

# Metodyka oceny wskaźnikowej węzłów przesiadkowych transportu publicznego<sup>1</sup>

**PIOTR OLSZEWSKI**

prof. ndzw. dr hab. inż., Instytut Dróg i Mostów, Politechnika Warszawska, p.olszewski@il.pw.edu.pl

**HALINA KRUKOWSKA**

mgr, halina.krukowska@interia.pl

**PIOTR KRUKOWSKI**

mgr, Qumak S.A., pkru@o2.pl

**Streszczenie.** Węzły przesiadkowe przyjazne pasażerom są kluczowym elementem nowoczesnego systemu transportu publicznego. Dotychczas brak było metody oceny wygody, funkcjonalności i jakości takich węzłów. Artykuł przedstawia założenia, rozwój i przykłady zastosowania proponowanej metodyki oceny wskaźnikowej węzłów przesiadkowych transportu publicznego (AMPTI). Metodyka opiera się na 14 wskaźnikach ilościowych i może być stosowana do oceny zarówno węzłów istniejących, jak i projektowanych. Wskaźniki dotyczą takich aspektów charakterystyki węzła jak: integracja przestrzenna (zwartość), łatwość orientacji (czytelność), jakość infrastruktury podstawowej, dostępność dla osób starszych i niepełnosprawnych, bezpieczeństwo osobiste, bezpieczeństwo w ruchu, informacja pasażerska oraz wyposażenie dodatkowe. Podstawowym narzędziem zbierania danych przy stosowaniu AMPTI jest audyt węzła, który pozwala na ocenę takich elementów węzła jak: perony przystankowe, chodniki, przejścia przez jezdnie i schody. Dodatkowym zalecanym badaniem jest pomiar ruchu i badania ankietowe pasażerów transportu publicznego w celu wyznaczenia wielkości ruchu pasażerskiego i macierzy przesiadek oraz uzyskania opinii użytkowników węzła. Badania i ocena 10 węzłów przesiadkowych w Warszawie wykonane w 2011 roku wykazały wiele mankamentów: słabą integrację przestrzenną, niską jakość infrastruktury peronów, niski poziom dostępności dla niepełnosprawnych oraz informacji dla pasażerów. Zastosowanie metodyki oceny pozwala na wskazanie tych elementów, które należy poprawić w pierwszej kolejności, aby zwiększyć dostępność i atrakcyjność transportu publicznego na danym obszarze.

**Słowa kluczowe:** transport publiczny, węzły przesiadkowe, metodyka oceny

## Wprowadzenie

W potocznym rozumieniu węzeł przesiadkowy oznacza miejsce, gdzie dokonywane są przesiadki pomiędzy różnymi liniami lub środkami transportu. W dużych metropoliach tylko nieliczne podróże mogą się odbywać bez żadnej przesiadki, tak więc korzystanie z węzłów przesiadkowych jest codziennym doświadczeniem większości mieszkańców miast. Przesiadka jest zwykle związana z przejściem pieszym na inny przystanek i z dodatkowym czasem oczekiwania na kolejny środek transportu. Z punktu widzenia pasażera te dwa aspekty są kluczowe dla oceny wygody przesiadki w konkretnym węźle przesiadkowym.

Węzeł przesiadkowy składa się z przystanków różnych środków transportu publicznego (autobusy, tramwaje, metro, kolej), a także z dodatkowych obiektów (np. parkingi,

kioski, toalety itp.). Perony przystankowe są połączone przejściami dla pieszych (chodnikami, schodami, kładkami), które również są częścią węzła. Należy dodać, że niekiedy stosowana jest bardziej restrykcyjna definicja węzła przesiadkowego – np. Transport for London [1] kładzie nacisk na planowany charakter węzła: „Węzeł przesiadkowy to obiekt wybudowany w celu dokonywania przesiadek – jak na przykład stacja kolejowa lub autobusowa albo zespół przystanków tramwajowo-autobusowych”. Ponieważ wiele węzłów przesiadkowych w Polsce powstało w sposób nieplanowany, w niniejszym artykule stosowana będzie szersza definicja, podana w pierwszym akapicie.

Powszechnie uznaje się, że węzły przesiadkowe przyjazne dla pasażerów odgrywają dużą rolę w zwiększaniu atrakcyjności i wydajności transportu publicznego (tp). Jednak, oprócz ogólnych wytycznych projektowych i przykładów dobrych praktyk, nie ma praktycznych metod oceny jakości węzłów przesiadkowych. W artykule przedstawiono oryginalną metodykę oceny węzłów przesiadkowych transportu publicznego opartą na 14 wskaźnikach. Wszystkie wskaźniki mają charakter ilościowy, to znaczy są wyliczalne na podstawie konkretnych danych, a nie na podstawie subiektywnych ocen. Metodyka może być wykorzystywana do oceny zarówno istniejących węzłów, jak również do projektów dotyczących obiektów nowych lub modernizowanych.

## Ocena węzłów przesiadkowych

Pytanie, jak projektować i budować dobre węzły przesiadkowe, stawiane jest w Europie od wielu lat. O wadze tego problemu świadczą liczne projekty finansowane przez UE, których celem było opracowanie wytycznych i standardów (np. NICHES+ [2]). Jednakże w dostępnej literaturze znaleźć możemy raczej opisy dobrych praktyk i listy kontrolne do oceny węzłów, a nie wytyczne do projektowania. Dotychczas brak było metodyki oceny węzłów opartej na wskaźnikach ilościowych.

Jeden z wczesnych przykładów podania konkretnych wskazówek do projektowania węzłów można znaleźć w książce *Język wzorców – miasta, budynki, konstrukcja* (praca zbiorowa pod kierunkiem C. Alexandra [3]). Ten klasyczny podręcznik o kształtowaniu przestrzeni przez ludzi zajmuje się – między innymi – tematem węzłów przesiadkowych. Autorzy podkreślają kluczową rolę węzłów przesiadkowych w systemach tp. Twierdzą, że jeśli przesiadki nie będą właściwie zorganizowane, cały system transportu publicznego

<sup>1</sup> © Transport Miejski i Regionalny, 2014. Wkład autorów w publikację: P. Olszewski 45%, H. Krukowska 25%, P. Krukowski 30%.

poniesie klęskę. Dlatego w planowaniu i organizacji transportu publicznego węzły powinny być traktowane priorytetowo.

W [3] znajduje się też zalecenie, żeby długość przejścia pieszego pomiędzy peronami w węzle nie przekraczała 180 m. Maksymalna długość przejścia powinna być tym krótsza, im bardziej lokalny jest charakter podróży. Zalecane długości przejść to:

- 30 m dla przesiadek pomiędzy autobusami i tramwajami,
- 60 m dla przesiadek pomiędzy metrem a autobusami i tramwajami,
- 90 m dla przesiadek pomiędzy koleją a metrem.

Kolejne zalecenie mówi, że główne przejścia piesze pomiędzy peronami nie powinny przecinać jezdni w tym samym poziomie – „jeśli trzeba, należy zagłębiać ulice lub zbudować mosty, aby zapewnić wygodę przesiadek”.

Jedna z grup roboczych w zakończonym niedawno projekcie UE NICHES+ zajmowała się „Węzłami przyjaznymi dla pasażerów” [2]. Taki węzeł powinien zapewnić krótkie przejście podczas przesiadki, bezpieczeństwo, dostępność dla starszych i niepełnosprawnych, a także stanowić atrakcyjną przestrzeń publiczną. Potencjalne korzyści z zaprojektowania węzła, tak aby był przyjazny pasażerom, to: minimalizacja zatłoczenia, funkcjonalność, efektywne wykorzystanie przestrzeni, zwiększenie satysfakcji pasażerów i w rezultacie zwiększenie liczby podróży transportem publicznym.

W dokumentach końcowych projektu NICHES+ znajduje się zalecenie, żeby Komisja Europejska sfinansowała opracowanie wytycznych, dotyczących standardów jakości przyjaznych węzłów przesiadkowych, aby pomóc miastom, operatorom i zarządom tp w realizacji tej koncepcji. Dokument [2] precyzuje:

„Węzły przyjazne dla pasażerów:

- dają możliwość poznania i używania różnych środków transportu publicznego zarówno codziennym użytkownikom, jak również turystom i podróżującym pierwszy raz;
- są bezpieczne, dobrze oświetlone i czyste;
- oferują dostępną i aktualną informację (np. rozkłady jazdy, oznakowanie kierunkowe) tam, gdzie i kiedy jest potrzebna;
- są zaprojektowane tak, aby stworzyć w pełni dostępne środowisko miejskie (łatwe w dostępie, łatwe w użyciu)”.

### Proponowana metodyka

W Warszawie jest ponad 40 miejsc, gdzie występuje duża intensywność przesiadek pomiędzy liniami transportu publicznego i miejsca te są nazywane węzłami przesiadkowymi. W węzłach tych mamy do czynienia z wieloma środkami transportu (kolej podmiejska, metro, tramwaje i autobusy), różnymi typami obiektów (wielopoziomowe stacje, dworce autobusowe, grupy przystanków autobusowych i tramwajowych) oraz z bardzo różnymi warunkami przesiadania się pasażerów. W celu poprawy tych warunków Biuro Drogownictwa i Komunikacji Urzędu m.st.

Warszawy zleciło w ostatnich latach dwa opracowania, w których brali udział dwaj autorzy niniejszego artykułu.

W 2010 r. w ramach pracy „Analiza organizacji i funkcjonowania węzłów przesiadkowych na obszarze m.st. Warszawy” [4] wykonano inwentaryzację ponad 40 węzłów przesiadkowych. Badanie objęło identyfikację i przedstawienie na planie wszystkich peronów i przejść pieszych między nimi, opis wszystkich linii transportu publicznego i ich częstotliwości, a także pomiar długości i czasów przejść między peronami. W ramach pracy, autorzy niniejszego artykułu zaproponowali zarys metody oceny węzłów, która mogłaby być stosowana zarówno do węzłów istniejących, jak i nowo projektowanych. Metodyka została dopracowana w 2012 roku w ramach kolejnego opracowania „Wykorzystanie metody wskaźnikowej i ankietowej do oceny wybranych węzłów przesiadkowych w Warszawie” [5].

Obecna wersja metodyki oceny wskaźnikowej węzłów przesiadkowych transportu publicznego obejmuje 14 wskaźników ilościowych. Zaproponowane wskaźniki odnoszą się do następujących aspektów węzła: (W1) zwartość węzła, (W2) czytelność węzła, (W3) wyposażenie dodatkowe, (W4) infrastruktura podstawowa, (W5) dostępność dla niepełnosprawnych, (W6) bezpieczeństwo osobiste, (W7) bezpieczeństwo w ruchu oraz (W8) informacja pasażerska. Wskaźniki W1, W2 i W3 dotyczą węzła jako całości (wskaźniki ogólne), a pozostałe – elementów węzła (wskaźniki szczegółowe). Tabela 1 przedstawia opis poszczególnych wskaźników.

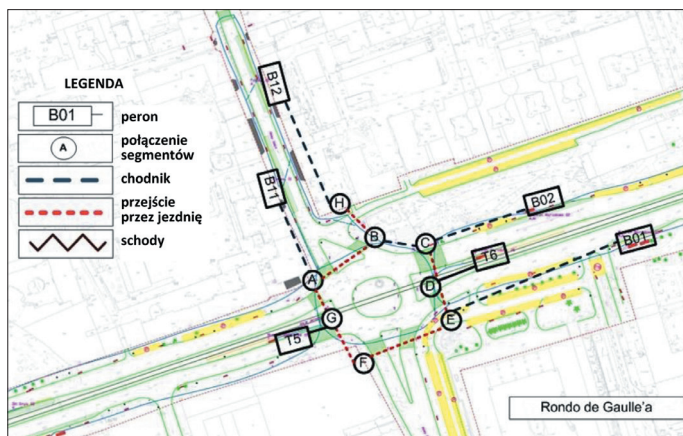
Tabela 1

Opis wskaźników ilościowych oceny węzłów przesiadkowych		
Nazwa wskaźnika	Symbol	Opis
<b>Wskaźniki ogólne dla węzła jako całości</b>		
Zwartość węzła	W.1.1c	Średni ważony czas przejścia pieszego pomiędzy wszystkimi peronami
	W.1.1d	Średnia ważona długość przejścia pieszego pomiędzy wszystkimi peronami
	W.1.2d	Średnia arytmetyczna długość przejścia pieszego pomiędzy wszystkimi peronami
Czytelność węzła	W.2	Średni odsetek przystanków i wejść do stacji widocznych z innych przystanków
Wyposażenie dodatkowe	W.3	Odsetek wszystkich możliwych urządzeń dodatkowych, które są w danym węzle
<b>Wskaźniki szczegółowe dla elementów węzła</b>		
Infrastruktura podstawowa	W.4p	Odsetek peronów, które spełniają kryteria jakości infrastruktury
	W.4s	Odsetek segmentów przejść, które spełniają kryteria jakości infrastruktury
Dostępność dla niepełnosprawnych	W.5p	Odsetek peronów, które spełniają kryteria dostępności dla starszych i niepełnosprawnych
	W.5s	Odsetek segmentów przejść, które spełniają kryteria dostępności
Bezpieczeństwo osobiste	W.6p	Odsetek peronów, które spełniają kryteria bezpieczeństwa osobistego
	W.6s	Odsetek segmentów przejść, które spełniają kryteria bezpieczeństwa osobistego
Bezpieczeństwo w ruchu	W.7	Średni poziom bezpieczeństwa dla wszystkich przejść przez jezdnie w węzle
Informacja pasażerska	W.8p	Odsetek peronów z dostępną informacją pasażerską
	W.8s	Odsetek segmentów przejść z dostępną informacją pasażerską

Większość wskaźników w tabeli 1 określa poziom spełnienia kilku, z góry założonych, kryteriów przez elementy węzła. Dla przykładu, jeśli 6 z 10 peronów w danym węźle spełnia kryteria bezpieczeństwa osobistego (tzn. są dobrze oświetlone i objęte monitoringiem wizyjnym), wtedy poziom spełnienia wynosi 60% i taka jest wartość wskaźnika bezpieczeństwa osobistego W.6p.

Dla określenia wartości wskaźników węzeł powinien być najpierw podzielony na części – podstawowe elementy infrastruktury, czyli perony przystankowe i jednorodne w charakterze segmenty międzyprzystankowych przejść pieszych. Zakłada się, że przejścia piesze składają się z następujących trzech typów segmentów: chodniki, przejścia przez jezdnie i schody. Rysunek 1 przedstawia te elementy na przykładzie schematu węzła Rondo de Gaulle'a w Warszawie. W węźle tym są 2 perony tramwajowe i 4 perony autobusowe. Perony te są połączone przejściami, na które składa się 5 segmentów chodników i 7 przejść przez jezdnie. W węźle tym nie ma schodów, jako że jest to obiekt jednopoziomowy.

W dalszej części opisano i wyjaśniono osiem wskaźników oceny węzła. Wskaźniki te zostały po raz pierwszy zaproponowane przez autorów w pracy [4], lecz zostały następnie zmodyfikowane w kolejnych opracowaniach [5], [6], [7].



Rys. 1. Przykład schematu węzła z podziałem na elementy

### W.1 Zwartość węzła

Proponowane wskaźniki zwartości przestrzennej węzła to średnia długość i średni czas przejścia między peronami w węźle. Aby uzyskać bardziej dokładne wartości wskaźnika, średnie powinny być obliczone jako średnie ważone potokami pasażerskimi, czyli elementami macierzy przesiadek. Wskaźnik W.1.1d, tj. średnią ważoną długość przejścia pieszego pomiędzy wszystkimi peronami można wyrazić wzorem:

$$\bar{d} = \sum_{i=1}^n \sum_{j=1}^n p_{ij} d_{ij} \quad (1)$$

$d_{ij}$  = długość przejścia pieszego pomiędzy peronami  $i$  oraz  $j$  [m],

$p_{ij}$  = udział przesiadek pomiędzy peronami  $i$  oraz  $j$ , tj. stosunek liczby pasażerów przesiadających się pomiędzy  $i$  oraz  $j$  do całkowitej liczby przesiadek w węźle,

$n$  = liczba czynnych peronów w węźle.

Najbardziej wygodne są przesiadki wykonywane na tym samym peronie. Jednakże długość przejścia pieszego w takim wypadku nie wynosi zero, gdyż zwykle trzeba się przemieścić wzdłuż peronu. Dlatego przyjmuje się, że długość przejścia dla przesiadek na tym samym peronie wynosi 1/3 długości peronu.

Do obliczenia W.1.1c tj. średniego ważonego czasu przesiadki używamy wzoru analogicznego do (1), z tym że czasy przejść między peronami  $t_{ij}$  zastępują długości  $d_{ij}$ . Do zastosowania wzoru (1) potrzebna jest znajomość macierzy przesiadek w węźle. Prostszy, ale mniej dokładny sposób określenia zwartości przestrzennej węzła polega na obliczeniu średniej arytmetycznej długości przejść między peronami w węźle (W.1.2.d) według wzoru:

$$\bar{d}3 = \frac{2}{n(n+1) - 2K} \sum_{i=1}^n \sum_{j=i}^n d_{ij} \quad (2)$$

$K$  = liczba peronów, na których nie mają miejsca przesiadki na tym samym peronie (np. perony tylko dla wysiadających); w takich wypadkach należy przyjąć  $d_{ii} = 0$ .

### W.2 Czytelność węzła

Wskaźnik ten opiera się na założeniu, że orientację w węźle ułatwia wzajemna widoczność przystanków. Test polega na sprawdzeniu, ile innych słupków przystankowych<sup>2</sup> widocznych jest z każdego peronu. W przypadku węzłów wielopoziomowych, zamiast słupków brane są pod uwagę oznaczone wejścia do budynków stacji lub do tuneli. Po ustaleniu liczby słupków przystankowych i wejść do budynków/tuneli widocznych z każdego peronu, obliczamy średnią. Wskaźnik W.2 to właśnie ta średnia podzielona przez  $(n-1)$  i wyrażona w procentach. Dzielenie przez  $(n-1)$  wynika z faktu, że z każdego peronu możemy widzieć co najwyżej tyle innych peronów.

### W.3 Wyposażenie dodatkowe

Do dodatkowych urządzeń i udogodnień dla podróżnych można zaliczyć: zadaszenie peronów i przejść pieszych, ławki, kosze na śmieci, biletomaty, sklepy, toalety, postoje taksówek, stojaki dla rowerów, parkingi. Wskaźnik W.3 jest obliczany jako odsetek wszystkich możliwych urządzeń i udogodnień, które są obecne w węźle.

### W.4 Jakość infrastruktury podstawowej

Wskaźnik ten wyraża stopień spełnienia przepisów i wytycznych dotyczących projektowania przystanków trans-

<sup>2</sup> Słup ze znakiem D-15 dla przystanków autobusowych, D-16 dla trolejbusowych lub D-17 dla tramwajowych albo inne, podobne oznakowanie

portu publicznego. W opracowaniu wykonanym w 2011 r. [5] oparto się na wytycznych wydanych przez Zarząd Transportu Miejskiego w Warszawie. Jeśli metoda miała być wykorzystana do oceny węzłów przesiadkowych w innym mieście, należy zastosować lokalne wytyczne, jeśli takie opracowano, i ogólnie obowiązujące przepisy, dotyczące węzłów przesiadkowych. Brane są pod uwagę następujące kryteria: szerokość peronu lub chodnika, długość peronu przystanku tramwajowego lub autobusowego, jakość nawierzchni, brak przeszkód w obrębie przystanku, maksymalna wysokość krawężnika, obecność wiaty itd. Jeśli nie jest spełniony którekolwiek z podstawowych kryteriów, cały element jest traktowany jako nie spełniający wymogów jakości. Wartości wskaźników W.4p oraz W.4s są obliczane jako odsetek peronów (p) i segmentów przejść (s) spełniających wszystkie kryteria jakości.

### W.5 Dostępność dla niepełnosprawnych i starszych

Wskaźnik ten wyraża stopień spełnienia wymogów dostępności takich jak: pochylnie lub windy w miejscach występowania schodów, poręcze wzdłuż pochylni, ostrzegawcze płytki chodnikowe z wypustkami i kontrastowe oznaczenie wzdłuż krawędzi peronów oraz przed schodami, obniżone krawężniki i płytki ostrzegawcze przy przejściach przez jezdnie, sygnał dźwiękowy na przejściach z sygnalizacją świetlną itd. Wskaźniki W.5p i W.5s są obliczane jako odsetek elementów węzła (perony, segmenty przejść), które spełniają wszystkie wymogi dostępności.

### W.6 Bezpieczeństwo osobiste

Podstawowe wymogi dla zapewnienia bezpieczeństwa osobistego to: dostateczne oświetlenie i monitoring wizyjny elementów węzła. Wskaźniki W.6p i W.6s są obliczane jako odsetek peronów i segmentów przejść pieszych spełniających obydwa te kryteria.

### W.7 Bezpieczeństwo w ruchu

Wskaźnik ten dotyczy wyłącznie przejść dla pieszych przez jezdnie i wyraża umowny poziom bezpieczeństwa. Poziom bezpieczeństwa jest przydzielany poszczególnym przejściom w zależności od typu w następujący sposób:

- przejście podziemne lub kładka = 100%
- przejście z sygnalizacją świetlną bez konfliktów z pojazdami skręcającymi = 70%
- przejście z sygnalizacją świetlną, konflikty z pojazdami skręcającymi = 50%
- przejście bez sygnalizacji typu zebra = 30%
- przejście nieoznakowane = 0%.

Wskaźnik W.7 jest obliczany jako średnia z poziomu bezpieczeństwa wszystkich przejść w węźle.

### W.8 Informacja pasażerska

Wymogi wystarczającej informacji dla pasażerów to: rozkłady jazdy i informacje taryfowe na każdym przystanku, plan węzła i jego otoczenia, schemat sieci tp, oznakowanie kierunkowe na peronach i rozgałęzieniach przejść pieszych.

Wskaźnik W.8 jest obliczany jako odsetek elementów węzła (perony, segmenty przejść), które spełniają wszystkie kryteria wystarczającej informacji.

## Zastosowanie metodyki

### Badanie 10 węzłów w Warszawie

W opracowaniu wykonanym w 2011 r. [5], opisana powyżej metodyka została zastosowana do oceny 10 węzłów transportu publicznego w Warszawie. Węzły wybrane do oceny różniły się w charakterze i można je uznać za reprezentatywne dla ogółu węzłów w mieście. W tabeli 2 zestawiono główne parametry węzłów: liczbę peronów, liczbę poziomów, dostępne środki transportu oraz lokalizację węzła.

W badaniu zastosowano dwie metody zbierania danych: ankietowanie i zliczanie pasażerów oraz audyt węzła. W czterech węzłach przeprowadzono pełne badanie (tabela 2), obejmujące: audyt, liczenie pasażerów wsiadających i wysiadających z pojazdów tp oraz ankietowanie pasażerów oczekujących na wszystkich peronach w węźle. W pozostałych węzłach wykonano tylko audyt.

### Wyniki badań ankietowych

Ankietowanie pasażerów prowadzono w okresach szczytu (trzy godziny rano i trzy po południu). Kluczowym pytaniem w ankiecie było, czy pasażer przesiadł się w węźle, a jeśli tak to między którymi peronami. Zadano również pytanie o wygodę przejścia pieszego podczas przesiadki oraz notowano dane pasażera (płeć, grupa wiekowa). Średnio ankietowano około 20% pasażerów wsiadających i na tej podstawie oszacowano macierz przesiadek w węźle. Rysunek 2 przedstawia więźbę przesiadek oszacowaną dla węzła Rondo de Gaulle'a w szczytce porannym. Jak widać, najwięcej przesiadek ma miejsce pomiędzy tramwajami jeżdżącymi na osi wschód-zachód, a autobusami kursującymi na osi północ-południe.

W najbardziej ruchliwym węźle (Metro Wilanowska) potok pasażerów wsiadających wynosił prawie 17 tysięcy osób w ciągu 3 godzin szczytu porannego i ponad 17 tysięcy osób w szczytce popołudniowej. W drugim pod względem wielkości ruchu węźle Metro Marymont zarejestrowano około 14 tysięcy pasażerów w ciągu obu trzygodzinnych

Tabela 2

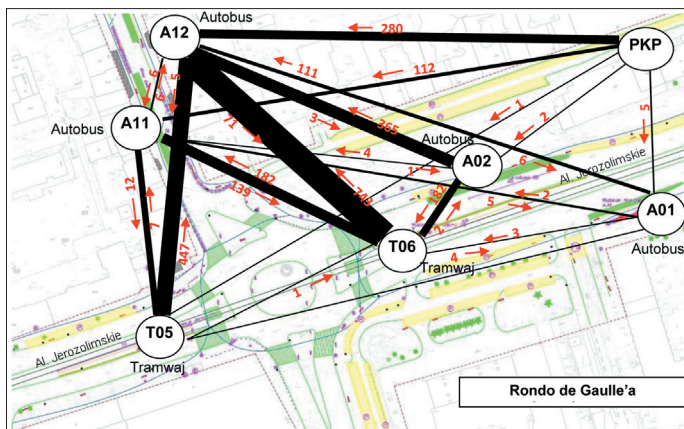
Charakterystyka badanych węzłów przesiadkowych					
Nazwa węzła	Liczba peronów	Liczba poziomów	Środki transportu*	Lokalizacja	Przeprowadzone badanie
Bemowo Ratusz	5	1	A, T	peryferyjna	pełne
Rondo de Gaulle'a	6	1	A, T, K	centralna	pełne
PKP Rembertów	6	2	A, K	peryferyjna	audyt
PKP Włochy	6	2	A, K	peryferyjna	audyt
Metro Świętokrzyska	7	3	A, T, M	centralna	audyt
Rondo Waszyngtona	9	2	A, T	centralna	audyt
Plac Zawiszy	17	2	A, T, K	centralna	audyt
Metro Wilanowska	17	3	A, T, M	peryferyjna	pełne
Metro Młociny	17	3	A, T, M	peryferyjna	audyt
Metro Marymont	21	3	A, T, M	peryferyjna	pełne

\* A = autobus, T = tramwaj, M = metro, K = kolej podmiejska

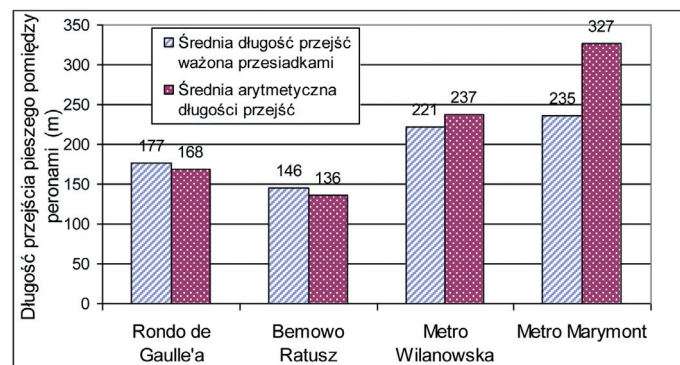
szczytów. We wszystkich 4 węzłach badanych metodą ankietową zaobserwowano wysoki odsetek pasażerów przesiadających się (70-80%).

Za pomocą danych o przesiadkach uzyskanych z ankiet, możliwe było obliczenie wskaźników zwartości ze wzorów (1) i (2). W tym celu wykorzystano długości i czasy przejść międzyperonowych zmierzone podczas inwentaryzacji węzłów. Rysunek 3 przedstawia porównanie wskaźników W.1 dla wszystkich węzłów, gdzie przeprowadzono pełne badania. Średnia długość przejścia międzyperonowego zawiera się w przedziale 136–327 m, a średni czas pomiędzy 1,87 a 3,27 minut. Wartości te wskazują, że warszawskie węzły nie są dobrze zintegrowane (zwarte). Stopień zwartości maleje wraz ze wzrostem wielkości węzła, który można mierzyć np. liczbą peronów. Porównanie wyników uzyskanych za pomocą wzoru (1) oraz wzoru (2) wskazują, że używanie prostej średniej arytmetycznej prowadzi do niedoszacowania średniej długości przejścia pieszego dla małych węzłów, a przeszacowania jej w przypadku węzłów dużych.

Podczas wywiadów pasażerowie byli proszeni o ocenę wygody przejścia pieszego w czasie przesiadki w skali pięciopunktowej: bardzo niewygodna, niewygodna, możliwa, wygodna i bardzo wygodna. Pomimo dużej długości przejść pieszych opinie pasażerów o wygodzie przesiadki były raczej pozytywne. Odsetek pasażerów dających pozytywną ocenę przesiadki (wygodna i bardzo wygodna) wyniósł: 61% dla węzła Rondo de Gaulle'a, 74% dla węzła Metro Wilanowska oraz 68% dla węzła Metro Marymont. Wygląda na to, że odsetek pasażerów zadowolonych z przesiadki nie maleje



Rys. 2. Węzła przesiadek w węzle Rondo de Gaulle'a w szczycie porannym (7:00–10:00)



Rys. 3. Wskaźniki zwartości przestrzennej dla wybranych węzłów

wraz z rosnącą średnią długością przejścia. Pasażerowie w Warszawie wydają się więc być przyzwyczajeni do długich przejść podczas przesiadki i traktują je jako coś normalnego.

**Wyniki audytu węzłów**

Podczas drugiej fazy badań przeprowadzono audyt wszystkich 10 węzłów za pomocą specjalnych formularzy zawierających listy kontrolne. Przygotowano osobne formularze dla różnych elementów infrastruktury węzła: peronów, chodników, schodów i przejść przez jezdnie. Dla każdego węzła przygotowano schemat węzła (np. rys. 1), na którym oznaczono elementy węzła każdego typu. Dla wyznaczenia każdego ze wskaźników (W.2 do W.8) formularze audytowe wymieniają szereg kryteriów, które powinny być spełnione, zgodnie z opisem w poprzednim punkcie.

Na etapie przetwarzania danych obliczono odsetek elementów infrastruktury spełniających kryteria przyjęte dla każdego ze wskaźników. Dla zilustrowania metody, w tabeli 3 zestawiono przykładowe obliczenia dla węzła Rondo de Gaulle'a. Dla przykładu wartość wskaźnika W.4p wynosi 33%, gdyż 2 z 6 peronów spełniają kryteria jakości infrastruktury. Natomiast wartość wskaźnika W.4s to 58% jako że kryteria spełnia 7 na 12 segmentów przejść pieszych występujących w węzle.

Tabela 4 przedstawia wartości wskaźników uzyskane dla wszystkich 10 analizowanych węzłów oraz wartości średnie. Ogólnie można powiedzieć, że im wyższa wartość wskaźnika, tym lepiej, za wyjątkiem zwartości węzła (W.1), gdzie jest odwrotnie. Wskaźniki z najniższymi wartościami średnimi dotyczą dostępności (11% dla peronów i 26% dla segmentów przejść) oraz informacji pasażerskiej (21% perony i 24% segmenty przejść). Wskaźniki dotyczące jakości infrastruktury (z wyjątkiem peronów), bezpieczeństwa w ruchu i czytelności węzłów mają średnie wartości w przedziale 54% – 66%. Najwyższą średnią wartość ma wskaźnik bezpieczeństwa osobistego dla segmentów przejść (84%). Porównanie

Tabela 3

Przykład obliczeń wskaźników dla węzła Rondo de Gaulle'a							
Symbol	Nazwa wskaźnika ogólnego	Sposób obliczenia				Wartość wskaźnika	
W.2	Czytelność węzła	średni odsetek słupków peronowych widocznych z każdego peronu				43%	
W.3	Wyposażenie dodatkowe	2 udogodnienia obecne na 6 możliwych				33%	
Symbol W.x	Nazwa wskaźnika szczegółowego	Liczba peronów		Wartość wskaźnika W.(x)p	Liczba segmentów przejść		Wartość wskaźnika W.(x)s
		spełniających	całkowita		spełniających	całkowita	
W.4	Infrastruktura podstawowa	2	6	33%	7	12	58%
W.5	Dostępność dla niepełnosprawnych	2	6	33%	3	12	25%
W.6	Bezpieczeństwo osobiste	4	6	67%	12	12	100%
W.7	Bezpieczeństwo w ruchu	średni stopień bezpieczeństwa dla przejść przez jezdnie				49%	
W.8	Informacja pasażerska	0	6	0%	2	5	40%

wyników obliczeń dla 10 węzłów pokazuje, że wartości wskaźników zależą głównie od wieku węzła – obiekty budowane lub modernizowane w ostatnich latach mają ogólnie wyniki lepsze od starszych węzłów. Najlepsze wyniki osiągnął, niedawno ukończony, węzeł Metro Młociny. Chociaż ma on pewne niedociągnięcia, węzeł ten został specjalnie zaprojektowany jako główne miejsce przesiadek z autobusów podmiejskich oraz tramwajów przy końcowej stacji metra.

Rysunek 4 przedstawia porównanie wskaźników (bez wskaźników W.1 oraz W.3) dla czterech węzłów, w których przeprowadzono pełne badania. Rysunek ten potwierdza wnioski przedstawione powyżej: generalnie dobry poziom wskaźnika bezpieczeństwa osobistego, a słabe wyniki dostępności dla niepełnosprawnych i informacji pasażerskiej.

**Podsumowanie**

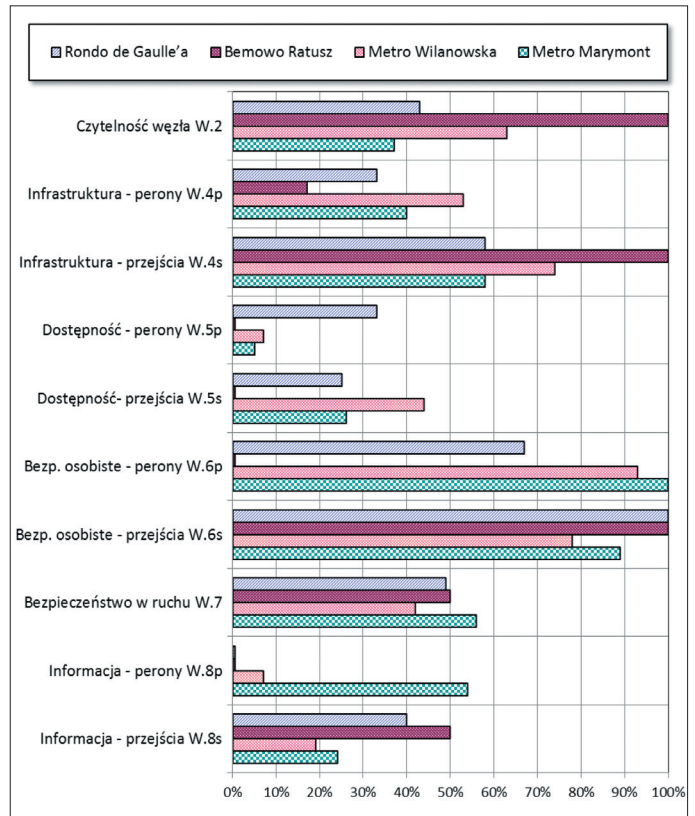
Przedstawiona metodyka AMPTI opiera się na 14 wskaźnikach ilościowych i może być stosowana do oceny zarówno węzłów istniejących, jak i projektowanych. Podstawowym narzędziem zbierania danych przy stosowaniu AMPTI jest audyt węzła, który pozwala na ocenę: peronów przystankowych, chodników, przejść przez jezdnie i schodów. Dodatkowym zalecanym badaniem jest pomiar ruchu i badania ankietowe pasażerów tp w celu wyznaczenia wielkości ruchu pasażerskiego i macierzy przesiadek oraz uzyskania opinii przesiadających się.

Zastosowanie metodyki AMPTI do oceny 10 węzłów przesiadkowych w Warszawie wskazuje, że węzły te są generalnie słabo zintegrowane – średnia długość przejść międzyperonowych wynosi od 136 m do 327 m, natomiast średni czas przejścia między peronami mieścił się w przedziale 1,87–3,27 minuty. Stopień zwartości węzła maleje wraz z jego wielkością, mierzoną na przykład liczbą peronów. Wartości pozostałych wskaźników zależą głównie od wieku węzła – obiekty budowane lub modernizowane w ostatnich latach mają wyniki lepsze od starszych węzłów.

Tabela 4

Wartości wskaźników oceny dla 10 badanych węzłów											
Nazwa węzła	Zwartość	Czytelność	Infrastruktura		Dostępność		Bezpieczeństwo osobiste		Bezpieczeństwo w ruchu	Informacja	
			p*	s*	p	s	p	s		p	s
			m	%	%	%	%	%		%	%
Bemowo Ratusz	136	100	17	100	0	0	0	100	50	0	50
Rondo de Gaulle'a	168	43	33	58	33	25	67	100	49	0	40
PKP Rembertów	193	40	33	76	0	29	0	59	31	0	33
PKP Włochy	191	40	0	35	0	31	57	69	53	14	2
M. Świętokrzyska	237	76	33	35	17	18	17	100	70	50	30
R. Waszyngtona	150	83	43	100	0	0	0	55	85	0	0
Plac Zawiszy	200	37	12	32	12	6	100	93	59	29	24
Metro Wilanowska	237	63	53	74	7	44	93	78	42	7	19
Metro Młociny	202	66	25	96	38	80	100	100	48	56	21
Metro Marymont	327	37	40	58	5	26	100	89	56	54	24
Średnia	204	59	29	66	11	26	53	84	54	21	24

\*p = perony, s = segmenty przejść między peronami



Rys. 4. Wartości wskaźników dla wybranych węzłów

Wyniki oceny można wykorzystać do przygotowania planów naprawy i modernizacji tych węzłów, gdzie zidentyfikowano największe problemy. Niskie wartości niektórych wskaźników (np. dotyczących dostępności dla niepełnosprawnych lub informacji pasażerskiej) sugerują możliwość działań niskokosztowych dla poprawy poziomu wygody i przyjazności węzłów dla pasażerów. Można mieć nadzieję, że takie działania zrekompensują w pewnym stopniu niedostatki infrastruktury.

**Literatura**

1. *Transport for London, Intermodal Transport Interchange for London, Best Practice Guidelines, Issue 1, 2001*, dostępny w Internecie: <http://www.tfl.gov.uk/assets/downloads/interchange.pdf>
2. Monigl J., Berki Z., Szekely A., *NICHES + Guidelines for implementers of Passenger Friendly Interchanges*, 2010, dostępny w Internecie: <http://www.niches-transport.org>
3. Alexander C. i inni, *Język wzorców – miasta, budynki, konstrukcja*, GWP, Gdańsk 2008.
4. *WYG International, Analiza organizacji i funkcjonowania węzłów przesiadkowych na obszarze m.st. Warszawy* (praca niepublikowana), 2010.
5. *Transplan Konsulting, Wykorzystanie metody wskaźnikowej i ankietowej do oceny wybranych węzłów przesiadkowych w Warszawie* (praca niepublikowana), 2011.
6. Krukowski P., Olszewski P., *Wskaźniki integracji przestrzennej w ocenie węzłów przesiadkowych*, Materiały VIII Konferencji Naukowo-Technicznej SITK RP „Problemy komunikacyjne miast w warunkach zatłoczenia motoryzacyjnego”, Poznań 2011, s. 340–357.
7. Olszewski P., Krukowski P., *Quantitative assessment of public transport interchanges*, 40th European Transport Conference, Glasgow 2012.