

# ALTERNATYWNY ŚRODEK TRANSPORTU METROPOLITALNEGO DLA WROCŁAWIA<sup>1</sup>

**IGOR GISTEREK**

dr inż., Politechnika Wrocławska,  
Wydział Budownictwa Lądowego  
i Wodnego, Instytut Inżynierii  
Lądowej, Zakład Infrastruktury  
Transportu Szynowego, 50-370  
Wrocław, ul. Wybrzeże Wyspiań-  
skiego 27, tel. (71) 320 45 56,  
e-mail: igor.gisterek@pwr.wroc.pl

**Streszczenie.** Okresowo pojawiają się na łamach prasy fachowej i ogólnej rozważania na temat celowości budowy metra we Wrocławiu. Ostatnio zaprezentowane przez Biuro Rozwoju Wrocławia opracowanie zawiera koncepcję budowy systemu mierzącego 36 kilometrów tras i liczącego 34 stacje. W artykule przedstawiono wcześniejsze koncepcje systemu szybkiej kolei miejskiej. Zamieszczono też rozważania na temat obecnie obowiązującej koncepcji. Opisano i omówiono wybrane założenia przyjęte podczas formułowania tego dokumentu oraz wynikające z nich rozwiązania, zagrożenia i wnioski. Przytoczono podstawowe zasady dotyczące współistnienia transportu zbiorowego i indywidualnego oraz obliczania sumarycznego czasu podróży z uwzględnieniem różnic pomiędzy liniami tramwajowymi czy autobusowymi a trasami metra. Następnie przedstawiono wybrane cechy alternatywnych w stosunku do podziemnego metra systemów szybkiego transportu miejskiego. Szczegółowo opisano cechy mało znanego, a posiadającego istotne zalety systemu Aerobus, będącego połączeniem wybranych cech kolei linowej i podwieszanej ze specyficzną konstrukcją drogi szynowej. Stwierdzono jego przydatność w obsłudze dużych ośrodków miejskich, których warunki finansowe lub wielkość strumieni pasażerskich nie pozwalają na rychłą budowę metra. Przedstawiono koncepcję budowy pierwszej linii w tym systemie we Wrocławiu. Wyznaczono przebieg trasy z rozmieszczeniem stacji, uzasadniając go obsługą wielkich generatorów ruchu i ważnych węzłów przesiadkowych. Za pomocą stosownych obliczeń oszacowano przewidywane czasy jazdy, podkreślając ich konkurencyjność w stosunku do istniejących środków transportu. Całość podsumowano krótkimi rozważaniami ekonomicznymi. Na zakończenie zamieszczono ogólne wnioski.

**Słowa kluczowe:** transport miejski, metro, Aerobus

## Wprowadzenie

W sierpniu 2010 roku rozpoczęto budowę centralnego odcinka drugiej linii metra w Warszawie. Związany z tym faktem wzrost zainteresowania szybkim transportem miejskim przekłada się między innymi na powstawanie rozmaitych projektów, koncepcji i wizji dotyczących rozmaitych form szybkiej komunikacji zbiorowej w innych miastach Polski. Autorami tych opracowań są przedstawiciele bardzo różnorodnych środowisk: władze miejskie, niezależni eksperci, członkowie organizacji pozarządowych czy pasjonaci. Przekonanie odnośnie potrzeby wprowadzenia nowego środka transportu wynika z obserwacji niedomagań istniejących form komunikacji miejskiej, zwłaszcza tramwajów i autobusów. Najczęściej wskazywane przyczyny zmniejszającej się frekwencji w dotychczasowych liniach to: przestarzały tabor, niedostosowanie oferty przewozowej do potrzeb, a przede

wszystkim zbyt długie w porównaniu z transportem indywidualnym czasy przejazdu. Dodatkowo przekonanie o konieczności wprowadzenia alternatywnego środka transportu miejskiego wynika z obserwacji faktu, że niejednokrotnie wydatkowanie sporych funduszy na remonty i modernizacje nie przekłada się na jakościową poprawę tempa podróży. W rzeczywistości największą poprawę warunków ruchu komunikacji miejskiej można częstokroć uzyskać poprzez przewartościowanie priorytetów na skrzyżowaniach, niemniej jednak jest to wiedza na poziomie eksperckim, a działanie takie wiąże się właściwie zawsze z czasowym pogorszeniem warunków ruchu dla samochodów. Czynniki decyzyjne wielokrotnie nie rozumieją lub nie chcą rozumieć zjawiska zdefiniowanego jako paradoks Downsa – Thomsona, które wiąże wysoką prędkość osoby poruszającej się samochodem po mieście z wysoką prędkością transportu zbiorowego [1]. Paradoks ten jest stosunkowo łatwo wytłumaczalny: im sprawniej funkcjonuje komunikacja miejska, tym większy jest odpływ pasażerów z pozostałych form transportu, w tym samochodów; w konsekwencji spada ich liczba na drogach, dlatego następuje poprawa warunków ich ruchu pomimo zmniejszenia priorytetów w sygnalizacji świetlnej na skrzyżowaniach czy przeznaczenia jednego pasa ruchu na buspas lub torowisko wydzielone.

## Analiza długości i czasu podróży

W literaturze przedmiotu np. [2] można znaleźć zależności definiujące czas podróży. Przykładowo przyjmuje się następujące składniki tej wielkości:

$$T = t_1 + t_2 + t_3 + t_4 + t_5 \quad (1)$$

gdzie:

- T – całkowity czas podróży,
- $t_1$  – czas przejścia „od drzwi” do przystanku lub stacji,
- $t_2$  – czas oczekiwania na pojazd,
- $t_3$  – suma czasów przejścia pomiędzy przystankami, jeżeli podróż odbywa się z przesiadkami,
- $t_4$  – suma czasów właściwej jazdy,
- $t_5$  – czas przejścia od przystanku lub stacji „do drzwi” celu podróży.

Wykazano, że należy dążyć do stanu, w którym średni czas podróży nie przekracza 30 minut, a maksymalny – 45 minut. Niestety, pomimo upływu kilkunastu lat od

<sup>1</sup> © Transport Miejski i Regionalny, 2013.

daty publikacji, ciągle aktualne pozostaje stwierdzenie, że *Obecnie spotyka się wciąż jeszcze sytuacje, w których czas podróży do pracy wynosi około 60 minut, a niekiedy nawet dochodzi do 120 minut, co należy uważać za niedopuszczalne* [2].

Analiza istniejących systemów transportowych w dużych polskich miastach oprócz Warszawy, w której obszarze funkcjonuje kilka rodzajów szybkiego transportu szynowego, prowadzi do wniosku, że spełnienie powyższych postulatów za pomocą transportu tramwajowego i autobusowego jest realne w obszarach centralnych miast, natomiast dla relacji przedmieścia–centrum lub przedmieścia–przedmieścia przez lub z pominięciem centrum rzadko kiedy pozostaje możliwe. Problem ten dostrzeżono już w minionych dekadach, stąd pewna liczba prac studialnych i koncepcji pochodzących z tego okresu.

Właściwe rozumienie znaczenia poszczególnych składników wzoru (1) prowadzi również do wniosku, że transport miejski, który jest szybki dzięki dużym odległościom między przystankami, ma w ten sposób zmniejszoną atrakcyjność i dostępność oraz na niektórych relacjach wcale nie gwarantuje skrócenia całej podróży, ponieważ wprawdzie skraca się czas jazdy, ale wydłużają się czasy dojścia. Zjawisko to jest szczególnie widoczne w przypadku systemów metra głębokiego, gdzie od chwili wejścia na stację do momentu znalezienia się na peronie mija przynajmniej kilka minut. Na tej podstawie uważa się, że średnio na odległość do 3,5 kilometra tramwaj jest szybszym środkiem transportu niż metro [3].

### Dotychczasowe koncepcje kolei miejskich

Pierwsze projekty budowy kolei podziemnej we Wrocławiu pojawiły się już w roku 1934, kiedy rada miejska przegłosowała wstępny plan jego budowy. Następne koncepcje przygotowano dla wszystkich dużych miast polskich w latach 70. XX wieku. W pozycji [4] znajduje się następujący fragment: *Na podstawie wyników dotychczasowych opracowań można w odniesieniu do największych aglomeracji przewidywać następujące rodzaje szybkiej kolei miejskiej: Warszawa – metro, Łódź – metro, Wrocław – metro, Poznań – premetro lub metro (zależnie od możliwości dostaw taboru, a nie od budowy trasy), Szczecin – premetro lub metro (zależnie od możliwości dostaw taboru, a nie od budowy trasy), Kraków – premetro, Katowice – kolej regionalna o funkcjonalnych parametrach metra, Gdańsk – kolej regionalna o funkcjonalnych parametrach metra {...}*. Wstępną koncepcję tras metra we Wrocławiu zamieszczoną w [4] przedstawia rysunek 1. Przewidziano wówczas budowę dłuższej trasy o przebiegu równoleżnikowym i krótszej o przebiegu południkowym, o długości łącznej 18 kilometrów, z czego 14 kilometrów w tunelu.

Należy podkreślić, że koncepcje z lat 70. opierały się na kilku istotnych założeniach, które nie mają racji bytu w dzisiejszych realiach gospodarczych, politycznych i demograficznych. Po pierwsze, zagwarantowany był wysoki udział transportu zbiorowego w ogólnej liczbie podróży, ponieważ wskaźnik zmotoryzowania społeczeństwa był wielokrotnie niższy niż obecnie. Po drugie, istniały liczne generatory ru-



Rys. 1. Koncepcja tras metra we Wrocławiu  
Źródło: [4]

chu w postaci wielkich zakładów przemysłowych, zatrudniających tysiące pracowników i pracujące w systemie zmianowym, co wiązało się z koncentracją szczytu przewozowego w stosunkowo krótkim przedziale czasu. Po trzecie, bazując na ekstrapolacji powojennych tendencji, zakładano stały i szybki wzrost liczby ludności na obszarach wielkich miast. Trend ten kształtowało kilka czynników, między innymi sterowanie poziomem zatrudnienia, centralnie nadzorowany system budownictwa mieszkaniowego będący pochodną prac planistycznych i urbanistycznych oraz próba ogólnego zmniejszenia liczby ludności zatrudnionej przy produkcji rolnej dzięki mechanizacji i zwiększaniu wydajności prac.

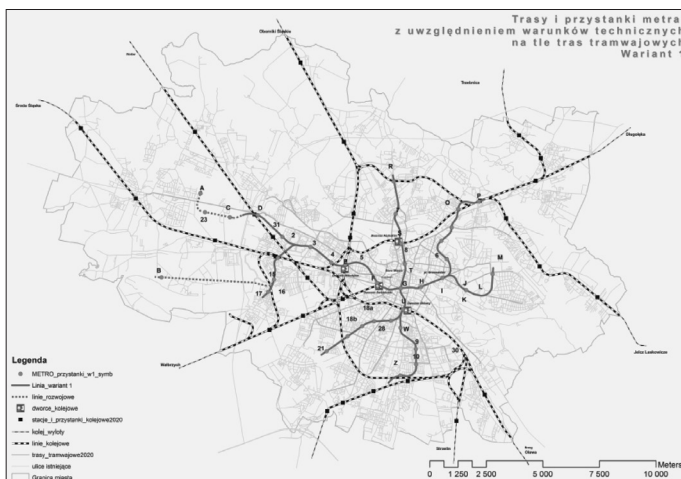
Aktualną koncepcję tras metra we Wrocławiu [5] przedstawiło Biuro Rozwoju Wrocławia na początku 2013 roku. Zawiera ona trzy warianty, spośród których rekomendowany ma liczyć 36 kilometrów tras i obejmować 34 stacje. Przebiegi tras według proponowanych opcji przedstawiono na rysunkach 2–4. Jako rekomendowany do dalszych analiz, a w konsekwencji do realizacji, wskazano wariant pierwszy. Analiza cytowanej koncepcji prowadzi do wielu interesujących wniosków. Zakładany jest spadek liczby mieszkańców miasta, z obecnego poziomu około 630 000 do 610 000 w roku 2035. Sporządzono również diagramy, przedstawiające istniejące oraz prognozowane na rok 2033 rozkłady miejsc zamieszkania i miejsc zatrudnienia. Ich porównanie prowadzi do konkluzji, że o ile zmiana lokalizacji miejsc zatrudnienia nie jest mocno widoczna, o tyle między istniejącym a przewidywanym rozkładem miejsc zamieszkania ludności istnieje wielka różnica. Zakłada się rozgęszczenie rozmieszczenia ludności oraz zatarcie różnic pomiędzy obszarami obecnie intensywnie oraz słabo zamieszkanymi. Należy w tym miejscu zauważyć, że z punktu widzenia transportu zbiorowego są to zjawiska skrajnie niekorzystne, które mogą wręcz zadecydować o jego dalszym funkcjonowaniu. Szczególnie dotyczy to ciągów o największych możliwościach przewozowych, a więc linii kolei miejskich, metra i tramwajowych. Zjawiskom tym można skutecznie zapobiegać poprzez właściwe kształtowanie polityki przestrzennej miasta.

Dalsza analiza dokumentu prowadzi do spostrzeżenia, że właściwie wszystkie warianty trasowane są w taki spo-

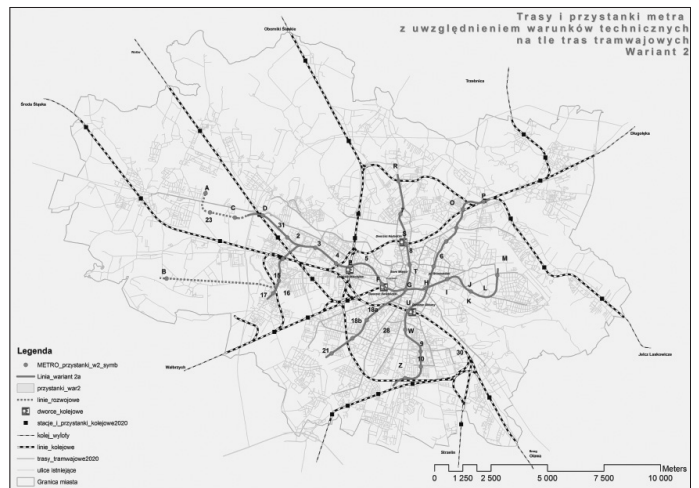
sób, że dublują istniejące i planowane linie tramwajowe. Jeżeli doszłoby do budowy metra w proponowanej postaci, jest więcej niż prawdopodobne, że jedną z konsekwencji takiego przebiegu tras będą liczne i dotkliwe cięcia w transporcie tramwajowym. Jak już wspomniano, nie zawsze zamiana tramwaju na metro prowadzi do skrócenia łącznego czasu podróży, natomiast właściwie zawsze pogarsza dostępność przystanków. Ponadto nawet zlikwidowanie wybranych linii oznacza utrzymywanie dotychczasowej infrastruktury tramwajowej, tyle że w słabszym stopniu wykorzystywanej, co ma bezpośredni związek z obniżeniem stopy zwrotu jakichkolwiek inwestycji.

Kolejnym aspektem nowej koncepcji jest wspólne dla wszystkich wariantów umieszczenie centralnego punktu przesiadkowego na skrzyżowaniu ulic Kazimierza Wielkiego i Świdnickiej, które jest bardzo dobrze obsługiwane liniami tramwajowymi w przebiegu równoleżnikowym, ale stosunkowo słabo w południkowym (jednotorowo, tylko w kierunku północnym w ciągu ulicy Szewskiej). Dziwi brak stacji w obrębie placu Dominikańskiego, który jest obecnie węzłem łączącym największe we Wrocławiu potoki ruchu. Jedynym logicznym uzasadnieniem takiej lokalizacji może być niedopowiedziane w dokumencie silne ograniczenie kursowania tramwajów, i w konsekwencji marginalizacja ich znaczenia.

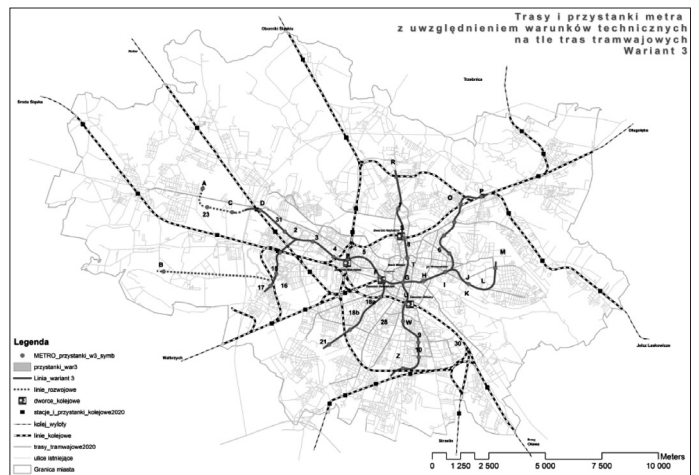
Inną cechą wspólną dla wszystkich wariantów jest rozgałęźny układ tras o stosunkowo krętych, skomplikowanych przebiegach. Takie rozwiązanie jest podyktowane chęcią objęcia zasięgiem atrakcyjności stacji jak największej liczby mieszkańców, ale w konsekwencji prowadzi do istotnego wydłużenia czasów jazdy na większe odległości. Przyjęto, że w zasięgu 500 metrów od stacji metra znajduje się odpowiednio 221, 235 i 230 tysięcy ludzi. Na podstawie dostępnych przykładów (Norymberga i in.) można wnioskować, że pomimo stworzenia infrastruktury o wielkich możliwościach przewozowych, nigdy nie przewiduje się pełnego wykorzystania jej potencjału przez niemożność wygenerowania odpowiednio silnych potoków pasażerskich.



Rys. 2. Koncepcja metra we Wrocławiu – wariant 1  
Źródło:[5]



Rys. 3. Koncepcja metra we Wrocławiu – wariant 2  
Źródło:[5]



Rys. 4. Koncepcja metra we Wrocławiu – wariant 3  
Źródło:[5]

## Alternatywne środki szybkiego transportu miejskiego

Potrzeba wynalezienia szybkiego środka miejskiego transportu zbiorowego zaistniała w największych metropoliach świata już w pierwszej połowie XIX wieku. Pierwszy odcinek metra londyńskiego otwarto w roku 1863, jednak od samego początku poszukiwano rozwiązań o zbliżonej wydajności, lecz znacznie niższej cenie. Przykład takiego rozwiązania pokazano na fotografii 1. Obecnie można wyodrębnić następujące systemy nadziemnego szybkiego transportu miejskiego:

- kolej lub tramwaj na wiadukcie lub estakadzie,
- kolej jednoszynowa obejmująca tor (Monorail),
- kolej jednoszynowa podwieszona (Schwebebahn),
- kolej magnetyczna (Linimo),
- kolej linowa.

Wspólną cechą pierwszych czterech wymienionych rozwiązań jest silna ingerencja w krajobraz miejski oraz związane z kursowaniem kolei uciążliwości środowiskowe w postaci hałasu i drgań (fot. 2). Doprowadziło to do masowej zamiany kolei na estakadach na rozwiązanie podziemne





Fot. 1. Test pierwszej kolei miejskiej z napędem linowym na estakadzie. Nowy Jork, 1867



Fot. 2. Ingerencja podpór kolei podwieszanej w krajobraz miejski (fot. Thomas Wendt, 2008)

(Nowy Jork i in.), nieliczne realizacje kolei jednoszynowych (typu Alweg, Safage i in.), brak kontynuacji rozwiązań systemów Schwebebahn (silna uciążliwość infrastruktury na obszarze miejskim) i Linimo (wrażliwość na warunki pogodowe). Koleje linowe, jeżeli już są w stanie przewozić wystarczająco dużo i pasażerów (nawet do 6000 p/h), rozwijają stosunkowo nieduże prędkości maksymalne (orientacyjnie do 12m/s) [6]. Skomplikowane jest również przyspieszanie i hamowanie kabin na stacjach względem poruszającej się ze stałą prędkością liny.

### System Aerobus

Rozwiązaniem problemów transportu na większe odległości w dużych miastach może być system stanowiący połączenie cech kolei podwieszanej i linowej, znany pod nazwą Aerobus. Z koleją na estakadzie łączy go autonomiczność napędu poszczególnych pojazdów, realizowana za pomocą silników elektrycznych. Pokrewna kolejom linowym jest droga szynowa, rozwiązana jako struna podwieszona do liny nośnej za pomocą wieszaków. W efekcie struktura konstrukcji nośnej w systemie Aerobus wygląda jak sieć trakcyjna łańcuchowa, tylko w większej skali [7]. Taki system transportowy był

testowany na odcinkach doświadczalnych (Swerikon 1970–1974, Ste. Anne 1975–1992, Dietlikon 1974, 1980–1983) oraz w zastosowaniu komercyjnym na wystawie ogrodniczej w Mannheim w roku 1975 (fot. 3–6). W tym ostatnim przypadku kolej przewiozła w ciągu sześciu miesięcy około 2,5 miliona pasażerów na odcinku 3,1 kilometra [8].

Bez obciążenia pojazdem struna stanowiąca drogę szynową jest wyniesiona między podporami łukami ku górze, poprzez odpowiedni dobór siły naprężającej linę nośną i długości wieszaków. Podczas przejazdu pojazdu, w zależności od jego napełnienia, niweleta drogi szynowej obniża się do wysokości zbliżonej do punktów przytwierdzeń na podporach, dzięki czemu przejazd przez nie jest słabo odczuwalny. Równowaga układu jest zachowana przez symetryczne ułożenie strun jezdnych, po dwie pod każdym kołem i dwa lub cztery koła na półosiach dla każdego członu wagonu. Taka konstrukcja toru stanowi o jego znacznej przewadze na terenach zurbanizowanych w stosunku do kolei na estakadach lub jednoszynowych: struktura zbliżona do mostów wiszących pozwala na zdecydowanie większe odległości między podporami (co około 15–30 metrów w innych systemach i nawet do 600 metrów dla systemu Aerobus).

Znaczna dowolność w kształtowaniu podpór powoduje, że pojazdy mogą poruszać się w bardzo szerokim zakresie wysokości nad istniejącą infrastrukturą: od niemal zerowej na stacjach ulokowanych w poziomie terenu, przez kilka



Fot. 3. Widok ogólny Aerobusu w Mannheim (fot. Jean-Henri Manara, 1975)



Fot. 4. Odcinek śródmiejski Aerobusu w Mannheim (fot. Jean-Henri Manara, 1975)

metrów potrzebnych do przepuszczenia dołem skrajni pieszej czy samochodowej, aż do pokonywania wysokich na kilkadziesiąt metrów przeszkód. Ten atut systemu znacznie obniża jego koszt zbudowania i pozwala w wielu przypadkach na istotne skrócenie trasy. Pewną komplikacją stanowi pokonywanie łuków poziomych o niedużych promieniach. Sprawdzone rozwiązanie w takich sytuacjach jest przechodzenie pojazdu na odpowiednio ukształtowany, sztywny dźwigar. Podobnie rozwiązano drogę szynową na przystankach, żeby uniezależnić wysokość zatrzymania pojazdu od jego obciążenia.

Pojazdy w skonstruowanych wersjach miały budowę trój- lub dziewięcioczołową, przegubową. Możliwe jest konstruowanie wagonów o innych rozmiarach, dopasowanych do potrzeb przewozowych. Wozy zbudowane dla Mannheim ważyły po około 11 ton i przy długości 19,5 metra i szerokości 2,30 metra mieściły po 100 pasażerów. Maksymalne pochylenie podłużne, ze względu na ogumione koła, określono na poziomie 140‰ [9]. Prędkość pojazdów wynosiła 35 km/h, lecz obecnie producent deklaruje, że możliwe jest osiągnięcie prędkości nie mniejszych niż 80 km/h. Pobór energii elektrycznej odbywał się analogicznie, jak w trolejbusach, z dwóch zawieszonych na izolatorach w pobliżu strun jezdnych przewodów trakcyjnych.



Fot. 5. Odcinek trasy Aerobusu nad rzeką Neckar (fot. Jean-Henri Manara, 1975)



Fot. 6. Wagon Aerobusu wjeżdżający na stację (fot. Jean-Henri Manara, 1975)

Do podstawowych zalet systemu należą jego bezkolizyjność, poprawiona estetyka, możliwość korzystania z istniejących korytarzy transportowych oraz konkurencyjny koszt w porównaniu z innymi rodzajami kolei. Do wad zalicza się ograniczone zdolności przewozowe, utrudnienia w pokonywaniu łuków o małych promieniach oraz większą niż dla metra czy tramwaju ingerencję w krajobraz miasta.

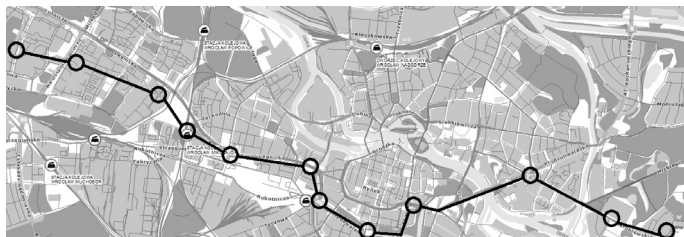
### Koncepcja pierwszej linii w systemie Aerobus we Wrocławiu

Bazując na zamieszczonych w materiałach źródłowych informacjach oraz zauważając potrzebę uzupełnienia systemu transportu zbiorowego Wrocławia o szybki, bezkolizyjny ciąg komunikacyjny, stworzono wstępną koncepcję przebiegu pierwszej trasy w formule Aerobus. Zdecydowano się na przebieg równoleżnikowy, ponieważ w tym kierunku miasto rozciąga się najdalej (około 25 kilometrów między granicami). Pomimo faktu, że centralny punkt Wrocławia nadal stanowi Rynek, nie zdecydowano się na przebieg trasy nad Starym Miastem, co wynika ze względów estetycznych. Jak zaznaczono już w pracy [10], ściśle centrum nie powinno przenosić zasadniczego tranzytu w transporcie na- i nadziemnym. Z tego samego względu nie zdecydowano się korzystać z korytarza ulicy Kazimierza Wielkiego, pomimo jej wystarczającej szerokości. Kolejnym powodem dla innego przebiegu trasy była chęć uniknięcia nakładania z jednym z najsilniejszych korytarzy tramwajowych w mieście. Nadrzędnym założeniem była równocześnie chęć obsługi wielkich generatorów ruchu, węzłów przesiadkowych oraz możliwie znaczne skrócenie czasu podróży za cenę pewnego ograniczenia dostępności (rzadziej rozmieszczone przystanki). Niektóre stacje zaproponowano jako przeznaczone do zbudowania w drugim etapie, po uruchomieniu ich potencjału ruchotwórczego. Starano się również nie konkurować bezpośrednio z istniejącymi i planowanymi trasami tramwajowymi oraz liniami kolejowymi, na których możliwe jest uruchomienie kolei aglomeracyjnej czy miejskiej.

Od zachodu patrząc, trasa zaczyna się po wschodniej stronie ulicy Drzewieckiego, mniej więcej w połowie jej długości. Taka lokalizacja pozwala na późniejsze przedłużenie linii w kierunku zachodnim lub zwrócenie jej na południe, w kierunku słabo powiązanego komunikacyjnie Nowego Dworu. Następnie trasa przebiega w bezpośrednim sąsiedztwie kościoła św. M.M. Kolbego, przecina ulicę Na Ostatnim Groszu i nad ulicą Kłodnicką biegnie w kierunku CH Magnolia. Stamtąd prowadzi nad perony stacji kolejowej Wrocław Mikołajów, dalej nad Bolesławiecką do placu Strzegomskiego i nad Legnicką do placu Jana Pawła II. Tam trasa skręca na południe i najpierw nad Podwalem, potem nad fosą zmierza do placu Orłąt Lwowskich. Dalej przebiega nad fosą z przystankiem przy ulicy Świdnickiej aż do ulicy Piotra Skargi, żeby tym ciągiem dotrzeć do placu Dominikańskiego. Następnie kieruje się nad placem Społecznym do ronda Ronalda Reagana, gdzie skręca nad ulicę Marii Skłodowskiej-Curie. Tym ciągiem (dalej Zygmunta Wróblewskiego) prowadzi do rejonu skrzyżowania z ulicami Tramwajową i Wittiga z uprzednim przystan-



kiem na wysokości Hali Stulecia i wejścia do zoo; trasa kończy się na terenie przeznaczonej do zamknięcia zajezdni tramwajowej nr 6 „Dąbie”, gdzie przewidziano zaplecze techniczne kolei. Stamtąd istnieje możliwość przedłużenia linii dalej na wschód, najlepiej nad ulicą Edwarda Dembowskiego i Odrą aż do stacji kolejowej Wrocław Swojczyce, jeśli tylko ta ostatnia zacznie pełnić rolę przystanku kolei miejskiej powiązanego z parkingiem P+R dla wszystkich osiedli i miejscowości ciężących z tego kierunku do Wrocławia. Mapę z naniesionym przebiegiem proponowanego połączenia przedstawia rysunek 5.



Rys. 5. Przebieg proponowanego połączenia w systemie Aerobus

W tabeli 1 zamieszczono oszacowanie odległości pomiędzy przystankami oraz podano orientacyjne czasy jazdy. Do obliczeń przyjęto prędkość 80 km/h, przyspieszenie 1,0 m/s<sup>2</sup>, opóźnienie 1,0 m/s<sup>2</sup>, czas obsługi każdego przystanku 30 sekund. W kolumnie „czas jazdy” podano jedynie czas potrzebny na przejechanie danego odcinka, w kolumnie „narastająco” – sumę czasów jazdy oraz wymiany pasażerów na przystankach. Indeks<sup>2</sup> oznaczono stacje przewidziane do wybudowania w drugim etapie, kiedy staną się już wystarczająco silnymi generatorami ruchu.

W obowiązującym rozkładzie jazdy czas jazdy tramwajem na zbliżonej trasie wynosi 36 minut, co oznacza około 20 minut oszczędności. Prędkość handlowa systemu Aerobus wynosi w tym przykładzie obliczeniowym 34,3 km/h i może ulec dalszemu zwiększeniu przez skrócenie czasu wymiany pasażerów na przystankach. Oznacza to, że realnie technicznie jest osiągnięcie prędkości komunikacyjnych rzędu 35 km/h i więcej. Wartość ta niewiele odbiega od prędkości handlowej metra warszawskiego, która wynosi 36 km/h.

Tabela 1

Zestawienie odległości i czasów jazdy dla planowanej trasy				
Lp.	Odcinek	Długość [m]	Czas jazdy [s]	Czas jazdy narastająco [m,s]
1	Drzewieckiego – Na Ostatnim Groszu	770	57	1 m 27 s
2	Na Ostatnim Groszu – CH Magnolia	1050	69	3 m 06 s
3	CH Magnolia – W-w Mikołajów <sup>2</sup>	700	54	4 m 30 s
4	W-w Mikołajów <sup>2</sup> – pl. Strzegomski	610	50	5 m 50 s
5	pl. Strzegomski – pl. Jana Pawła II	960	65	7 m 25 s
6	pl. Jana Pawła II – pl. Orłąt Lwowskich <sup>2</sup>	400	40	8 m 35 s
7	pl. Orłąt Lwowskich <sup>2</sup> – Świdnicka	800	58	10 m 04 s
8	Świdnicka – pl. Dominikański	890	63	11 m 37 s
9	pl. Dominikański – Rondo Reagana	1540	92	13 m 37 s
10	Rondo Reagana – Hala Stulecia/ZOO	1170	75	15 m 22 s
11	Hala Stulecia/ZOO – Tramwajowa	680	53	16 m 45 s
RAZEM		9570		16 m 46 s

## Podsumowanie

Wiele miast, które zamierzają inwestować w nowy środek transportu, nie mogą liczyć na zdecydowane wsparcie władz krajowych, stają przed decyzją określaną mianem „dylematu zuryskiego”. Oznacza to, że w konsekwencji budowy nowej linii wystąpią istotne cięcia w utrzymaniu, inwestycjach i kursowaniu dotychczasowych połączeń, zarówno ze względów organizacyjnych, planistycznych, jak i ekonomicznych. Mieszkańcy Zurychu zdecydowali w referendum o odrzuceniu budowy jednej linii metra, która służyłaby tylko niewielkiej części społeczności, na korzyść modernizacji i rozbudowy sieci tramwajowej, która dociera do wszystkich dzielnic miasta. Gdyby władze Wrocławia zdecydowały się na budowę metra w proponowanym kształcie, kwota potrzebna na ukończenie systemu przekroczyłaby kilka miliardów złotych. Dla porównania, centralny odcinek metra warszawskiego o długości 6 kilometrów ma kosztować około 4,1 mld PLN, co daje sumę 690 milionów PLN za kilometr. Tymczasem koszty zbudowania linii w systemie Aerobus szacowane są przez producentów [8] na 40 milionów PLN za kilometr, co oznacza, że cała linia o długości prawie 10 kilometrów kosztowałaby mniej niż 2/3 nakładów na budowę jednego kilometra kolei podziemnej. Stosunkowo niewysokie koszty inwestycji, powiązane z dopasowaną do wielkości miasta zdolnością przewozową, stanowią o atrakcyjności Aerobusa dla dużych ośrodków, w których metro jest nieosiągalne w dającej się przewidzieć przyszłości.

Przed zbudowaniem systemu transportu miejskiego w tej formule warto zastanowić się nad kilkoma jego aspektami w rozumieniu badawczo-rozwojowym. Opracowane w ostatnich latach metody symulacji komputerowej pozwalają na trafne prognozowanie zachowania infrastruktury i pojazdów oraz na wyeliminowanie ewentualnych błędów projektowych. Analizie należałoby poddać m.in.: trafność wytyczenia trasy pod kątem obsługi wielkich generatorów ruchu i braku kolizji z istniejącymi i planowanymi ciągami transportu zbiorowego, rozmieszczenie poszczególnych stacji, rozmieszczenie i wielkość podpór, wpływy środowiskowe infrastruktury i taboru na przyległe do trasy obiekty, dynamiczne oddziaływania pojazdu na tor czy ekonomiczne rozważania odnośnie cyklu życia konstrukcji i stopy zwrotu inwestycji.

## Literatura

1. Karabon M., *Kontr-intuicyjne metody ograniczania korków w miastach*, 2012.
2. Podoski J., *Transport w miastach*, WKŁ, 1977.
3. Wesołowski J., *Transport miejski. Ewolucja i problemy współczesne*, Łódź 2003
4. Ostaszewicz J., Rataj M., *Szybka komunikacja miejska*, WKŁ, 1979.
5. *Metro we Wrocławiu. Dokument Biura Rozwoju Wrocławia*, 2012/2013.
6. www.doppelmayr.com, 05.2013
7. Patent US4069765, wynalazca Gerhard Müller, 1978.
8. www.aerobus.com, 05.2013
9. http://www.pro-bahn-bw.de, 05.2013
10. Makuch J., Gisterek I., *Problemy zapewnienia obsługi komunikacyjnej Starego Miasta we Wrocławiu*, Materiały Konferencji Naukowo-Technicznej „Zintegrowany System Transportu Miejskiego”, Wrocław 12–13.05.2011.