niepełnosprawnych przedstawiono na rysunku 2.17, natomiast układ połączeń z podziałem na tramwaje zwykłe i przyspieszone ze wskazaniem na część naziemną i podziemną zamieszczono na rysunku 2.18.

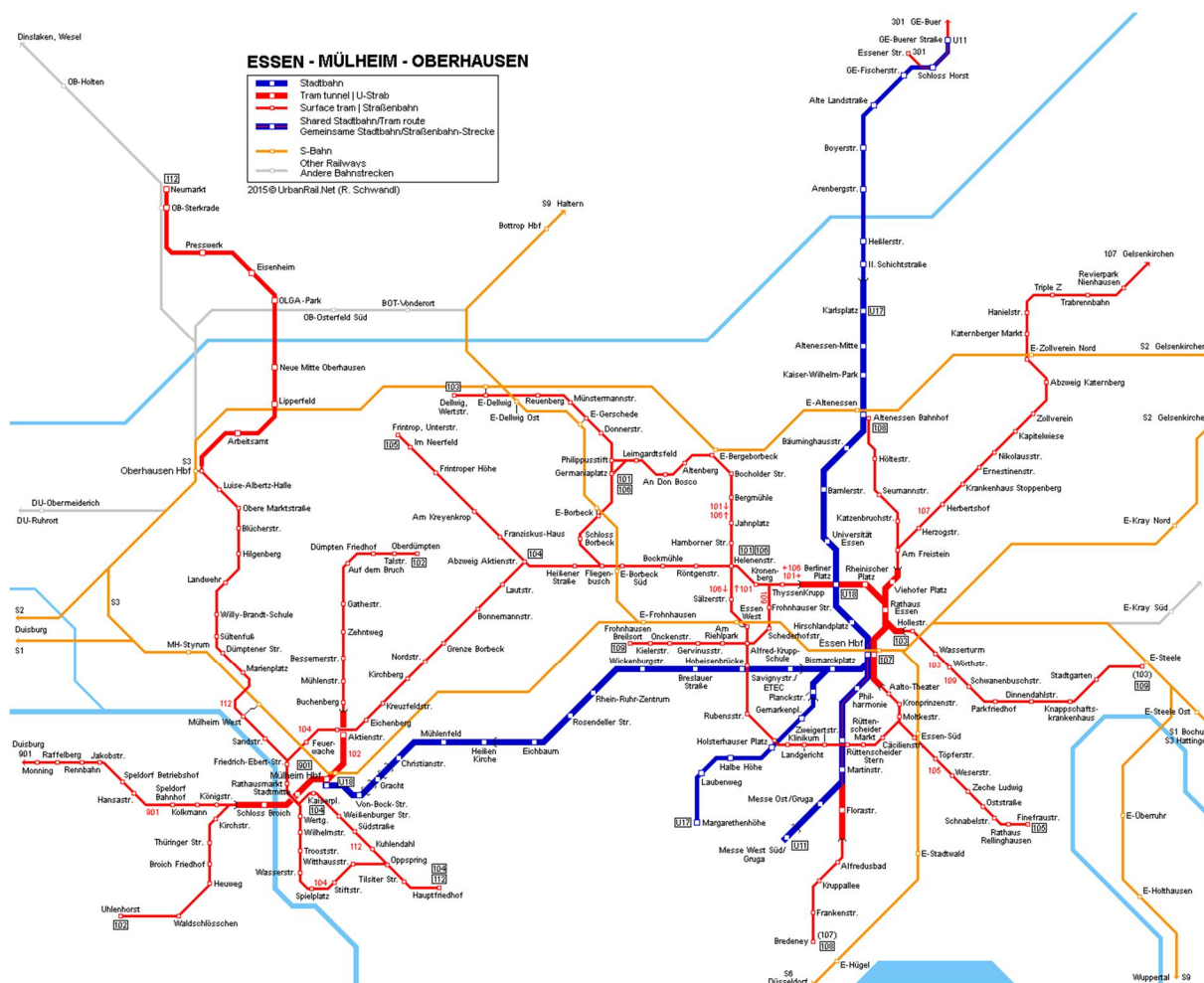


Rys. 2.17. Sieć lekkiej kolei miejskiej w Essen z uwzględnieniem dostępności dla niepełnosprawnych

Źródło: <https://www.ruhrbahn.de/essen/fahrplan/liniennetzplaene.html> [dostęp 18.09.2018]

Lekka kolej miejska w Essen wykorzystuje sieć normalnotorową o szerokości 1 435 mm i w znacznej części długości (całość 21,5 km), zwłaszcza w centrum prowadzona jest w tunelu. Dwie linie U11 i U18 można zakwalifikować jako typowe metro, bazujące na wydzielonej, niezależnej od innych systemów transportowych sieci. Wśród wykorzystywanych pojazdów wyróżnić należy tabor funkcjonujący również w ramach londyńskiego systemu Docklands Light Railway. Jedynym odstępstwem w zakresie sieci jest występowanie w tunelu jednego odcinka o długości 1,9 km między przystankami Essen Dworzec Główny i ulica Martina, współdzielonego z systemem tramwajowym wykorzystującym wąski tor o szerokości 1 000 mm. Na wskazanym odcinku zastosowano torowisko trzyszynowe. Linia U17 biegnie w kierunku północnych części miasta i poza centrum wyjeżdża na powierzchnię. Torowisko zlokalizowane jest w poziomie gruntu, jednak na całej trasie wszystkie ze wskazanych linii

wyposażone są w wysokie perony, podczas gdy system tramwajowy wykorzystuje perony niskie, poza współdzielonym z koleją miejską fragmentem podziemnym.



Rys. 2.18. Sieć lekkiej kolei miejskiej w Essen z podziałem na tramwaje i metro ze wskazaniem na część naziemną i podziemną

Źródło: http://www.urbanrail.net/eu/de/e/essen_de.htm [dostęp 19.09.2018]

Wszystkie trzy linie kolei lekkiej (U11, U17 i U18) działają w tym samym takcie: każda linia jest obsługiwana co 10 minut w godzinach szczytu, co 15 minut w godzinach wieczornych oraz w weekendy lub święta oraz co 30 minut późnym wieczorem. Zastosowany w szczycie komunikacyjnym takt podstawowy pozwala na wspólnym odcinku zachować wysoka częstotliwość, rytmiczność i powtarzalność przejazdu pojazdów kolejnych linii zawsze w tej samej sekwencji, kolejności, dzięki czemu nawet przewidywanie kolejnego odjazdu jest deterministyczne i stałe do określenia tj. kolejne odjazdy co 5, 2 i 3 min. W związku z przebiegiem wszystkich trzech linii na wspólnym odcinku najbardziej obciążonym w ciągu dnia potokami pasażerskimi wynika częstotliwość wynosi co najmniej 5 min i zmienia się między kolejnymi kursami dając średnio około 3,3 min. W związku z regularną organizacją międzynarodowych targów, rozkład jazdy wprowadza modyfikacje częstotliwości zarówno

w okresach szczytu, jak i poza nim. Kolej miejska funkcjonuje jedynie w ciągu dnia, kończąc bieg o godzinie 23.00.

Ważnym środkiem transportu w Essen jest również tramwaj. System transportu tramwajowego w Essen obejmuje 8 linii o łącznej długości 54 km obsługiwanych przez trzy typy pojazdów w liczbie 117, zasilanych napięciem 750 V prądu stałego z górnej, napowietrznej sieci. Torowisko ma długość 52 km o szerokości 1 000 mm i w większości nie jest wydzielone, ale prowadzone w ulicach, dzielone z ruchem samochodowym. Jedynie jedna trzecia taboru jest niskopodłogowa. Linia 107 łączy Essen z Gelsenkirchen natomiast linia 104 z Mülheim. W tabeli 2.2 zamieszczono wartości podstawowego taktu dla poszczególnych linii tramwajowych w Essen.

Tabela 2.2. Takt podstawowy poszczególnych linii tramwajowych w Essen

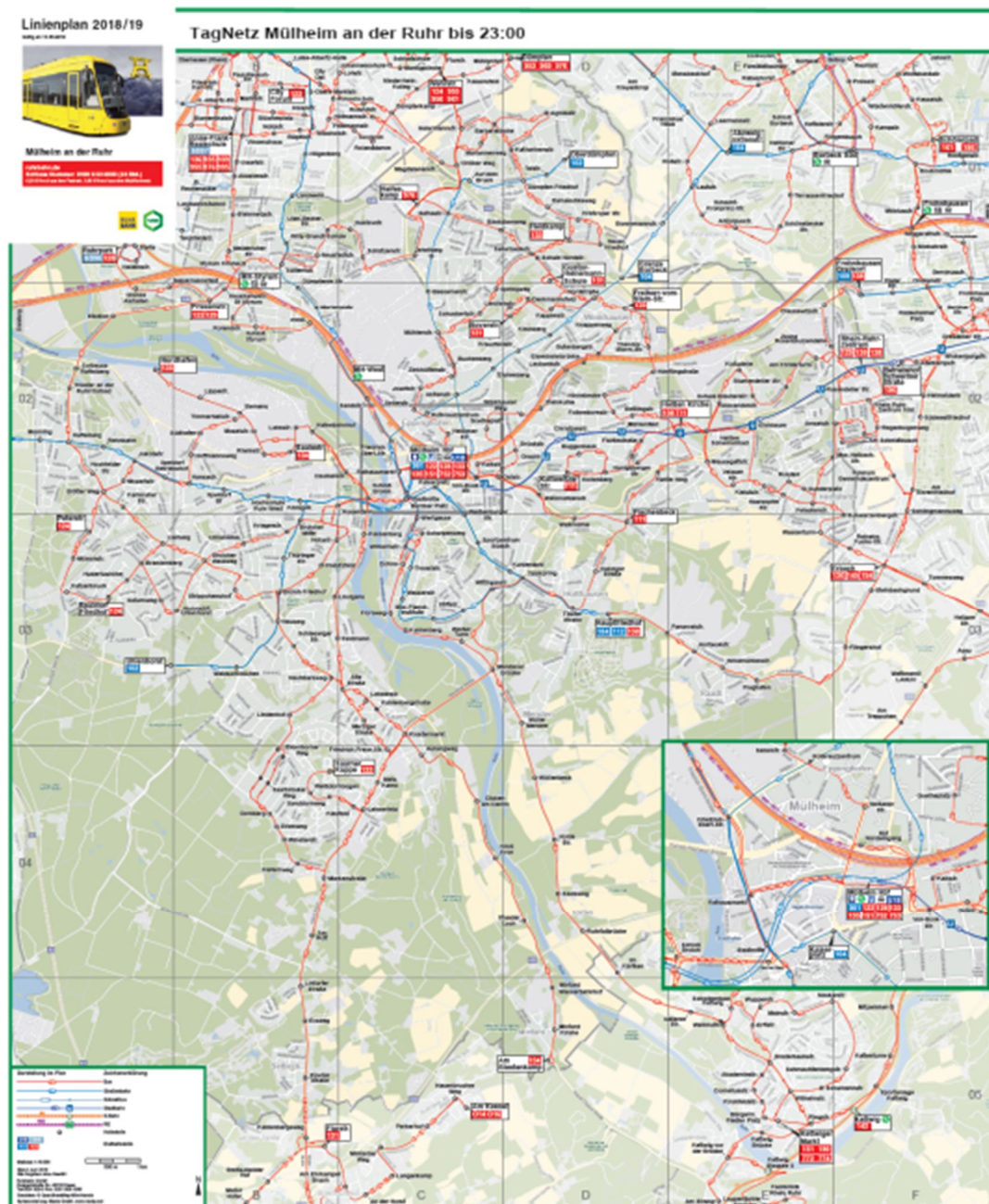
Linia	Takt [min]		
	Dni robocze (Pon-Pt)	Sobota	Niedziela
1	2	3	4
101	10	15	30/15
103	10	15	30/15
104	10/20	15/30	30
105	10	15	30/15
106	10	15	15
107	20/10/5	30/15	30/15
108	10	15	15
109	10	15	15

Źródło: Opracowanie własne na podstawie

http://www.urbanrail.net/eu/de/e/essen_de.htm [dostęp 19.09.2018]

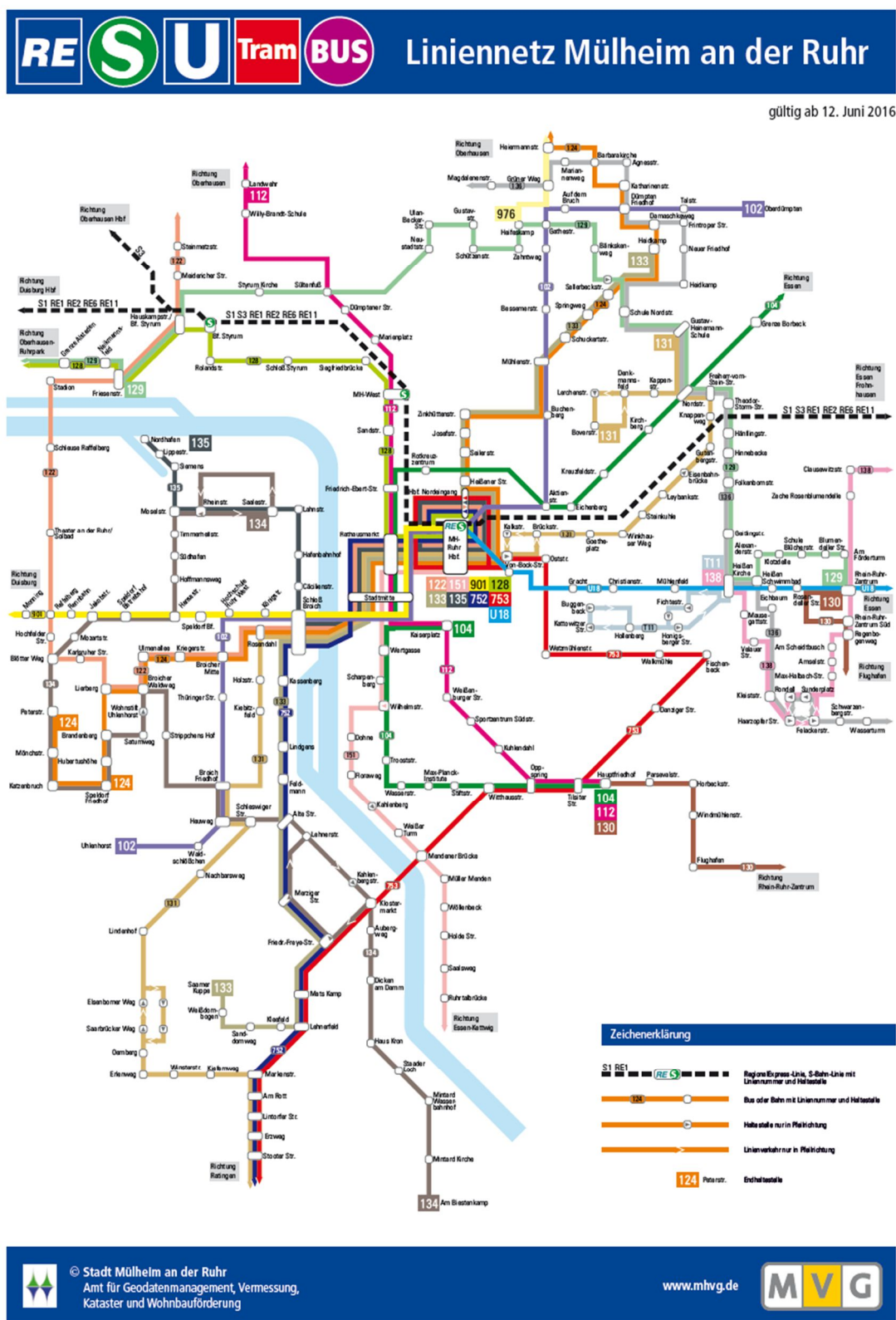
Mülheim an der Ruhr

System transportowy miasta Mülheim funkcjonuje bardzo podobnie jak opisany wcześniej transport publiczny w Essen. Występują trzy linie tramwajowe o łącznej długości 36,2 km. Tabor liczy 32 pojazdy zasilane napięciem 750 V prądu stałego z górnej, napowietrznej sieci, poruszający się po wąskim torze o szerokości 1 000 mm. Wyraźnie wyróżnia się linia nr 102, prowadzona w znacznej większości w tunelu i jako premetro obsługująca największe potoki pasażerskie. Schematy sieci publicznego transportu zbiorowego w Mülheim zamieszczono na rysunkach 2.19 i 2.20.



Rys. 2.19. Plan sieci publicznego transportu zbiorowego w Mülheim

Źródło: <https://www.ruhrbahn.de/muelheim/fahrplan/linienplaene.html> [dostęp 21.09.2018]



Rys. 2.20. Schemat sieci publicznego transportu zbiorowego w Mülheim

Źródło: <https://www.ruhrbahn.de/muelheim/fahrplan/linienplaene.html> [dostęp 21.09.2018]

Integracja taryfowa w Zagłębiu Ruhry

Wspólny bilet obowiązuje na wszystkie środki transportu publicznego w całym obszarze zarządzanym przez trzech niezależnych operatorów transportu (RB, RE, S-Bahn) obejmujących zasięgiem cały kraj związkowy Nadrenię Północną – Westfalię. Zróżnicowane bilety są dostosowane do potrzeb indywidualnych grup użytkowników.

Bilety okresowe bazują na podziale strefowym regionu. Stawki dostosowane są do liczby jednostek terytorialnych, w obszarze których odbywają się podróże. Bilety okazjonalne wprowadzają dodatkową zależność od czasu podróży umożliwiając dostosowanie oferty przewozowej do indywidualnych potrzeb użytkowników. Wyróżnia się m.in. bilety uprawniające do jednej lub czterech podróży, bilety 24 godzinne, weekendowe, wspólne dla kilku osób, przy czym wszystko zróżnicowane jest ze względu na zasięg przemieszczeń mierzony liczbą przekraczanych stref i granic obszaru zarządzania transportem publicznym przez VRR. Wprowadzane są również zniżki dla uczniów i studentów, które często są zróżnicowane, niezależne od podziału strefowego.

Dostępnych jest 8 portali pozwalających na zakup zintegrowanego biletu elektronicznego, niezależny dla każdego lokalnego organizatora transportu.

Podsumowanie

Na podstawie przygotowanego opracowania i przeprowadzonej analizy systemu transportu publicznego w Zagłębiu Ruhry oraz porównania regionu do konurbacji górnośląskiej należy zauważyć, iż obie aglomeracje są bardzo podobne. Współczesny sposób funkcjonowania, policentryczna struktura przestrzenna, skupienie znacznego potencjału demograficznego i przemysłowego na niewielkim obszarze, gęsta sieć infrastruktury transportu oraz ten sam charakter powstania i rozwoju w przeszłości sprawiły, że oba regiony mogą być porównywane oraz posiadają wiele wspólnych cech. Dlatego należy w tym miejscu jeszcze raz zebrać wszystkie spostrzeżenia związane z funkcjonowaniem Zagłębia Ruhry i jego systemu transportu publicznego, a zwłaszcza z koleją metropolitalną i integracją międzygałęziową. Pozwoli to wyszczególnić wszystkie zalety i właściwe zasady funkcjonowania oraz zastosować je w Górnośląsko-Zagłębiowskiej Metropolii dla zapewnienia zrównoważonego i innowacyjnego rozwoju, aby uniknąć niepotrzebnych błędów i czerpać ze wzorców posiadających cechy podobne do naszej aglomeracji czyli przede wszystkim policentryczność i postindustrializm.

System publicznego transportu zbiorowego w Zagłębiu Ruhry bazuje na wielu gałęziach transportu, przy czym zapewniony został wysoki poziom integracji na wielu poziomach funkcjonowania. Jest to przede wszystkim transport oparty o jeden system taryfowo-biletowy pozwalający na swobodne przemieszczanie się i korzystanie bez barier z dowolnych elementów systemu przez mieszkańców w obszarze gmin oraz z całego zasięgu działania związku regionalnego. Liczne punkty przesiadkowe pozwalają podróżnym na realizowanie podróży złożonych, intermodalnych, a przez to dostosowanych do indywidualnych potrzeb,

realizowanych w systemie nawet od drzwi do drzwi bez nadmiernego obciążania systemu, tj. bez konstruowania przez organizatora bardzo złożonych tras i wyznaczaniu bardzo gęstej sieci każdej z gałęzi transportu publicznego odrębnie.

Kolejnym elementem integracji jest występowanie tylko jednego organizatora planującego funkcjonowanie i sieć wszystkich rodzajów transportu publicznego, które ściśle ze sobą współpracują, nie ma żadnych przejawów konkurencji. Poszczególne miasta oddziałują na jego działanie w swoim obszarze niezależnie tam, gdzie ma to na celu dostosowanie oferty do potrzeb lokalnych ale bez naruszania działania systemu jako całości czyli tylko wtedy, gdy nie wpływa to i nie skutkuje zmianami w pozostałych obszarach. Mamy tutaj do czynienia z gałęziami transportu i operatorami ściśle ze sobą współpracującymi dla realizacji tylko jednego celu nadrzędnego jakim jest najefektywniejsza z punktu widzenia podróży realizacja przewozów. Uwzględniono specyfikę obszaru, czyli przede wszystkim policentryczność (występowanie wielu równorzędnych miast, brak jednego centrum), silne związki i ściśle powiązanie poszczególnych ośrodków przy jednoczesnej odrębności i pewnej samowystarczalności miast tworzących aglomerację. W Zagłębiu Ruhry funkcjonuje zatem transport publiczny, który wykorzystuje zalety poszczególnych gałęzi transportu w realizacji zróżnicowanych zadań na zróżnicowanych trasach.

Rdzeniem systemu jest transport kolejowy, najmniej elastyczny, współdzielący infrastrukturę z konwencjonalną koleją dalekobieżną, regionalną i transportem towarowym. System S-Bahn oraz w pewnym zakresie Regional Bahn i Regional Express łączą wszystkie główne ośrodki aglomeracji i jako jedyne obsługują w sposób bezpośredni wszystkie występujące na danych trasach potoki pasażerskie. Brak innych gałęzi transportu we wskazanych relacjach podyktowane jest koniecznością zapewnienia dla transportu kolejowego potoków pasażerskich wystarczająco dużych aby przewozy te były rentowne. Pojawienie się na wskazanych trasach innych gałęzi powodowałoby konkurencję i obniżenie efektywności. Dodatkowo są to odległości na tyle duże, że najefektywniej jest je pokonywać koleją. Przystanki systemu S-Bahn zlokalizowane są w centach miast i mają charakter punktów przesiadkowych, dworców obsługiwanych przez różne gałęzie transportu. Poza systemami Park&Ride i Bike&Ride stanowiących swoiste uzupełnienie systemu najważniejsze są w tych punktach metro, autobusy i tramwaje, które spełniają dwoistą rolę. Z jednej strony pełnią funkcję dowozowo-odwozową dla transportu kolejowego w połączeniach międzymiastowych w obszarze Zagłębia Ruhry, a drugiej - obsługują podróży w poszczególnych miastach. Odrębność poszczególnych ośrodków była już w tym punkcie wielokrotnie przytaczana. Ta niezależność miast sprawiła, że sieć transportu autobusowego, tramwajowego i metra jest zawsze zwarta i odrębna dla każdego z miast, często bardzo rozległych.

Systemy metra występujące w kilku miastach obsługują największe potoki pasażerskie występujące w relacji między przedmieściami i dzielnicami mieszkalnymi a ścisłym centrum. Zapewnia to duży komfort podróży i krótki czas przemieszczania niezależny od występowania szczytów komunikacyjnych i znacznego zatłoczenia dróg dojazdowych do miasta. Wykorzystuje się tutaj również dużą zdolność przewozową tego środka transportu,

który może zastąpić kilka linii autobusowych porównując pojemność i przepustowość. Ostatnim ogniwem systemu transportowego są autobusy i tramwaje, najbardziej elastyczne ze wszystkich wykorzystywanych rodzajów transportu publicznego w Zagłębiu, gwarantują dużą dostępność systemu dla podróżnych, obsługują wszystkie zakątki miasta. Trasy mogą być łatwo zmienione dla lepszego dopasowania do potrzeb, zapewniają niewielkie odległości przystanków od miejsc zamieszkania, stanowią swoiste uzupełnienie systemu, pełnią rolę dowozowo-odwozową. Występują w relacjach mniej obciążonych znaczna liczba takich relacji w związku ze zróżnicowaniem przestrzennym różnych celów podróży jest najwyraźniej widoczna w aglomeracjach policentrycznych.

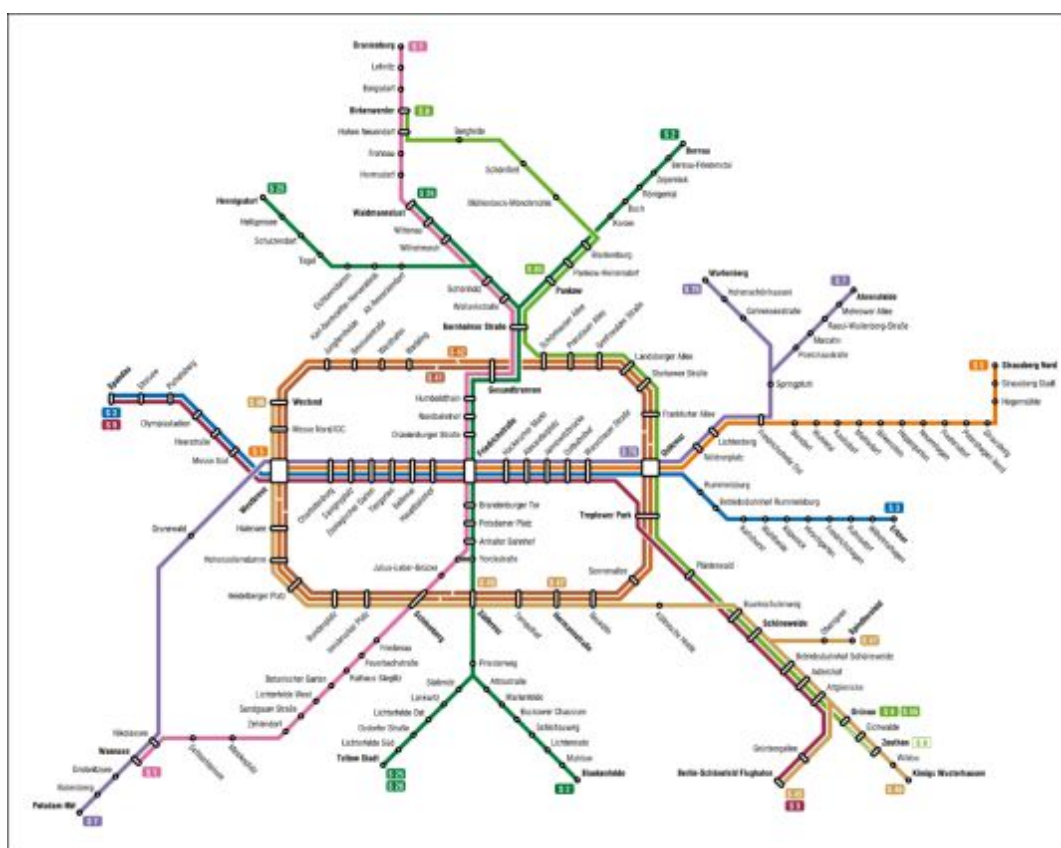
Podsumowując powyższe rozważania i analizy dotyczące Zagłębia Ruhry nie można mówić o funkcjonującym tu systemie kolei aglomeracyjnej, ale o systemie zintegrowanego publicznego transportu zbiorowego bazującego na wielu gałęziach transportu wykorzystującym poszczególne środki do zróżnicowanych zadań w taki sposób, aby w pełni wykorzystać ich potencjał. Przy czym kolej aglomeracyjna, regionalna, metro, autobusy i tramwaje są ściśle ze sobą współpracującymi podsystemami realizującymi odmienne zadania i obsługującymi różne relacje. Celem nadrzędnym jest efektywny przewóz pasażerów zgodnie z ich oczekiwaniami, przy minimalizacji uciążliwości przemieszczania poprzez wspólny bilet, synchronizację rozkładu jazdy, redukcję i przesunięcie linii.

3. SZYBKA KOLEJ MIEJSKA W BERLINIE

Ogólna charakterystyka funkcjonalna

Szybka kolej miejska w Berlinie (S-Bahn Berlin) wspólnie z metrem, tramwajem, autobusami miejskimi i promami zapewnia obsługę transportową stolicy Niemiec. System składa się z 15 linii obsługujących 166 stacji (w tym na terenie Berlina 133), przy czym 6 z nich zlokalizowanych w tunelach podziemnych. Łączna długość linii wynosi 331,5 km. Część z nich wyjeżdża poza granice miasta (np. do Poczdamu). Linie S-Bahn w większości prowadzone są estakadą kolejową. Pod centrum Berlina znajduje się również specjalny tunel, który przebiega na trasie północ-południe.

Na rysunku 3.1 przedstawiono schemat linii szybkiej kolei miejskiej w Berlinie.



Rys. 3.1. Schemat linii S-Bahn Berlin

Źródło: <https://sbahn.berlin/liniennetz/> [dostęp: 13.10.2018]

Średnia prędkość eksploatacyjna wynosi 40 km/h przy takcie podstawowym równym 5 minut. Znaczna część linii kursuje przez całą dobę, jedynie niektóre z nich nie kursują w nocy.

Za eksploatację i utrzymanie pojazdów odpowiedzialny jest operator S-Bahn Berlin GmbH należący do grupy Deutsche Bahn. S-Bahn Berlin to pierwsza niemiecka szybka kolej

miejska oznaczona jako S-Bahn, pierwowzór klasycznej SKM na całym świecie z niezależnym szlakiem i wysokimi peronami, a obok S-Bahn Hamburg, jedyna w Niemczech ze składami samobieżnymi zasilanymi prądem stałym z bocznej szyny zbiorczej. S-Bahn Berlin przewozi dziennie przeciętnie 1,3 mln pasażerów, natomiast roczna wielkość przewozów kształtuje się na poziomie 416,8 mln osób⁴.

Właścicielem infrastruktury S-Bahn jest DB Netz AG, spółka zależna od Deutsche Bahn, powstała podczas drugiego etapu reformy kolejowej w Niemczech. Zarządza ona również operacyjnie trasami. Sieć kolejowa berlińskiego S-Bahn jest w znacznym stopniu wydzielona od reszty sieci kolejowej. Gwarantuje to funkcjonowanie niezależne od reszty obsługi transportowej miasta. W eksploatacji wykorzystywane są linie normalnotorowe o szerokości 1 435 mm. Tabor zasilany jest z trzeciej szyny o nominalnym napięciu 750 V.

W związku z tym, że Berlin jest bardzo dużą metropolią, na jego obszarze, również na skutek historycznych zaszczości, zlokalizowanych jest bardzo dużo różnego typu dworców kolejowych. Wiele z nich została wykorzystana do obsługi ruchu miejskiego koleją typu S-Bahn. Dzięki temu w przeważającej większości dostęp do tego środka transportu ograniczył się do zaadoptowania istniejących obiektów bez konieczności tworzenia nowych stacji czy przystanków osobowych.

Dworce wykorzystywane przez system S-Bahn muszą spełnić szereg wymagań co do ich wyposażenia. Na dworcach i przystankach osobowych występują m.in.:

- windy z komunikatami głosowymi i oznaczeniem przycisków dla niewidomych,
- kosze na śmieci,
- ławki dla oczekujących,
- centrum obsługi klienta,
- schody ruchome,
- tablice informacyjne z planem sieci i rozkładem jazdy,
- znaki informujące podróżnych o niebezpieczeństwie, np. koniec peronu, nadjeżdżający pociąg, zakaz przejścia,
- stacje dla rowerów,
- automaty biletowe,
- zegar,
- wyświetlacz przy każdej krawędzi peronu zawierający informację o najbliższych odjeżdżających pociągach, numerach linii, kierunkach i przewidywanym czasie przyjazdu/odjazdu.

Szybka kolej miejska S-Bahn Berlin wykorzystuje 650 dwuczłonowych pociągów trzech typów: 480, 481 oraz 485. Podstawowe parametry techniczno-eksploatacyjne zostały zestawione w tabeli 3.1.

⁴ Dane dla 2015 roku.

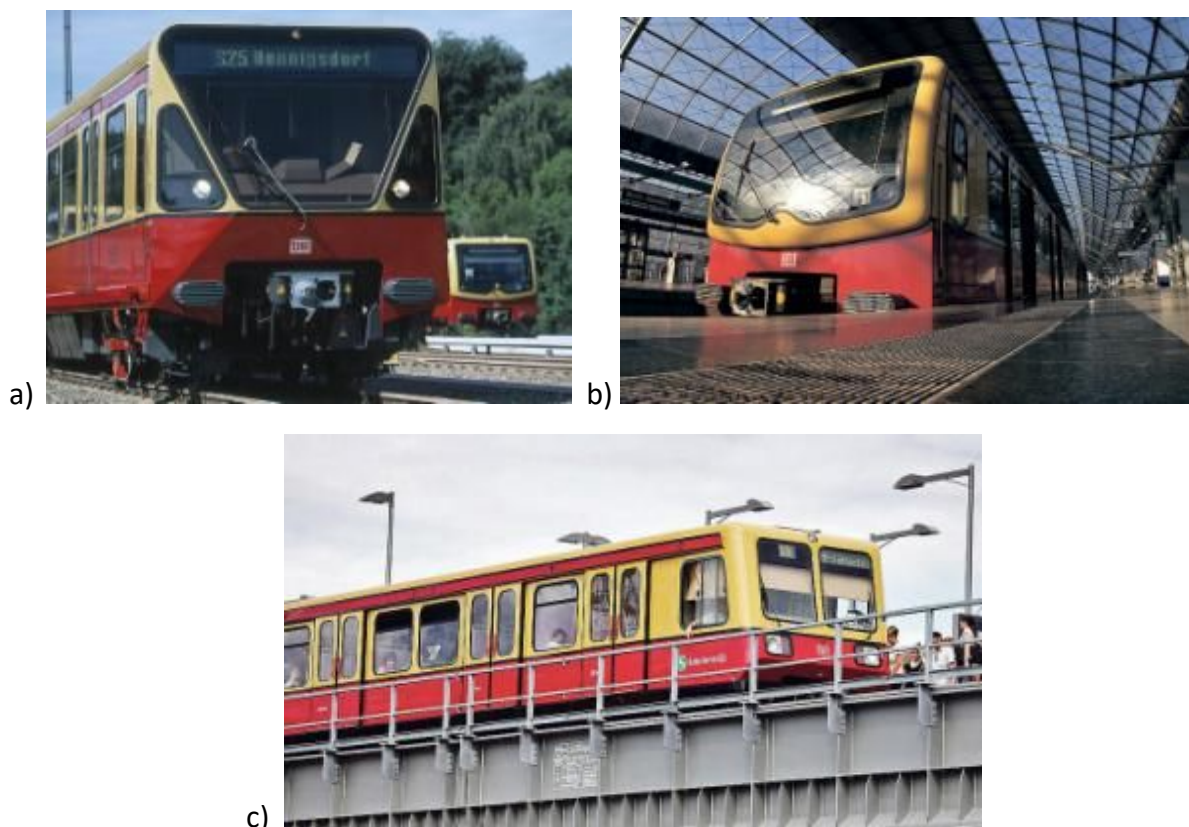
Tabela 3.1. Zestawienie podstawowych informacji co do taboru wykorzystywanego przez S-Bahn Berlin

Parametr	Seria 480	Seria 481	Seria 485
1	2	3	4
Rok zakupu	1984	1996	1987
Liczba kabin/układ	2 (pojazd dwukierunkowy)	Dwuczłonowy	Wagon napędowy/doczepny
Liczba pojazdów	35	250	40 pojazdów dwuwagonowych
Długość	36 800 mm	36 800 mm	36 200 mm
Szerokość	3 120 mm	3 140 mm	3 000 mm
Wysokość	3 600 mm	3 585 mm	brak danych
Wysokość podłogi	1 100 mm	1 000 mm	1 120 mm
Liczba miejsc siedzących	92	94	97 (w wagonie napędowym: 43, w wagonie doczepnym: 54)
Liczba miejsc stojących	250	200	253
Rozstaw osi wózka	2 200 mm	2 200 mm	2 200 mm
Prędkość maksymalna	100 km/h	100 km/h	90 km/h
Maksymalne przyspieszenie	1,3 m/s ²	1,0 m/s ²	0,68 m/s ²
Moc napędowa	8 x 90 kW = 720 kW	6 x 97,5 kW = 585 kW	4 x 120 kW = 480 kW
Masa pojazdu	59,0 t	59,0 t	60,0 t

Źródło: Opracowanie własne na podstawie <https://sbahn.berlin/en/about-us/vehicle-fleet/current-vehicle-fleet/> [dostęp: 13.10.2018]

Jednostki serii 480 i 485 wyposażone są w wagony nieprzechodnie, natomiast najnowsze serii 481 zapewniają szerokie przejścia między dwoma wagonami ćwierćpociągu⁵. Na rysunku 3.2. zamieszczono zdjęcia jednostek taboru wykorzystywanych w S-Bahn Berlin.

⁵ S-Bahn Berlin wykorzystuje standardowe pojazdy składające się z tzw. „ćwierćpociągów” (Viertelzug). Jeden ćwierćpociąg składa się z dwóch wagonów, w tym jednego sterowniczego. Dwa spięte ze sobą ćwierćpociągi tworzą jeden półpociąg, który może kursować samodzielnie jako dwukierunkowy. Do półpociągu można dołączyć jeszcze jeden ćwierćpociąg (spotykane są takie składy) lub jeden półpociąg. W tym drugim przypadku uzyskuje się skład o maksymalnej długości dopuszczanej przez perony [http://inforail.pl/s-bahn-berlin_more_63592.html, odsłona z dn.10.11.2018 r.]



Rys. 3.2. Tabor wykorzystywany w S-Bahn Berlin: a) seria 480, b) seria 481, c) seria 485

Źródło: <https://sbahn.berlin/en/about-us/vehicle-fleet/current-vehicle-fleet/> [dostęp: 13.10.2018]

W pociągach serii 481 informacja pasażerska w pociągu jest dostarczana za pomocą światłowodu i automatycznego systemu powiadamiania. Planuje się, że w roku 2021 do obsługi liniowej wejdzie 21 dwuczłonowych pojazdów serii 483 i 85 czteroczłonowych typu 484.

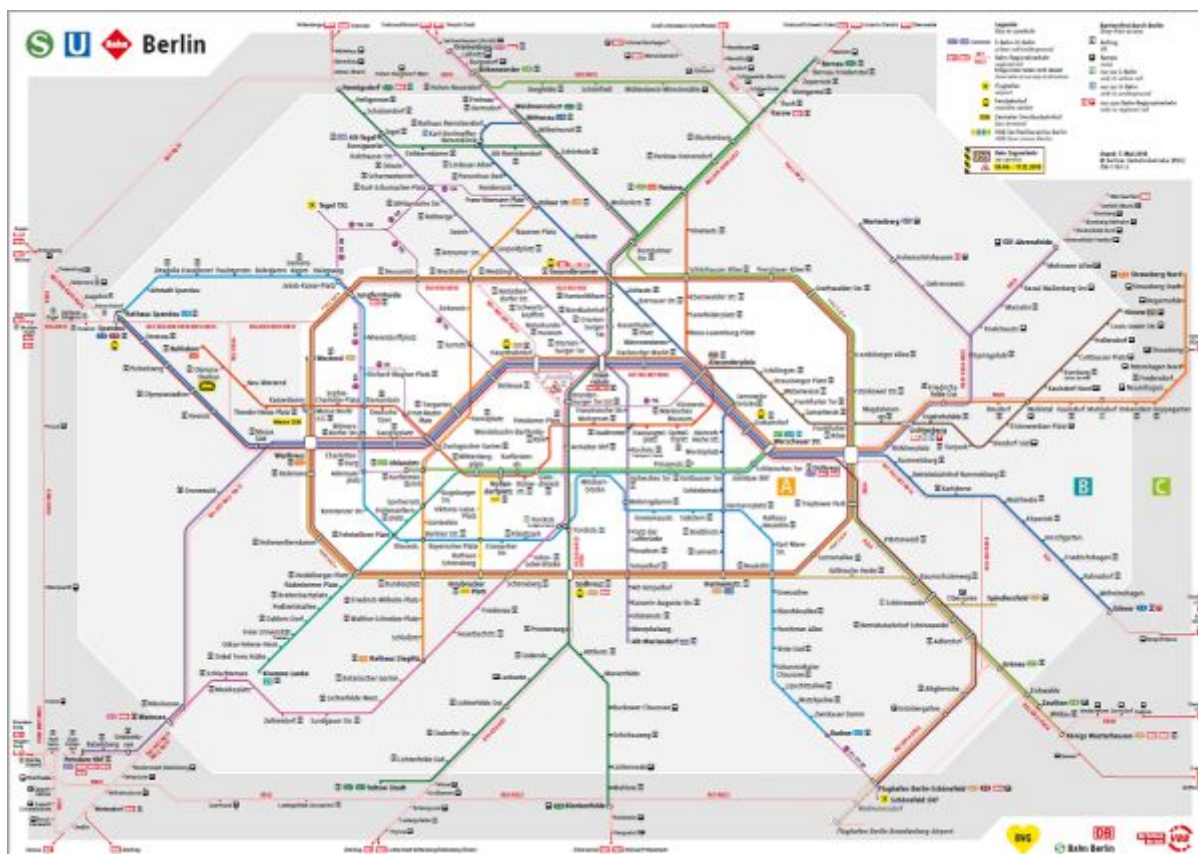
Integracja systemowa

System kolei miejskiej w Berlinie należy do najbardziej rozbudowanych systemów kolei miejskiej na świecie⁶. Na rysunku 3.3. został przedstawiony plan sieci kolejowej Berlina.

Analiza schematu przedstawionego na rysunku 3.3. pozwala zauważyć, że gęstą siecią mamy do czynienia w tym mieście. Widać, że podsystemy transportu kolejowego czyli S-Bahn, Regional Bahn (RB) i Regional Ekspres (RE) wzajemnie się uzupełniają w zakresie obsługiwanych połączeń. Najwięcej linii przebiega w kierunku północ-południe oraz wschód-zachód, w których można zaobserwować wiele odcinków sieci kolejowej wykorzystywanych przez różne podsystemy. Ponadto charakterystycznym elementem układu torowego miasta

⁶ Marek Graff: „Kolej miejska w Berlinie”. Technika Transportu szynowego, nr 12/2009, s.26-39.

jest wyraźnie widoczna obwodnica (Ringbahn⁷), pierścień zapewniający obsługę poszczególnych dzielnic miasta z pominięciem ścisłego centrum o długości około 37,5 km. Linia wyposażona jest w cztery tory, przy czym dwa z nich wykorzystywane są przez S-Bahn, a pozostałe przez pociągi towarowe.

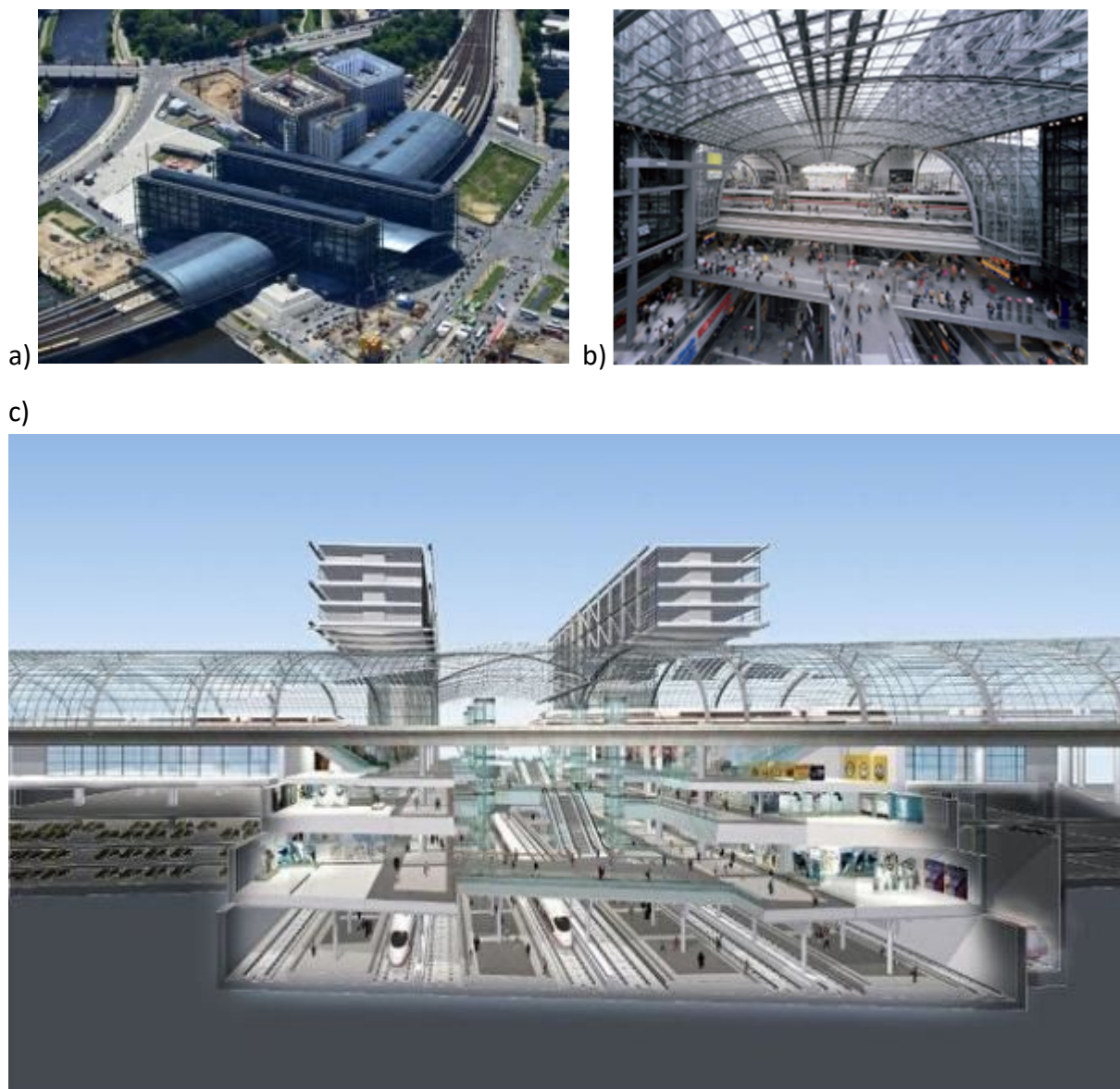


Rys. 3.3. Plan sieci kolejowej Berlina (Systemy: S-Bahn, Kolej regionalna, metro)

Źródło: <https://sbahn.berlin/liniennetz/> [dostęp: 13.10.2018]

Dodatkowo należy zauważyć, że w związku z ograniczeniem dostępnej przestrzeni i infrastruktury kolejowej w relacjach, które nie są obsługiwane przez kolej miejską typu S-Bahn lub U-Bahn, funkcjonuje układ linii szybkiego tramwaju i szybkiego autobusu, obsługujące pasażerów na najbardziej obciążonych kierunkach, zwłaszcza do centrum, co stanowi swoisty system premetra. Rozpoznać można omawiane przyspieszone linie po prefiksie M w oznaczeniu linii, które pochodzi od przyjętej nazwy tego podsystemu czyli Metrotram i Metrobus. Na rysunku 3.4 przedstawiony został fragment sieci kolejowej Berlina z widocznymi elementami funkcjonalnej integracji transportu.

⁷ Ze względu na kształt na mapie obwodnica kolejowa Berlina nazywana jest także Hundekopf (niem. „psi łeb”).



Rys. 3.5. Dworzec główny w Berlinie, a) widok z góry, b) wnętrze obiektu, c) model przekroju przez dworzec.

Źródło: <https://www.berlin.de/tourismus/infos> [dostęp: 15.10.2018],
<https://awesomeberlin.net/attractions/hauptbahnhof-berlin-central-station/> [dostęp:
25.10.2018], http://www.kolejnictwo-polskie.pl/default_330.html [dostęp: 25.10.2018]

Przedstawiona konstrukcja dworca jest pięciokondygnacyjna, dwa poziomy zlokalizowano pod ziemią i dwa nad poziomem gruntu. Najniższe piętro obsługuje ruch kolei konwencjonalnej, dalekobieżnej i metro, powyżej znajduje się strefa handlowo-usługowa oraz parking dla pojazdów indywidualnych. Warto zwrócić również uwagę na najwyższy poziom, na którym poprzecznie do poniższego układu przebiegają cztery tory, dwa dla kolei regionalnej i dalekobieżnej a dwa dla miejskiej kolei typu S-Bahn.

na obszarze śródmieścia, poszczególne linie są dosyć rozproszone i w niewielkim stopniu dzielą między sobą odcinki infrastruktury.



Rys. 3.7. Układ linii sieci metra w Berlinie

Źródło: <http://www.berlinfahrplan.de> [dostęp: 15.10.2018]

Takt podstawowy w szczycie komunikacyjnym wynosi, zależnie od linii, 4 lub 5 minut. W okresach pozaszczytowych takt zmniejsza się do 5 lub 10 min. Natomiast w soboty i niedziele częstotliwość kursowania wynosi 15 minut, a w nocy, w relacjach obsługiwanych także przez autobusy spada do 30 min. W tabeli 3.2 zestawione zostały dane charakteryzujące system metra w rozbiu na poszczególne linie.

Tabela 3.2. Zestawienie podstawowych danych o liniach metra w Berlinie

Linia	Długość [km]	Liczba przystanków	Czas przejazdu trasy [min]	Średnia prędkość eksploatacyjna [km/h]
1	2	3	4	5
U1	9,0	13	21	26,3
U2	20,7	29	47	26,4
U3	18,9	24	40	28,4
U4	2,9	5	6	28,6
U5	18,4	20	33	33,6
U55	1,4	3	2	32,9
U6	19,9	29	38	31,4

Linia	Długość [km]	Liczba przystanków	Czas przejazdu trasy [min]	Średnia prędkość eksploatacyjna [km/h]
1	2	3	4	5
U7	31,8	40	57	33,7
U8	18,0	24	36	30,1
U9	12,5	18	23	32,7

Źródło: Opracowanie własne na podstawie <https://www.bvg.de/de/System/> [odstona: 10.11.2018 r.]

Dane wskazują na bardzo duże zróżnicowanie poszczególnych linii ze względu na długość trasy, która determinuje wszystkie pozostałe parametry. Mimo różnych pokonywanych dystansów średnia prędkość eksploatacyjna jest zbliżona we wszystkich relacjach.

Tramwaje

Sieć tramwajowa w Berlinie jest trzecią pod względem długości na świecie⁸ i wynosi 193,6 km, obsługując 808 przystanków. Operatorem jest założone w 1929 przedsiębiorstwo Berliner Verkehrsbetriebe (BVG). W sieci tramwajowej wykorzystuje się torowisko normalnotorowe o szerokości 1 435 mm, natomiast pojazdy zasilane są z górnej, podwieszanej sieci trakcyjnej o napięciu 600 V, przy czym rozważa się zmianę znamionowej wartości na 750 V. Sieć tramwajowa obejmuje 22 linie o łącznej długości 300 km. Średnia prędkość podróży wynosi 19 km/h. Na rysunku 3.8 przedstawiono sieć tramwajową Berlina.

Jak już wcześniej zauważono, system transportu tramwajowego w mieście jest bardzo rozbudowany. Dominuje w dzielnicach wschodnich, co jest bezpośrednią konsekwencją burzliwej przeszłości tej części miasta. Prowadzona obecnie polityka infrastrukturalna jest zróżnicowana. Planowane są w najbliższej przyszłości prace mające na celu rozszerzenie zasięgu w kierunku zachodnim, lecz niektóre linie czy odcinki nierentowne są zamykane.

W zachodniej części miasta w latach 50. XX w. w związku z obowiązującym trendem uznającym transport tramwajowy za przestarzały i gorszy od autobusowego lub metra rozpoczęto etapową likwidację tego podsystemu. W kolejnych dekadach, rosnące natężenie ruchu samochodowego w mieście spowodowało, że tramwaje uznano za dodatkowy element utrudniający przemieszczanie pojazdów indywidualnych. W dodatku istniały już w mieście w pełni samodzielne i sprawnie funkcjonujące systemy: metro i autobusy. Spowodowało to podjęcie decyzji o ostatecznej rezygnacji z transportu tramwajowego. Natomiast we wschodniej części miasta promowano indywidualny transport samochodowy i planowano zrezygnować z tramwajów a pozyskaną przestrzeń przeznaczyć na szerokie reprezentacyjne

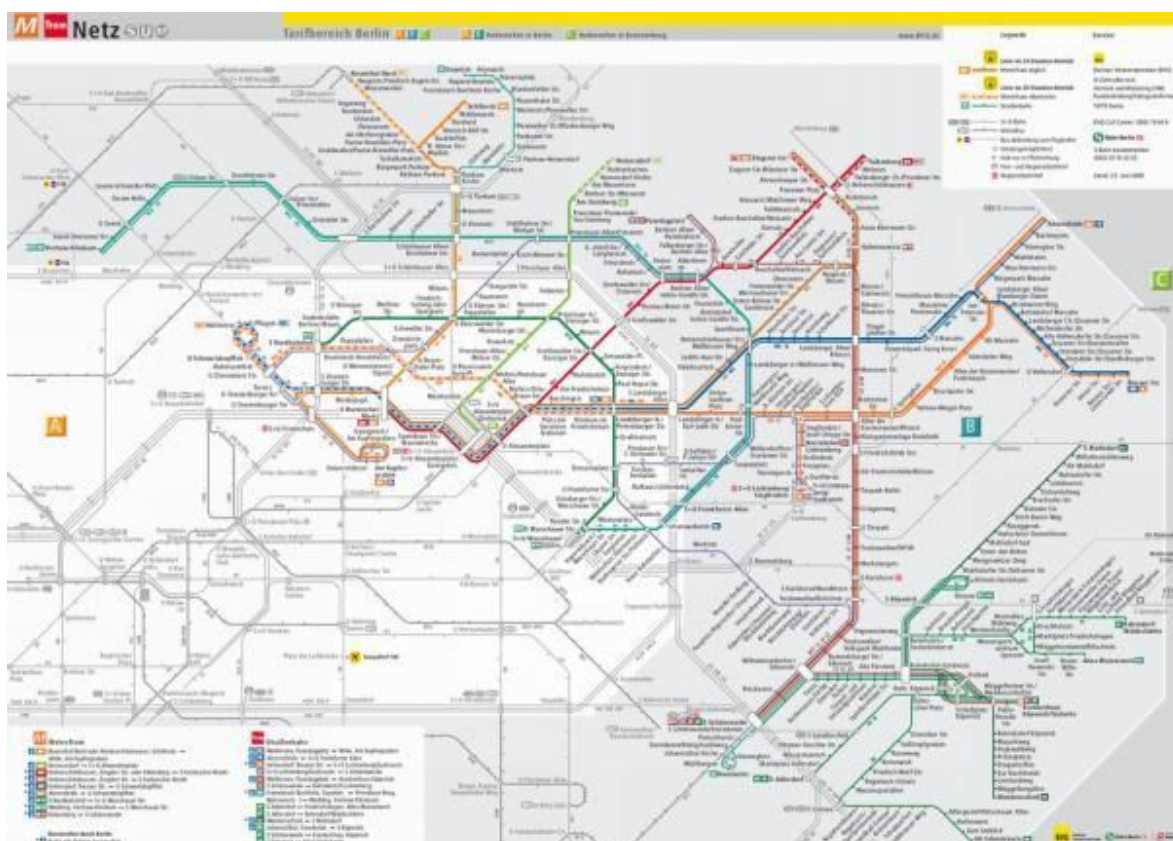
⁸

<https://web.archive.org/web/20131031054522/http://www.wienerlinien.at/eportal/ep/contentView.do/contentTypeld/1001/channelId/-26075/programId/9419/pageTypeld/9081/contentId/25061> [dostęp w dniu 13.10.2018]

aleje. Jednak konieczność zapewnienia transportu publicznego i ograniczony dostęp do prywatnych samochodów sprawił, że zachowana została sieć tramwajowa. Nowo wybudowane linie w znacznej mierze posiadały wydzielone torowisko.

Po ponownym zjednoczeniu miasta we władzach transportowych rozgorzały dyskusje nad opracowaniem spójnego systemu. Mimo propozycji rezygnacji z transportu tramwajowego w skali całego miasta, rozpoczęto budowę dwóch linii w zachodnich dzielnicach, poszerzając zasięg istniejącej sieci i integrując tym samym obie części metropolii. Ich przebieg dostosowany był do aktualnych potrzeb, zapewniając koordynację z innymi istniejącymi systemami. Dobrze funkcjonujące i rozbudowane w zachodniej części metro też zostało rozszerzone we wschodniej części. Mimo wszystko do dziś utrzymują się dysproporcje w gęstości sieci obu omawianych systemów między zachodnią i wschodnią częścią miasta.

Długość poszczególnych linii tramwajowych waha się od 8 do 20 km, a liczba obsługiwanych przystanków zawiera się między 19 a 45. Należy zauważyć, że zastosowano regularne rozmieszczenie przystanków na trasach. Średnia odległość międzyprzystankowa wynosi 500 m. W tabeli 3.3 zestawione zostały wartości taktów podstawowych stosowanych w poszczególnych okresach, również w rozbiciu na warianty tras.



Rys. 3.8. Plan sieci tramwajowej Berlina

Źródło: <https://www.vbb.de/fahrplan/liniennetze> [dostęp: 12.10.2018]

Tabela 3.3. Zestawienie taktu podstawowego dla poszczególnych linii w rozbiu na okresy i dni tygodnia

Linia	Szczyt komunikacyjny Dni robocze	Okres pozaszczytowy Dni robocze	Sobota	Niedziele i święta	Noc Sob/Nd Pt/Sob
1	2	3	4	5	6
M1	7/8	7/8	10	10	30
	15	15	20	20	30
	15	15	20	20	–
M2	20	20	20	20	30
	5	6/7/7	6/7/7	10	30
M4	3/3/4	5	5	6/7/7	30
	6/7/7	10	10	20	30
	6/7/7	10	10	7/13	–
M5	20	20	20	20	–
	10	10	10	10	30
	5	10	10	10	30
M6	10	10	10	10	–
	3/7	10	10	10	30
	10	10	10	10	30
M8	10	10	10	10	–
	5	10	10	10	30
M10	5	5	5	6/7/7	15
M13	10	10	10	10	30
M17	10	10	20	20	–
	10	10	10	10	30
12	10	10	15	20	–
16	10	10	20	–	–
18	10	20	20	–	–
21	20	20	20	20	–
27	20	20	20	20	–
37	20	20	–	–	–
50	10	10	10	20	–
	10	10	10	–	–
60	20	20	20	20	–
61	20	20	20	20	–
62	10	10	20	20	–
	20	20	20	20	–
63	20	20	20	20	–
	20	20	–	–	–
67	10	10	20	–	–
	20	20	20	–	–

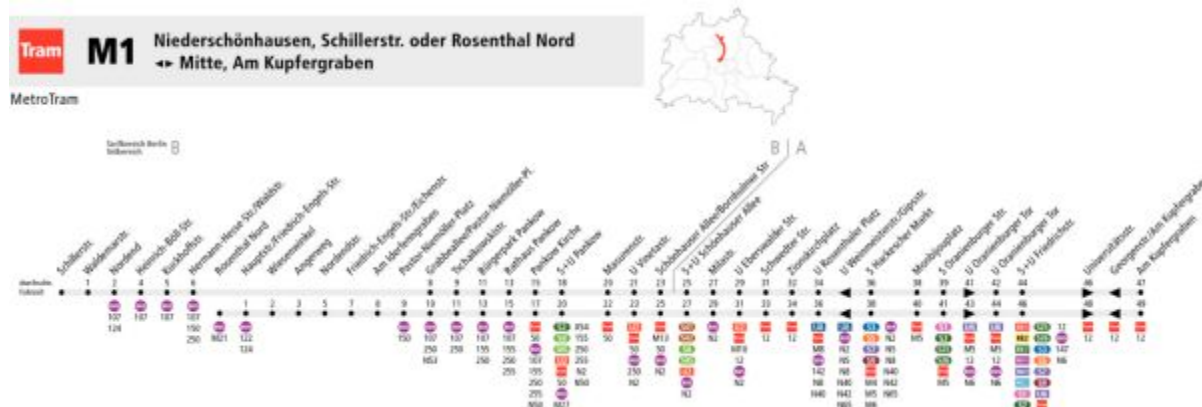
Należy zauważyć, iż cały system tramwajowy funkcjonuje z bardzo dużą częstotliwością kursowania pojazdów na wszystkich liniach. W godzinach szczytu takt kształtuje się dla przeważającej części linii na poziomie między 5 a 10 min, co zbliża system do metra. Najbardziej zrównoważona, porównywalna na wszystkich trasach częstotliwość występuje w dni robocze poza okresem szczytowym tj. co 10 lub co 20 min, przy czym w soboty i niedziele wartości taktu podstawowego są niewiele większe. W okresach występowania mniejszych potoków pasażerskich, dla obniżenia ponoszonych kosztów następuje wstrzymywanie kursowania niektórych linii. Częstotliwość kursowania najgorsza jest nocami - wynosi wtedy 30 minut. Ponadto wiele linii w ogóle nie obsługuje wtedy pasażerów. W ramach tej samej linii częstotliwości kursowania mogą być zróżnicowane nie tylko dla przedziałów czasu w dobie, ale również dla fragmentów tras, co pokazano na rysunku 3.9 dla linii M1.

[illegible]

Rys. 3.9. Zróźnicowanie częstotliwości kursowania dla linii tramwajowej M1, a) dla różnych fragmentów trasy, b) dla różnych okresów w dobie.

46 | Strona

System tramwajowy uzupełnia system kolei miejskiej i regionalnej, obsługując rejony nieobsługiwane przez S-Bahn i U-Bahn. Gęsta sieć tramwajowa umożliwia również integrację z innymi środkami transportu na określonych przystankach. Na rysunku 3.10 przedstawiono przebieg linii M1 z zaznaczonymi lokalizacjami możliwych przesiadek.



Rys. 3.10. Przebieg linii tramwajowej M1 z zaznaczeniem miejsc potencjalnych przesiadek.

Źródło: <https://www.bvg.de/de/Fahrinfo> [odsłona: 25.11.2018 r.]

Transport tramwajowy wykorzystuje trzy typy pojazdów. Są to: wysokopodłogowa Tatra KT4D oraz niskopodłogowe pojazdy typu GT6N (jednokierunkowe i dwukierunkowe). Najnowszy w parku taboru jest zakupiony w roku 2005 typ Bombardier Flexity Berlin, również niskopodłogowy.

System Bike&Ride

Rozbudowany system Bike&Ride, dostosowany jest do indywidualnych potrzeb podróżnych. Dla osób chcących realizować podróże złożone, i na pewnych etapach korzystających z roweru przygotowano całą taryfę dostępnej oferty biletowej. Do każdego środka transportu publicznego w Berlinie można wprowadzić rower. Trzeba jednak wykupić specjalny bilet jednorazowy lub okresowy. Jedynym problemem w szczycie sezonu i w okresach urlopowych może być niewystarczająca liczba miejsc na stacjach rowerowych ze względu na bardzo duże zainteresowanie tego typu podróżami. Poza tym na wielu przystankach dostępny jest parking dla rowerów, gdzie oprócz możliwości pozostawienia własnego roweru istnieje możliwość wypożyczenia sprzętu.

Dostępność dla osób niepełnosprawnych

Kolej regionalna

Pociągi regionalnego ruchu kolejowego są zwykle wyposażone w rampy obsługiwane przez personel pociągu. Większość tych ramp znajduje się pośrodku pociągów. Jeżeli

wymagana jest pomoc przy wjeździe i wyjeździe, należy wcześniej powiadomić odpowiednie służby kolejowe.

S-Bahn

Większość stacji S-Bahn ma system wskazówek dla osób niepełnosprawnych i komunikaty dźwiękowe. Pasażerowie, którzy potrzebują rampy do wsiadania i wysiadania, otrzymują pomoc od maszynisty. W tym celu należy przed wsiadaniem ustawić się przed platformą w kierunku jazdy. Wtedy maszynista wysiada i ustawia odpowiednio rampę.

Metro

Nie wszystkie stacje metra w Berlinie dostępne są dla osób niepełnosprawnych. Jeśli potrzebna jest pomoc przy wchodzeniu i wysiadaniu, należy ustawić się w kierunku jazdy. Następnie maszynista wysiada i w razie potrzeby odpowiednio ustawia rampę. Nowoczesne pociągi mają wejścia niskopodłogowe, jednak w zależności od stacji większa luka pomiędzy platformą a pociągiem sprawia, że również wysunięcie rampy jest potrzebne. Jeśli wymagana jest dalsza pomoc, można w dowolnym momencie skorzystać z odpowiednich kolumn informacyjnych zlokalizowanych na stacjach metra. Dla użytkowników poruszających się na wózkach inwalidzkich wyposażone są one w mikrofon umieszczony na odpowiedniej wysokości. Również pasażerowie niedosłyszający mogą poprosić o pomoc poprzez kolumnę. W przypadku, gdy głowica kolumny miga, personel centrum sterowania może zobaczyć otoczenie kolumny na monitorze. Umieszczając ręce na uszach, osoby niedosłyszające mogą zasygnalizować, że nie mogą korzystać z systemu przywołania pielęgniarzki. W takim przypadku pracownik przychodzi z pomocą w ciągu około 15 minut.

Tramwaje

W Berlinie używane są trzy różne typy tramwajów. Najstarszy tabor nie jest dostępny dla wózków inwalidzkich i pojazdy tego typu mają trzy wysokie stopnie przy wejściu. Są one jednak używane na przemian z nowymi, przyjaznymi dla wózków inwalidzkich tramwajami. Więc jeśli tramwaj starego typu przyjedzie na przystanek, osoba poruszająca się na wózku inwalidzkim musi poczekać na następny pojazd. Wejście dla osób niepełnosprawnych znajduje się w przedniej części pojazdu. Ważne jest, że winda nie może być stosowana na wszystkich przystankach, więc przed rozpoczęciem jazdy należy sprawdzić, czy planowana trasa jest przejezdna. Podróżni, którzy nie wymagają dodatkowej pomocy, mogą wsiadać i wysiadać niezależnie w tramwajach niskopodłogowych przy każdym typie drzwi. W Brandenburgii pojazdy niskopodłogowe są odpowiednio oznaczone w rozkładach jazdy.

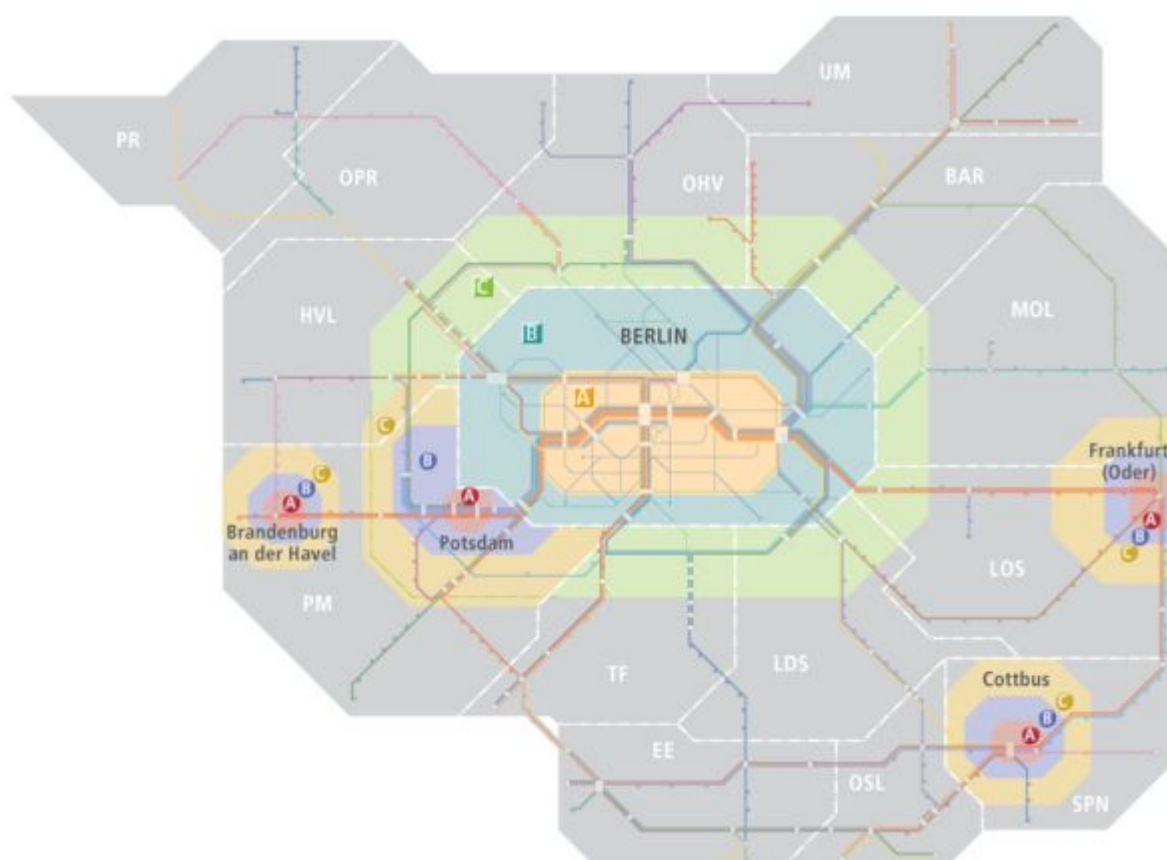
Autobusy

Wszystkie autobusy w Berlinie są wyposażone w rozkładane podjazdy. Wiele przystanków ma również system naprowadzania osób niewidomych. Pasażerowie, którzy potrzebują pomocy przy wejściu i wyjściu do autobusu powinni być wyraźnie widoczni na przystanku i sygnalizować (ruchy rękami i kontakt wzorkowy z kierowcą autobusu) chęć wejścia do pojazdu. Wejście dla osób niepełnosprawnych zlokalizowane jest w krótkich

autobusach z tyłu, w autobusach przegubowych w środku pojazdu. Każdy autobus w Berlinie ma wydzielony obszar wielofunkcyjny ze specjalnie wyznaczonymi miejscami dla wózków inwalidzkich i wózków dziecięcych. W tym obszarze znajduje się dodatkowy przycisk dzwonka z symbolem wózka inwalidzkiego. Po jego naciśnięciu kierowca zostaje poinformowany o potrzebie podróznego i pomaga mu na następnym przystanku w wyjściu z pojazdu.

Integracja taryfowa

Zasięg funkcjonowania transportu miejskiego w Berlinie został podzielony na trzy strefy w układzie pierścieniowym otaczającym centralną część miasta. Zostało to przedstawione na rysunku 3.11. W sprzedaży dostępne są bilety obsługujące co najmniej dwie strefy tj.: A+B, B+C i A+B+C.



Rys. 3.11. Podział Berlina na strefy taryfowe

Źródło: <https://sbahn.berlin/tickets/vbb-tarif-erklaert/tarifbereiche/> [dostęp: 13.10.2018]

Przyjęta taryfa związku transportu regionu Berlin-Brandenburgia (Verkehrsverbund Berlin Brandenburg VBB) obowiązuje na całym obszarze obu krajów związkowych, a w ich ramach we wszystkich powiatach i miastach, m.in.: Cottbus, Frankfurt nad Odrą, Poczdami. Strefa A obejmuje centrum miasta, ograniczone pierścieniem szybkiej kolei miejskiej zaliczanego jeszcze do tej strefy. Obszar B otacza strefę A i kończy się wraz z granicą

administracyjną Berlina. Na przedmieściach i w otoczeniu miasta wytyczono strefę C, w której znajduje się Poczdam. Dla swobodnego przemieszczania się po całym mieście wystarczający jest bilet obsługujący strefy A+B.

W sprzedaży dostępne są zarówno bilety jednorazowe, jak i okresowe. Oba typy biletów uprawniają do korzystania ze wszystkich dostępnych gałęzi transportu, zwykle również podczas realizacji podróży złożonych. Bilet jednorazowy uprawnia przez 2 godziny od momentu skasowania do nieograniczonego korzystania ze wszystkich środków transportu miejskiego, przy czym jest on jednokierunkowy, co oznacza, że w złożonej podróży nie można realizować powrotu do punktu wyjścia. W strefie A+B bilet jednorazowy kosztuje: 2,80 euro; a ulgowy: 1,70 euro, natomiast w całym obsługiwanym obszarze: 3,40 euro; ulgowy: 2,50 euro. Z biletem na krótki dystans za 1,70 euro, z ulgą 1,30 euro, można przejechać odległość trzech stacji S- i U-Bahn, z dozwolonymi przesiadkami natomiast przy wykorzystaniu autobusów i tramwajów dozwolone jest sześć stacji, ale bez przesiadek.

Dzieci w wieku do 6 lat podróżują bezpłatnie (z opiekunem) i nie potrzebują biletu. Dzieci w wieku od 6 do 14 lat mają prawo do obniżonej opłaty za bilet wynoszącej 1,70 euro (strefa A+B). Bilet dzienny uprawnia do darmowych przejazdów towarzyszących dzieci i kosztuje 7,00 euro, ulgowy 4,70 euro. Aby w tym czasie można było przewozić rower, konieczny jest dodatkowy bilet w cenie 4,80 euro. Za 19,90 euro można nabyć grupowy bilet dzienny umożliwiający przejazdy pięciu osobom. Tyle samo kosztuje bilet 48 godzinny umożliwiający od chwili skasowania podróz z trójką dzieci do 14 lat bez dodatkowego biletu, przy czym w przypadku korzystania z komunikacji miejskiej przez 72 godziny kosztuje on 28,90 euro. Bilety uprawniające do przejazdów przez 3, 4 lub 5 dni kalendarzowe kosztują odpowiednio: 33,50, 36,90 i 42,50 euro. Zakup powyższych biletów w ofercie turystycznej, w podobnych cenach gwarantuje również uzyskanie zniżek w wybranych, najatrakcyjniejszych, popularnych miejscach turystycznych.

Liczne firmy transportowe w regionie współpracują ze sobą, aby stale ulepszać ofertę usług publicznego transportu zbiorowego. Jednolita taryfa dla poszczególnych podsystemów transportowych pozwala pasażerom wygodnie podróżować koleją, autobusem, tramwajem i statkiem.

4. SZYBKI TRAMWAJ W JEROZOLIMIE

Ogólna charakterystyka systemu

System szybkiego tramwaju w Jerozolimie Powstał jako reakcja władz miejskich na szybko rosnącą liczbę ludności i wzrastające potrzeby komunikacyjne mieszkańców cechujące się wzmoczoną ruchliwością i zapotrzebowaniem na podróże. Pierwsza linia kolei miejskiej opracowanej przez firmy Alstom i Connex została oddana do użytku 19 sierpnia 2011. Dany system transportu jest nadal rozbudowywany.

W systemie szybkiego tramwaju wykorzystuje się torowisko normalnotorowe 1 435 mm. Nawierzchnia wykonana jest z betonowych płyt monoblokowych i umożliwia ruch pojazdów kołowych. Pojazdy zasilane są prądem stałym o napięciu 750 V z górnej, podwieszanej, napowietrznej sieci. Ponieważ wykorzystywany tabor posiada drzwi po obu stronach składu, na trasie występują zależności od dostępnej przestrzeni i wielkości potoków pasażerskich, dwa perony po zewnętrznej stronie torowiska, oddzielnie dla każdego kierunku lub jeden wspólny, zlokalizowany na specjalnie w tym celu poszerzonym międzytorzu.

Do obsługi linii wykorzystywany jest tylko jeden typ pojazdu – Alstom Citadis 402 w liczbie 46 pojazdów o prędkości maksymalnej 60 km/h. Całkowita długość pojazdu wynosi 32,516 m a szerokość 2,65 m. Pojazdy wyposażone są w 56 miejsc siedzących, 8 składanych oraz 164 miejsca stojące. Dostarczone zostały w roku 2009. Zdjęcia pojazdów wykorzystywanych w Jerozolimie zamieszczono na rysunku 4.1.



Rys. 4.1. Tabor wykorzystywany w systemie lekkiej kolei miejskiej w Jerozolimie

Źródło: <https://jlrt.org.il/> [odsłona: 25.11.2018 r.]

Funkcjonowanie

Długość pierwszej linii szybkiego tramwaju, oddanej została do eksploatacji 22 marca 2012 r., łączącej Pisgat Ze'ev i wzgórze Herzla wynosi 13,8 km i obejmuje 23 przystanki. Dla prawidłowego działania została ona wyposażona w 12 podstacji trakcyjnych. Trasa przebiega

przez 65 skrzyżowań. Planowana w najbliższej przyszłości rozbudowa zakłada wydłużenie linii o 7,7 km i w związku z tym zostanie ona uzupełniona o 13 przystanków i 5 podstacji. Priorytet dla transportu zbiorowego zostanie zapewniony na 19 kolejnych skrzyżowaniach. Przebieg omawianej linii w odniesieniu do sieci miejskiej miasta wraz z lokalizacją przystanków końcowych i planowaną rozbudową został przedstawiony na rysunku 4.2.



Rys. 4.2. Schematyczny przebieg linii czerwonej. Aktualny – linia ciągła i planowana rozbudowa – linia przerywana

Źródło: <https://jlrt.org.il/> [odsłona: 02.11.2018 r.]

Jak wynika z analizy rysunku 4.2. czerwona jerozolimska linia szybkiego tramwaju, pierwsza w Izraelu, przechodzi przez centrum miasta i łączy jego dzielnice ze śródmieściem, integrując różne regiony zamieszkałe przez odmienne kultury. Dla transportu szybkiego tramwaju wprowadzony został priorytet na wszystkich skrzyżowaniach, dzięki czemu rozkład jazdy linii czerwonej jest prawie nienaruszony przez kongestię i zapewnia bardzo dobry poziom jakości obsługi. Średnia odległość między kolejnymi przystankami wynosi 500m.

Linia ze względu na swój przebieg jest dostępna dla całej populacji miasta. Jej głównym celem jest właśnie usprawnienie przemieszczania pasażerów na najbardziej obciążonych ruchem samochodowym relacjach prowadzących do centrum miasta i narażonych na największą w skali aglomeracji kongestię. Ponieważ potrzeby komunikacyjne mieszkańców nie zostały jeszcze w pełni zaspokojone a komfort podróżowania i straty czasu są mniejsze niż w ruchu pojazdów indywidualnych, podjęto decyzje o rozbudowie systemu lekkiej kolei miejskiej o kolejne dwie linie. Linia zielona została już zaplanowana a jej trasa wytyczona (przedstawiona na rysunku 4.3.), natomiast trzecie, najnowsze połączenie pozostaje na razie w sferze koncepcji.

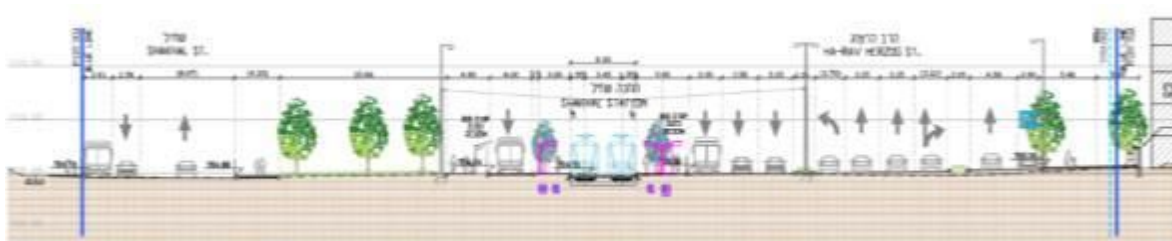


Rys. 4.3. Schematyczny przebieg planowanej linii zielonej

Źródło: <https://jlrt.org.il/> [dostęp: 02.11.2018]

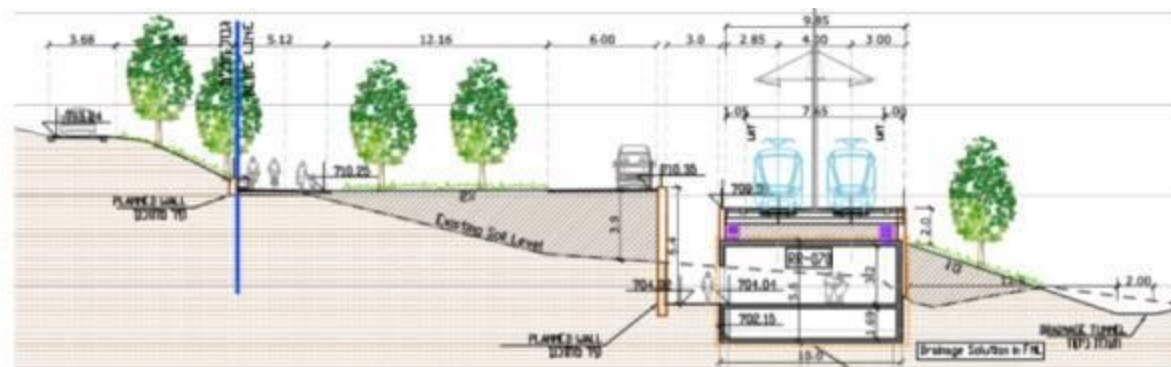
Przedstawiona na rysunku 4.3. planowana linia zielona będzie miała długość 18,7 km i obsłuży 29 przystanków. Dla tego celu niezbędnym będzie wybudowanie 15 podstacji trakcyjnych i 68 skrzyżowań z innymi liniami i transportem kołowym. Planowany takt podstawowy wyniesie 4 min. Zapewniony zostanie również łatwy i powszechny dostęp do projektowanej linii ze względu na wytyczenie trasy bezpośrednio w ciągu głównych ulic miasta, przy zachowaniu wydzielonego torowiska, z nawierzchnią betonową-monoblokową.

Trasa przebiegać będzie najczęściej w osi drogi, rozdzielając jednokierunkowe jezdnie, rzadziej bezpośrednio obok ulicy lub w pewnej od niej odległości. Trasa oddzielona będzie od jezdni pasem zieleni, chodnikiem, ścieżką rowerową lub innymi naturalnymi przeszkodami. Zależnie od lokalizacji w przestrzeni jedno, dwu a czasem także trzytorowa linia wymagać będzie własnych obiektów inżynierskich, przede wszystkim wiaduktów, nasypów, przekopów z murami oporowymi i tuneli. Maksymalny ze względu na podróżnych zdolność przewozową przykład przekroju ulicy zawierającej fragment torowiska został przedstawiony na rysunku 4.4.



Rys. 4.4. Przykładowy przekrój przez drogę zawierającą torowisko kolei miejskiej.

Źródło: <https://jlrt.org.il/> [dostęp: 02.11.2018]



Źródło: <https://jlrt.org.il/> [dostęp: 02.11.2018]

W związku z pagórkowatym terenem miasta koniecznym jest dla wygładzenia profilu torowiska wykonanie licznych nasypów i przekopów, czego przykład został przedstawiony na rysunku 4.5. Zależnie od warunków miejscowych i dostępnej przestrzeni torowisko będzie przebiegać między jednokierunkowymi jezdniami dla ruchu samochodów indywidualnych lub obok jezdni przeznaczonej dla pojazdów kołowych. W tej sytuacji mogą być one zlokalizowane na tej samej lub na różnej wysokości oddzielonej skarpą nasypu lub murem oporowym. Ponadto, na niewielkich fragmentach trasy wykorzystywane są również półmosty lub prowadzenie lekkiej kolei na estakadzie dla umożliwienia ruchu pieszego pod konstrukcją.

Planowana linia niebieska o długości 20 km, będzie na odcinku 2 km prowadzona pod ziemią. Na całej trasie zostanie zlokalizowanych 30 przystanków. Po ukończeniu realizacji wszystkich założonych projektów sieć lekkiej kolei w Jerozolimie przedstawiona na rysunku 4.6. będzie tworzona przez trzy linie, z czego dwie w dwóch wariantach.



Rys. 4.6. Planowany układ sieci lekkiej kolei w Jerozolimie.

Źródło: <https://jlrt.org.il/> [dostęp: 02.11.2018]

Analiza globalna całej sieci wskazuje, że wszystkie linie mają przebieg średnicowy przeważnie w kierunku północ-południe, obsługują ruch w relacji centrum miasta - dzielnice ościenne. Niektóre przystanki są wspólne dla kilku linii, co zwiększa dostępność systemu i umożliwia realizację podróży z wykorzystaniem kilku środków transportu bez konieczności pokonywania długich dystansów pieszych i przy ograniczeniu kosztów ponoszonych przez operatora związanych z utrzymaniem funkcjonowania systemu.

Czas funkcjonowania systemu w dobie jest zróżnicowany, związany z lokalną religią. Od niedzieli do czwartku, kolej miejska dostępna jest między 5.30 (rano) i 24.00, natomiast w piątek od 5.30 do około godziny przed rozpoczęciem szabatu, by dopiero pół godziny po jego zakończeniu, w sobotę wieczorem rozpocząć regularne kursowanie, które przerywane jest ponownie o godzinie 24.00. W dni wolne od pracy system również nie obsługuje podróżnych. Założony takt podstawowy przy pełnym funkcjonowaniu kolei wynosi w szczycie porannym 4,5 min oraz 5 min po południu. W pozostałych okresach pozaszczytowych w ciągu dnia wynosi on 8 min. Wyjątek stanowią piątki, kiedy przez cały dzień dostępny jest takt trwający 6 min. We wszystkich pozostałych okresach stosuje się dwunastominutowy takt. Całkowity czas przejazdu całej linii między pętlami końcowymi wynosi 42 min przy obsłudze wszystkich przystanków na trasie. Prędkość eksploatacyjna wynosi wtedy 20 km/h.

Integracja systemowa

Otwarcie w roku 2018 dworca kolejowego Yitzhak Navon zlokalizowanego w pobliżu centrum miasta, w bezpośrednim sąsiedztwie dworca autobusowego stanowiło utworzenie swobodnego centrum przesiadkowego i skoncentrowało w jednym miejscu dostęp do kilku gałęzi transportu. Jego dwukondygnacyjna podziemna struktura pozwoliła na zminimalizowanie oddziaływania w przestrzeń miejską zwłaszcza w estetycznym aspekcie. Pasażerowie uzyskali dostęp do linii szybkiej kolei łączącej Tel Aviv z Jerozolimą, kolei konwencjonalnej, kolei miejskiej, a w związku z niewielkim oddaleniem od dworca autobusowego także do obsługującej go gałęzi transportu. Po zapaści systemu kolejowego państwa na przełomie XX i XXI wieku teraz następuje ponowna odbudowa dotychczasowej sieci i dalszy rozwój. Omawiana linia kolejowa dużych prędkości niedawno została oddana do użytku i jest pierwszą zelektryfikowaną linią w kraju zasilana prądem zmiennym o napięciu 25 kV i częstotliwości 50 Hz. Jej długość wynosi 56 km, a poprzez konstrukcyjną prędkość maksymalną 160 km/h skrócono czas podróży na trasie o 50 minut z 78 do 28 minut. Realizowany takt podstawowy obsługiwany przez 62 lokomotywy typu Traxx 3 firmy Bombardier ma w obu kierunkach wynosić 15 minut zamiast dotychczasowych 2 godzin kolei klasycznej. Wspomniany dworzec autobusowy jest dworcem międzynarodowym obsługiwany przez około 100 linii obsługujących, całe miasto, region oraz cały Izrael.

Pasażerowie szybkiego tramwaju mogą zostawić swoje samochody na trzech wygodnych parkingach i cieszyć się przyjemną podróżą transportem publicznym. Wszystkie parkingi zostały zbudowane w centralnych lokalizacjach, aby umożliwić właścicielom samochodów zaparkowanie samochodów i wejście do centrum miasta bez uciążliwości dużego natężenia ruchu. System parkingowy w Jerozolimie obsługuje wszystkie parkingi Park&Ride. Ponadto parkowanie dla pasażerów transportu publicznego jest bezpłatne po okazaniu ważnych biletów na podróż.

Jednym z najczęściej wykorzystywanych parkingów jest parking na górze Herzl - zaduszony z 552 miejscami parkingowymi na czterech poziomach, którego powierzchnia wynosi około 16 000 metrów kwadratowych i sąsiaduje z południową stacją końcową, do której można dojść bezpośrednio z parkingu. Drugi otwarty parking z około 600 miejscami parkingowymi znajduje się bardzo blisko przystanku i jest dostępny dla kierowców przybywających zarówno z Maaleh Adumim, jak i z centrum. Mogą oni dotrzeć na parking, zaparkować swoje samochody i wygodnie podróżować koleją miejską.

Parking Pisgat Ze'ev ma około 250 miejsc parkingowych i znajduje się w Gal St. w Pisgat Ze'ev, niedaleko przystanku Pisgat Ze'ev Central i Centrum Społeczności. Z tego miejsca parkingowego pasażerowie mogą wejść po schodach lub dojechać windą bezpośrednio do przystanku. Parking przeznaczony jest głównie dla mieszkańców północnych dzielnic Jerozolimy - Pisgat Ze'ev i Neveh Yaakov, którzy przybywają przez punkt kontrolny Hizma; mogą zaparkować swoje samochody na parkingu i dalej stamtąd dojść do centrum miasta wygodnie i łatwo publicznym transportem zbiorowym.

Ważnym aspektem integracji funkcjonalnej jest koordynacja przebiegu tras poszczególnych linii i obsługa tych samych przystanków przez różne gałęzie transportu przedstawiona na rysunku 4.7 dla linii czerwonej szybkiego tramwaju.

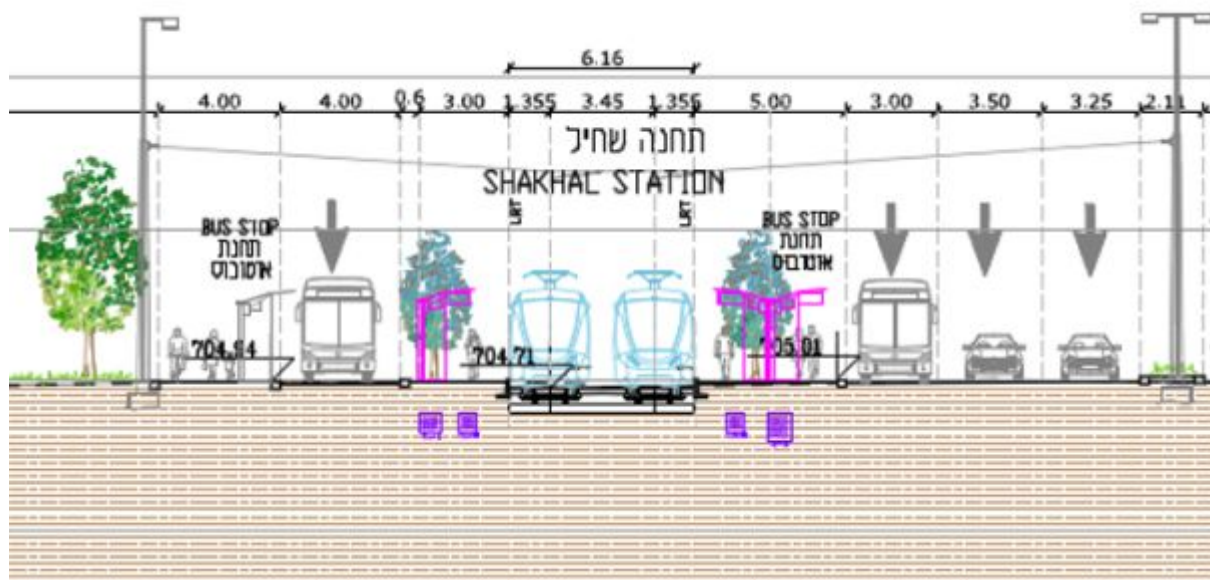


Rys. 4.7. Integracja kolei miejskiej z transportem autobusowym na poszczególnych przystankach

Źródło: <https://citypass.co.il/en> [dostęp: 29.10.2018]

Analiza rysunku 4.7 wskazuje na funkcjonujący w Jerozolimie rozbudowany system transportu autobusowego, przejawiający się znaczną liczbą linii. Zapewniona została bardzo duża dostępność systemu transportowego i silne powiązanie autobusów i tramwaju, ponieważ na każdym przystanku zachodzą interakcje między znaczną liczbą linii. Trasy kursowania autobusów pokrywają się tylko w niewielkim stopniu z czerwoną linią szybkiego tramwaju, wspólnie pokonywany jest jeden, czasem dwa odcinki międzyprzystankowe, co wynikać może z przebiegu niewielu głównych arterii we wskazanych miejscach. Ważnym jest, że nie

występuje niepotrzebne dublowanie linii kolejowej przez transport drogowy na całej trasie, gdyż występująca kongestia powodowałaby straty czasu podróżujących i koszty operatorów, zwłaszcza na skutek wewnętrznej konkurencji międzygałęziowej w publicznym transporcie zbiorowym w Jerozolimie. Wybrany przykład integracji funkcjonalnej i przestrzennej dla linii zielonej został przedstawiony na rysunku 4.8.

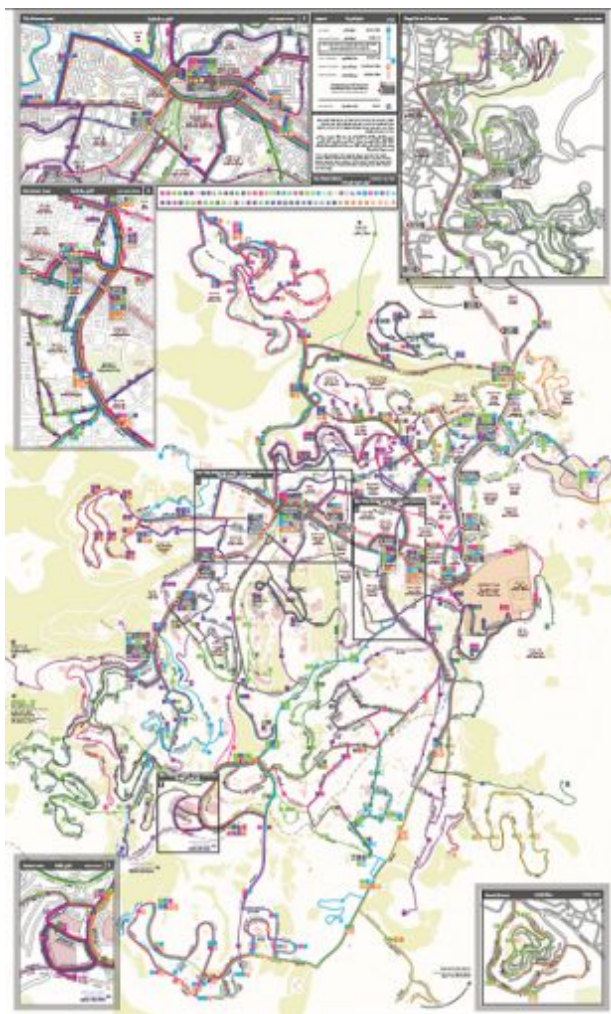


Rys. 4.8. Przykład wspólnej lokalizacji przystanków transportu autobusowego i szynowego

Źródło: <https://jlrt.org.il/> [dostęp: 02.11.2018]

Zapewnienie odpowiedniego poziomu dostępności i integracji systemu osiągnięty został przez lokalizację przystanków kolei miejskiej i autobusowych w tym samym przekroju poprzecznym drogi przy jednoczesnym odseparowaniu ruchu transportu zbiorowego od indywidualnego, co pozwoliło na zwiększenie bezpieczeństwa pasażerom komunikacji zbiorowej przesiadających się między omawianymi gałęziami transportu. Zastanawiającym pozostaje jedynie fakt, że nie wykorzystano do ruchu autobusów torowiska, które posiada nawierzchnię z prefabrykowanych, betonowych płyt monoblokowych, a do wymiany pasażerskiej - istniejących kolejowych peronów. Dodatkową zaletą wykorzystanego taboru jest to, że posiada on drzwi po obu stronach, dzięki czemu możliwe jest lokalizowanie peronów dwukrawędziowych na międzytorzu lub oraz budowa linii jednotorowej z jednym peronem obsługującym pojazdy obu kierunków. Takie działania mogą poprawić bezpieczeństwo podczas wymiany pasażerów i pozwalają na obniżenie kosztów budowy przystanków oraz lepsze wykorzystanie dostępnej przestrzeni.

Autobusowa komunikacja miejska w Jerozolimie jest bardzo rozbudowana w zakresie liczby linii i przebiegu tras. Jest to szczególnie widoczne na planie sieci przedstawionej na rysunku 4.9.



Rys. 4.9. Plan sieci publicznego transportu zbiorowego w Jerozolimie

Źródło: <http://www.mapsta.net/israel/jerusalem-bus-map/> [dostęp: 2.11.2018]

Analiza schematu wskazuje na równomierne pokrycie obszaru miasta siecią autobusową. Wiele linii spełnia rolę linii średnicowych, przebiegając przez centrum. Skala tego zjawiska została przedstawiona za pomocą grubości wynikowych krzywych oznaczających trasy. Uruchomienie dwóch planowanych linii lekkiej kolei wyeliminuje pewną część połączeń autobusowych na tych najbardziej obciążonych relacjach przy zwiększeniu dotychczasowej przepustowości i skróceniu czasu podróży.

Zgodnie z instrukcjami Ministerstwa Transportu, tylko składane rowery mogą być zawsze przewożone w pociągu. Rowery, których nie można złożyć są niedozwolone. Obowiązkiem pasażerów jest pozostawienie rowerów przy swoich siedzeniach podczas całej podróży szybkiego tramwaju. Inspektor lub inny urzędnik upoważniony przez zarząd ma prawo pouczyć pasażerów, naruszających przepisy do opuszczenia pojazdu na następnym przystanku. Dodatkowo pasażerowie są pouczeni, aby nie jeździć na rowerach w rejonie torów lekkiej kolei.

Dostępność dla osób niepełnosprawnych

Kolej miejska w Jerozolimie została zaprojektowana w porozumieniu z konsultantami ds. dostępności, tak aby pociąg był jak najbardziej komfortowy dla pasażerów z różnymi rodzajami niepełnosprawności. Aby poprawić integrację społeczną w tym zakresie informacja o dostępności pojazdów z udogodnieniami dla osób niepełnosprawnych znajduje się w Internecie.

Na przystankach i stacjach wysokość platformy peronu zapewnia proste i bezpieczne wejście do wagonu, ponieważ jest ona dokładnie równa wysokości podłogi wagonu, umożliwiając płynne i łatwe wprowadzenie wózków inwalidzkich oraz dziecięcych. Na stacjach znajduje się również wydzielona przestrzeń do oczekiwania dla osób na wózku inwalidzkim. Wzdłuż peronu znajdują się znaczniki przylegające do miejsca, w którym otwierają się drzwi, aby pomóc niewidomym w dostępie do pociągu.

We wszystkich pojazdach znajduje się wyznaczone miejsce do mocowania wózka inwalidzkiego. Lekkie prowadnice szynowe pomagają w umieszczeniu wózka w bezpiecznej pozycji i zwolnieniu go podczas opuszczania pociągu. Wzdłuż pociągu znajdują się drążki, które są oznaczone fluorescencyjnie na żółto. Do wagonu można wjechać z wózkiem elektrycznym o szerokości do 75 cm i długości do 120 cm, waga wózka może wynosić nawet 130 kg, jednak w przypadku korzystania z lekkiej kolei miejskiej konieczne jest posiadanie odpowiednich dokumentów potwierdzających niepełnosprawność. Psy przewodnicy, towarzyszące osobie niewidomej oraz psy prowadzące w treningu z kamizelką oznaczoną „pies przewodnik podczas szkolenia” mogą podróżować pociągiem. Właściciel psa lub trener oczywiście musi posiadać ważny bilet.

Integracja taryfowa

Lekka kolej to główny środek transportu w Jerozolimie, który przebiega przez centrum miasta i łączy ze sobą różne jego obszary. Pociąg jest zintegrowany z innymi środkami transportu, które działają zgodnie z rozkładem jazdy szybkiego tramwaju. W celu umożliwienia łatwego i wygodnego transferu między różnymi gałęziami transportu publicznego, oferowane są różne taryfy biletowe łączone, które są odpowiednio dostosowane do potrzeb pasażerów.

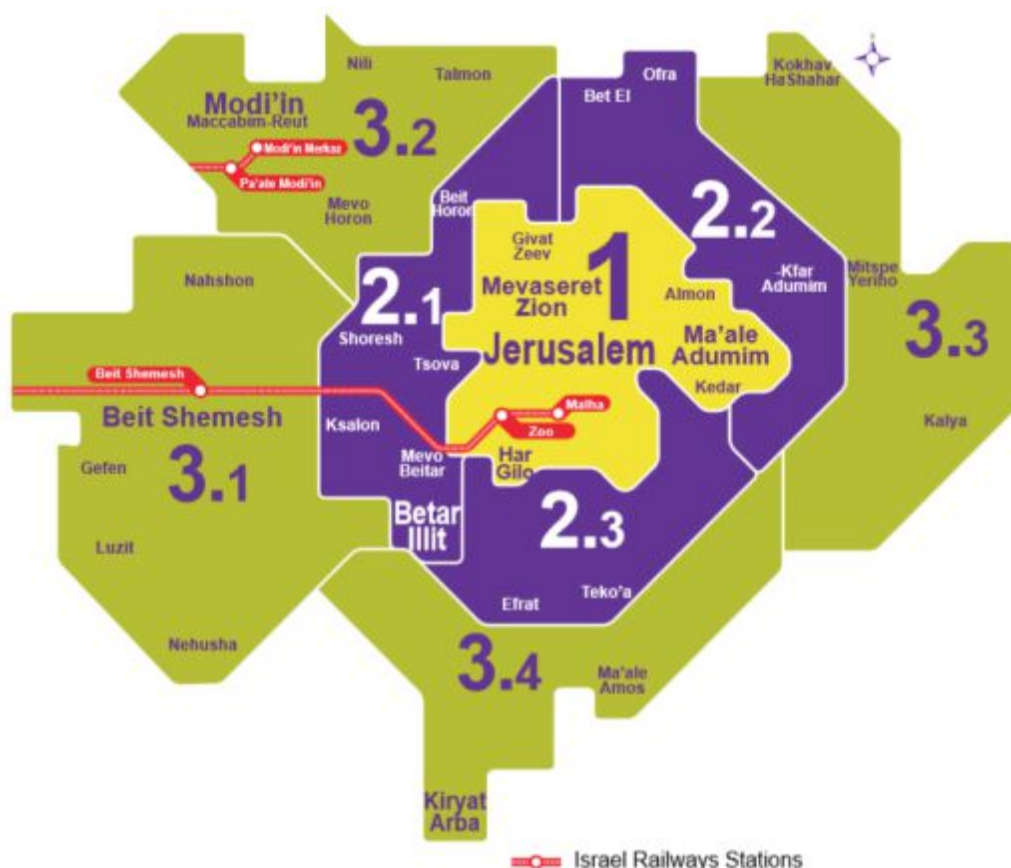
Podstawowy bilet jednorazowy ważny jest przez 90 min od chwili skasowania. Kosztuje on 1,60 NIS. Bilety można kupić w automatach na przystankach lub posługiwać się kartą chipową Rav Kav wydawaną nieodpłatnie w wyznaczonym punkcie na dworcu centralnym miasta. Bilety papierowe do 1 stycznia 2016 r. były wyłącznie jednorazowe i pełnopłatne dla wszystkich, i nie respektowano zniżek dostępnych dla posiadaczy kart. Dodatkowo nie było możliwe realizowanie podróży kilkoma środkami transportu na podstawie jednego skasowanego biletu. Każdy etap podróży realizowany jednym środkiem komunikacji wymagał kolejnego biletu. Operator nie dopuścił możliwości sprzedaży biletów na pokładzie pojazdów. Wyposażając tabor w kasowniki wymusił on na użytkownikach kasowanie biletów niezwłocznie po rozpoczęciu podróży.

Od 1 stycznia 2016 r. dostępne są wyłącznie elektroniczne bilety: całoniedziowy, tygodniowy, miesięczny ważne w całym obszarze Jerozolimy, ważne zarówno na dwie, dziesięć lub 20 podróży, jak i jednorazowe. Posiadacze ważnych biletów elektronicznych mogą bez dodatkowych opłat korzystać zarówno z transportu szynowego, jak i autobusowego w obszarze miasta. Do bezpłatnych przejazdów uprawnione są dzieci w wieku do pięciu lat, parlamentarzyści, osoby niewidome i żołnierze. Emeryci w wieku powyżej 65 lat (mężczyźni) i 60 (kobiety), uczniowie (do najbliższego zakończenia roku szkolnego następującego po 18 urodzinach) oraz opiekunowie osób niewidomych uprawnieni są do zniżki 50%. Częstotliwość kontroli ważności biletu w pojazdach jest wysoka, a kara za przejazd bez uprawnień wynosi 168 NIS. Spośród obcokrajowców do korzystania ze zniżek uprawnieni są jedynie ci, którzy posiadają co najmniej roczną wizę lub zezwolenie na pracę.

Karty Rav-Kav mogą być zarówno osobiste, jak i anonimowe. Spersonalizowane oznaczone są nazwiskiem i zawierają zdjęcie pasażera, a także umożliwiają zakup szerszej gamy produktów, takich jak karnety miesięczne, studenckie czy przeznaczone dla seniorów. Personalizacja zapewnia także ubezpieczenie w przypadku zgubienia lub kradzieży karty. Karty osobiste mogą być wydawane tylko w wyznaczonych punktach zakupu. Transakcje dokonywane na kartach osobistych są śledzone, aby zapewnić ubezpieczenie - po zgłoszeniu zgubionej lub skradzionej karty, nowa jest wydawana z zestawem kredytów odpowiadającym stanowi ostatniego legalnego użycia. Dane są również agregowane anonimowo dla celów statystycznych. Doładowanie może być realizowane przez kierowcę autobusu, automat na przystankach lekkich pociągów (na każdym przystanku występuje od dwóch do pięciu automatów) lub dedykowaną stronę internetową oraz przez aplikację mobilną RavKav Online lub HopOn (dla urządzeń z systemem Android z NFC). Karta jest uniwersalna i z łatwością może być wykorzystywana u większości operatorów w skali całego kraju, ponieważ system wdrażany był pod patronatem Ministerstwa Transportu.

Podstawą terminowości obowiązywania biletów okresowych jest kalendarz. Elektroniczne bilety miesięczne można kupować najwcześniej 20 dni przed rozpoczęciem miesiąca i tylko do jego 10 dnia. Mimo, że bilety okresowe uprawniają do realizowania złożonych podróży i swobodnego korzystania z publicznego transportu zbiorowego przez cały okres ważności biletu to jednak po wejściu do każdego pojazdu obowiązkiem podróżnego jest niezwłocznie go skasować.

System taryfowy obowiązujący w Jerozolimie jest dość złożony, dostosowany do indywidualnych potrzeb użytkowników. Podstawą wyznaczania wysokości opłat jest podział obszaru funkcjonowania transportu zbiorowego na strefy otaczające koncentrycznie śródmieście. Zostały one przedstawione na rysunku 4.10.

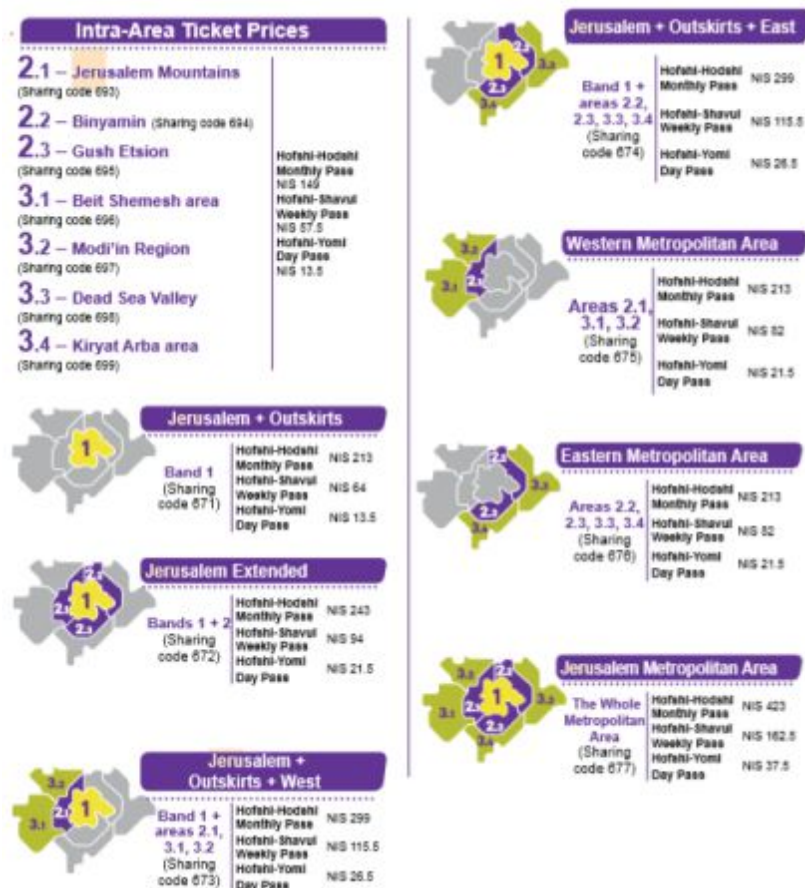


Rys. 4.10. Podział Aglomeracji Jerozolimskiej na strefy taryfowe

Źródło: www.trans-reform.org.il [dostęp: 2.11.2018]

Podstawą kształtowania zróżnicowanych cen biletów związanych z pokonywanym dystansem i ponoszonymi przez operatora kosztami jest przyjęty trzypoziomowy podział strefowy. Centralna strefa obejmuje śródmieście. W tym obszarze zlokalizowana jest znaczna część sieci lekkiej kolei. Cały obszar administracyjny miasta zawarty został w zasięgu drugiej strefy, podzielonej wewnętrznie na trzy podstrefy. Natomiast tereny peryferyjne, podmiejskie, obejmujące także niewielkie sąsiednie miasta zawarte zostały w pierścieniu wyznaczonym przez granicę strefy trzeciej, która swym zasięgiem wyznacza kres terytorialny funkcjonowania systemu publicznego transportu miejskiego. Dla użytkownika istotne są wszystkie poziomy podziału strefowego, gdyż warunkują one koszty i dozwolony zakres przemieszczania.

W ramach systemu taryfowego utworzone zostały obszary, obejmujące przestrzenie położone w różnych strefach, w których podróżowanie dozwolone jest na podstawie posiadania jednego biletu. Dostępne do nabycia bilety uprawniają do korzystania tylko z określonego zakresu podstref. Zbiór emitowanych biletów został przedstawiony na rysunku 4.11.



Rys. 4.11. Zbiór dostępnych biletów wraz z obszarami, na których obowiązują i cenami.

Źródło: www.trans-reform.org.il [dostęp: 2.11.2018]

Obszary, w obrębie których korzystanie z publicznego transportu zbiorowego dozwolone jest na podstawie jednego dedykowanego biletu, dostosowane zostały do potrzeb mieszkańców i odległości, w jakich realizowana jest największa liczba podróży. Należy zaznaczyć, że niektóre bilety uprawniają do swobodnego przemieszczania się w większej liczbie stref. W innych przypadkach brak uprawnień można zrekompensować poprzez dokupienie biletu na dodatkową, „brakującą” strefę. Spośród dostępnej oferty podstawową jest obsługująca śródmieście. Kolejna zapewnia swobodne poruszanie się w obszarze administracyjnym Jerozolimy, a najszerzy zasięg uprawnień posiada bilet obsługujący wszystkie środki transportu miejskiego w całej aglomeracji. Pośrodku oferty pomiędzy tymi skrajnymi możliwościami zawarte zostały dwie dostępne opcje obejmujące peryferyjne części miasta zawarte w strefach 2 i 3 odpowiednio wschodnie lub zachodnie. Bilety te występują w dwóch wariantach zależnie od tego czy w obsługiwanym obszarze zalicza się strefę śródmiejską.

Od 1. stycznia 2016 system taryfowy stał się z punktu widzenia pasażera niezależny od gałęzi transportu. Oznacza to, że posiadanie biletu na określona strefę uprawnia do korzystania w tym obszarze ze wszystkich dostępnych rodzajów transportu publicznego. Osiągnięta została zatem pełna integracja taryfowa.

5. KOLEJ MIEJSKA W VANCOUVER

Ogólna charakterystyka systemu

Komunikacja publiczna w Vancouver jest zarządzana przez operatora sieci TransLink, który zarządza zintegrowanym systemem autobusów miejskich, szybkim pociągiem (Sky Train) i promami pasażerskimi (SeaBus). Sieć transportu miejskiego łączy Vancouver z sąsiednimi miejscowościami, sięgając na północy do Lion's Bay, na południu do granicy z USA, a na wschodzie do Langley w stanie British Columbia i Maple Ridge.

Kolej miejska o parametrach metra Sky Train Vancouver wykorzystuje tor o normalnej szerokości 1 435 mm. Większość trasy, zwłaszcza na przedmieściach i poza ścisłym centrum, prowadzona jest liniami na estakadach, w śródmieściu linie biegną w tunelach. System jest w pełni automatyczny, pojazdy poruszają się w sposób bezzałogowy. Wyposażenie pojazdów jest redundantne, dla zwiększenia niezawodności. W ponad 30-letniej historii metra w Vancouver (otwarcie w 1985) nigdy nie zanotowano żadnego wypadku czy wykolejenia, który byłby wywołany awarią tego automatycznego systemu. Stopień punktualności sięga 96%, przy czym najczęstszą przyczyną opóźnień jest powodowane przez pasażerów uniemożliwianie zamykania drzwi wagonów.

Nad bezpieczeństwem i koordynacją czuwa centralny ośrodek kontroli. Operator komunikuje się z komputerem sterującym za pomocą sygnału bezprzewodowego odbieranego za pomocą anten lub z wykorzystaniem pętli biegnących między szynami. Wszystkie standardowe operacje, jak: ruszanie, hamowanie, otwieranie drzwi i nadawanie komunikatów głosowych wykonywane są podczas obsługi linii automatycznie przez pojazd. W razie wystąpienia jakichkolwiek zachowań niestandardowych, jak chociażby informowanie o opóźnieniach, działanie przejmuje operator w zakresie oddziaływania zakłóceń. Na rysunku 5.1 zostały przedstawione przykłady charakterystycznych elementów infrastruktury Sky train.





Rys. 5.1. Przykłady charakterystycznych elementów infrastruktury Sky train: a) Widok peronu podziemnej stacji Waterfront z charakterystycznym taborem Sky train, b) Widok infrastruktury i suprastruktury systemu Sky Train na przedmieściach Vancouver, c) Widok stacji systemu Sky Train na przedmieściach Vancouver

Źródło: <https://www.deviantart.com/averagephotographer/art/SkyTrain-At-Waterfront-2-577650203> [dostęp: 20.11.2018], <http://mapa-metro.com/en/Canada/Vancouver/Vancouver-SkyTrain-map.htm> [dostęp: 20.11.2018], <https://www.darpanmagazine.com/news/national/translink-promises-quick-response-to-future-skytrain-woes-in-metro-vancouver/> [dostęp: 20.11.2018]

W śródmieściu linie kolei miejskiej przebiegają w tunelach, co zapewnia możliwość lokalizacji przystanków bardzo blisko innych istotnych punktów i obiektów w mieście, nie wymagając zajęcia znacznej przestrzeni na powierzchni miasta ani nie ingerując w jego estetykę i ład. Dzięki prowadzeniu linii na estakadach i w tunelach system jest niezależny od kongestii i układu drogowej sieci miejskiej. Trasy mogły zostać wytyczone bardziej korzystnie, w liniach prostych, bezpośrednio między kolejnymi przystankami a dodatkowo wiadukty stanowią wizytówkę i charakterystyczny element miejskiego krajobrazu. Konsekwencją prowadzenia linii na wiaduktach było stworzenie sieci przystanków, zdolnych obsłużyć wymianę pasażerów na odpowiedniej wysokości. Dany problem występuje poza śródmieściem Vancouver.

W systemie Sky Train wykorzystywane są trzy rodzaje pojazdów: 12 metrowe MK I – średnio pojemne wagony systemu przewozowego ICTS oraz 18 metrowe dwuwagonowe pojazdy typu MK II. Typ MK I w obsłudze godzin pozaszczytowych łączony jest w zespoły dwóch wagonów, natomiast w godzinach szczytu w zespoły liczące 6 wagonów. Dla zapewnienia odpowiedniej zdolności przewozowej wprowadza się dodatkowe kursy krótszych pojazdów. Vancouver dysponuje 150 pojazdami tego typu oraz 148 zespołami typu MK II⁹.

⁹ Dla tego modelu dostępny jest dodatkowy środkowy, trzeci człon, lecz rzadko dołączany do składu pociągów.

Funkcjonowanie

Całkowita długość linii metra wynosi 68,8 km. Obsługują one 48 przystanków, a ich przebieg w układzie miasta został przedstawiony na rysunku 5.2. Zawiera on dodatkowo informacje o stacjach i przebiegu współistniejących w metropolii najistotniejszych innych gałęzi transportu.



Rys. 5.2. Plan sieci wybranych gałęzi zbiorowego transportu publicznego w Vancouver

Źródło: www.translink.ca [dostęp: 09.10.2018]

Oprócz informacji dotyczących przebiegu linii metra plan sieci zamieszczony na rysunku 5.2. zawiera również informacje na temat schematów linii innych podsystemów transportu zbiorowego jak linie szybkiego autobusu (pomarańczowe), przeprawę promu pasażerskiego (szara) oraz stacje kolei o zasięgu krajowym (fioletowe).




Obecnie, w skład metra wchodzi 3 linie:

- Expo,
- Millenium,
- Canada Line.

Diagonalnie przez całe śródmieście biegnie linia „Expo” (niebieska), łącząc w spójną całość pozostałe dwie linie kolei miejskiej, poprzez wspólną obsługę kilku przystanków. Linia „Millenium” (żółta) poprzez niedawną obudowę w kierunku wschodnim zapewnia bezpośrednie połączenie miasta z dwoma stacjami kolei krajowej oraz na skutek wytyczenia trasy w kierunku równoleżnikowym umożliwia mieszkańcom szybkie przemieszczanie się w obszarze centrum. Dodatkowo wiąże system transportu publicznego z północnowschodnią częścią miasta. Ostatnia trzecia linia „Canada” (błękitna) zapewnia połączenie miasta z międzynarodowym portem lotniczym, obsługując trzy stacje w bezpośrednim sąsiedztwie lotniska, na wyspie Sea Island, położone przy terminalach odprawy pasażerów. W drugiej części trasy obsługuje znaczne generatory podróży oraz dworzec kolejowy.

Przebieg i rola systemu metra znajdują swoje konsekwencje w parametrach cechujących ich funkcjonowanie. Dane te zostały zestawione w tabeli 5.1.

Tabela 5.1. Zestawienie podstawowych parametrów funkcjonowania systemu Sky Train

Linia	Długość linii [km]	Liczba stacji	Stacje końcowe		Czas podróży [min]	Takt podstawowy [min]	
						Szczyt komunikacyjny	Okres pozaszczytowy
1	2	3	4		5	6	7
 Expo Line	29.7	20	Waterfront	Production Way–University	41	6–7	6–10
 Millennium Line	25.5	17	VCC–Clark	Lafarge Lake–Douglas	36	3–4	6–10
 Canada Line	14.4	13	Waterfront	Richmond–Brighouse	25	6	6–20
	15.1	13	Waterfront	YVR–Airport	26	6	6–20

Źródło: Opracowanie własne na podstawie www.translink.ca [dostęp: 10.10.2018]

System Sky Train w Vancouver funkcjonuje z bardzo dużą częstotliwością: między 3 a 20 minut. Zwłaszcza w okresie szczytu komunikacyjnego wyraźnie widać, że jest to kolej miejska w postaci metra. Zróżnicowanie wartości taktu podstawowego wynikają z poziomu zagregowania danych w tablicy. W praktyce rozkład jazdy jeszcze bardziej dostosowuje podaż i potencjał przewozowy do zgłaszanego zapotrzebowania i usprawnia szybkość obsługi, co jednak odbywa się kosztem rytmiczności. Pewne uogólnienie zostało zastosowane także dla okresu pozaszczytowego obejmującego bardzo długi czas, w czasie którego występują zróżnicowane wielkości potoku pasażerskiego. Także tutaj częstotliwość kursowania jest wysoka, dostosowana do potrzeb i zrównoważona z kosztem realizacji połączeń. Prędkość podróży na poszczególnych liniach waha się od 35 do 43 km/h. System dostępny jest dla użytkowników między 4:48 (rano) a 1:30 w nocy – w dni robocze. Krótszy okres obsługi występuje w weekendy, natomiast przy organizowaniu okolicznościowych imprez kulturalnych, masowych godziny funkcjonowania są wydłużane stosownie do potrzeb.

Dostępny system publicznego transport zbiorowego cieszy się coraz większą popularnością. Dlatego planuje się dalszą jego rozbudowę i zwiększenie przepustowości. W związku z automatycznym prowadzeniem możliwa jest realizacja przejazdów na liniach w odstępie 108 s a nawet 75 s. Wiąże się to z koniecznością wydłużenia platform peronowych. W październiku 2016 oddane zostało do użytku rozszerzenie Evergreen linii „Milenium” o długości 10 km i 6 nowych dodatkowych przystanków przy modernizacji dodatkowych dwóch stacji końcowych.

Integracja taryfowa

Obszar obsługiwany przez SkyTrain TransLink jest podzielony na trzy strefy, z taryfami różniącymi się w zależności od tego, ile granic jest przekraczanych podczas jednej podróży. Wspomniany podział miasta został przedstawiony na rysunku 5.3.

Strefy zostały wyznaczone jako koncentryczne pierścienie o wspólnym środku, otaczające centrum miasta. Rysunek 5.3. wyraźnie wskazuje zasięg funkcjonowania systemu Sky Train, obsługującego nie tylko śródmieście, ale wykraczającego daleko na przedmieścia w kierunku wschodnim. Strefy związane są również z realizowaną polityką miejską dostępu do centrum i wskazują na główne kierunki i obszar, w którym zawiera się znaczna część podróży mieszkańców. Obowiązująca taryfa dla wszystkich ofert została przedstawiona w tabeli 5.2.

Klienci mogą kupować bilety za gotówkę, karty debetowe lub karty kredytowe z samoobsługowych automatów biletowych na poziomie antresoli na każdej stacji. Dostępnych jest wiele biletów okresowych, takich jak bilet przedpłacony FareSaver, dzienna karta DayPass, miesięczna karta FareCard, roczna karta EmployerPass, Bilety jednorazowe są ważne przez 90 minut w każdym rodzaju transportu z dowolną liczbą przesiadek, w tym wszystkie linie SkyTrain oraz trasy autobusowe i SeaBus. Dodatkowo podczas realizowania podróży na lotnisko konieczne jest wpłacenie każdorazowej opłaty dodatkowej w wysokości \$5. Taryfa ulgowa jest dostępna dla dzieci (w wieku 6-13 lat), uczniów szkół średnich z ważną Kartą Go i osób starszych.



Rys. 5.3. Podział metropolii na strefy komunikacyjne

Źródło: www.translink.ca [dostęp: 09.10.2018]

Tabela 5.2. Taryfa publicznego transportu zbiorowego w Vancouver¹⁰

Rodzaj oferty	Liczba stref	Bilet Normalny	Bilet Ulgowy
Single/Cash Fares	1	\$2.95	\$1.90
	2	\$4.20	\$2.90
	3	\$5.70	\$3.90
Stored Value (Compass Card)	1	\$2.30	\$1.85
	2	\$3.35	\$2.85

¹⁰ <https://www.translink.ca/Fares-and-Passes/Fare-Pricing.aspx> [dostęp w dniu 9.10.2018]

Rodzaj oferty	Liczba stref	Bilet Normalny	Bilet Ulgowy
	3	\$4.40	\$3.85
Monthly Pass (Compass Card)	1	\$95	-
	2	\$128	-
	3	\$174	\$54
DayPass	All	\$10.25	\$8
HandyDART Service	-	\$2.95	-

Źródło: Opracowanie własne na podstawie <https://www.translink.ca/Fares-and-Passes/Fare-Pricing.aspx> i <http://www.vancouver.ca/> [dostęp: 09.10.2018]

Do kwietnia 2016 r. system taryfowy SkyTrain był systemem potwierdzania płatności; nie było kołowrotek przy wejściach na perony pociągu. Zamiast tego taryfy były egzekwowane za pomocą losowych inspekcji biletów - zwykle przez policję lub ochronę tranzytową, ale czasami również przez pracowników SkyTrain – w pociągach i na stacjach. Kara za brak dowodu zapłaty, uchylania się od opłat, odsprzedaży biletów lub innych oszustw wynosiła \$ 173.

W Sky Train dostępny jest również bezstykowy system płatności kartą inteligentną „Karta Compass” wykorzystywany przede wszystkim do transportu publicznego w Vancouver obsługiwany przez TransLink. Użytkownicy kupują kartę Compass i podają wartość taryfy online, telefonicznie lub na automatach znajdujących się w terminalach SeaBus, SkyTrain i West Coast Express. System elektronicznego poboru opłat został wdrożony w 2015 r. Od 4 kwietnia 2016 r. wszystkie bilety okresowe na SkyTrain, SeaBus i West Coast Express są dostępne tylko na kartę, co obejmuje ponad 915 000 klientów.

Aktualną zgromadzoną na karcie kwotę, niezbędną do pobierania opłat przy przejazdach środkami transportu publicznego, można sprawdzić po wpisaniu numeru karty w dedykowanym serwisie internetowym. Strony te nie są przystosowane do dostępu do urządzeń mobilnych i nie są połączone z witryną TransLink. Numer karty nie nadaje się do odczytu maszynowego i musi zostać przesłany ręcznie. Jeśli użytkownik się zaloguje, można wyświetlić historię transakcji i zapamiętaną wartość. Jeśli na karcie zapisany jest odpowiedni bilet lub zgromadzone zostały wystarczające środki do opłacenia jednorazowego biletu

zgodnie z taryfą, można rozpocząć korzystanie z publicznego transportu, odbijając kartę po wejściu do autobusu lub na peronie przed wejściem do pociągu Sky Train oraz przy wysiadaniu za wyjątkiem korzystania wyłącznie z autobusów. Odbijanie karty polega na lekkim dotknięciu płaskiej karty Compass względem czytnika kart.

W zależności od środka transportu i typu pojazdu proces pobierania opłat różni się nieznacznie:

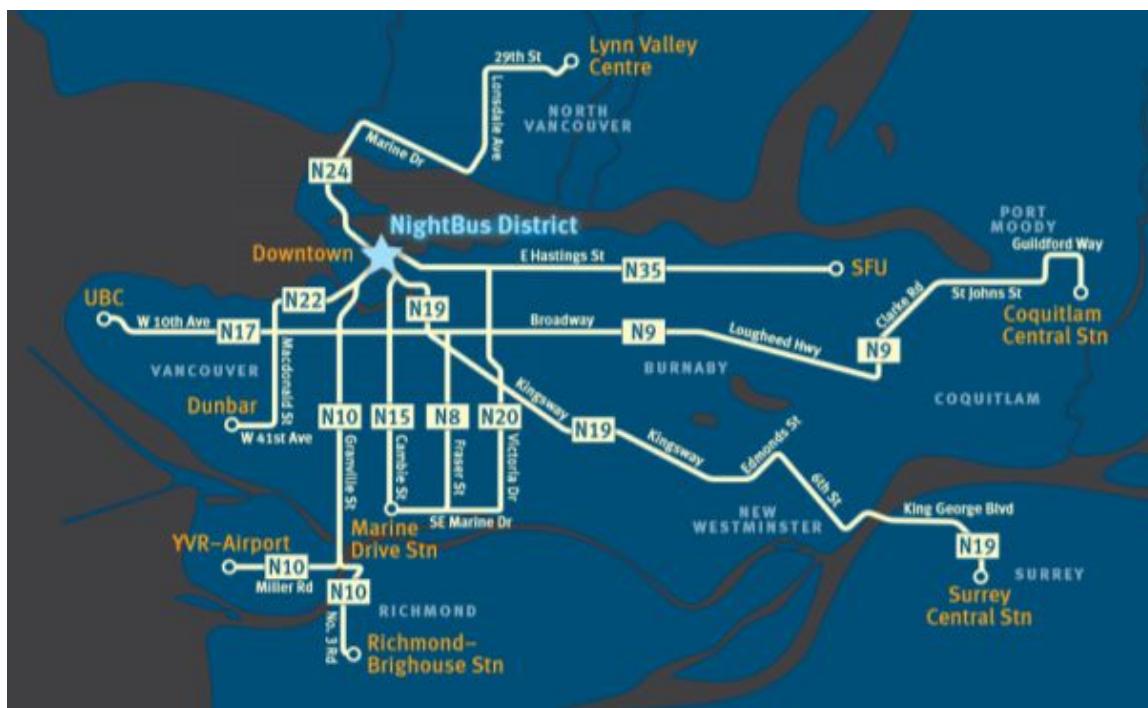
- Autobus: czytniki kart znajdują się przy każdych drzwiach autobusu; użytkownicy nie muszą rejestrować wyjścia, chyba że realizują podróż złożoną, z wykorzystaniem dodatkowych gałęzi transportu,
- SkyTrain i SeaBus: podróżni odbijają karty zlokalizowane w każdym punkcie wejścia i wyjścia stacji,
- West Coast Express: podróżni korzystają z wolnostojącej maszyny do sprawdzania autentyczności znajdującej się w każdym punkcie wejścia i wyjścia stacji.

Podczas rozpoczęcia przemieszczania z wykorzystaniem kolei miejskiej i promu, automatycznie pobierana jest opłata odpowiadająca podróży przez 3 strefy. Dopiero przy zarejestrowaniu wyjścia, zwracana jest ta część kwoty, która z racji przebytego dystansu została naliczona nadmiarowo. Brak zarejestrowanego wyjścia spowoduje pobranie pełnej opłaty odpowiadającej podróży przez 3 strefy. Przy rozpoczęciu podróży złożonej autobusem zostanie naliczona opłata jedynie za jedną strefę. Koniecznym jest wtedy jednak rejestrowanie przy użyciu karty każdego wejścia i wyjścia z pojazdu.

Oferta U-Pass BC daje studentom dostęp do usług autobusowych, promu i SkyTrain a także zniżki na West Coast Express. Wszyscy uprawnieni studenci płacą za swoje bilety w ramach opłat za studia. Dzięki temu, że wszyscy uczestniczą w programie, koszt jednostkowy jest znacznie niższy.

Integracja systemowa

System publicznego transportu zbiorowego poza omawianą koleją miejską, która niewątpliwie spełnia bardzo istotną rolę w przemieszczaniu, obejmuje również inne podsystemy, jak autobusy i promy. Integracja międzysystemowa realizowana jest poza udostępnieniem wspólnego biletu na wielu innych płaszczyznach. Publiczny transport zbiorowy obejmuje 210 linii autobusowych. Dostępne są regularne linie autobusowe, w tym 13 obsługiwanych przez trolejbusy, 8 linii nocnych, 3 linie szybkiego autobusu oznaczane jako "B". Już od 2019 roku ten podsystem zostanie rozszerzony o kolejne 4 linie, podczas gdy w sferze projektowania pozostają jeszcze dwie. Plan autobusowej sieci nocnej został przedstawiony na rysunku 5.4.



Rys. 5.4. Plan sieci autobusów nocnych.

Źródło: www.translink.ca [dostęp: 09.10.2018]

Analiza schematu tras nocnych jednoznacznie wskazuje na charakter tego podsystemu oraz spełniane role. Sieć jest niewielka, lecz łączy najważniejsze punkty miasta, zwłaszcza biorąc pod uwagę lokalne uwarunkowania Vancouver oraz całej Kanady. Zapewniona została obsługa lotniska i dworców kolei krajowej a poprzez zwartą sieć również całego centrum miasta. Widać, że dworzec centralny stanowi kluczowy, węzłowy punkt nocnego transportu publicznego, który to posiada połączenie autobusowe z dzielnicami położonymi po północnej części zatoki. Wydłużona trasa stanowi odpowiedź systemu na brak nocnego kursowania promów.

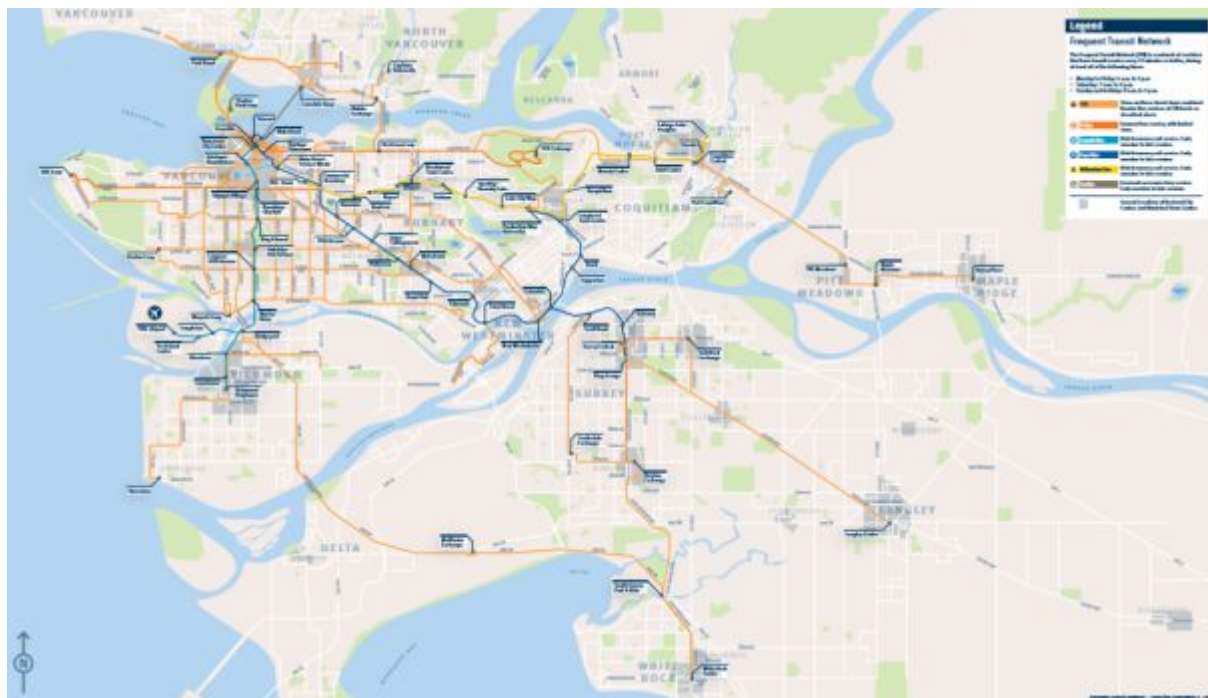
W publicznym transporcie zbiorowym Vancouver wykorzystywane są 262 pojazdy trzech typów trolejbusów zestawionych w tabeli 5.3.

Tabela 5.3. Zestawienie wykorzystywanego taboru trolejbusowego

Model	Liczba pojazdów	Długość	Typ
1	2	3	4
E40LF	1	12 m	Pojazd niskopodłogowy
E40LFR	187	12 m	Pojazd niskopodłogowy
E60LFR	74	18 m	Niskopodłogowy pojazd przegubowy

Źródło: Opracowanie własne na podstawie <https://vancouver.ca/> [dostęp: 09.10.2018]

Analizując tabor trolejbusowy można zauważyć, wyraźną przewagę pojazdów krótszych, a przez to mniej pojemnych, co wynika z wysokiej częstotliwości kursowania pojazdów. Taki sposób obsługi podróżnych zapewnia większy komfort związany z minimalizacją całkowitego czasu podróży, przy jednoczesnym zmniejszeniu zapotrzebowania na przestrzeń w pojazdach. Integracja funkcjonalna poszczególnych podsystemów transportu zbiorowego na przykładzie układu sieci została przedstawiona na rysunku 5.5.



Rys. 5.5. Sieć transportu publicznego obsługujący Metropolię Vancouver wraz z otaczającym regionem, złożona tylko z połączeń realizowanych z częstotliwością równą co najmniej co 15 minut

Źródło: www.translink.ca [dostęp: 09.10.2018]

Analiza rysunku 5.5. wskazuje jak duża jest dostępność systemu w związku z realizowaną wysoką częstotliwością kursowania pojazdów na bardzo rozbudowanej sieci obejmującej nie tylko metropolię ale również jej otoczenie. Poza systemem Sky Train działającym zwłaszcza w obszarze miejskim bardzo ważną rolę spełniają linie autobusowe, łączące najdalsze fragmenty regionu oraz poprzez swą dużą gęstość obsługujące całe centrum miasta.

W związku z lokalną specyfiką i położeniem geograficznym Kanady system konwencjonalnej kolei nie jest rozbudowany. Tworzy go kilka linii o przebiegu równoleżnikowym, łączącym oba oceaniczne wybrzeża. Przebieg jedynej w regionie linii został przedstawiony na rysunku 5.6.



Rys. 5.6. Przebieg krajowej linii kolejowej w obszarze Vancouver

Źródło: <https://vancouver.ca/> [dostęp: 09.10.2018]

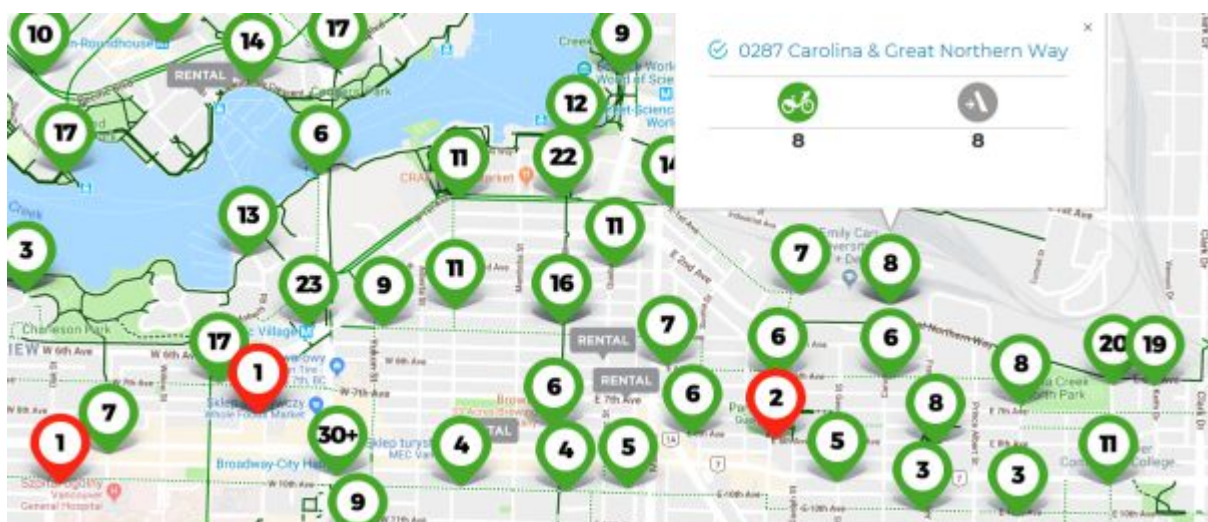
Ze względu na specyficzny charakter i przeznaczenie konwencjonalna linia kolejowa przebiegająca przez analizowany obszar metropolii nie może być wykorzystana do realizacji aglomeracyjnych przemieszczeń. W ramach tej linii obsługiwane są połączenia na trasach Amtrak Cascades, Seattle, Portland i Rocky Mountaineer rail tour. Elementem spajającym dworzec kolejowy „Pacyfic Central Station” z miastem, zwiększającym jego dostępność jest właśnie kolej miejska Sky Train, obsługująca dworzec poprzez bezpośredni przyległy przystanek i łącząca go z lotniskiem i odległymi częściami miasta.

SeaBus obejmuje jedną linię obsługiwaną przez 3 promy osobowe, mieszczące 385 osób przewożonych między dwoma przystankami końcowymi, łączącymi północną część zatoki z południową w punkcie będącym zarazem stacją kolei Sky Train. Przeprawa funkcjonuje od poniedziałku do soboty między 6:00 rano a 1:00 w nocy, a w niedziele od 8:30 do 23:30. Dystans 3,24 km pokonywany jest w 10-12 minut, co daje prędkość eksploatacyjną 21,3 km/h. Biorąc pod uwagę konieczność manewrowania w portach, możliwych jest do zrealizowania około 50 kursów w ciągu dnia.

Miasto wdrożyło niedawno system wypożyczania rowerów. Działania rozpoczęte w 2016 roku powoli dobiegają końca i w roku 2018 system uzyskał pełną funkcjonalność. Dostępnych jest 150 stacji i 2 000 rowerów. System „Mobi” oferuje cztery opcje płatności za usługę wynajmu: dwa plany roczne o wartości 129 USD i 159 USD dla nieograniczonej liczby podróży trwających nie dłużej niż 30 i 60 minut dla właściwej taryfy. 90-dniowy karnet kosztujący 75 \$ i 24-godzinny karnet za 9,75 USD pozwalają na nieograniczoną liczbę 30-minutowych podróży. Opłaty dodatkowe, przekraczające udostępnione przez wykupiony bilet minuty wynoszą: 5 USD za każdy dodatkowy 30-minutowy blok na 24-godzinnym karnecie, 2 USD za pierwsze 30 minut oraz 3 USD za wszystkie kolejne 30-minutowe bloki dodatkowej jazdy w ramach planu 75 USD i 129 USD. Dodatkowa opłata w wysokości 3 USD za pół godziny za przejazdy powyżej 60 minut jest naliczana w ramach planu 159 USD. Podczas premiery rabat dla osób

zarejestrowanych od samego początku przyniósł plany roczne do 99 \$ i 129 \$. Od 2017 roku wprowadzone zostały dodatkowe 25% zniżki dla zarejestrowanych klientów systemu.

Rowery można zablokować poza wyznaczonymi stacjami za pomocą zamka i kodu PIN lub cyfrowego breloku. System zapewnia dodatkowo bezpłatne kaski. To jedyny system wypożyczania rowerów w Ameryce Północnej, obok Pronto Cycle Share w Seattle, który zobowiązany jest do zapewnienia kasków rowerzystom. Stacje wypożyczania rowerów zostały celowo umieszczone w odległości co najmniej 50 metrów od istniejących sklepów rowerowych, oferujących konkurencyjne usługi wynajmu. Dostępny jest dedykowany serwis internetowy zapewniający obsługę użytkownikom w zakresie wyrobienia i prowadzenia karty. Gęsta sieć stacji rowerowych została naniesiona na interaktywną mapę, której fragment został przedstawiony na rysunku 5.7.



Rys. 5.7. Fragment sieci stacji rowerowych z informacją o liczbie dostępnych rowerów

Źródło: <https://www.mobibikes.ca/> [dostęp: 10.10.2018]

Użytkownicy systemu „Mobi” mają zapewnioną aktualizowaną na bieżąco informację o liczbie dostępnych rowerów w każdej stacji, a dodatkowo po najechniu myszką na wybrany punkt pojawia się informacja o dostępnej liczbie wolnych stanowisk do pozostawienia roweru. Dzięki temu można skutecznie planować punkty początkowy i końcowy podróży bez obaw o problemy z wypożyczeniem czy oddaniem roweru zwłaszcza, że stacje rozlokowane są bardzo blisko siebie, a w niedalekim sąsiedztwie każdego obiektu zlokalizowanych jest kilka punktów. Dostarczanie informacji na bieżąco poprawia jakość obsługi, wskazując także na krytyczne elementy sieci, stacje w których prawie wyczerpany jest zasób rowerów. Także służby miejskie i obsługa dzięki informacji z portalu może pracować efektywniej w zakresie relokacji rowerów. W systemie gromadzona jest na bieżąco informacja o wielkości potoków na poszczególnych kierunkach i czasie ich występowania. Miasto kładzie bardzo duży nacisk na rozwój systemu rowerowego. Od dawna kształtowana jest gęsta sieć infrastruktury.

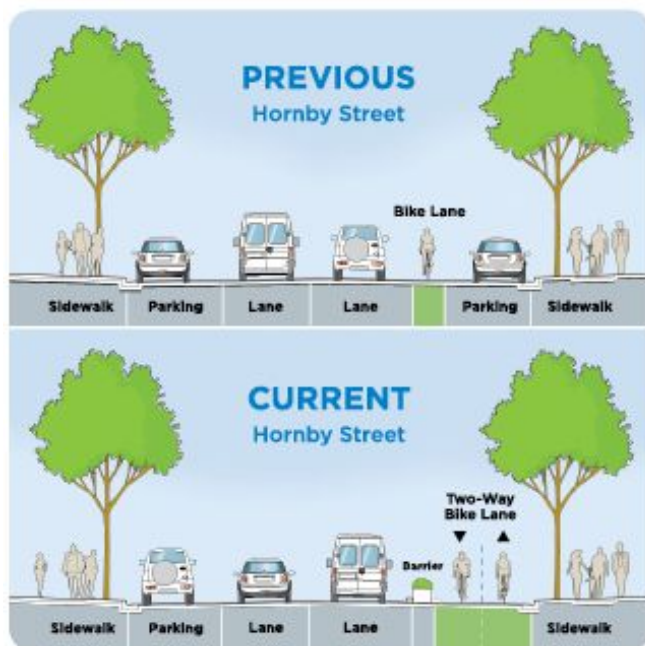
Fragment układu sieci ścieżek rowerowych w śródmieściu został przedstawiony na rysunku 5.8.



Rys. 5.8. Plan sieci ścieżek rowerowych w śródmieściu

Źródło: <https://vancouver.ca/streets-transportation/cycling-routes-maps-and-trip-planner.aspx> [dostęp: 09.10.2018]

Ścieżki rowerowe wytyczone zostały na głównych arteriach, łączących osiedla i dzielnice, rozmieszczone są równomiernie na całym obszarze miasta. Dzięki temu zapewniona została duża dostępność systemu, skupiono ruch rowerowy na określonych ulicach eliminując go z innych. Jedynie skrajne etapy podróży realizowane są z wykorzystaniem wszystkich dróg, w celu zminimalizowania przemieszczeń pieszych. Ścieżki rowerowe są specjalnie oznaczone, zastosowano szereg rozwiązań infrastrukturalnych i organizacyjnych ułatwiających poruszanie się rowerem w ruchu drogowym, jak śluzy rowerowe. Nacisk kładzie się również na edukację i promowanie właściwych zachowań samych rowerzystów dla zwiększenia bezpieczeństwa. Poza programem gwarantującym kask do każdego wypożyczanego roweru prowadzi się inne działania jak przebudowa infrastruktury. Przykład rozwiązania zwiększającego bezpieczeństwo ruchu rowerowego został przedstawiony na rysunku 5.9.



Rys. 5.9. Przykład zwiększenia bezpieczeństwa rowerzystów poprzez rozwiązanie infrastrukturalne

Źródło: <https://www.mobibikes.ca/> [dostęp: 10.10.2018]

Odseparowanie ruchu rowerowego od samochodowego na odcinkach międzywęzłowych barierą fizyczną i przeniesieniem miejsc postojowych jednoznacznie zwiększa bezpieczeństwo i komfort podróży rowerowych. Pozwala to na wyeliminowanie zachodzących interakcji pomiędzy strumieniami konfliktowymi podczas przekraczania ścieżek przez wjeżdżające na parking pojazdy, a później otwartych drzwi pojazdów znajdujących się w strefie ruchu rowerów. Poszerzenie ścieżki i brak konieczności obserwacji samochodów wpływa na zwiększenie przepustowości.

6. MONORAIL MUMBAJ

Ogólna charakterystyka systemu

Monorail Mumbai to system jednoszynowy dla miasta Mumbai. Budowa rozpoczęła się w styczniu 2009 r., a pierwsza linia została otwarta do obsługi ruchu komercyjnego 1 lutego 2014 r., choć planowano uruchomić ją już w 2009 r. i jest pierwszą tego typu w Indiach. Zaproponowano cztery linie. Raport konsultanta rządowego zalecił, aby zamiast nowego systemu korytarz drugiej linii był obsługiwany przez system drogowy przez następne 10 - 15 lat, wykorzystując połączenia autobusowe zwykłe i przyspieszone. Po zakończeniu całej fazy 1 w połowie 2017 r., Monorail stał się piątym co do wielkości systemem jednoszynowym na świecie. Dwie kolejne linie (nr 3 i 4) o długości 10 km mają zostać zbudowane dopiero po ukończeniu pierwszego etapu.

Ponadto, planowane wcześniej korytarze metra w Mumbaju są również analizowane pod kątem możliwości funkcjonowania jako korytarze jednotorowe z powodu gęstych i zatłoczonych obszarów, przez które przechodzą. Są to: Hutatma Chowk -Ghatkopar o długości 21,8 km i Ghatkopar - Mulund - 12,4 km.

Projekt jednotorowy był postrzegany jako lepsze rozwiązanie w obszarach, w których drogi nie mogą być poszerzone z powodów architektonicznych. Zmniejszają się straty nieruchomości dla mieszkańców, a także obniżają koszty nabycia gruntów przez rząd. Kolej jednoszynowa jest przyjazna dla środowiska, łatwo dostępna i powoduje mniejsze zanieczyszczenie hałasem w porównaniu do systemów kolei podziemnej. Zmniejsza również zatory w ruchu drogowym i zapewnia pasażerom wysoką niezawodność i łatwość manewrowania. Pasażerowie podróżujący do podmiejskich lokalizacji korzystają, ponieważ kolej jednoszynowa zapewnia połączenia między podmiejskimi stacjami kolejowymi, w tym Mahalaxmi Lower Parel, Curry Road, Dadar i Wadala.

Infrastruktura i funkcjonowanie systemu

Całkowita długość torowiska Monorail wynosi 19,54 km, ale tylko 8,9 km wykorzystywanych jest do obsługi podróży. Pojazdy zasilane są z trzeciej szyny prądem zmiennym o napięciu 750 V.

Stacje systemu są wyniesione nad powierzchnię ziemi na wysokość poruszania się pojazdów. Wejście na perony realizowane jest z wykorzystaniem schodów także ruchomych. Każda stacja wyposażona została w cztery systemy ruchomych schodów, trzy ławki dla podróżnych i dystrybutor wody pitnej. Brak jest jednak toalet. Na stacjach znajdują się pracownicy służby ochrony. Na stacji Chembur zastosowano bezpośrednią kładkę dla pieszych przebiegającą na wysokości peronów stacji łączącą bezpośrednio przystanek systemu Monorail ze zlokalizowanym w pobliżu dworcem kolei podmiejskiej. Jest to element rozbudowywanego zespołu bezpośrednich połączeń położonych na wysokościach nad

powierzchnią ziemi obiektów obciążonych dużymi potokami. Celem jest skuteczne rozproszenie, rozprowadzenie osób dojeżdżających z zatłoczonych obszarów do strategicznych miejsc, takich jak dworce autobusowe, postoje taksówek, sklepy. Drogowa sieć miejska Mumbai jest bardzo obciążona i takie zabiegi poprzez przeniesienie konfliktowych strumieni na różne poziomy w niewielkim stopniu, ale wpływa również na zmniejszenie kongestii. Na rysunku 6.1. zostały przedstawione przykłady infrastruktury przygotowanej w ramach tworzonego systemu Monorail Mumbai.

Dużą rolę przywiązano do zapewnienia bezpieczeństwa podróżnych. Mimo dobrego przylegania ściany pojazdu do krawędzi peronu zdecydowano się na zamontowanie barier ochronnych, jednoznacznie wyznaczających miejsce zatrzymania pociągu i otwarcia drzwi. Poza tym dla zwiększenia komfortu oczekujących perony są ośniete dachem.



Rys. 6.1. Przykłady elementów systemu Monorail Mumbai: a) Pociąg wjeżdżający na peron, b) Widok torowiska i sposobu oparcia taboru, c) Widok kładki łączącej w sposób bezpośredni stację kolei podmiejskiej z przystankiem monorail

Źródło: <https://www.railway-technology.com/projects/mumbai-monorail/> [dostęp 18.11.2018], <https://mmrda.maharashtra.gov.in/mumbai-monorail-project> [dostęp 19.11.2018]

Specjalne osłonięte dachem i barierkami kładki prowadzone na wysokości kilku metrów pozwoliły na oddzielenie i niezależny ruch kilku konfliktowych strumieni. W takim układzie piesi i pojazdy nie powodują wzajemnego pogorszenia przepustowości. Oparcie konstrukcji na słupach pozwoliło także na zaoszczędzenie przestrzeni w pasie drogowym.

W Mumbaju wykorzystywanych jest 6 czteroczęłonowych pojazdów o prędkości maksymalnej 80 km/h. Na kolejnych etapach rozbudowy przewiduje się zakup kolejnych 10 sztuk. W każdym członie pojazdu dostępnych jest 568 miejsc, jednak tylko 18 siedzących, co wynika z założonej roli danego środka transportu, czyli obsługi znacznych potoków, swobody przemieszczania się w pojazdach oraz ułatwienia wymiany pasażerów na przystankach. Wskazanemu celowi służą również po dwie pary drzwi na każdy człon. Całkowita długość składu wynosi 44,8 m, szerokość 3,08 m, wysokość 4,72 m, a każdy człon waży 15 ton. System zarządzania pojazdem prowadzi nadzór i kontroluje w czasie rzeczywistym poszczególne podzespoły, informuje kierowcę o prędkości, ilości energii elektrycznej wysyłanej do każdego wózka napędowego, działaniu hamulców, ciśnieniu powietrza w każdej oponie i stanie drzwi.

Informacje o stanie pociągu są graficznie wyświetlane operatorowi za pośrednictwem panelu HMI. Przyjazny dla użytkownika wyświetlacz interfejsu pozwala operatorowi szybko reagować i rozumieć stan całego systemu kolejowego. Status systemu kolejowego i awaryjne warunki są kategoryzowane i wyświetlane w czasie rzeczywistym i ustalone priorytetowo w kolejności hierarchii systemu krytycznego. Opcjonalnie dane krytyczne mogą być rejestrowane do dalszej analizy. Pociąg jest wyposażony w system automatycznej ochrony pociągów (ATP), który zapobiega kolizjom. Po zakończeniu wszystkich kontroli bezpieczeństwa kierowca może ruszyć, przesuwając dźwignię do przodu. Pociągi mają hamulce tarczowe zapewniające optymalną siłę hamowania. Kiedy dźwignia jest odciągnięta do tyłu na pierwszą pozycję początkowo, stosowane jest hamowanie silnikami z rekuperacją energii. Mocniejsze pociągnięcie za dźwignię, włącza hamulce tarczowe, które można wykorzystać do zmniejszenia prędkości i zatrzymania pociągu. Kolejny zestaw awaryjnych hamulców tarczowych włącza się w przypadku awarii zwykłego hamulca. Pojazdy posiadają również czuwak aktywny, uruchamiający hamowanie awaryjne w przypadku braku wymaganej właściwej reakcji maszynisty, czyli okresowego naciskania stosownego przycisku. Maksymalne przyspieszenie pojazdu, jak i opóźnienie służbowe, stosowane w normalnych warunkach funkcjonowania wynoszą $1,1\text{m/s}^2$ natomiast w przypadku hamowania awaryjnego możliwe jest opóźnienie o wartości $1,3\text{m/s}^2$. Na rysunku 6.2. przedstawiony został widok wnętrza pojazdu.



Rys. 6.2. Widok przestrzeni pasażerskiej pojazdu.

Źródło: <https://www.railway-technology.com/projects/mumbai-monorail/> [dostęp 18.11.2018]

Wnętrze pojazdu systemu monorail jest dostosowane do potrzeb użytkowników i zostało zaprojektowane z uwzględnieniem bezpieczeństwa pasażerów i komfortu. Zastosowana minimalistyczna koncepcja, ma na celu zwiększenie przestrzeni wewnętrznej i zmaksymalizowanie przepływu pasażerów oraz zminimalizowanie przeszkód w drzwiach i wokół nich. Dostępne są poręcze i podpory, które pomagają w bezpiecznym wsiadaniu, siedzeniu, wstawaniu i wysiadaniu, również dla osób niepełnosprawnych. Inne funkcje bezpieczeństwa obejmują pokrętko awaryjnego otwierania drzwi i interkomu ratunkowego, a także awaryjne okna wentylacyjne. Podłoga jest antypoślizgowa i wykonana z ognioodpornego materiału. Każdy człon ma zamontowany na dachu klimatyzator o mocy 40 kW. Systemy informacji pasażerskiej obejmują wyświetlacze LED, monitory oraz komunikaty dźwiękowe. Kabiny są wyposażone w specjalnie zaprojektowane siedzenia do obsługi znacznych potoków pasażerskich i dwa sąsiadujące fotele z możliwością zmiany pozycji, a także miejsce dla wózków inwalidzkich. Podczas jazdy kolej jednoszynow wytwarza hałas o wartości od 65 do 85 decybeli, znacznie mniejszy niż poziom hałasu 95 decybeli w autobusie.

Dotychczas w Mombaju otwarto tylko jedną linię o długości 8,9 km, obsługującą 7 przystanków. Przyjęty takt podstawowy wynosi 15 min, choć docelowo dąży się do 3 min a prędkość podróży wynosi 32 km/h. Plan linii został przedstawiony na rysunku 6.3.



Rys. 6.3. Plan linii kolei monorail (niebieski – odcinek istniejący, czerwony – planowany)

Źródło: <https://mmrda.maharashtra.gov.in/mumbai-monorail-project#> [dostęp 19.11.2018]

Władze miejskie zdecydowały, że kolej jednoszynowa połączy te części miasta, które nie były połączone podmiejskim systemem kolei lub proponowanym systemem metra, stanowiąc przy tym wydajny środek dowozowo-odwozowy do metra i podmiejskich systemów kolejowych oferujących sprawny, bezpieczny, klimatyzowany, wygodny i dostępny cenowo transport publiczny dla osób dojeżdżających do pracy.

Pociągi kolei Monorail w Mombaju kursują od 6:00 (rano) do 22:00 wieczorem. Pozwoliło to na realizację 131 kursów dziennie, a ostatni kurs odjeżdża z Wadala Depot i Chembur o godzinie 22:07. Pociągi osiągają maksymalną prędkość 80 km/h, a średnia prędkość eksploatacyjna wynosi 32 km/h. System został zaprojektowany na 3-minutowe działanie w godzinach od 05:00 do 24:00. Usługi przewozowe świadczone początkowo tylko w godzinach od 7:00 do 15:00, z 64 kursami dziennie. Następnie w ciągu 14 godzin: od 6:00 (rano) do 20:00 wieczorem. Godziny pracy zostały przedłużone, po tym jak władze zwiększyły liczbę operacji i personelu konserwacyjnego, a także zbadały ruch pasażerski. Dalsza rozbudowa funkcjonowania założyła, że system będzie działał w godzinach od 7:00 do 19:00, lecz wymagało to podwojenia personelu obsługującego. Kursowanie w godzinach od 6:00 do 20:00, daje łączną liczbę usług działających dziennie w wysokości 112. Z jednej strony

opracowana została koncepcja rozbudowy systemu o co najmniej kilka linii, aby odciążać bardzo zatłoczoną sieć drogową, z drugiej jednak strony wskazuje się na wysokie koszty budowy (przedstawione w tabeli 6.1.) i podnoszone są argumenty o niewielkiej, niewystarczającej zdolności przewozowej. Dlatego obecnie wszystkie prace zostały wstrzymane. Utrzymano funkcjonowanie tylko jednej linii, przy czym nie zarzuca się koncepcji kolei typu monorail, lecz jedynie wstrzymuje jej realizację na odpowiedni czas.

Tabela 6.1. Proponowana pełna sieć systemu Monorail Mumbai

Faza	Linia	Przebieg trasy	Długość [km]	Szacunkowy koszt budowy [US\$]
1	2	3	4	5
1	1	Chembur–Wadala Depot–Jacob Circle	19,54	380 mln
	2	Mulund–Goregaon–Borivali	30,00	580 mln
	4	Lokhandwala–SEEPZ–Kanjurmarg	13,14	250 mln
	5	Thane – Mira-Bhayandar – Dahisar	24,25	470 mln
2	6	Kalyan–Ulhasnagar–Dombivli	26,40	510 mln
	7	Chembur–Ghatkopar–Kopar Khairane	16,72	510 mln
	8	Mahape–Shil Phata–Kalyan	21,10	410 mln

Źródło: Opracowanie własne na podstawie <https://www.railway-technology.com/projects/mumbai-monorail/> [dostęp 18.11.2018]

Bardzo duży nacisk położony został na zapewnienie odpowiedniego poziomu bezpieczeństwa w związku z zamkniętą przestrzenią pojazdu i utrudnioną możliwością ewakuacji. Każda stacja na linii jest wyposażona w bramkę wykrywacza metali, skanery bagażu oraz kamery monitoringu przemysłowego. Oficerowie w cywilnych ubraniach jeżdżą pociągami, by ograniczyć, zapobiegać oraz reagować na zaistniałe kłopoty, kieszonkowców i napastników. Na wszystkich stacjach znajdują się uzbrojeni ochroniarze we wszystkich punktach wejścia. W ramach pierwszej fazy zatrudniono około 500 osób uzbrojonego personelu i prywatnych strażników. Drzwi pojazdów nie otwierają się, gdy pociąg jest w ruchu. Kapitanowie pociągu muszą przed rozpoczęciem pracy przejść test stanu trzeźwości z wykorzystaniem alkomatu, a wszelkie naruszenia tej kontroli pociągają za sobą działania dyscyplinarne, grzywny i opłaty karne. Cały personel obsługujący pomieszczenia stacji wyposażony jest w ręczne wykrywacze. Zespół ds. wykrywania i usuwania bomb oraz wyszkolone psy są również rozmieszczone na wszystkich stacjach.

Monorail Mumbai korzysta z automatycznego systemu zbierania opłat, gdzie bilety są sprzedawane w formie elektronicznie zaprogramowanych kart podróży. Bilety są ważne przez

20 minut od momentu skasowania przy wykorzystaniu na tej samej stacji i 90 minut przy rozpoczęciu podróży na dowolnej innej stacji. Minimalna opłata za linię wynosi ₹ 5, a maksymalna wynosi ₹ 11¹¹. Koszt karty inteligentnej wynosi ₹ 100 (1,40 USD), z czego ₹ 50 to zwrotny depozyt zabezpieczający, a pozostałe ₹ 50 można wykorzystać na podróż¹². Dzieci poniżej 90 cm jeżdżą za darmo. Nie sprzedaje się biletów turystycznych. Dostępne są bilety podróży powrotnych realizowanych w dniu wyjazdu, podobnie jak bilety okresowe: dzienne, miesięczne i kwartalne.

Zgodnie z wynikami badań potoków pasażerów, 73% osób dojeżdżających koleją typu Monorail to użytkownicy, dojeżdżający codziennie do pracy lub do szkoły. Siedemdziesiąt procent osób dojeżdżających do pracy dotarło do stacji pieszo. Osoby dojeżdżające do pracy w grupie wiekowej od 16 do 22 lat stanowiły 33% liczby osób jeżdżących, a osoby w grupach wiekowych 23 - 30 lat i 31 - 58 lat stanowiły 29%.

Od samego początku ten środek transportu cieszył się bardzo dużą popularnością, w pierwszym tygodniu działalności każdego dnia przewieziono z jego wykorzystaniem około 19 tys. podróźnych. W tabeli 6.2. przedstawiono taryfę odległościową obowiązującą w systemie.

Tabela 6.2. Taryfa odległościowa dla systemu Monorail.

Odległość [km]	Cena
1	2
0 - 3	₹5 (7.0¢ US)
3 - 5	₹7 (9.7¢ US)
5 - 7	₹9 (13¢ US)
7 - 10	₹11 (15¢ US)
10 - 15	₹14 (19¢ US)

Źródło: Opracowanie własne na podstawie <https://www.railway-technology.com/projects/mumbai-monorail/> <https://www.mid-day.com/articles/a-look-at-the-mumbai-monorail-as-it-completes-a-year/15957160> [dostęp 18.11.2018]

Integracja systemowa

W ramach programu poprawy infrastruktury komunikacyjnej stacji, w kwietniu 2017 r. ogłoszono komunikat, że przesunięte zostaną wszystkie przystanki autobusowe i postoje taksówek na odległość około 40-50 metrów od stacji kolei monorail. Obecna lokalizacja stanowisk tych systemów tuż obok stacji powoduje zatory w ruchu drogowym i ogranicza ruch pieszych.

¹¹ <https://www.dnaindia.com/mumbai/report-mumbai-monorail-passengers-can-break-rules-at-their-own-peril-1958376> [dostęp w dniu 18.11.2018]

¹² <https://mumbaimirror.indiatimes.com/mumbai/other/Monorail-sees-first-fare-hike-even-before-inauguration/articleshow/29620971.cms?> [dostęp w dniu 18.11.2018]

Poza bezpośrednim sąsiedztwem stacji kolei podmiejskiej, połączonych specjalnymi korytarzami ze stacjami monorail nie występuje żadna bliższa, ścisła współpraca między licznymi w mieście systemami transportowymi. Brak jest nie tylko integracji funkcjonalnej i koordynacji rozkładów jazdy, ale przede wszystkim wspólnego biletu. Użytkownicy poszczególnych gałęzi transportu muszą wykorzystywać bilety każdego z operatorów. W związku z bardzo dużą kongestią i znacznym rozmiarem obsługiwanych potoków pasażerskich rozważa się w niedalekiej przyszłości wprowadzenie biletu zintegrowanego ze względu na bardzo duże uciążliwości dla pasażerów, zwłaszcza, że podróże złożone są w Mumbaju bardzo popularne.