



Wytyczne projektowania infrastruktury transportu zbiorowego

Część 1: Planowanie sieci transportu zbiorowego

01-2026.08.06

Wzorce i standardy
rekomendowane przez
Ministra właściwego ds. transportu

WR-D-43-1

WR-D-43-1

Wytyczne projektowania infrastruktury transportu zbiorowego. Część 1: Planowanie sieci transportu zbiorowego

Wersja: **01**

Obowiązuje od: **2026.08.06**

Rekomendował: **Minister Infrastruktury w dniu 6 sierpnia 2026 r. (DDP-4.0600.8.2026)**

Wzorce i standardy rekomendowane przez Ministra właściwego ds. transportu:

- 1) nie stanowią przepisów techniczno-budowlanych, ale stanowią jeden ze zbiorów zasad wiedzy technicznej w rozumieniu ustawy – Prawo budowlane,
- 2) zgodnie z ustawą o drogach publicznych przeznaczone są do dobrowolnego stosowania,
- 3) nie zwalniają osób wykonujących samodzielne funkcje techniczne w budownictwie z odpowiedzialności zawodowej.

Opracował Zespół w składzie:

Marek Bauer, Radosław Bąk, Wiesław Dźwigoń, Rafał Jaremski, Jan Paszkowski, Andrzej Rudnicki, Mariusz Soboń

Koordynator zamówienia: Stanisław Gaca

Jednostka odpowiedzialna:

Ministerstwo Infrastruktury, Departament Dróg Publicznych
ul. Chałubińskiego 4/6, 00-968 Warszawa

© Skarb Państwa – Minister Infrastruktury

Zdjęcie na okładce: Marek Bauer

Opracowanie sfinansowano ze środków Funduszu Spójności w ramach działania 2.1 Programu Operacyjnego Pomoc Techniczna 2014-2020



Fundusze Europejskie
Pomoc Techniczna



**Rzeczpospolita
Polska**

Unia Europejska
Fundusz Spójności



Spis treści

1. Przedmiot i zakres stosowania

2. Wykaz opracowań powołanych

- 2.1. Akty prawne
- 2.2. Normy
- 2.3. Pozostałe opracowania

3. Definicje i objaśnienia skrótów

- 3.1. Definicje
- 3.2. Skróty
- 3.3. Symbole

4. Planowanie infrastruktury transportu zbiorowego

- 4.1. Ogólna charakterystyka transportu zbiorowego
- 4.2. Ruch i zdolność przewozowa pojazdów transportu zbiorowego
- 4.3. Typy tras transportu zbiorowego
- 4.4. Planowanie transportu zbiorowego w odniesieniu do rodzajów jednostek urbanistycznych oraz funkcji korytarzy transportowych
- 4.5. Ogólne zasady planowania systemów transportowych
- 4.6. Warunki ograniczające w planowaniu systemów transportowych
- 4.7. Procedura planowania elementów sieci transportu zbiorowego

5. Badania i pomiary w transporcie zbiorowym

- 5.1. Rodzaje badań i pomiarów w transporcie zbiorowym
- 5.2. Badania potrzeb transportowych
- 5.3. Badania opinii i preferencji użytkowników transportu zbiorowego
- 5.4. Pomiary natężeń ruchu oraz struktury rodzajowej i kierunkowej pojazdów
- 5.5. Pomiary czasu przejazdu pojazdów transportu zbiorowego
- 5.6. Pomiary zgłoszeń pojazdów transportu zbiorowego na przystankach
- 5.7. Pomiary czasu przejazdu pojazdów transportu indywidualnego
- 5.8. Pomiary liczby osób w pojazdach transportu zbiorowego
- 5.9. Pomiary liczby osób w pojazdach transportu indywidualnego
- 5.10. Pomiary zgłoszeń pasażerów na przystankach
- 5.11. Pomiary wykorzystania infrastruktury przystankowej

6. Wymagania dla podsystemów transportu zbiorowego

- 6.1. Zakres wymagań
- 6.2. Wymagania związane z dostępnością
- 6.3. Wymagania związane z czasem podróży i czasem jazdy
- 6.4. Wymagania związane z warunkami podróży
- 6.5. Wymagania związane z bezpieczeństwem
- 6.6. Wymagania związane z niezawodnością i sprawnością
- 6.7. Wymagania realizacyjne
- 6.8. Wymagania środowiskowe

7. Uprzywilejowanie pojazdów transportu zbiorowego w ruchu

- 7.1. Cele uprzywilejowania pojazdów transportu zbiorowego w ruchu

- 7.2. Uwarunkowania zastosowania uprzywilejowania pojazdów transportu zbiorowego w ruchu
- 7.3. Klasyfikacja środków uprzywilejowania pojazdów transportu zbiorowego w ruchu
- 7.4. Procedura oceny zasadności oraz wyboru sposobu uprzywilejowania pojazdów transportu zbiorowego w ruchu

8. Lokalizacja przystanków transportu zbiorowego

- 8.1. Uwarunkowania wynikające z zagospodarowania przestrzennego
- 8.2. Uwarunkowania wynikające z funkcji transportowych trasy
- 8.3. Odstępy między przystankami
- 8.4. Lokalizacja przystanków względem skrzyżowań
- 8.5. Liczba stanowisk przystankowych
- 8.6. Umieszczenie stanowisk przystankowych
- 8.7. Procedura wyboru optymalnej lokalizacji przystanków na trasie transportu zbiorowego

9. Przepustowość planistyczna elementów infrastruktury transportu zbiorowego

- 9.1. Przepustowość tras transportu zbiorowego
- 9.2. Przepustowość przystanków
- 9.3. Przepustowość dworców i węzłów przesiadkowych
- 9.4. Przepustowość pętli

10. Audyt elementów infrastruktury transportu zbiorowego na etapie planowania

- 10.1. Zasady prowadzenia audytu
- 10.2. Ocena spełnienia wymagań dla sieci transportu zbiorowego
- 10.3. Ocena możliwości osiągnięcia założonych parametrów sieci transportowej

11. Ocena powdrożeniowa i monitoring

1. Przedmiot i zakres stosowania

(1) Wytyczne projektowania infrastruktury transportu zbiorowego składają się z trzech części, obejmujących swym zakresem:

- a) planowanie infrastruktury transportu zbiorowego (WR-D-43-1),
- b) projektowanie infrastruktury transportu autobusowego i trolejbusowego (WR-D-43-2),
- c) projektowanie infrastruktury transportu tramwajowego (WR-D-43-3).

(2) Niniejsze wytyczne zawierają warunki i zasady dotyczące planowania infrastruktury dla pojazdów transportu zbiorowego: autobusów, trolejbusów i tramwajów.

(3) Głównym celem niniejszych wytycznych jest wsparcie procesu projektowania infrastruktury, z której korzystają pojazdy publicznego transportu zbiorowego. Do celów szczegółowych należą:

- a) poprawa jakości infrastruktury dla pojazdów publicznego transportu zbiorowego, zwłaszcza w zakresie funkcjonalności i efektywności transportu zbiorowego oraz wymagań projektowania uniwersalnego,
- b) ujednolicenie standardów planowania infrastruktury przeznaczonej do ruchu pojazdów publicznego transportu zbiorowego: autobusów, trolejbusów i tramwajów,
- c) ujednolicenie dokumentacji projektów planistycznych w zakresie infrastruktury dla publicznego transportu zbiorowego,
- d) standaryzacja wymagań wobec projektów dotyczących infrastruktury publicznego transportu zbiorowego,
- e) ujednolicenie zasad planowania systemów publicznego transportu zbiorowego,
- f) wprowadzenie zasad audytu projektów dotyczących infrastruktury transportu zbiorowego już na etapie planowania inwestycji,
- g) ułatwienie współpracy biur planistycznych i projektowych z zarządcami dróg odpowiedzialnymi za infrastrukturę transportu zbiorowego.

(4) Wytyczne przeznaczone są do stosowania przez jednostki zajmujące się rozwojem infrastruktury transportu zbiorowego oraz zarządzaniem transportem publicznym i infrastrukturą transportową, a także podmioty zajmujące się planowaniem i projektowaniem infrastruktury transportowej.

(5) Zaleca się, aby wytyczne były stosowane przy:

- a) wykonywaniu studiów koncepcyjnych związanych z budową lub przebudową infrastruktury dla publicznego transportu zbiorowego,
- b) wykonywaniu projektów organizacji ruchu,
- c) badaniach jakości funkcjonowania infrastruktury publicznego transportu zbiorowego,
- d) podejmowaniu decyzji na temat rozwoju sieci publicznego transportu zbiorowego.

2. Wykaz opracowań powołanych

2.1. Akty prawne

- [1] Ustawa z dnia 16 grudnia 2010 r. o publicznym transporcie zbiorowym (Dz. U. z 2025 r. poz. 285, z późn. zm.).
- [2] Ustawa z dnia 27 marca 2003 r. o planowaniu i zagospodarowaniu przestrzennym (Dz. U. z 2026 r. poz. 538, z późn. zm.).
- [3] Ustawa z dnia 28 marca 2003 r. o transporcie kolejowym (Dz. U. z 2025 r. poz. 1234, z późn. zm.).
- [4] Rozporządzenie Ministra Infrastruktury z dnia 23 września 2003 r. w sprawie szczegółowych warunków zarządzania ruchem na drogach oraz wykonywania nadzoru nad tym zarządzaniem (Dz. U. z 2017 r. poz. 784).
- [5] Rozporządzenie Ministra Infrastruktury z dnia 3 lipca 2003 r. w sprawie szczegółowych warunków technicznych dla znaków i sygnałów drogowych oraz urządzeń bezpieczeństwa ruchu drogowego i warunków ich umieszczania na drogach (Dz. U. z 2019 r. poz. 2311, z późn. zm.).
- [6] Rozporządzenie Ministra Infrastruktury z dnia 16 grudnia 2021 r. w sprawie bezpieczeństwa i higieny pracy w komunikacji miejskiej oraz autobusowej komunikacji międzymiastowej (Dz. U. z 2022 r. poz. 125, z późn. zm.).
- [7] Załącznik II do dyrektywy 2002/49/WE Parlamentu Europejskiego i Rady z dnia 25 czerwca 2002 r. odnoszącej się do oceny i zarządzania poziomem hałasu w środowisku (Dz. Urz. UE L 189 z 18.07.2002, z późn. zm.).

2.2. Normy

- [8] PN-EN 13816:2004 Transport. Logistyka i usługi. Publiczny transport pasażerski. Definicje, cele i pomiary dotyczące jakości usług.

2.3. Pozostałe opracowania

- [9] Bauer M., Wpływ infrastruktury ulic na funkcjonowanie komunikacji autobusowej. Rozprawa doktorska, Politechnika Krakowska, Kraków 2007.
- [10] Gaca S., Suchorzewski W., Tracz M., Inżynieria ruchu drogowego: teoria i praktyka. Wydawnictwa Komunikacji i Łączności, Warszawa 2008, 2011.
- [11] Rudnicki A., Jakość komunikacji miejskiej. Zeszyty naukowo-techniczne. Stowarzyszenia Inżynierów i Techników Komunikacji, Oddział w Krakowie, Seria Monografie Nr 5 (Zeszyt 71). Kraków 1999.
- [12] Sambor A., Priorytety w ruchu dla pojazdów komunikacji miejskiej. Izba Gospodarcza Komunikacji Miejskiej. Warszawa 1999.
- [13] Starowicz W., Jakość przewozów w miejskim transporcie zbiorowym. Wydawnictwo Politechniki Krakowskiej, Kraków 2007.
- [14] Turek D. z zespołem, Poradnik w zakresie przeprowadzania ankietowego badania mobilności transportowej ludności. Praca badawcza pt. „Ankietowe badanie mobilności transportowej ludności na poziomie lokalnym”. Centrum Badań i Edukacji Statystycznej GUS, Warszawa 2017.
- [15] Vuchic V. R., Urban Transit. Operations, Planning and Economics. John Willey and Sons 2005.
- [16] Vuchic V. R., Urban Transit. Systems and Technology. John Willey and Sons 2007.

- [17] National Academy of Sciences. National Cooperative Highway Research Program, Research Report 1168: Incorporating Uncertainty into Long-Range Transportation Planning: A Guide 2026. DOI 10.17226/29355.
- [18] National Academy of Sciences. The Second Strategic Highway Research Program SHRP 2 Report S2-L11-RR-1: Evaluating Alternative Operations Strategies to Improve Travel Time Reliability 2013. DOI 10.17226/22687.
- [19] National Academy of Sciences. Transit Cooperative Research Program, Synthesis 140: Comprehensive Bus Network Redesigns. A Synthesis of Transit Practice 2019. DOI 10.17226/25487.
- [20] National Academy of Sciences. Web-Only Document 79. Transit Capacity and Quality of Service Manual, 4th Edition 2026. DOI 10.17226/29447.
- [21] Raport z projektu POIR.01.01.01-00-0970/17-00: System informatyczny komputerowego wspomaganie planowania komunikacji miejskiej. Politechnika Krakowska, Kraków 2020.

3. Definicje i objaśnienia skrótów

3.1. Definicje

Dworzec – miejsce przeznaczone do obsługi lub odprawy pasażerów, w którym znajdują się w szczególności: przystanki transportu zbiorowego, punkt sprzedaży biletów oraz punkt informacji dla podróżnych.

Godzina szczytu (w transporcie zbiorowym) – okres doby trwający godzinę, w którym odnotowano największe wartości potoków pasażerskich. W szczególności, wyróżnia się szczyt poranny występujący najczęściej pomiędzy godzinami 6:00 i 10:00 oraz szczyt popołudniowy występujący na ogół pomiędzy godzinami 14:00 i 19:00.

Jezdnia dla autobusów (trolejbusów) – jezdnia przeznaczona do ruchu autobusów lub trolejbusów oraz wyjątkowo do ruchu innych dopuszczonych grup pojazdów.

Krańcówka – punkt końcowy trasy transportowej lub linii komunikacyjnej.

Linia komunikacyjna – połączenie komunikacyjne realizowane w ramach regularnego przewozu osób po określonej trasie miejskiego transportu zbiorowego, opisane kolejnymi przystankami wskazanymi w rozkładzie jazdy, definiowane numerem i nazwami przystanków krańcowych.

Miejski transport zbiorowy – gminne przewozy pasażerskie wykonywane w granicach administracyjnych miasta lub miasta i gminy, miast albo miast i gmin sąsiadujących, jeżeli zostało zawarte porozumienie lub został utworzony związek międzygminny w celu wspólnej realizacji publicznego transportu zbiorowego, a także metropolitalne przewozy pasażerskie.

Model podróży – matematyczne odwzorowanie zachowań użytkowników transportu indywidualnego i/lub zbiorowego.

Obszar miejski – teren miejscowości w jej granicach administracyjnych wraz z obszarem jej oddziaływania. Cechuje się występowaniem ulic, na których odbywa się ruch pieszych lub rowerów. Charakterystyka ruchu drogowego istotnie oddziałuje na funkcjonowanie miejscowości.

Obszar zamiejski – obszar niebędący obszarem miejskim.

Operator publicznego transportu zbiorowego – samorządowy zakład budżetowy lub przedsiębiorca uprawniony do prowadzenia działalności gospodarczej w zakresie przewozu osób, który zawarł z organizatorem publicznego transportu zbiorowego umowę o świadczenie usług w zakresie publicznego transportu zbiorowego.

Organizator publicznego transportu zbiorowego – właściwa jednostka samorządu terytorialnego albo minister właściwy do spraw transportu, zapewniający funkcjonowanie publicznego transportu zbiorowego na danym obszarze.

Pas ruchu dla autobusów (trolejbusów) – pas ruchu przeznaczony dla autobusów lub trolejbusów oraz wyjątkowo dla innych dopuszczonych grup pojazdów, wyznaczany w celu usprawnienia przejazdu pojazdów transportu zbiorowego.

Pętla autobusowa (trolejbusowa/tramwajowa) – element infrastruktury służący do zmiany kierunku ruchu pojazdów transportu zbiorowego, oraz zapewniający możliwość postoju pomiędzy kolejnymi kursami, stanowi szczególny przypadek krańcówki.

Peron przystankowy – powierzchnia przystanku przeznaczona do oczekiwania, wsiadania lub wysiadania pasażerów linii transportu zbiorowego.

Podróż – umotywowane przemieszczenie się osoby pieszo lub z wykorzystaniem jednego lub więcej przejazdów środkami transportu pomiędzy miejscami określonymi jako źródło i cel, którym można przypisać jedną z motywacji podróży.

Pomiar automatyczny – pomiar ruchu wykonywany w całości w sposób automatyczny, przy wykorzystaniu urządzeń pomiarowych cechujących się wysoką dokładnością pozwalającą na uzyskanie zakładanych danych.

Pomiar manualny (ręczny) – pomiar ruchu wykonywany w całości przez obserwatorów, którzy prowadzą rejestrację informacji w punkcie pomiarowym lub pojeździe transportu zbiorowego zapisując dane na urządzeniach mobilnych, formularzach do pomiaru lub używając liczników ręcznych.

Praca eksploatacyjna – iloczyn długości poszczególnych odcinków sieci transportowej i liczby pojazdów transportu zbiorowego na tych odcinkach (wyrażana w pojazdo-kilometrach [poj-km]) lub iloczyn czasu przejazdu poszczególnych odcinków sieci transportowej i liczby pojazdów transportu zbiorowego na tych odcinkach (wyrażana w pojazdo-godzinach [poj-h]).

Praca przewozowa – iloczyn długości poszczególnych odcinków sieci transportowej i liczby pasażerów na tych odcinkach (wyrażana w pasażero-kilometrach [pas-km]) lub iloczyn czasu przejazdu poszczególnych odcinków sieci transportowej i liczby pasażerów na tych odcinkach (wyrażana w pasażero-godzinach [pas-h]).

Prędkość komunikacyjna – uśredniona prędkość przejazdu całości lub fragmentu trasy transportu zbiorowego, wyznaczana z uwzględnieniem zatrzymań, jako iloraz odległości dzielącej punkt początkowy i końcowy oraz całkowitego czasu przejazdu tej trasy lub jej fragmentu.

Prędkość podróży – prędkość określana jako stosunek długości podróży od źródła do celu (drzwi – drzwi) do czasu trwania podróży.

Prędkość przejazdu – prędkość przejazdu trasy, jej fragmentu lub odcinka międzyprzystankowego obliczana jako stosunek długości trasy (fragmentu lub odcinka) do czasu trwania przejazdu pojazdu transportu zbiorowego, uwzględniająca ograniczenia techniczne i formalno-prawne trasy.

Przewoźnik – przedsiębiorca uprawniony do prowadzenia działalności gospodarczej w zakresie przewozu osób na podstawie potwierdzenia zgłoszenia przewozu lub wykonujący przewóz osób na podstawie umowy o świadczenie usług publicznych albo decyzji o przyznaniu otwartego dostępu do sieci transportowej.

Przystanek – oznaczone miejsce przeznaczone do wsiadania lub wysiadania pasażerów na danej linii transportu zbiorowego.

Publiczny transport zbiorowy – powszechnie dostępny, regularny przewóz osób wykonywany w określonych odstępach czasu i po określonej linii albo liniach transportowych lub sieci transportowej.

Rozkład jazdy – podawany do publicznej wiadomości podstawowy element oferty przewozowej w transporcie zbiorowym, w którym określa się numer lub nazwę linii transportu zbiorowego, trasę linii oraz przystanki i dworce, na których będzie się zatrzymywał dany środek transportu, zakres obowiązywania.

Sieć transportowa – układ linii komunikacyjnych obejmujących obszar działania organizatora publicznego transportu zbiorowego lub część tego obszaru.

System transportowy – zbiór elementów struktury podażowej i popytowej transportu, obejmujący wewnętrzne komponenty struktury popytowej i podażowej oraz interakcje pomiędzy wszystkimi komponentami.

Trasa transportu zbiorowego – segment sieci transportowej opisany poprzez ciąg następujących po sobie odcinków między poszczególnymi węzłami sieci transportowej, wraz z przynależną do niego infrastrukturą umożliwiającą funkcjonowanie miejskiego transportu zbiorowego.

Trasa tramwajowa lub autobusowa (trolejbusowa) – segment sieci transportowej opisany poprzez wyspecyfikowany ciąg połączeń między poszczególnymi węzłami sieci transportowej.

Układ transportowy – złożony zespół jednej lub więcej sieci transportowych, z przyporządkowanymi atrybutami dostępu do sieci transportowej oraz elementami sieci transportowej.

Węzeł przesiadkowy – miejsce umożliwiające dogodną zmianę środka transportu wyposażone w infrastrukturę niezbędną dla obsługi pasażerów.

Wiązka linii komunikacyjnych – zbiór linii komunikacyjnych (przynajmniej dwóch) biegnących po tej samej trasie lub jej fragmencie, posiadających co najmniej dwa wspólne przystanki.

Zatoka autobusowa – poszerzenie jezdni umożliwiające równoległe do jezdni zatrzymanie autobusu (trolejbusu) poza pasem ruchu, w celu umożliwienia wsiadania i wysiadania pasażerów lub rozkładowego postoju pojazdu.

3.2. Skróty

B+R (ang. *bike and ride*) – „parkuj rower i jedź”.

P+R (ang. *park and ride*) – „parkuj i jedź”.

3.3. Symbole

(1) W tab. 3.3.1. zestawiono wykaz symboli użytych w niniejszych wytycznych wraz z odpowiednią jednostką oraz opisem.

Tab. 3.3.1. Wykaz zastosowanych symboli

Symbol	Jednostka	Opis
A	[-]	atrakcyjność obszaru
$\bar{a}$	[m/s ²]	średnie przyspieszenie
b	[min]	maksymalny błąd oszacowania czasu przejazdu
$\bar{b}$	[m/s ²]	średnie opóźnienie podczas hamowania przy dojeździe do przystanku
B_s^{TZ}	[poj./h]	graniczna liczba pojazdów korzystających ze stanowiska przystankowego
C	[os./h]	zdolność przewozowa trasy lub linii
C_l	[os./h]	przepustowość linii transportu zbiorowego
C_p	[poj./h]	przepustowość przystanku
C_s	[poj./h]	przepustowość pojedynczego stanowiska przystankowego
C_t	[poj./h]	przepustowość trasy transportu zbiorowego wyrażona w pojazdach
C_t	[os./h]	przepustowość trasy transportu zbiorowego wyrażona liczbą użytkowników
C_{min}^{TZ}	[poj./h]	przepustowość najbardziej obciążonego przystanku
C_v	[os./poj.]	pojemność nominalna pojazdu transportu zbiorowego
C_w	[os./h]	przepustowość elementu wyposażenia przystanku
d	[min]	wartość odchyłki od rozkładu jazdy
f_l	[-]	współczynnik lokalizacji przystanku względem skrzyżowania
f_{tb}	[-]	współczynnik blokowania pojazdów transportu zbiorowego
$\left(\frac{g}{C}\right)$	[-]	udział efektywnego sygnału zielonego
GEH^{SO}	[-]	wskaźnik statystyczny GEH dla samochodów osobowych
GEH^{TZ}	[-]	wskaźnik statystyczny GEH dla transportu zbiorowego
$\bar{h}$	[min]	interwał średni na trasie lub jej fragmencie
h_t	[min]	interwał międzypojazdowy na trasie transportu zbiorowego
I_{a_i}	[os./poj.]	liczba pasażerów wysiadających z pojazdu na przystanku i
I_{b_i}	[os./poj.]	liczba pasażerów wsiadających do pojazdu na przystanku i
L_k	[m]	długość odcinka trasy
L_k^{I-II}	[m]	długość trasy w kierunku I-II
L_{min}^{TZ}	[m]	minimalna długość odcinka, przy której jest możliwe osiągnięcie zadanej prędkości chwilowej

Symbol	Jednostka	Opis
L_o	[-]	liczba wszystkich zaobserwowanych odjazdów
L_{op}	[-]	liczba zaobserwowanych odjazdów punktualnych
L_p	[m]	długość odcinka międzyprzystankowego
LP_{dp}^{TZm}	[podróże/h]	liczba podróży odbywanych transportem zbiorowym bez przesiadek w sieci transportowej
LP^{SOm}	[podróże/h]	liczba podróży odbywanych samochodami osobowymi w sieci transportowej
LP^{TZm}	[podróże/h]	liczba podróży odbywanych transportem zbiorowym w sieci transportowej
IS_i^{TZm}	[km]	długość odcinka sieci (z modelu) pokonywanego z wykorzystaniem transportu zbiorowego
IS_i^{SOm}	[km]	długość odcinka sieci (z modelu) pokonywanego z wykorzystaniem samochodów osobowych
L_v	[m]	długość odcinka jazdy z prędkością V_{max} na odcinku międzyprzystankowym
M	[-]	liczba mieszkańców obszaru analizy
M_k	[-]	liczba mieszkańców mikroregionu k
n	[-]	liczba potrzebnych obserwacji czasu przejazdu
n_{pj}	[-]	liczba pasów ruchu na jezdni w rozważanym kierunku jazdy
n_s	[-]	liczba dostępnych stanowisk infrastruktury przystankowej
N_e	[-]	efektywna liczba stanowisk przystankowych
N_i	[os./poj.]	liczba pasażerów w pojeździe transportu zbiorowego przy odjeździe z przystanku i
$\bar{N}^{SO}$	[os./poj.]	średnie napełnienie samochodu osobowego
$\bar{N}^{TZ}$	[os./poj.]	średnie napełnienie pojazdu transportu zbiorowego
n_v	[poj./h]	liczba pojazdów transportu zbiorowego w ciągu godziny
P_i^{TZ}	[os./h]	wielkość potoku pasażerskiego na odcinku sieci, wyznaczona z pomiarów
P_i^{TZm}	[os./h]	wielkość potoków pasażerów transportu zbiorowego na poszczególnych odcinkach sieci transportowej
Q	[min]	stopień punktualności
Q^B	[poj./h]	natężenie ruchu autobusów
Q^{SO}	[poj./h]	natężenie ruchu samochodów osobowych
Q_i^{SO}	[poj./h]	natężenie ruchu samochodów osobowych na odcinku sieci
Q_i^{SOm}	[poj./h]	natężenia ruchu na poszczególnych odcinkach sieci transportowej
Q_{min}^{TZ}	[poj./h]	wartość graniczna: minimalna liczba pojazdów transportu zbiorowego
$\left(\frac{Q_{pr}}{C_{pr}}\right)$	[-]	stosunek natężenia ruchu do przepustowości pasa ruchu, przy którym został zlokalizowany przystanek
Q^T	[poj./h]	natężenie ruchu tramwajów
Q^{TZ}	[poj./h]	natężenie ruchu pojazdów transportu zbiorowego
R	[min]	stopień regularności
R^{SO}	[-]	współczynnik determinacji do oceny stopnia dopasowania wielkości natężeń ruchu samochodów, pochodzących z modelu oraz z pomiarów
R^{TZ}	[-]	współczynnik determinacji do oceny stopnia dopasowania wielkości potoków pasażerskich pochodzących z modelu oraz z pomiarów
s_t	[s]	odchylenie standardowe czasu przejazdu trasy lub jej fragmentu
s_{tz}	[s]	odchylenie standardowe czasu korzystania z elementu infrastruktury
s_w	[s]	odchylenie standardowe czasu postoju
T_{KP}	[%]	procent kursów punktualnych

Symbol	Jednostka	Opis
$\bar{t}$	[min]	średni czas przejazdu trasy lub jej fragmentu
t_a	[s]	czas przyspieszania przy odjeździe z przystanku
t_b	[s]	czas hamowania przy dojeździe do przystanku
$\bar{t}_c$	[s]	łączny średni czas wjazdu i wyjazdu na stanowisko przystankowe
t_{ck}	[min]	czas dojścia pieszego do przystanku z mikrorejonu k
T_e	[s]	czas obiegu linii
T_k	[s]	czas przejazdu trasy lub jej fragmentu
T_k^{I-II}	[s]	czas przejazdu linii w kierunku I-II (pomiędzy krańcówkami I i II)
T_k^{II-I}	[s]	czas przejazdu linii w kierunku II-I
T_t^I	[s]	czas operacyjny na krańcówce I
T_t^{II}	[s]	czas operacyjny na krańcówce II
t_L	[s]	czas jazdy ze stałą, założoną prędkością
T_p	[s]	czas przejazdu odcinka międzyprzystankowego
$T_{p(i, i+1)}$	[s]	czas przejazdu odcinka międzyprzystankowego (i, i+1)
T_{ri}	[s]	rozkładowy czas przejazdu odcinka międzyprzystankowego
T_{rk}	[s]	rozkładowy czas przejazdu trasy lub jej fragmentu
T_{si}	[s]	czas postoju pojazdu transportu zbiorowego na przystanku i
ts_i^{TZm}	[min]	czas przejazdu odcinka sieci (z modelu) pokonywanego z wykorzystaniem transportu zbiorowego
ts_i^{SOm}	[min]	czas przejazdu odcinka sieci (z modelu) pokonywanego z wykorzystaniem samochodów osobowych
T^{TZ}	[s]	czas przejazdu odcinka międzyprzystankowego w modelu uproszczonym
$\bar{t}_w$	[s]	średni czas postoju pojazdu transportu zbiorowego na przystanku
t_z	[s]	obliczeniowy czas korzystania z pojedynczego stanowiska
t_{zv}	[s]	czas zwalniania
$\bar{t}_z$	[s]	obliczeniowy średni czas korzystania z pojedynczego stanowiska elementu infrastruktury przystankowej
u_α	[-]	współczynnik ufności z rozkładu normalnego standaryzowanego
U_{bp}^{TZm}	[-]	udział podróży transportem zbiorowym wykonywanych bez przesiadki
U_{DL}	[%]	procent mieszkańców obszaru z dogodnym dostępem do transportu zbiorowego
U^{TZm}	[-]	udział transportu zbiorowego w podróżach pieszych
v	[%]	statystyczny wskaźnik zmienności czasu przejazdu
V_e	[km/h]	prędkość eksploatacyjna linii transportu zbiorowego
V_h	[km/h]	prędkość handlowa przejazdu trasy lub jej fragmentu
V_k	[km/h]	prędkość komunikacyjna przejazdu trasy lub jej fragmentu
v_{max}	[m/s]	prędkość maksymalna na odcinku trasy
V_{max}	[km/h]	prędkość maksymalna na odcinku trasy
V_p	[km/h]	prędkość przejazdu odcinka międzyprzystankowego
V_s^{SOm}	[km/h]	prędkość samochodowego transportu indywidualnego w sieci transportowej
V_s^{TZm}	[km/h]	prędkość transportu zbiorowego w sieci transportowej
W_h^{SOm}	[pojazdo-godziny/h]	wielkość pracy przewozowej samochodowego transportu indywidualnego
W_h^{TZm}	[pasażero-godziny/h]	wielkość pracy przewozowej transportu zbiorowego

Symbol	Jednostka	Opis
W_{km}^{SOm}	[pojazdo-km/h]	wielkość pracy przewozowej samochodowego transportu indywidualnego
W_{km}^{TZm}	[pasażero-km/h]	wielkość pracy przewozowej transportu zbiorowego
α	[-]	dopuszczalna wartość współczynnika zapelnienia pojazdu określana z uwzględnieniem liczby miejsc siedzących i powierzchni do stania dla danego rodzaju pojazdu
η	[-]	współczynnik wydłużenia średniego czasu przejazdu odcinka międzyprzystankowego
v_h	[-]	współczynnik zmienności interwałów
ζ	[-]	współczynnik wydłużenia czasu przejazdu odcinka trasy

4. Planowanie infrastruktury transportu zbiorowego

4.1. Ogólna charakterystyka transportu zbiorowego

(1) Głównym celem planowania infrastruktury transportu zbiorowego jest dążenie do poprawy jakości całego systemu transportowego na poziomie międzynarodowym, krajowym, regionalnym i lokalnym, z zachowaniem zasad zrównoważonego rozwoju. Jest to możliwe dzięki optymalnemu rozwojowi wszystkich dostępnych podsystemów transportowych: transportu zbiorowego oraz samochodowego transportu indywidualnego, a także transportu rowerowego oraz ruchu pieszych, w tym odbywanego z wykorzystaniem urządzeń wspomagających ruch. Ogólne zasady funkcjonowania transportu zbiorowego reguluje ustawa [1].

(2) Podstawą realizacji każdego elementu infrastruktury transportowej jest konieczność zaspokojenia obecnych lub przewidywanych potrzeb transportowych, co wiąże się bądź z rozwiązywaniem zaistniałych problemów transportowych, bądź zaistnieniem szans rozwojowych lub pojawieniem się konieczności podejmowania działań kształtujących popyt na korzystanie ze środków transportu, z wykorzystaniem zasad zrównoważonego rozwoju.

(3) System transportowy należy kształtować w ten sposób, aby w możliwie największym stopniu wykorzystywać zalety poszczególnych podsystemów transportowych. Wymaga to bezwzględnego zapewnienia integracji w procesie planowania wszystkich elementów sieci transportowej, w tym sieci drogowej, sieci transportu zbiorowego, oraz sieci tras dla pieszych i rowerów.

(4) Transport zbiorowy odgrywa w systemie transportowym istotną rolę, szczególnie w obszarach zurbanizowanych oraz w korytarzach transportowych prowadzących do tych obszarów. Jego zadaniem jest zapewnienie wysokiej zdolności przewozowej przy jednoczesnym ograniczeniu terenochłonności zastosowanych w tym celu rozwiązań infrastrukturalnych, zwłaszcza w kontekście jak najlepszego wykorzystania deficytowej przestrzeni przeznaczonej na funkcje transportowe. Dobrze zorganizowany oraz efektywnie realizowany transport zbiorowy umożliwia zwiększenie liczby i udziału podróży odbywanych transportem zbiorowym, w tym przejęcie części podróży dotychczas wykonywanych zazwyczaj znacznie mniej wydajnym w warunkach miejskich transportem samochodowym. Oferta transportu zbiorowego powinna być skierowana do ogółu użytkowników systemu transportowego i powinna uwzględniać zróżnicowane potrzeby wszystkich potencjalnych użytkowników, w tym zarówno osób niemających innych możliwości podróżowania, jak również osób posiadających wybór różnych środków transportu, zwłaszcza podczas codziennych, powtarzalnych podróży. Natomiast w obszarach słabo zurbanizowanych, transport zbiorowy pełni najczęściej rolę uzupełniającą w stosunku do transportu indywidualnego, jednak trudną do przecenienia ze względu na konieczność zapewnienia możliwości podróżowania osobom nieposiadającym dostępu do innych środków transportu.

(5) Transport zbiorowy w Polsce jest realizowany przez następujące jego podsystemy:

- a) transport autobusowy i trolejbusowy,
- b) transport tramwajowy,
- c) transport kolejowy, w formie kolei tradycyjnej oraz kolei lekkiej (nieujęty w niniejszych wytycznych, regulowany przez ustawę [3]).

(6) Transport autobusowy jest najbardziej rozpowszechnionym rodzajem transportu zbiorowego. W większości miast pełni główną, a niekiedy jedyną formę transportu zbiorowego. Również w miastach, w których stanowi jedynie formę uzupełniającą – ze względu na szeroki zakres działania – odpowiada za przewóz największej liczby pasażerów, znacznie przewyższając możliwości przewozowe transportu szynowego. Autobus jest też dominującym środkiem transportu w obszarach pozamiejskich, odgrywa również istotną rolę w transporcie regionalnym.

(7) Transport trolejbusowy pełni zazwyczaj rolę równoprawnego środka transportu zbiorowego w odniesieniu do autobusu.

(8) Transport tramwajowy w większości przypadków jest typowo miejskim podsystemem transportu zbiorowego i zazwyczaj pełni rolę wiodącego podsystemu transportu zbiorowego w obszarach, w których został uruchomiony.

(9) Zakres stosowania poszczególnych podsystemów transportu zbiorowego przedstawia tab. 4.1.1.

Tab. 4.1.1. Zakres stosowania poszczególnych podsystemów transportu zbiorowego

Podsystem transportu zbiorowego	Poziom międzyna-rodowy	Poziom krajowy	Poziom regionalny	Poziom aglomera-cyjny	Poziom gminy	
					miasto	wieś
Transport autobusowy	●	●	●●	●●	●●	●●
Transport trolejbusowy	◆	◆	◆	●	●●	●
Transport tramwajowy	◆	◆	◆	●	●●	◆
●● szczególnie zalecany ● zalecany ◆ niezalecany						

(10) Poszczególne podsystemy transportu zbiorowego mogą funkcjonować w formule tradycyjnej lub szybkiego środka transportu. Jest to uzależnione od możliwości i stopnia zapewnienia pojazdom transportu zbiorowego korzystnych warunków ruchu (bez zakłóceń).

(11) Podstawowe, graniczne charakterystyki transportu autobusowego, trolejbusowego i tramwajowego, typowe dla warunków miejskich w polskich miastach, przedstawia tab. 4.1.2.

Tab. 4.1.2. Podstawowe charakterystyki transportu autobusowego, trolejbusowego i tramwajowego w warunkach miejskich

Środek transportu miejskiego	Maksymalna prędkość komunikacyjna [km/h]	Standardowe odległości między przystankami [m]	Maksymalna częstotliwość kursowania na trasie/linii [poj./h]	Maksymalna zdolność przewozowa trasy/linii [os./h]
Autobus tradycyjny (18 m)	24	300-600	40	6 300
Autobus szybki (18 m)	36	500-800	60	9 400
Trolejbus tradycyjny (18 m)	24	300-600	40	5 500
Trolejbus szybki (18 m)	30	500-800	60	8 300
Tramwaj tradycyjny (43 m)	24	300-600	30	8 500
Tramwaj szybki (43 m)	36	500-800	40	11 400
Tramwaj szybki MAX (59 m)	36	500-800	40	14 700

(12) Beneficjentami dobrze funkcjonującego systemu transportu zbiorowego są jego użytkownicy oraz otoczenie systemu transportowego, obejmujące również mieszkańców niekorzystających z transportu zbiorowego, a także zarządzający systemem transportowym oraz przewoźnicy. Korzyści jakie daje uruchomienie wydajnego transportu zbiorowego, określa tab. 4.1.3.

Tab. 4.1.3. Korzyści wynikające z zapewnienia atrakcyjnego transportu zbiorowego

Grupa beneficjentów	Funkcja transportu zbiorowego	Obszary silnie zurbanizowane	Korytarze transportowe prowadzące do obszarów silnie zurbanizowanych	Obszary słabo zurbanizowane
Użytkownicy (pasażerowie)	globalna poprawa warunków podróżowania	✓	✓	-
	skrócenie czasu przejazdu i czasu podróży	✓	✓	✓
	zmniejszenie nieprzewidywalności czasu przejazdu, a w konsekwencji zmniejszenie losowości czasu podróży	✓	✓	✓
	oferta dla mieszkańców nie posiadających dostępu do samochodu	✓	✓	✓
	reakcja na proces starzenia się społeczeństwa	✓	✓	✓
	obniżenie kosztów użytkowników	✓	✓	
Otoczenie (mieszkańcy, środowisko)	obniżenie kosztów środowiskowych generowanych przez system transportowy	✓	✓	✓
	mnijšie zapotrzebowanie na tereny przeznaczone na cele transportowe	✓	✓	-
	przywracanie ciągom transportowym funkcji ulic	✓		
	poprawa jakości życia mieszkańców	✓	✓	✓
	oferta dla odwiedzających, w tym turystów	✓	✓	✓
	ograniczenie ogólnego wpływu na środowisko ze strony systemu transportowego (hałas, drgania, zanieczyszczenia powietrza)	✓	✓	✓
Zarządcy systemu transportowego	zapewnienie sprawnego, niezawodnego i wydajnego środka transportu, konkurencyjnego wobec samochodu	✓	✓	-
	polepszenie wizerunku transportu zbiorowego	✓	✓	-
	zwiększenie udziału podróży odbywanych transportem zbiorowym	✓	✓	-
	optymalne wykorzystanie dostępnych możliwości przewozowych	✓	✓	✓
Przewoźnicy	zwiększenie punktualności i regularności kursowania	✓	✓	✓
	obniżenie kosztów eksploatacyjnych pojazdów transportu zbiorowego	✓	✓	✓
	zmniejszenie zapotrzebowania na tabor i kierujących	✓	✓	✓

(13) Realizacja funkcji wykraczających poza funkcje socjalne jest możliwa dzięki zapewnieniu atrakcyjnej oferty systemu transportu zbiorowego obejmującej następujące grupy kryteriów jego funkcjonowania:

- a) wysoka dostępność przestrzenna, czasowa, techniczna i informacyjna systemu transportu zbiorowego,

- b) akceptowalny dla pasażera czas podróży, od miejsca jej rozpoczęcia (źródło podróży) do miejsca jej zakończenia (cel podróży), stanowiący sumę czasu trwania poszczególnych etapów podróży,
- c) akceptowalne warunki podróży na każdym jej etapie,
- d) wysoki poziom bezpieczeństwa komunikacyjnego i osobistego na każdym etapie podróży,
- e) wysoka niezawodność i sprawność wszystkich elementów systemu transportowego w trakcie trwania podróży,
- f) akceptowalny koszt podróży (określany również jako dostępność ekonomiczna),
- g) korzystny układ połączeń transportem zbiorowym (określany również jako dostępność funkcjonalna),
- h) akceptowalny wpływ systemu transportu zbiorowego na otoczenie.

(14) Klasyfikację kryteriów oceny transportu zbiorowego przedstawia tab. 4.1.4.

Tab. 4.1.4. Zestawienie podstawowych kryteriów oceny jakości transportu zbiorowego (na podstawie normy [8] oraz [9], [11] i [13])

Grupa kryteriów		Wybrane kryteria oceny transportu zbiorowego
poziom nadrzędny	poziom podrzędny	
Dostępność	przestrzenna	- obszar obsługiwany transportem zbiorowym - udział mieszkańców pozostających w strefie dogodnej dostępności (osiągalność) - długość dojścia do przystanku - odstęp między sąsiednimi przystankami - odległość między punktami wsiadania/wysiadania - odległość pomiędzy punktami dostępu do innych środków transportu (zbiorowego i indywidualnego)
	czasowa	- godzinowy zakres obsługi transportowej - ciągłość działania - częstotliwość kursowania (w różnych okresach dnia, w nocy)
	techniczna	- udogodnienia dla osób ze szczególnymi potrzebami - procent pojazdów z niską podłogą
	informacyjna	- kanały informacji - zakres, dokładność, czytelność i aktualność przekazywanych informacji - obecność, rodzaj i jakość informacji dynamicznej (w tym informacja na temat bieżącego położenia pojazdu oraz przewidywanego czasu przyjazdu) - informacja na temat planowanych i nieplanowanych zmian trasy przejazdu
Czas i prędkość podróży	czas podróży	- średni czas podróży (od źródła do celu) - rozrzut czasu podróży - pewność odbycia podróży w zaplanowanym czasie
	czas etapu podróży	- średni czas trwania poszczególnych etapów podróży (np. czas przejazdu, czas oczekiwania, czas przesiadki, czas wymiany pasażerów, czas postoju na przystanku) - rozrzut czasu trwania poszczególnych etapów podróży
	czas przejazdu trasy lub linii	- średni czas przejazdu trasy (fragmentu trasy) lub linii (fragmentu linii) - rozrzut czasu przejazdu trasy (fragmentu trasy) lub linii (fragmentu linii)
	prędkość podróży	- średnia prędkość podróży - rozrzut prędkości podróży
	prędkość etapu podróży	- średnia prędkość poszczególnych etapów podróży (np. prędkość przejazdu, prędkość dojścia do przystanku) - rozrzut prędkości etapu podróży

Grupa kryteriów		Wybrane kryteria oceny transportu zbiorowego
poziom nadrzędny	poziom podrzędny	
	prędkość przejazdu trasy lub linii	- średnia prędkość przejazdu trasy (fragmentu trasy) lub linii (fragmentu linii) - rozrzut prędkości czasu przejazdu trasy (fragmentu trasy) lub linii (fragmentu linii)
Warunki podróży	warunki w pojeździe	- procent zajętych miejsc w pojeździe - procent zajętych miejsc siedzących - wygoda podczas jazdy - wskaźnik komfortu podróży - czystość w pojeździe - ergonomia pojazdu
	warunki poza pojazdem	- warunki i uciążliwość dojścia do przystanku - warunki oczekiwania na pojazd (w tym jakość wyposażenia przystanku, np. wiaty, ławki, oświetlenie, czystość) - łatwość i sprawność wsiadania i wysiadania - dogodność warunków do przesiadania - kultura obsługi
Bezpieczeństwo podróży	komunikacyjne	- liczba wypadków i kolizji - liczba ofiar (zabitych i rannych) - poczucie bezpieczeństwa podczas przejazdu środkiem transportu zbiorowego
	osobiste	- liczba kradzieży - monitoring w pojazdach i na przystankach - poczucie bezpieczeństwa osobistego
Niezawodność i sprawność		- stabilność układu linii i rozkładów jazdy - procent odwołanych kursów - punktualność i regularność kursowania - pewność uzyskania miejsca w pojeździe - pewność osiągnięcia celu podróży w określonym czasie - sprawność służb w rozwiązywaniu problemów - elastyczność funkcjonalna
Koszt podróży		- koszt biletu jednorazowego/krótkoterminowego - koszt biletu okresowego - łatwość zakupu biletu
Układ połączeń		- łatwość osiągania najważniejszych i najpowszechniejszych celów podróży (dworce, urzędy, szkoły) - procent podróży bez przesiadki - procent podróży z określoną liczbą przesiadek
Ekologia podróży		- procent pojazdów nisko- i zeroemisyjnych - wielkość emisji hałasu i zanieczyszczeń - zużycie energii - atrakcyjność i przyjazność przestrzeni ruchu

(15) Ocena jakości transportu zbiorowego w oparciu o kryteria z tab. 4.1.4 może obejmować całą sieć lub jej część (w tym wybraną trasę), a także dotyczyć całego układu linii lub wybranych linii komunikacyjnych lub ich części.

(16) Atrakcyjna oferta transportu zbiorowego powinna być zapewniona we wszystkich aspektach funkcjonowania transportu zbiorowego, co oznacza konieczność jej zapewnienia na wszystkich etapach podróży, począwszy od źródła podróży, a skończywszy na jej celu (tab. 4.1.5).

Tab. 4.1.5. Powiązanie etapów podróży z grupami aspektów funkcjonowania transportu zbiorowego

Etap podróży	Dostępność	Czas podróży	Warunki podróży	Bezpieczeństwo komunikacyjne i osobiste	Niezawodność i sprawność	Koszt podróży	Układ połączeń (dostępność funkcjonalna)
Dojście od źródła podróży do przystanku ¹⁾	✓	✓	✓	✓			
Oczekiwanie na przyjazd pojazdu transportu zbiorowego	✓	✓	✓	✓	✓		
Przejazd pojazdem (pojazdami) transportu zbiorowego	✓	✓	✓	✓	✓	✓	✓
Ewentualne przesiadki pomiędzy pojazdami transportu zbiorowego	✓	✓	✓	✓	✓	✓	✓
Dojście od przystanku do celu podróży ¹⁾	✓	✓	✓	✓			

¹⁾ w przypadku podróży odbywanych środkami transportu zbiorowego oraz innymi środkami transportu (np. w systemie P+R lub B+R będzie to dojście do/z miejsca zakończenia/rozpoczęcia etapu podróży realizowanego innym środkiem transportu.

(17) Działanie to wymaga kompleksowego uwzględnienia wszystkich istotnych komponentów systemu transportu zbiorowego (tab. 4.1.6):

- elementów infrastruktury ruchu, w tym infrastruktury, z której korzystają pojazdy transportu zbiorowego, a w ramach tego infrastruktury dedykowanej dla transportu zbiorowego,
- elementów infrastruktury obsługi pasażerów,
- organizacji i zarządzania przewozami transportu zbiorowego,
- organizacji i zarządzania ruchem,
- pojazdów transportu zbiorowego,
- pasażerów transportu zbiorowego,
- interakcji pomiędzy powyższymi komponentami.

Tab. 4.1.6. Interakcje pomiędzy poszczególnymi komponentami systemu transportu zbiorowego

Komponent systemu transportu zbiorowego	Infrastruktura ruchu	Infrastruktura obsługi	Organizacja i zarządzanie przewozami	Organizacja i zarządzanie ruchem	Pojazdy transportu zbiorowego	Pasażerowie transportu zbiorowego
Infrastruktura ruchu		wjazd/wyjazd z przystanku	prowadzenie linii	wydzielony pas ruchu	wydzielony pas ruchu	przewóz pasażerów
Infrastruktura obsługi	wjazd/wyjazd z przystanku		metody dyspeczerskie	krańcówka/pętla	pobyt na przystanku	dostępność
Organizacja i zarządzanie przewozami	prowadzenie linii	metody dyspeczerskie		priorytet w sygnalizacji	komfort podczas jazdy	częstotliwość kursowania
Organizacja i zarządzanie ruchem	wydzielony pas ruchu	krańcówka/pętla	priorytet w sygnalizacji		prowadzenie pojazdu	informacja pasażerska
Pojazdy transportu zbiorowego	wydzielony pas ruchu	pobyt na przystanku	komfort podczas jazdy	prowadzenie pojazdu		wymiana pasażerów
Pasażerowie transportu zbiorowego	przewóz pasażerów	dostępność	częstotliwość kursowania	informacja pasażerska	wymiana pasażerów	

(18) Infrastruktura ruchu stanowi bazę do funkcjonowania transportu zbiorowego, ponieważ stwarza możliwość prowadzenia linii komunikacyjnych oraz tworzenia oferty przewozowej dla użytkowników. Jest niezbędna na każdym etapie podróży pasażera. Powiązania elementów infrastruktury z etapami podróży transportem zbiorowym przedstawia tab. 4.1.7.

Tab. 4.1.7. Powiązanie etapów podróży z rodzajami infrastruktury transportu zbiorowego

Etap podróży	Infrastruktura przystankowa	Infrastruktura drogowa	Infrastruktura torowa	Infrastruktura utrzymania	Infrastruktura związana z dostępnością do transportu zbiorowego
Dojście od źródła podróży do przystanku ¹⁾	♦	♦	♦	♦	●●
Oczekiwanie na przyjazd pojazdu transportu zbiorowego	●●	♦	♦	●	♦
Przejazd pojazdem (pojazdami) transportu zbiorowego	●	●●	●●	●●	♦
Ewentualne przesiadki pomiędzy pojazdami transportu zbiorowego	●●	♦	♦	●	♦
Dojście od przystanku do celu podróży ¹⁾	♦	♦	♦	♦	●●
¹⁾ w przypadku podróży odbywanych środkami transportu zbiorowego oraz innymi środkami transportu (np. w systemie P+R lub B+R będzie to dojście do/z miejsca zakończenia/rozpoczęcia etapu podróży realizowanego innym środkiem transportu. ●● silne powiązanie ● powiązanie ♦ brak powiązania					

(19) Istotność elementów infrastruktury na poszczególnych etapach podróży zależy od potrzeb użytkowników oraz rodzajów wykonywanych przez nich podróży. Może ona być zmienna w czasie, w miarę zmian potrzeb i oczekiwań społecznych, aktualnego stanu i zmieniających się technologii.

4.2. Ruch i zdolność przewozowa pojazdów transportu zbiorowego

(1) Sieć transportu zbiorowego obejmuje poszczególne trasy składające się z mniejszych fragmentów, w tym z pojedynczych odcinków międzyprzystankowych oraz samych przystanków. Miejscami podziału sieci na poszczególne trasy są punkty styku sąsiednich tras, pełniące też funkcję węzłów przesiadkowych.

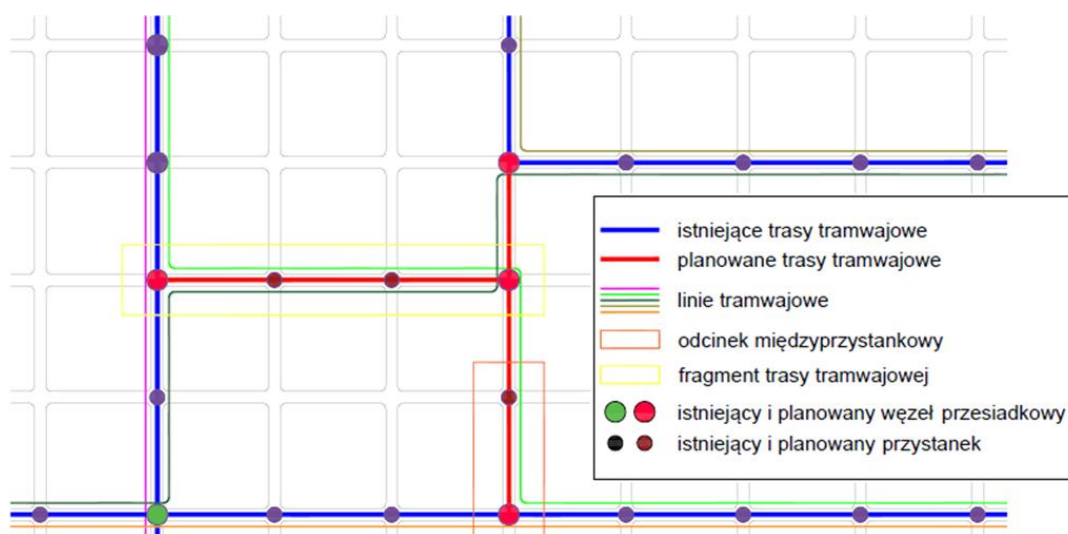
(2) Układ linii transportu zbiorowego obejmuje pojedyncze linie komunikacyjne, z których wyodrębnić można fragmenty linii, a także odcinki międzyprzystankowe i przystanki. Linie komunikacyjne są ograniczane przystankami krańcowymi i mogą się wzajemnie pokrywać.

(3) Odcinki międzyprzystankowe i przystanki mogą być rozpatrywane z poziomu trasy oraz z poziomu linii wytyczonej po trasie, co pokazuje rys. 4.2.1. W zależności od dokonanego wyboru, charakterystyki odcinka międzyprzystankowego mogą być określane dla konkretnych linii lub dla całej trasy, po której poprowadzono te linie.

(4) Analiza istniejących i planowanych tras oraz linii transportu zbiorowego może być prowadzona całościowo lub dla danego wariantu trasy (linii) oraz kierunku trasy (linii) w zależności od potrzeb.

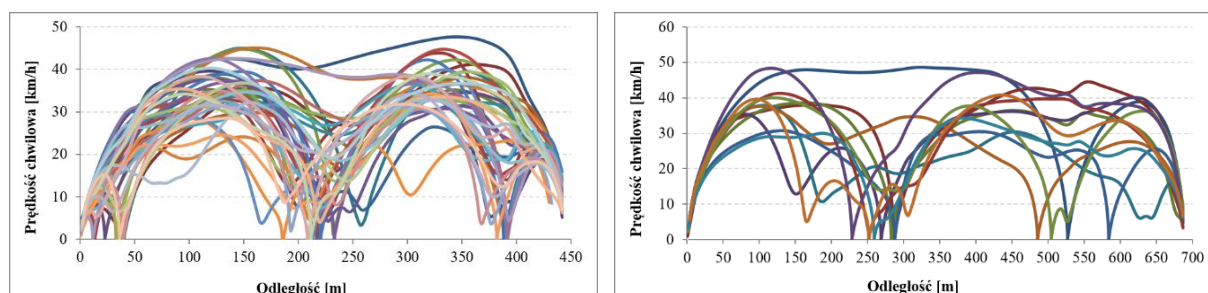
(5) W szacowaniu czasu przejazdu trasy lub linii (lub ich fragmentów) dla potrzeb planowania infrastruktury transportu zbiorowego zalecane jest korzystanie z wyników pomiarów czasu trwania poszczególnych procesów ruchu pojazdów transportu zbiorowego, w szczególności czasu przejazdu odcinków międzyprzystankowych oraz czasu postoju na przystankach. Jeżeli wyniki pomiarów na istniejącej sieci nie są dostępne lub gdy analiza dotyczy nowych lub modernizowanych odcinków sieci, czasy przejazdu mogą być określane za pomocą

uniwersalnych formuł matematycznych, szczegółowo omówionych w [16], [20] i [21] lub za pomocą analiz symulacyjnych.



Rys. 4.2.1. Schemat przyjętego nazewnictwa elementów sieci tras oraz elementów układu linii transportu zbiorowego, na przykładzie tras i linii tramwajowych

(6) Przejazd odcinka międzyprzystankowego często wiąże się z występowaniem zakłóceń spowodowanych pogorszeniem warunków ruchu. Na rys. 4.2.2 pokazano przykładowe trajektorie prędkości chwilowej dla dwóch odcinków międzyprzystankowych, na których wystąpiły zakłócenia ruchu autobusów.



Rys. 4.2.2. Przykłady zmienności prędkości chwilowej podczas przejazdu odcinka międzyprzystankowego

(7) Zarówno czas przejazdu, jak i prędkość przejazdu są ściśle uzależnione od warunków ruchu, w których poruszają się pojazdy transportu zbiorowego. Warunki te są ściśle skorelowane ze sposobem prowadzenia ruchu autobusów (trolejbusów) i tramwajów:

- ruch mieszany – ruch pojazdów transportu zbiorowego odbywa się po wspólnym pasie z ruchem ogólnym,
- ruch częściowo niezależny – ruch pojazdów transportu zbiorowego odbywa się po pasie ruchu częściowo zarezerwowanym dla transportu zbiorowego, dostępnym również dla określonych innych grup pojazdów, w tym w określonych godzinach lub w określonych miejscach,
- ruch niezależny – ruch pojazdów transportu zbiorowego odbywa się po pasie ruchu zarezerwowanym wyłącznie dla transportu zbiorowego, jednak może być punktowo zakłócony przez ruch innych pojazdów (np. skrzyżowania, przejazdy kolejowe),
- ruch całkowicie niezależny – ruch pojazdów transportu zbiorowego odbywa się po pasie ruchu zarezerwowanym wyłącznie dla transportu zbiorowego i nie jest zakłócany przez ruch innych pojazdów.

(8) Zakłócenia czasu przejazdu pojazdów transportu zbiorowego stanowią efekt działania wielu czynników o deterministycznym i losowym charakterze oddziaływania. W tab. 4.2.1 zestawiono

najważniejsze z nich, wraz z zakresem wpływu na ruch pojazdów transportu zbiorowego w zależności od sposobu prowadzenia ruchu.

Tab. 4.2.1. Zestawienie najważniejszych czynników sprzyjających powstawaniu zakłóceń ruchu pojazdów transportu zbiorowego na odcinku międzyprzystankowym

Czynnik zakłócający	Charakter czynnika zakłócającego	Ruch mieszany	Ruch częściowo niezależny	Ruch niezależny	Ruch całkowicie niezależny
klasa ulicy	D	●●●	●	◆	◆
liczba i układ pasów ruchu	D	●●●	●	◆	◆
szerokości pasów ruchu	D	●●	●	◆	◆
obecność parkowania przy pasie wykorzystywanym przez transport zbiorowy	D	●●●	●●	●	◆
liczba skrzyżowań z sygnalizacją świetlną na odcinku	D	●●●	●●	●●	◆
liczba skrzyżowań bez sygnalizacji świetlnej, na których pojazdy transportu zbiorowego wykonują relacje podporządkowane	D	●●●	●●	◆	◆
liczba i rozmieszczenie przejść dla pieszych	D	●●●	●●	●	◆
usytuowanie przystanku względem jezdni	D	●●●	●●	●	◆
usytuowanie przystanku względem skrzyżowania	D	●●	●●	●●	◆
liczba stanowisk przystankowych	D	●●	●●	●●	◆
sprawność techniczna i awaryjność pojazdu transportu zbiorowego	D	●	●	●●	●●
dostępność pojazdów rezerwowych	D	●	●	●●	●●
długości rzeczywistych interwałów między pojazdami na liniach i w wiązkach linii	L	●●●	●●●	●●	●●
wielkość i zmienność natężeń ruchu innych pojazdów	L	●●●	●●	●	◆
struktura rodzajowa pojazdów	L	●●●	●●●	●●	◆
struktura kierunkowa pojazdów	L	●●●	●●●	●●●	◆
występowanie zdarzeń z udziałem pojazdów transportu zbiorowego lub/i pasażerów	L	●	●	●●	●●
częstotliwości kursowania na poszczególnych liniach	D	●●●	●●●	●●●	●●
poziom realistyczności obowiązującego rozkładu jazdy	D/L	●●	●●	●●	●●
występowanie i zakres działań dyspozytorskich	D	●●	●●●	●●●	●●●
zdolność do reagowania w sytuacjach kryzysowych	L	●●	●●	●●	●●
częstość kontroli jakości realizacji obsługi komunikacyjnej	D	●●	●●	●●	●●
stan techniczny elementów infrastruktury	D	●●	●●	●●	●●
poziom kwalifikacji i zdyscyplinowanie prowadzących pojazdy transportu zbiorowego oraz innych uczestników ruchu	L, D	●●	●●	●●	●●
wielkość bieżącego opóźnienia lub przyspieszenia względem rozkładu jazdy	L	●●	●●	●●	●●
aktualne warunki atmosferyczne	L	●●	●●	●●	●
D – czynnik deterministyczny L – czynnik losowy ●●● bardzo duży wpływ ●● duży wpływ ● niewielki wpływ ◆ brak wpływu					

(9) Czas przejazdu każdego odcinka międzyprzystankowego stanowi sumę czasów trwania co najmniej trzech podstawowych procesów ruchu wchodzących w zakres przejazdu każdego odcinka międzyprzystankowego:

- a) przyspieszania przy odjeździe z przystanku zlokalizowanego na początku odcinka międzyprzystankowego,
- b) jazdy z ustaloną prędkością przez prowadzącego pojazd prędkością, wynikającą z warunków ruchu oraz prędkości dopuszczalnej,
- c) zwalniania podczas zbliżania się do przystanku zlokalizowanego na końcu odcinka międzyprzystankowego (opcjonalna faza przejazdu odcinka, związana ze sposobem prowadzenia pojazdu),
- d) hamowania przy dojeździe do przystanku.

(10) Czas przejazdu odcinka międzyprzystankowego opisuje się formułą (4.2.1):

$$T_p = t_a + t_L + t_{zv} + t_b \quad (4.2.1)$$

gdzie:

T_p – czas przejazdu odcinka międzyprzystankowego [s],

t_a – czas przyspieszania przy odjeździe z przystanku [s],

t_L – czas jazdy ze stałą, założoną prędkością [s],

t_{zv} – czas zwalniania [s],

t_b – czas hamowania przy dojeździe do przystanku [s].

(11) Występowanie zakłóceń podczas przejazdu odcinka międzyprzystankowego skutkuje zmianami prędkości chwilowej, a w konsekwencji zmianą (najczęściej wydłużeniem) czasu przejazdu. Jeżeli na odcinku znajdują się skrzyżowania z sygnalizacją świetlną lub skrzyżowania bez sygnalizacji, na których pojazdy transportu zbiorowego wykonują relacje podporządkowane (dotyczy głównie autobusów), może dochodzić do dodatkowych zatrzymań podczas przejazdu odcinka międzyprzystankowego.

(12) W analizach ruchu prowadzonych na poziomie analiz planistycznych, wpływ czynników zakłócających, a także uwzględnienie zwalniania podczas zbliżania się do przystanku – mogą być reprezentowane poprzez zastosowanie współczynnika wydłużenia średniego czasu przejazdu odcinka międzyprzystankowego. Estymację czasu przejazdu odcinka międzyprzystankowego prowadzi się stosując wzór (4.2.2):

$$T_p = \eta \left(\frac{V_{\max}}{3,6 \cdot \bar{a}} + \frac{3,6 \cdot L_v}{V_{\max}} + \frac{V_{\max}}{3,6 \cdot \bar{b}} \right) \quad (4.2.2)$$

gdzie:

T_p – estymacja czasu przejazdu odcinka międzyprzystankowego [s],

η – współczynnik wydłużenia średniego czasu przejazdu odcinka międzyprzystankowego [-],

$V_{\max}$ – prędkość maksymalna na odcinku trasy [km/h],

$\bar{a}$ – średnie przyspieszenie podczas odjazdu z przystanku [m/s²],

$\bar{b}$ – średnie opóźnienie podczas hamowania przy dojeździe do przystanku [m/s²],

L_v – długość odcinka jazdy z prędkością $V_{\max}$ na odcinku międzyprzystankowym [m].

(13) Wartości współczynnika wydłużenia średniego czasu przejazdu poszczególnych odcinków międzyprzystankowych, w miarę możliwości powinny być określone indywidualnie. W tab. 4.2.2. zamieszczono wartości uniwersalne, rekomendowane do stosowania w warunkach miejskich.

(14) W praktyce, poza przypadkiem ruchu niezależnego, brak zakłóceń występuje relatywnie rzadko, należy więc zachować ostrożność w przyjmowaniu zbyt optymistycznych założeń na etapie planowania sieci transportu zbiorowego. Należy również przewidzieć zastosowanie rozwiązań umożliwiających osiągnięcie założonych charakterystyk ruchu.

(15) Prędkość przejazdu odcinka międzyprzystankowego wyznacza się ze wzoru (4.2.3):

$$V_p = \frac{3,6 \cdot L_p}{T_p} \quad (4.2.3)$$

gdzie:

V_p – prędkość przejazdu odcinka międzyprzystankowego [km/h],

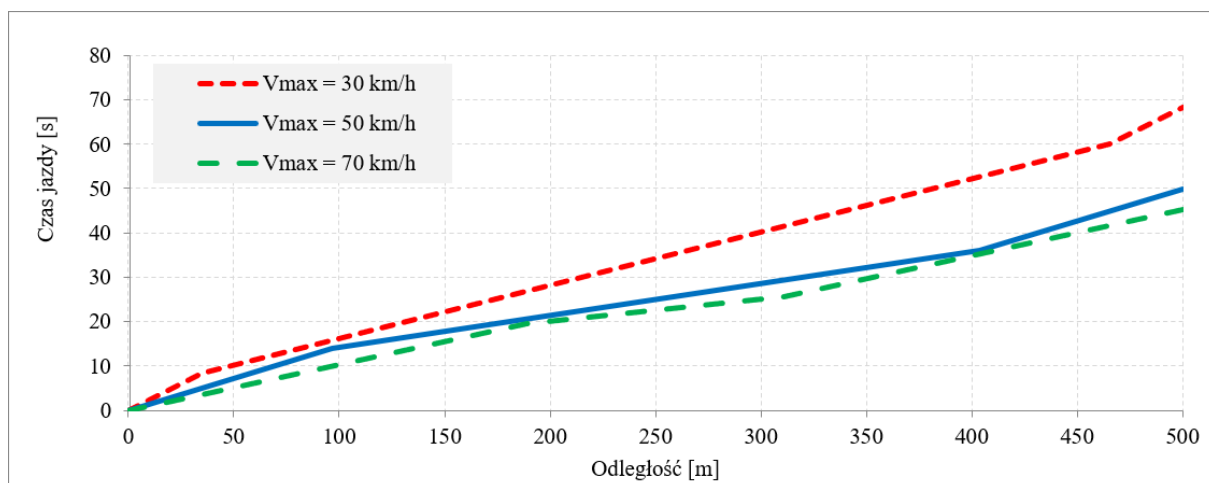
L_p – długość odcinka międzyprzystankowego [m],

T_p – czas przejazdu odcinka międzyprzystankowego [s].

Tab. 4.2.2. Uśrednione wartości współczynnika wydłużenia średniego czasu przejazdu odcinka międzyprzystankowego, rekomendowane do stosowania w warunkach miejskich (na podstawie [21])

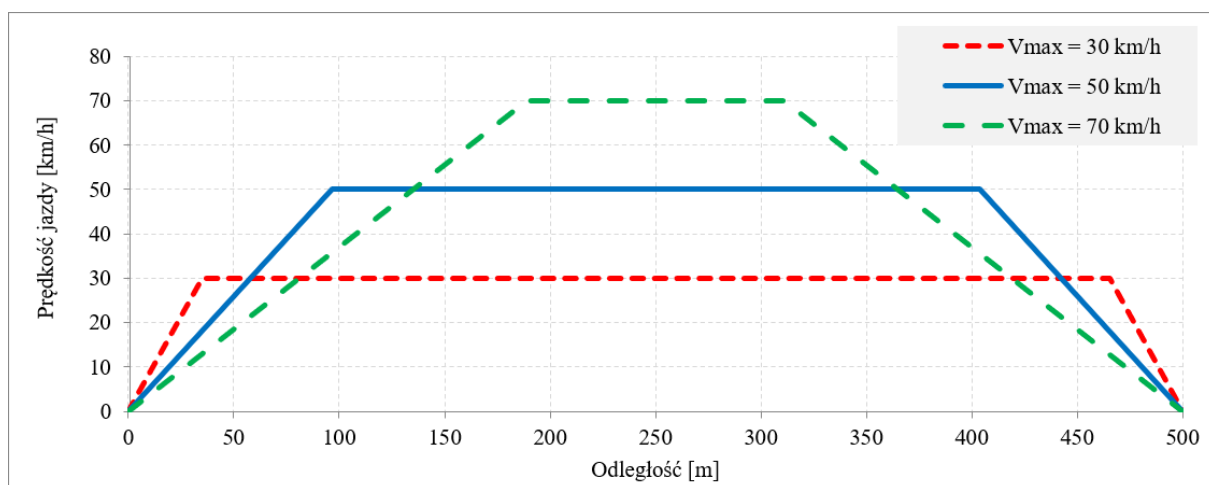
Wielkość zakłóceń ruchu pojazdów transportu zbiorowego	Współczynnik wydłużenia średniego czasu przejazdu odcinka międzyprzystankowego
Brak zakłóceń	1,00
Bardzo nieznaczne zakłócenia	1,06
Nieznaczne zakłócenia	1,17
Umiarkowane zakłócenia	1,39
Duże zakłócenia	1,88
Bardzo duże zakłócenia	2,74

(16) Porównanie skumulowanego czasu przejazdu odcinka przystankowego, dla trzech przykładowych wartości stałych prędkości jazdy (30, 50 i 70 km/h) oraz ustalonych wartości średniego przyspieszenia i hamowania ($\bar{a} = 0,80$; $\bar{b} = 0,80$ m/s²) na odcinku międzyprzystankowym o długości 500 m, w przypadku braku występowania zakłóceń przejazdu, przedstawia rys. 4.2.3. Czas przejazdu tego odcinka wynosi odpowiednio 68, 50 oraz 45 s.



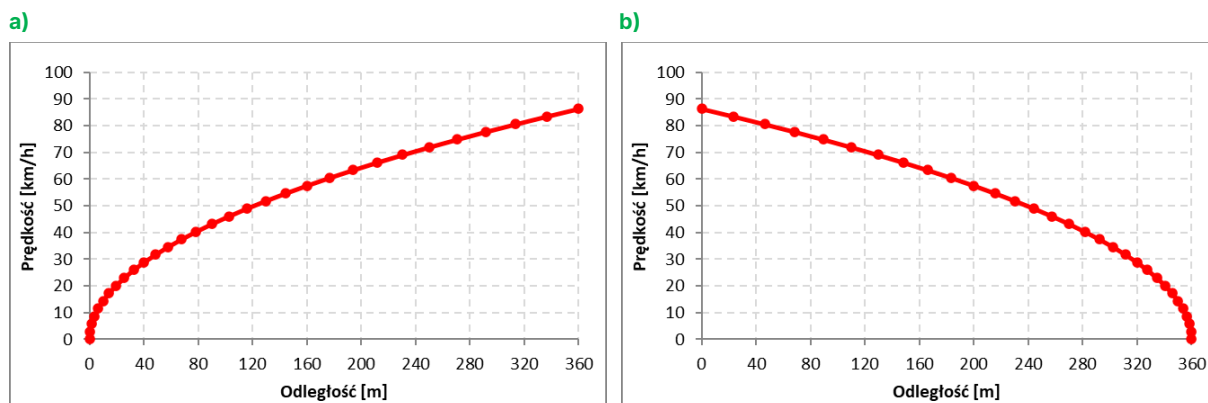
Rys. 4.2.3. Przykładowy wykres skumulowanego czasu przejazdu odcinka międzyprzystankowego o długości 500 m

(17) Przykładowe porównania prędkości chwilowej podczas przejazdu odcinka międzyprzystankowego przedstawia rys. 4.2.4. Prędkość przejazdu tego odcinka wynosi odpowiednio 26,3 km/h ($V_{\max} = 30$ km/h), 36,1 km/h ($V_{\max} = 50$ km/h) oraz 40,0 km/h ($V_{\max} = 70$ km/h).



Rys. 4.2.4. Przykładowy wykres zmienności prędkości chwilowej podczas przejazdu odcinka międzyprzystankowego o długości 500 m

(18) W przypadku potrzeby wykonania dokładniejszej analizy prędkości chwilowej przyjmuje się dokładne charakterystyki przyspieszenia podczas odjazdu z przystanku oraz opóźnienia podczas hamowania przed kolejnym przystankiem, co przedstawia rys. 4.2.5.



Rys. 4.2.5. Zależność prędkości chwilowej pojazdu transportu zbiorowego od pokonanej odległości: a) przy odjeździe z przystanku, b) podczas hamowania przed przystankiem

(19) Czas przejazdu trasy transportu zbiorowego (lub jej fragmentu) w danym kierunku, stanowi sumę czasów przejazdu poszczególnych odcinków międzyprzystankowych oraz postojów na przystankach, wchodzących w skład analizowanej trasy. Do czasu przejazdu trasy lub jej fragmentu nie są wliczane czasy postoju na przystanku początkowym i końcowym trasy lub jej fragmentu. Z uwagi na lepszą przyswajalność wyników, jednostką jest minuta. Czas przejazdu trasy lub jej fragmentu wyznacza się za pomocą wzoru (4.2.4):

$$T_{k(1,n)} = \frac{\sum_{i=1}^{n-1} T_{p_i} + \sum_{i=2}^n T_{s_i}}{60} \quad (4.2.4)$$

gdzie:

$T_{k(1,n)}$ – czas przejazdu trasy lub jej fragmentu, pomiędzy przystankami $i = 1$ oraz $i = n$ [min],

$T_{p(i, i+1)}$ – czas przejazdu odcinka międzyprzystankowego ($i, i + 1$) [s],

T_{s_i} – czas postoju pojazdu transportu zbiorowego na przystanku i [s].

(20) Czas postoju pojazdu transportu zbiorowego na przystanku jest ściśle związany z zapewnieniem użytkownikom dostępu do usług przewozowych i obejmuje:

- oczekiwanie na możliwość zajęcia stanowiska przystankowego, jeżeli jest ono zajęte przez inny pojazd (opcjonalnie – występuje sporadycznie),
- dojazd do stanowiska przystankowego po jego zwolnieniu przez wcześniejszy pojazd (opcjonalnie – jeżeli doszło do zablokowania stanowiska),
- oczekiwanie na możliwość otwarcia drzwi pojazdu,
- otwieranie drzwi pojazdu,
- wymianę pasażerów (wysiadanie i wsiadanie) – najważniejszy element postoju,
- zamykanie drzwi pojazdu,
- oczekiwanie na możliwość odjazdu z przystanku.

(21) Na długość czasu postoju ma wpływ wiele czynników, w tym o losowym charakterze oddziaływania. Czynniki te zostały przedstawione w tab. 4.2.3. Część z nich dotyczy także przejazdu odcinka (tab. 4.2.2).

(22) Długości czasów postoju pojazdów poszczególnych linii na kolejnych przystankach określa się indywidualnie na podstawie wyników pomiarów.

Tab. 4.2.3. Zestawienie najważniejszych czynników sprzyjających powstawaniu zakłóceń ruchu pojazdów transportu zbiorowego w obrębie przystanku

Czynnik zakłócający	Charakter czynnika zakłócającego	Ruch mieszany	Ruch częściowo niezależny	Ruch niezależny	Ruch całkowicie niezależny
usytuowanie przystanku względem jezdni	D	●●●	●●	●	◆
usytuowanie przystanku względem skrzyżowania	D	●●●	●●●	●●	◆
liczba stanowisk przystankowych	D	●●●	●●●	●●●	◆
liczba i rozmieszczenie przejść dla pieszych w bezpośrednim sąsiedztwie przystanku	D	●●	●●	●	◆
wielkość, w tym szerokość powierzchni oczekiwania na przystanku	D	●●	●●	●●	●●●
pojemność pojazdu transportu zbiorowego	D	●●	●●	●●	●●
charakterystyki techniczne pojazdu transportu zbiorowego (w tym wysokość podłogi i rozmieszczenie wejść)	D	●●	●●	●●	●●
sprawność techniczna i awaryjność pojazdu transportu zbiorowego	D	●●	●●	●●	●●
wielkość i zmienność potoków zgłoszeń pojazdów na przystanku	L	●●●	●●●	●●●	●●●
długości rzeczywistych interwałów między pojazdami	L	●●	●●	●●	●●
wielkość i zmienność natężeń ruchu innych pojazdów	L	●●●	●●	●	◆
wielkość i zmienność liczby pasażerów biorących udział w wymianie na przystanku	L	●●●	●●●	●●●	●●●
wielkość i zmienność napełnień pojazdów zatrzymujących się na przystankach	L	●●●	●●●	●●●	●●●
udziały poszczególnych drzwi pojazdu w wymianie pasażerów	L	●●	●●	●●	●●
występowanie zdarzeń z udziałem pojazdów transportu zbiorowego lub/i pasażerów	L	●●	●●	●●	●●
występowanie i zakres działań dyspozytorskich	D	●●	●●	●●	●●●
zdolność do reagowania w sytuacjach kryzysowych	L	●●	●●	●●	●●
poziom kwalifikacji i zdyscyplinowanie prowadzących pojazdy transportu zbiorowego oraz innych uczestników ruchu	L, D	●●	●●	●●	●●
cechy psychofizyczne i motoryczne oraz aktualna dyspozycja pasażerów	L	●●	●●	●●	●●
wielkość bieżącego opóźnienia lub przyspieszenia względem rozkładu jazdy	L	●●	●●	●●	●●
aktualne warunki atmosferyczne	L	●●	●●	●●	●
D – czynnik deterministyczny L – czynnik losowy ●●● bardzo duży wpływ ●● duży wpływ ● niewielki wpływ ◆ brak wpływu					

(23) Prędkość przejazdu trasy lub jej fragmentu jest określana prędkością komunikacyjną lub prędkością transportową i również uwzględnia czas przejazdu odcinków międzyprzystankowych oraz czasy postoju na przystankach wchodzących w skład trasy lub jej fragmentu.

(24) Prędkość komunikacyjną wyznacza się ze wzoru (4.2.5):

$$V_{k(1,n)} = \frac{0,06 \cdot L_{k(1,n)}}{T_{k(1,n)}} \quad (4.2.5)$$

gdzie:

$V_{k(1,n)}$ – prędkość komunikacyjna przejazdu trasy lub jej fragmentu [km/h],

$L_{k(1,n)}$ – długość trasy lub jej fragmentu [m],

$T_{k(1,n)}$ – czas przejazdu trasy lub jej fragmentu [min].

(25) W niektórych zastosowaniach, zamiast prędkości komunikacyjnej dopuszcza się stosowanie prędkości handlowej, która – zamiast rzeczywistych lub szacowanych czasów przejazdu odcinków międzyprzystankowych oraz czasów postoju – uwzględnia rozkładowe czasy przejazdu poszczególnych odcinków sieci komunikacyjnej. Rozkładowy czas przejazdu odcinka sieci pokrywa czas przejazdu odcinka międzyprzystankowego oraz czas postoju na przystanku znajdującym się na końcu tego odcinka.

(26) Prędkość handlową wyznacza się ze wzoru (4.2.6):

$$V_{h(1,n)} = \frac{0,06 \cdot L_{k(1,n)}}{T_{rk(1,n)}} \quad (4.2.6)$$

gdzie:

$V_{h(1,n)}$ – prędkość handlowa przejazdu trasy lub jej fragmentu [km/h],

$T_{rk(1,n)}$ – rozkładowy czas przejazdu trasy lub jej fragmentu [min],

$L_{k(1,n)}$ – długość trasy lub jej fragmentu [m].

(27) Rozkładowy czas przejazdu trasy lub jej fragmentu wyznacza się jako suma rozkładowych czasów przejazdu poszczególnych odcinków trasy ze wzoru (4.2.7):

$$T_{rk(1,n)} = \sum_{i=(1,2)}^{(n-1,n)} T_{r_i} \quad (4.2.7)$$

gdzie:

T_{rk} – rozkładowy czas przejazdu trasy lub jej fragmentu [min],

T_{r_i} – rozkładowy czas przejazdu odcinka międzyprzystankowego (i, i + 1) [min].

(28) Wzory od (4.2.1) do (4.2.7), służące do obliczania czasów i prędkości dotyczących tras transportu zbiorowego lub ich fragmentów, mogą być stosowane do wyznaczania czasów i prędkości dotyczących poszczególnych linii transportu zbiorowego lub ich fragmentów.

(29) Czas przejazdu trasy (linii) transportu zbiorowego powinien stanowić realną zachętę do korzystania z transportu zbiorowego, a w skali całej podróży zapewniać konkurencyjność względem indywidualnego transportu samochodowego. W celu zapewnienia możliwości uzyskiwania zadowalającego czasu przejazdu stosuje się rozwiązania o charakterze prawnym, technicznym i organizacyjnym, redukujące wpływ czynników zakłócających na ruch pojazdów transportu zbiorowego, zgodnie z rozdziałem 7.

(30) Dodatkowo, w przypadku klasycznych, dwukierunkowych linii transportu zbiorowego wyznaczany jest czas obiegu linii (określany również jako czas cyklu linii), obejmujący czasy przejazdu w obu kierunkach oraz czasy operacyjne na krańcówkach. Do czasów operacyjnych włączane są czasy postoju na pierwszych i ostatnich przystankach w obu kierunkach.

(31) Czas obiegu linii wyznacza się ze wzoru (4.2.8):

$$T_e = T_k^{I-II} + T_t^{II} + T_k^{II-I} + T_t^I \quad (4.2.8)$$

gdzie:

T_e – czas obiegu linii [s],

T_k^{I-II} – czas przejazdu linii w kierunku I-II (pomiędzy krańcówkami I i II) [s],

T_t^{II} – czas operacyjny na krańcówce II [s],

T_k^{II-I} – czas przejazdu linii w kierunku II-I [s],

T_t^I – czas operacyjny na krańcówce I [s].

(32) Czasowi obiegu linii odpowiada prędkość eksploatacyjna linii, którą wyznacza się ze wzoru (4.2.9):

$$V_e = 3,6 \frac{L_k^{I-II} + L_k^{II-I}}{T_e} \quad (4.2.9)$$

gdzie:

V_e – prędkość eksploatacyjna linii transportu zbiorowego [km/h],

L_k^{I-II} – długość trasy w kierunku I-II [m],

L_k^{II-I} – długość trasy w kierunku II-I [m],

T_e – czas obiegu linii [s].

(33) Rzeczywiste czasy przejazdu mają wpływ na liczbę użytkowników transportu zbiorowego. Atrakcyjny czas przejazdu zazwyczaj skutkuje wzrostem lub przynajmniej utrzymaniem liczby pasażerów. Z kolei wzrost liczby pasażerów powoduje wydłużenie czasów wymiany na przystankach, co z kolei wpływa na wydłużenie czasu przejazdu. Dlatego analiza każdej trasy lub jej fragmentu powinna obejmować także wielkości potoków pasażerskich, uzupełnione określeniem poziomu komfortu pasażera.

(34) Liczba pasażerów w pojeździe transportu zbiorowego (określana również jako napętnienie pojazdu) stanowi bilans liczby pasażerów wsiadających i wysiadających na kolejnych przystankach trasy lub linii. Określa się go wzorem (4.2.10):

$$N_i = \sum_{i=1}^{n-1} l_{b_i} - \sum_{i=2}^n l_{a_i} \quad (4.2.10)$$

gdzie:

N_i – liczba pasażerów w pojeździe transportu zbiorowego przy odjeździe z przystanku i [os./poj.],

l_{b_i} – liczba pasażerów wsiadających do pojazdu na przystanku i [os./poj.],

l_{a_i} – liczba pasażerów wysiadających z pojazdu na przystanku i [os./poj.].

(35) Maksymalna liczba pasażerów w pojeździe transportu zbiorowego jest ograniczona pojemnością pojazdu. Ograniczeniem jest zazwyczaj pojemność nominalna pojazdu, zgodnie ze wzorem (4.2.11):

$$N_i \leq C_v \quad (4.2.11)$$

gdzie:

N_i – liczba pasażerów w pojeździe transportu zbiorowego przy odjeździe z przystanku i [os./poj.],

C_v – pojemność nominalna pojazdu transportu zbiorowego [os./poj.].

(36) Warunki w pojeździe transportu zbiorowego określa poziom komfortu jazdy pasażera, wyznaczany na podstawie zajętości miejsc siedzących i stojących w tym pojeździe. Charakterystyki poziomów komfortu jazdy pasażera przedstawia tab. 4.2.4.

(37) W procesie planowania tras i linii transportu zbiorowego zalecane jest przyjmowanie co najmniej poziomu D komfortu jazdy pasażera. Stosowanie poziomu E powinno mieć miejsce jedynie na krótkich fragmentach tras lub linii. Z kolei przyjmowanie poziomu C1 lub niższego może być nieefektywne ekonomicznie.

(38) Zdolność przewozową dla danej trasy lub linii albo fragmentu trasy lub linii, a także pojedynczego odcinka międzyprzystankowego, wyznacza się ze wzoru (4.2.12):

$$C = n_v \cdot \alpha \cdot C_v \quad (4.2.12)$$

gdzie:

C – zdolność przewozowa trasy lub linii [os./h],

n_v – liczba pojazdów transportu zbiorowego w ciągu godziny [poj./h],

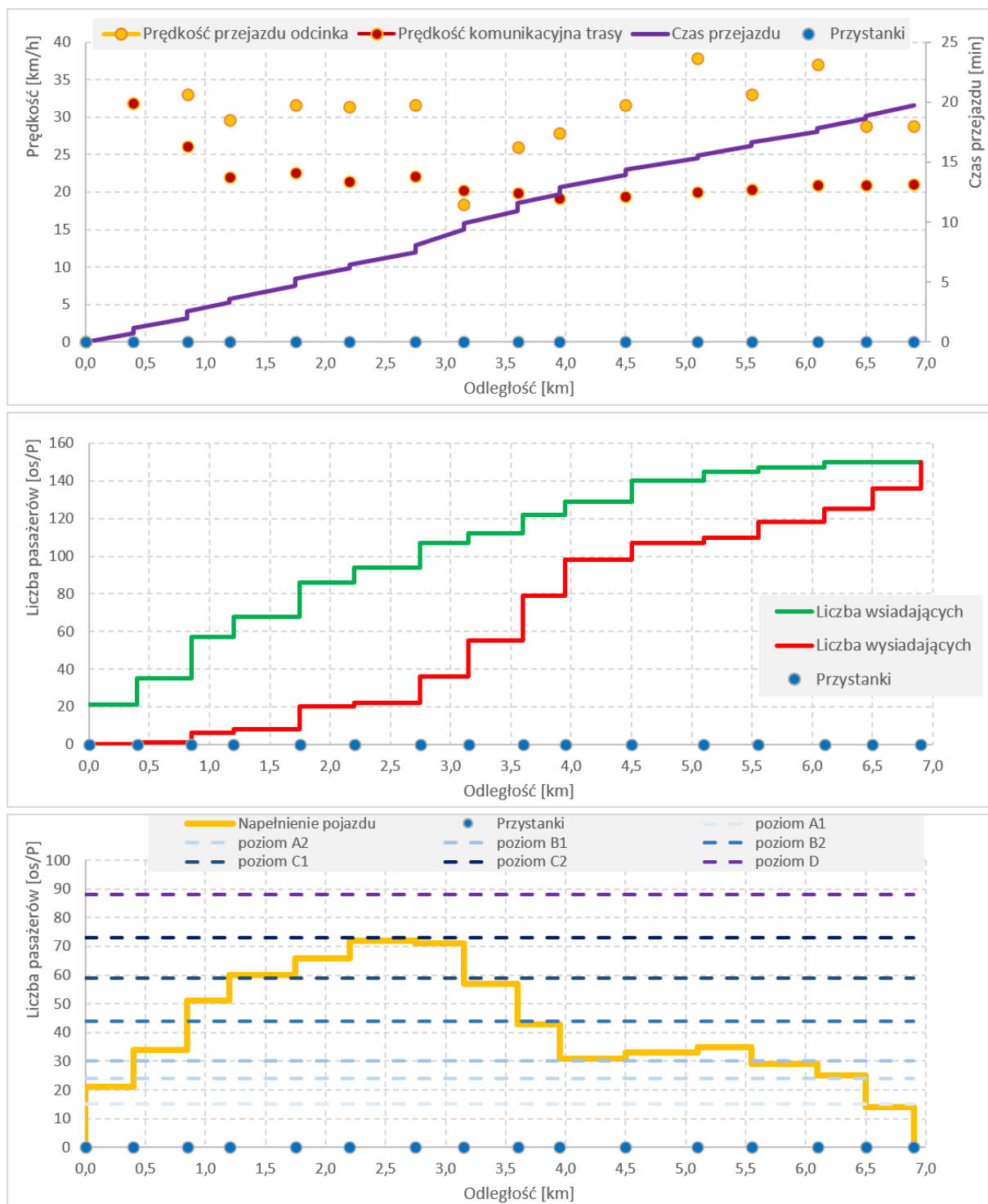
α – dopuszczalna wartość współczynnika zapętnienia pojazdu określana z uwzględnieniem liczby miejsc siedzących i powierzchni do stania dla danego rodzaju pojazdu [-],

C_v – pojemność nominalna pojazdu transportu zbiorowego [os./poj.].

Tab. 4.2.4. Opis poziomów komfortu jazdy pasażera w pojeździe transportu zbiorowego (na podstawie [11] i [20])

Poziom komfortu jazdy pasażera [-]	Procent zajętych miejsc siedzących [%]	Liczba pasażerów przypadająca na 1 m ² powierzchni podłogi pojazdu [os./m ²]	Powierzchnia podłogi pojazdu przypadająca na pasażera [m ² /os.]	Opis warunków przejazdu
A1	50%	nie dotyczy	nie dotyczy	każdy pasażer może zająć miejsce siedzące, pasażerowie nie muszą siedzieć obok siebie
A2	80%			każdy pasażer może zająć miejsce siedzące, ma pewną swobodę w wyborze miejsca
B1	100%			każdy pasażer może zająć miejsce siedzące, wymuszone sąsiedztwo innych pasażerów
B2	100%	1	1,00	wszystkie miejsca siedzące zajęte, pasażerowie stojący mają wystarczająco dużo miejsca
C1	nie dotyczy	2	0,50	wszystkie miejsca siedzące zajęte, znaczne odstępy między stojącymi pasażerami, duża swoboda poruszania się po pojeździe
C2		3	0,33	wszystkie miejsca siedzące zajęte, brak fizycznego kontaktu między stojącymi pasażerami, swoboda poruszania się po pojeździe
D		4	0,25	wszystkie miejsca siedzące zajęte, sporadyczny kontakt fizyczny między stojącymi pasażerami, osoby stojące mają mniej przestrzeni niż pasażerowie siedzący
E		5	0,20	wszystkie miejsca siedzące zajęte, częsty kontakt fizyczny między stojącymi pasażerami, utrudnione przemieszczanie się po pojeździe, występują przypadki opuszczania pojazdu w celu ustąpienia miejsca pasażerom wysiadającym na przystankach
F		>5	<0,20	wszystkie miejsca siedzące zajęte, wymuszony kontakt fizyczny między stojącymi pasażerami, niemożliwe przemieszczanie się po pojeździe, częste przypadki opuszczania pojazdu w celu ustąpienia miejsca pasażerom wysiadającym na przystankach

(39) Przykładowe zestawienie charakterystyk linii autobusowej, obejmujące skumulowany czas przejazdu linii (z uwzględnieniem czasów postoju na przystankach), prędkości przejazdu odcinków międzyprzystankowych oraz liczone narastająco prędkości komunikacyjne, przedstawia rys. 4.2.5. Zestawienia wykonano dla jednego kierunku pracy linii.



Rys. 4.2.5. Przykładowe zestawienie podstawowych charakterystyk pracy linii transportu zbiorowego (w jednym kierunku)

4.3. Typy tras transportu zbiorowego

(1) W procesie planowania i projektowania wszystkich elementów infrastruktury transportu zbiorowego, w celu dopasowania optymalnych parametrów technicznych (w tym: prędkości komunikacyjnej i zdolności przewozowej), zaleca się stosowanie klasyfikacji tras podsystemu:

- a) transportu autobusowego (trolejbusowego) – zgodnie z tab. 4.3.1,
- b) transportu tramwajowego – zgodnie z tab. 4.3.2.

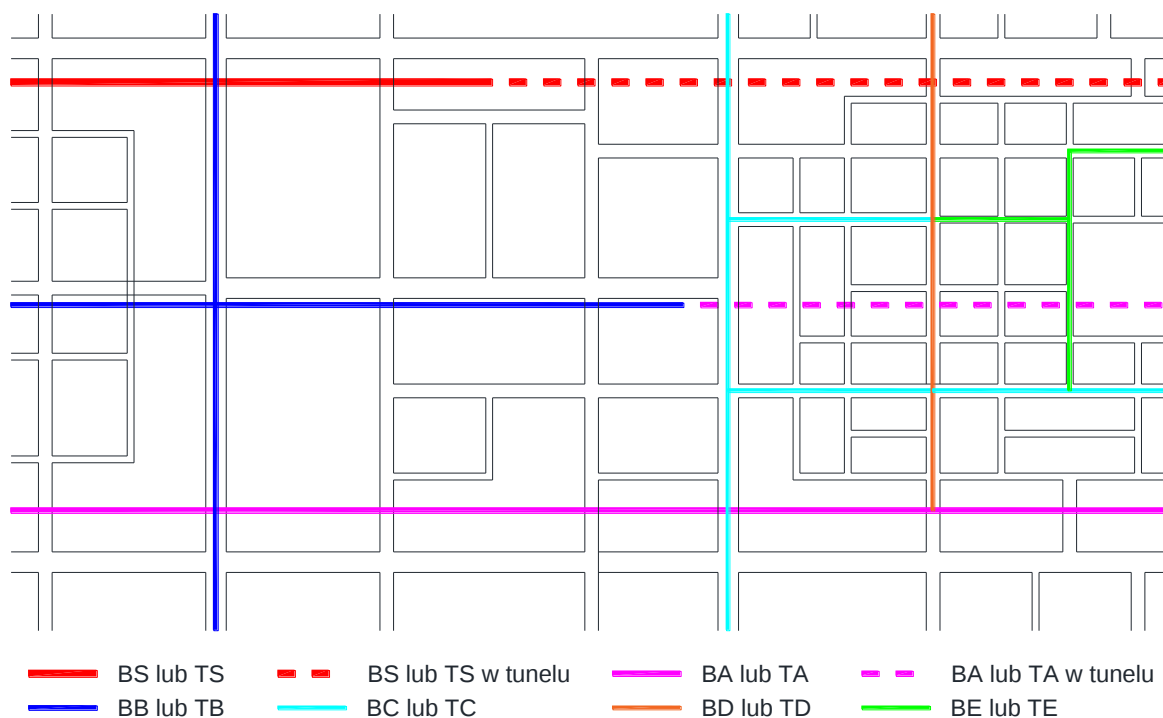
Tab. 4.3.1. Klasyfikacja tras podsystemu transportu autobusowego (trolejbusowego)

Typ	Opis
BS	trasa autobusu szybkiego (trolejbusu szybkiego) prowadzona jako jezdnia wydzielona, usytuowana całkowicie niezależnie od jezdni przeznaczonych do ruchu ogólnego (także w tunelu lub na obiekcie mostowym – segregacja pionowa) lub jako jezdnia prowadzona równolegle do jezdni przeznaczonych do ruchu ogólnego (segregacja pozioma); dopuszcza się krzyżowanie w jednym poziomie z potokami innych pojazdów wyłącznie z zapewnieniem efektywnego priorytetu dla autobusów (trolejbusów), a krzyżowanie w jednym poziomie z potokami ruchu pieszych jest możliwe wyłącznie w obrębie przystanków
BA	trasa autobusowa (trolejbusowa) prowadzona jako jezdnia wydzielona, usytuowana równolegle do jezdni przeznaczonych do ruchu ogólnego, z dopuszczonym krzyżowaniem się ruchu autobusów z ruchem innych pojazdów na skrzyżowaniach w jednym poziomie
BB	trasa autobusowa (trolejbusowa) prowadzona po jezdni przeznaczonej do ruchu ogólnego, na której ruch autobusów (trolejbusów) odbywa się po wydzielonym pasie ruchu o ograniczonej dostępności dla innych grup pojazdów na całej jego długości
BC	trasa autobusowa (trolejbusowa) prowadzona po jezdni przeznaczonej do ruchu ogólnego, na której ruch autobusów (trolejbusów) odbywa się po wydzielonym pasie ruchu o ograniczonej dostępności dla innych grup pojazdów z dodatkowym dopuszczeniem ruchu innych pojazdów na wlotach skrzyżowań
BD	trasa autobusowa (trolejbusowa) prowadzona po jezdni przeznaczonej do ruchu ogólnego, bez wyznaczonych wydzielonych pasów ruchu dla autobusów (trolejbusów)
BE	trasa autobusowa (trolejbusowa) prowadzona po jezdni, na której dopuszczono ruch pieszych lub rowerów

Tab. 4.3.2. Klasyfikacja tras podsystemu transportu tramwajowego

Typ	Opis
TS	trasa tramwaju szybkiego, prowadzona niezależnie od układu drogowego (także w tunelu lub na obiekcie mostowym) lub usytuowana równolegle do jezdni; na trasie nie występują skrzyżowania w jednym poziomie lub na skrzyżowaniach zapewniono efektywny priorytet w sterowaniu ruchem, a krzyżowanie w jednym poziomie z potokami ruchu pieszych jest możliwe wyłącznie w obrębie przystanków
TA	trasa tramwajowa (tramwaju tradycyjnego lub wyjątkowo tramwaju szybkiego), prowadzona niezależnie od układu drogowego lub usytuowana równolegle do jezdni, ze skrzyżowaniami w jednym poziomie, na których zapewniono efektywny priorytet w sterowaniu ruchem
TB	trasa tramwajowa, na której torowisko jest prowadzone równolegle do jezdni lub usytuowane w obrębie jezdni przeznaczonej do ruchu ogółu pojazdów, fizycznie oddzielone od pasów ruchu ogólnego
TC	trasa tramwajowa, na której torowisko jest usytuowane w obrębie jezdni przeznaczonej do ruchu ogółu pojazdów; z torowiska oprócz tramwajów mogą korzystać autobusy lub pojazdy uprzywilejowane
TD	trasa tramwajowa, na której torowisko jest usytuowane na pasie ruchu ogólnego
TE	trasa tramwajowa wspólna z jezdnią, z dopuszczeniem ruchu pieszych lub rowerów

(2) Przykłady lokalizacji różnych typów tras autobusowych (trolejbusowych) i tramwajowych przedstawia rys. 4.3.1.



Rys. 4.3.1. Przykłady lokalizacji różnych typów tras autobusowych (trolejbusowych) i tramwajowych

(3) Poszczególne typy tras transportu zbiorowego przyporządkowuje się do sposobów prowadzenia ruchu autobusów (trolejbusów) i tramwajów zgodnie z tab. 4.3.3.

Tab. 4.3.3. Przyporządkowanie typów tras autobusowych i tramwajowych do sposobów prowadzenia ruchu pojazdów transportu zbiorowego

Sposób prowadzenia ruchu pojazdów transportu zbiorowego	Typy tras autobusowych (trolejbusowych)	Typy tras tramwajowych
ruch całkowicie niezależny	BS	TS
ruch niezależny	BS, BA, BB	TS, TA, TB
ruch częściowo niezależny	BB, BC	TB, TC
ruch mieszany	BD, BE	TD, TE

(4) Systemy autobusu (trolejbusu) i tramwaju szybkiego, w odróżnieniu od rozwiązań tradycyjnych, wymagają znacznego stopnia niezależności prowadzenia ruchu pojazdów transportu zbiorowego. Dlatego przy ich realizacji rekomendowane jest zapewnianie parametrów funkcjonalnych odpowiadających co najmniej typom BA i TA.

4.4. Planowanie transportu zbiorowego w odniesieniu do rodzajów jednostek urbanistycznych oraz funkcji korytarzy transportowych

(1) Planowanie sieci transportu wymaga stosowania aktualnej wiedzy technicznej oraz doświadczeń praktycznych w zakresie planowania zagospodarowania przestrzennego i planowania systemów transportowych w zmieniających się uwarunkowaniach środowiskowych i ekonomicznych oraz zmieniających się potrzebach użytkowników. Wysoka jakość planowania i projektowania musi dotyczyć wszystkich elementów infrastruktury dla transportu zbiorowego, związanych z wykonywaniem poszczególnych etapów podróży, ponieważ zaniechanie jakiegokolwiek z nich może powodować czynnik zniechęcający do korzystania z transportu zbiorowego, a w konsekwencji do niskiej efektywności rozwiązań infrastrukturalnych.

(2) Sieć transportowa stanowi integralną część zagospodarowania przestrzennego miasta, zapewniającą możliwość przemieszczania się pomiędzy generatorami ruchu jakimi są różne obszary zagospodarowania przestrzennego. W procesie planowania elementów sieci uwzględnia się wpływ rodzaju i intensywności zabudowy na wybór i funkcjonowanie elementów infrastruktury transportu zbiorowego, uwzględniając także przepisy ustawy [2]. W tym celu wykorzystano podział jednostek urbanistycznych zgodny z WR-D-11-1, wzbogacony o dodatkowe obszary miejskie, szczególnie istotne z punktu widzenia funkcjonowania systemu transportu zbiorowego, oraz obszary zamiejskie (tab. 4.4.1).

Tab. 4.4.1. Podstawowe charakterystyki transportu autobusowego (trolejbusowego) i tramwajowego w warunkach miejskich – jednostki osadnicze

Jednostki osadnicze			Trasy autobusowe (trolejbusowe)	Trasy tramwajowe
Opis	Wyszczególnienie	Symbol		
Obszary funkcjonalne miast wojewódzkich	Obszary metropolitarne	OM	BS, BA, BB, BC, BE (BD)	TS, TA, TB, TC, TE (TD)
Duże ośrodki (ośrodki ponadregionalne, ośrodki administracyjne, zaopatrzeniowe, kulturalne i gospodarcze)	Duże miasta (stolice województw)	OP	BA, BB, BC (BS, BD)	TA, TB, TC (TS, TD)
Średnie ośrodki (ośrodki regionalne, centra obsługujące rzadkie i specjalistyczne potrzeby, ośrodki nastawione na handel, przemysł i usługi)	Miasta średnie, stolice powiatów	OR	BB, BC (BS, BA, BD)	TB, TC (TS, TA, TD)
Podstawowe ośrodki (ośrodki ponadlokalne i lokalne, ośrodki podstawowej opieki zdrowotnej)	Pozostałe miasta, duże wsie	OL	BB, BC, BD (BS, BA)	TB, TC, TD (TS, TA)
Jednostki bez funkcji ośrodka	Małe wsie, osiedla	WO	BE (BD)	-
Obszary chronione (ściśle centra metropolii, dużych i średnich miast, obszary zabytkowe)		OC	BE (BC, BD)	TE (TC)
Obszary nastawione na wiodącą rolę transportu zbiorowego (obszary silnie zurbanizowane w metropoliach, miastach dużych i średnich)		OW	BS, BA, BB (BC, BD, BE)	TS, TA, TB (TC, TD, TE)
Obszary peryferyjne nastawione na socjalną rolę transportu zbiorowego (obszary słabo zurbanizowane, obszary podmiejskie)		ON	BB, BC, BD	TC, TD
Obszary zamiejskie		OZ	BS, BA, BB, BC, BD	TS, TA, TB

(3) Typy tras transportu zbiorowego dopasowano również do typowych korytarzy transportowych, zlokalizowanych wewnątrz jednostek urbanistycznych, bądź łączących te jednostki (tab. 4.4.2). Wyróżnia się trasy promieniste prowadzące do centrum miasta, bądź przecinające centrum (jako trasy podziemne lub naziemne), oraz trasy o funkcji wewnętrznych obwodnic miejskich. W przypadku tras tramwajowych oznacza to zazwyczaj uwzględnienie wszystkich fragmentów sieci transportowej. W przypadku autobusów część tras posiadających funkcje uzupełniające nie została w poniższym zestawieniu uwzględniona (w takim przypadku należy skorzystać z klasyfikacji przedstawionej w tab. 4.4.1).

(4) Rodzaj i intensywność zabudowy wokół trasy wysokowydajnego transportu zbiorowego w warunkach miejskich dostosowuje się w taki sposób, aby jego wysoka zdolność przewozowa została efektywnie wykorzystana. Należy zadbać, aby otaczające zagospodarowanie zapewniało dostarczanie dużej liczby potencjalnych pasażerów. Wymaga to, aby otaczająca zabudowa miała niżej wymienione właściwe funkcje i intensywność:

- a) obszary śródmiejskie, w szczególności centra miast, o silnej koncentracji funkcji usługowych, obszary o charakterze zabytkowym, a także obszary objęte strefą ograniczonej dostępności dla samochodów osobowych (ograniczenia ruchu i postoju),

- b) zabudowa mieszkaniowa o wysokiej intensywności, szczególnie o strukturze pasmowej,
- c) duże zespoły edukacyjne, zwłaszcza szkolnictwa wyższego, kompleksy domów akademickich,
- d) duże zespoły biurowe i administracji publicznej,
- e) duże obiekty handlowe, szczególnie położone w strefach z deficytem miejsc parkingowych,
- f) wielofunkcyjne hale o dużej liczbie jednorazowych użytkowników (targowe, wystawowe, sportowe, konferencyjne, multikina itp.),
- g) zabudowa w sąsiedztwie dworców kolejowych i autobusowych,
- h) bezpośrednie sąsiedztwo dużych parkingów przesiadkowych P+R,
- i) sąsiedztwo stref ruchu pieszych.

Tab. 4.4.2. Podstawowe charakterystyki transportu autobusowego (trolejbusowego) i tramwajowego w warunkach miejskich – korytarze transportowe i jednostki osadnicze

Korytarze transportowe	Symbol jednostki osadniczej	Trasy autobusowe (trolejbusowe)	Trasy tramwajowe
Korytarz transportowy prowadzący ruch przez ścisłe centrum miasta	OC	BC, BE (BD)	TS, TA (podziemne) TB, TC (naziemne) (TD, TE)
Korytarz transportowy prowadzący ruch promieniście do centrum	OW	BS, BA, BB, BC	TS, TA, TB, TC
Obwodnica wewnętrzna ścisłego centrum miasta	OC, OW	BA, BB, BC (BS, BD)	TA, TB, TC (TS, TD)
Obwodnica wewnętrzna obszaru śródmiejskiego	OW	BS, BA, BB, BC	TS, TA, TB, TC
Obwodnica wewnętrzna obszaru zurbanizowanego	OW	BS, BA, BB, BC	TS, TA, TB, TC
Obwodnica zewnętrzna	OW, ON	BS, BA, BB, BC	TS, TA, TB, TC

(5) Efektywność tras autobusowych (trolejbusowych) i tramwajowych w warunkach zamiejskich jest silnie ograniczona ze względu na konieczność pokonywania znacznych dystansów przez obszary o stosunkowo niskiej gęstości zamieszkania.

(6) Należy unikać następującego rodzaju użytkowania terenu, w tym zabudowy w sąsiedztwie przystanków wysokosprawnej komunikacji zbiorowej (ze względu na generowanie relatywnie niewielkich potoków pasażerskich):

- a) zabudowa mieszkaniowa na dużych działkach (w tym rezydencjonalna bądź zagrodowa),
- b) stacje paliwowe, stacje obsługi i salony sprzedaży samochodów,
- c) zespoły magazynowe, centra logistyczne,
- d) stacje rozrządowe i przeładunkowe,
- e) obiekty i tereny sportowe dla celów treningowych, tj. bez widzów,
- f) zespoły parkingowe położone w obszarach śródmiejskich,
- g) ogródki działkowe, nieużytki,
- h) tereny produkcji rolniczej i obsługi rolnictwa,
- i) tereny ekstensywnej produkcji przemysłowej,
- j) sklepy o niewielkiej frekwencji klientów.

(7) Ogólna zasada orientowania rozwoju przestrzennego na transport zbiorowy nakazuje utrzymanie wysokiej zwartości struktury obszaru zurbanizowanego (najczęściej miasta), poprzez dogęszczanie szczególnie wysokiej intensywności zabudowy w korytarzach o dogodnej obsłudze transportem zbiorowym, zwłaszcza szynowym (zarówno wzdłuż istniejących jak i planowanych tras), z polaryzacją zabudowy w rejonach stacji i przystanków.

(8) Strukturę i funkcję zabudowy jednostek urbanistycznych oraz korytarzy transportowych wzajemnie dostosowuje się, stosując następujące zasady:

- a) możliwie najkrótszy przebieg tras transportu zbiorowego (średnicowy),
- b) przeprowadzenie ponadlokalnego ruchu samochodowego układem obwodnic.

(9) Należy przeciwdziałać przenoszeniu osadnictwa na obszary, które nie będą mogły zostać efektywnie obsłużone transportem zbiorowym.

(10) Należy zapewnić rezerwy terenowe na lokalizację urządzeń mających istotny wpływ na integrację systemu transportowego (węzły przesiadkowe, w tym parkingi strategiczne typu P+R, pętle i dworce transportu zbiorowego). Parkingi przesiadkowe powinny być lokalizowane przy przystankach kolejowych, krańcówkach, pętlach i przystankach tramwajowych oraz magistralnych liniach autobusowych.

(11) Należy opracowywać i uchylać korytarzowe plany miejscowe uwzględniające nie tylko trasę, ale również tę część otoczenia urbanistycznego, która pozostaje w ścisłych związkach przestrzennych z trasą.

(12) Zapotrzebowanie na transport zbiorowy powinno być określane za pomocą analizy popytu, z uwzględnieniem charakteru obsługiwanego obszaru, danych demograficznych i społeczno-ekonomicznych dla stanu obecnego oraz założonych horyzontów prognostycznych, które zostały omówione w podrozdziale 4.8.

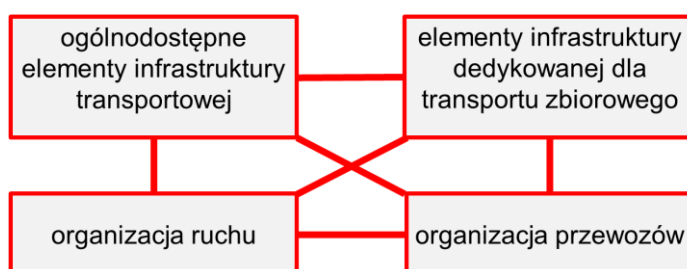
(13) Należy również zwrócić uwagę na sprzężenie zwrotne – rozwój sieci transportowej może mieć istotny wpływ na zmiany w zagospodarowaniu przestrzennym. Znajomość potencjalnych skutków rozwoju sieci transportowej może stanowić wsparcie w budowie planów rozwojowych.

4.5. Ogólne zasady planowania systemów transportowych

(1) Planowanie systemu transportu zbiorowego jest procesem interdyscyplinarnym, wymagającym powiązania zasad planowania i projektowania infrastruktury z zasadami jej wykorzystywania.

(2) Zasady tworzenia sprawnego systemu transportu zbiorowego obejmują (rys. 4.5.1):

- ogólne zasady planowania i projektowania ogólnodostępnych elementów infrastruktury sieci transportowych, z których korzystają również pojazdy transportu zbiorowego,
- zasady planowania i projektowania elementów infrastruktury przeznaczonej do ruchu pojazdów transportu zbiorowego,
- zasady organizacji ruchu w obrębie istniejącej infrastruktury transportowej,
- zasady planowania oferty przewozowej transportu zbiorowego.



Rys. 4.5.1. Zależności pomiędzy grupami zasad planowania sieci transportu zbiorowego

(3) Planowanie systemu transportu zbiorowego jest procesem permanentnym, co oznacza że poszczególne jego elementy mogą zmieniać swoje funkcje oraz charakterystyki, w zależności od zmieniających się potrzeb użytkowników. Dlatego wymaga koordynacji działań oraz konsekwencji w dążeniu do zapewnienia wysokiej jakości stosowanych rozwiązań i oferty przewozowej.

(4) Szczególnie zalecane jest planowanie długoterminowe. Jednak jest ono obarczone niepewnością w wielu wzajemnie oddziałujących wymiarach, w tym w zakresie warunków demograficznych, potrzeb i zachowań użytkowników systemu transportowego, dostępnych technologii oraz kontekstu społeczno-gospodarczego. Szczegółowo kwestie te opisuje [17].

(5) Zasady planowania elementów infrastruktury sieci transportowych mają wymiar nadrzędny, ponieważ dotyczą elementów sieci transportowej przeznaczonych do ruchu wszystkich grup pojazdów, w tym pojazdów transportu zbiorowego.

(6) Infrastruktura systemu transportu zbiorowego jest zazwyczaj ściśle powiązana z infrastrukturą pozostałych podsystemów transportowych. Dlatego jej planowanie musi się odbywać w skali kompletnej sieci transportowej, z uwzględnieniem wszystkich istotnych elementów sieci drogowej (w tym wszystkich elementów infrastruktury, z której korzystają pojazdy transportu zbiorowego) oraz elementów infrastruktury wydzielonej dla potrzeb transportu zbiorowego). Z tego powodu zasady planowania elementów sieci transportu zbiorowego muszą się wpisywać w zbiór zasad ogólnych, dotyczących planowania systemów transportowych, w tym przepisów wynikających z rozporządzenia [6].

(7) Zasady te zostały sklasyfikowane w czterech grupach (na podstawie [15] i [19]):

- a) zasady funkcjonalne – odnoszą się do funkcji dróg zamiejskich i ulic w obsłudze jednostek urbanistycznych,
- b) zasady strukturalne – odnoszą się do fizycznego kształtu sieci ulicznej, jej geometrii oraz powiązania elementów ulic między sobą,
- c) zasady ekologiczne (środowiskowe) – dotyczą wpływu sieci transportowej na otoczenie stworzone przez człowieka i na środowisko naturalne,
- d) zasady realizacyjne – zasady bezpośrednio związane ze sposobem wykonania inwestycji infrastrukturalnej.

(8) Zasady planowania elementów infrastruktury dedykowanych dla transportu zbiorowego mają wymiar uniwersalny i dotyczą wszystkich zdefiniowanych wcześniej obszarów i korytarzy transportowych. Jednak ze względu na liczbę obsługiwanych pasażerów, zasady te częściej będą miały zastosowanie w warunkach miejskich, gdzie następuje większa koncentracja podróży. W warunkach zamiejskich w większym stopniu zastosowanie będą miały zasady planowania elementów infrastruktury sieci transportowych, z których korzystają również pojazdy transportu zbiorowego.

(9) Zestawienie zasad planowania elementów infrastruktury sieci transportowych, w tym infrastruktury przeznaczonej do ruchu ogólnego oraz infrastruktury dedykowanej dla transportu zbiorowego, przedstawia tab. 4.5.1.

Tab. 4.5.1. Zestawienie zasad planowania i projektowania ogólnodostępnych elementów infrastruktury sieci transportowych, z których korzystają pojazdy transportu zbiorowego oraz zasad planowania i projektowania elementów infrastruktury przeznaczonej do ruchu pojazdów transportu zbiorowego

Grupa zasad	Planowanie elementów infrastruktury sieci transportowych, z których korzystają również pojazdy transportu zbiorowego	Planowanie elementów infrastruktury przeznaczonej do ruchu pojazdów transportu zbiorowego
Funkcjonalne	Zapewnienie związku klasy drogi z jej funkcją w sieci transportowej	Zapewnienie związku typu trasy transportu zbiorowego z funkcją korytarza transportowego lub obsługiwanego obszaru
	Dostosowanie długości przebiegu drogi do klasy – im wyższa klasa, tym większa możliwość prowadzenia ruchu na większe odległości	Dostosowanie długości przebiegu trasy transportu zbiorowego do funkcji trasy i zasięgu obsługiwanego powiązań
	Zapewnienie wzajemnego powiązania dostępności do sieci drogowej z zasięgiem ruchu obsługiwanego przez trasę/powiązanie (im wyższa klasa drogi, tym większy zasięg obsługiwanego ruchu): - ulice klas Z i L – przewaga ruchu bliskiego zasięgu, - ulice klas GP i G – przewaga ruchu dalekiego zasięgu	
	Dopasowanie układu dróg do głównych kierunków przemieszczeń użytkowników sieci transportowej (z wykorzystaniem więzby podróży)	Dopasowanie tras transportu zbiorowego do głównych kierunków przemieszczeń użytkowników sieci transportowej
	Zapewnienie możliwości przeprowadzenia ruchu niezwiązanego z chronionym obszarem (miasto, śródmieście, ścisłe centrum, inny obszar chroniony) poza tym obszarem (obwodnica miasta, śródmieście lub ścisłego centrum lub innego obszaru chronionego), z jednoczesnym zapewnieniem ruchu tranzytowego pojazdów transportu zbiorowego	Zapewnienie możliwości przeprowadzenia trasy transportu zbiorowego przez obszar chroniony (śródmieście, ścisłe centrum, ewentualnie inny obszar chroniony), o możliwie najkrótszym przebiegu, z jednoczesnym skierowaniem indywidualnego transportu samochodowego poza chroniony obszar

Grupa zasad	Planowanie elementów infrastruktury sieci transportowych, z których korzystają również pojazdy transportu zbiorowego	Planowanie elementów infrastruktury przeznaczonej do ruchu pojazdów transportu zbiorowego
	Zapewnienie dogodnego prowadzenia ruchu źródłowo-docelowego (związanego z obszarem)	
	Zapewnienie wysokiej niezawodności pracy sieci transportowej poprzez utworzenie alternatywnych możliwości prowadzenia ruchu, w tym umożliwiających przejazd pojazdów transportu zbiorowego	Zapewnienie wysokiej niezawodności pracy sieci transportu zbiorowego poprzez utworzenie alternatywnych tras dla ruchu pojazdów transportu zbiorowego
	Zapewnienie integralności sieci transportowej poprzez atrakcyjne powiązanie różnych środków transportu w węzłach przesiadkowych (węzły i dworce transportu intermodalnego, z możliwością przesiadki pomiędzy transportem zbiorowym i indywidualnym)	
Strukturalne	Rozwijanie dotychczasowej formy sieci transportowej, na zasadzie uzupełniania jej brakujących elementów (np. dopełnienie przebiegu obwodnicy)	Rozwijanie dotychczasowej formy sieci transportu zbiorowego, na zasadzie uzupełniania jej brakujących elementów (np. uzupełnianie elementów układu promienisto-obwodnicowego tras tramwajowych, uzupełnienie sieci pasów autobusowych)
	Zgodność przebiegu dróg z formą jednostek urbanistycznych	Dopasowanie tras transportu zbiorowego oraz dojeżdż do przystanków do form jednostek urbanistycznych
	Zapewnienie logiki i czytelności układu dróg	Zapewnienie logiki i czytelności układu tras transportu zbiorowego
	Zapewnienie hierarchiczności układu dróg wraz z zapewnieniem gradacji powiązań pomiędzy drogami różnych klas	Zapewnienie hierarchiczności układu tras transportu zbiorowego z zapewnieniem powiązań tras różnych typów
	Dostosowanie odstępów między skrzyżowaniami lub węzłami do klasy drogi (im wyższa klasa, tym większe odległości)	Dostosowanie odstępów między przystankami do typu i funkcji trasy transportu zbiorowego (im wyższy typ trasy, tym większe odległości między przystankami)
	Rekonstrukcja połączeń lokalnych rozciętych drogami wysokich klas, w tym także w celu zwiększenia dostępności do transportu zbiorowego	Zapewnienie ciągłości powiązań transportem zbiorowym w obszarach rozciętych drogami wysokich klas
	Zapewnienie zgodności gęstości sieci ulic z gęstością i intensywnością zabudowy	Zapewnienie zgodności gęstości tras transportu zbiorowego (w tym przystanków) z gęstością źródeł i celów podróży
Ekologiczne	Zachowanie reliktów dawnej sieci transportowej, w tym sieci transportu zbiorowego	
	Prowadzenie dróg wysokich klas szwami zagospodarowania przestrzennego	Prowadzenie wysokiej klasy tras transportu zbiorowego szwami zagospodarowania przestrzennego
	Zachowanie odrębnej formy sieci ulic sąsiadujących jednostek strukturalnych	Podkreślenie odrębnej formy sieci transportowych sąsiadujących jednostek strukturalnych poprzez dopasowanie gęstości tras transportu zbiorowego
	Ochrona obszarów wrażliwych przed ruchem pojazdów lub jego nadmiarem, m.in. poprzez bardziej efektywne wykorzystanie transportu zbiorowego	Zapewnienie tras transportu zbiorowego w obszarach chronionych przed ruchem pojazdów samochodowego transportu indywidualnego
		Zastosowanie proekologicznych środków transportu zbiorowego w obszarach wrażliwych
	Minimalizacja liczby i skali przekroczeń siecią transportową obszarów konfliktowych (wrażliwych, szczególnie chronionych), dotyczy to także elementów sieci transportu zbiorowego	
	Unikanie rozwiązań zwiększających konkurencyjność samochodowego transportu indywidualnego względem transportu zbiorowego na wspólnych trasach, na których transport zbiorowy charakteryzuje się wysoką sprawnością i efektywnością	Wspomaganie konkurencyjności transportu zbiorowego w stosunku do samochodowego transportu indywidualnego
	Zachowanie umiarkowania w rozwoju sieci ulic wysokich klas w obszarach zurbanizowanych	Zapewnienie wysokiej dostępności szybkich tras transportu zbiorowego w obszarach zurbanizowanych

Grupa zasad	Planowanie elementów infrastruktury sieci transportowych, z których korzystają również pojazdy transportu zbiorowego	Planowanie elementów infrastruktury przeznaczonej do ruchu pojazdów transportu zbiorowego
Realizacyjne	Konieczność kompleksowego uwzględnienia zakresu i kształtu inwestycji w prowadzonych analizach planistycznych dotyczących rozwoju sieci dróg	Konieczność kompleksowego uwzględnienia zakresu i kształtu inwestycji w prowadzonych analizach planistycznych dotyczących rozwoju sieci transportu zbiorowego
	Maksymalizacja efektów realizacji pośrednich poszczególnych etapów inwestycji, umożliwiając efektywne wykorzystywanie już zrealizowanych fragmentów sieci dróg	Maksymalizacja efektów realizacji pośrednich poszczególnych etapów inwestycji, umożliwiając efektywne wykorzystywanie już zrealizowanych fragmentów tras/sieci transportu zbiorowego
	Zapewnienie efektywności ekonomicznej planowanych rozwiązań (elementów sieci dróg)	Zapewnienie efektywności ekonomicznej planowanych rozwiązań tras transportu zbiorowego
	Zapewnienie efektywności finansowej, poprzez porównanie oszacowanych kosztów i skali inwestycji z możliwościami finansowania ze środków własnych i zewnętrznych	
	Zapewnienie realności technicznej planowanych, projektowanych i realizowanych rozwiązań	
	Wysoki poziom bieżącego utrzymania istniejącej infrastruktury transportu zbiorowego	

(10) Zestawienie zasad funkcjonalnych i strukturalnych organizacji ruchu z uwzględnieniem potrzeb transportu zbiorowego w obrębie istniejącej infrastruktury transportowej, a także zasady planowania i projektowania oferty przewozowej transportu zbiorowego, przedstawia tab. 4.5.2.

Tab. 4.5.2. Zestawienie zasad organizacji ruchu w obrębie istniejącej infrastruktury transportowej oraz planowania i projektowania oferty przewozowej transportu zbiorowego

Grupa zasad	Organizacja ruchu z uwzględniające potrzeby transportu zbiorowego	Planowanie i projektowanie oferty przewozowej transportu zbiorowego
Funkcjonalne	Wzajemna koordynacja przebiegu linii transportu zbiorowego i organizacji układu ulic jednokierunkowych (zwłaszcza w obszarach śródmiejskich)	Dopasowanie układu linii do przemieszczeń pasażerów zgodnej z potrzebami wynikającymi z aktualnej więzby podróży
	Wprowadzenie ograniczeń dostępności obszarów chronionych dla pojazdów innych niż pojazdy transportu zbiorowego	Zapewnienie powiązań bez przesiadek na najważniejszych relacjach poprzez jak najlepsze połączenie obszarów o odpowiadających sobie potencjałach (szczególnie dla podróży związanych z pracą i nauką)
	Wprowadzenie zmian zasad pierwszeństwa ruchu na skrzyżowaniach, na których pojazdy transportu zbiorowego w stanie istniejącym wykonują relacje podporządkowane	Umożliwienie dojazdu transportem zbiorowym do obiektów pełniących funkcje publiczne (np. urzędy, szpitale, cmentarze)
	Umożliwienie autobusom (trolejbusom) wykonywania relacji zabronionych innym pojazdom (np. skręt w lewo pomimo zakazu obowiązującego inne pojazdy)	Zapewnienie co najmniej średnich częstotliwości kursowania na najważniejszych liniach
	Umożliwienie autobusom (trolejbusom) wykonywania relacji z pasów innych, niż do tego przeznaczone (np. jazda na wprost z pasa do skrętu w prawo)	Wzajemne dopasowanie linii o niskich częstotliwościach kursowania w celu zapewnienia wysokiej częstotliwości dla wiązki linii
	Wyznaczenie jednej obowiązkowej wspólnej linii zatrzymań na przystankach (dotyczy pierwszego stanowiska przystankowego)	Prowadzenie tras linii transportu zbiorowego (w miarę możliwości) ulicami z pierwszeństwem przejazdu
	Cofnięcie linii zatrzymań na wlocie skrzyżowania, ze względu na promienie skrętów autobusów	Dostosowanie długości dziennej oferty transportu zbiorowego do długości dziennej aktywności obsługiwanych obszarów
Strukturalne	Stosowanie powtarzalnych rozwiązań geometrycznych na wlotach skrzyżowań	Zapewnienie hierarchiczności układu linii transportu zbiorowego przez wyodrębnienie szkieletu układu linii podstawowych, tworzonego przez linie przebiegające najważniejszymi korytarzami transportowymi i przewożące największe liczby pasażerów

Grupa zasad	Organizacja ruchu z uwzględniające potrzeby transportu zbiorowego	Planowanie i projektowanie oferty przewozowej transportu zbiorowego
	Wprowadzenie ograniczeń postoju na drogach dla pieszych przy przykrawężnikowych pasach autobusowych	Planowanie linii miejskich jako linii średnicowych, przechodzących przez obszar śródmiejski
	Ograniczanie liczby i gęstości przejazdów i przejść przez torowiska tramwajowe	Dopuszczenie meandrowania najważniejszych linii tylko na jej końcowych odcinkach i jak najprostszego przebiegu pomiędzy nimi
		Kształtowanie węzłów przesiadkowych na styku obszaru miejskiego i podmiejskiego, a w przypadku rezygnacji z węzłów przesiadkowych, planowanie linii podmiejskich jako linii promienistych dojeżdżających do obszaru śródmiejskiego

(11) Rozbudowa sieci transportu zbiorowego umożliwia:

- odciążenie tras przenoszących największe potoki pojazdów transportu zbiorowego (szczególnie w obszarach śródmiejskich),
- zróżnicowanie funkcji poszczególnych tras, w tym wyodrębnienie tras z dominacją podróży do centrum oraz tras z dominacją podróży poza centrum,
- zwiększenie niezawodności sieci (szczególnie w przypadku transportu szynowego), zarówno w przypadkach poważnych zakłóceń eksploatacyjnych jak i remontów,
- nadążanie za zmianami w strukturze przestrzennej miasta, w tym umożliwienie rozpraszania generatorów ruchu, co ma szczególnie duże znaczenie w przypadku obszarów śródmiejskich oraz korytarzy prowadzących do centrum.

4.6. Warunki ograniczające w planowaniu systemów transportowych

(1) Warunki ograniczające stanowią bariery dla pełnego zastosowania zasad planowania, projektowania oraz eksploatacji sieci transportowej. Wśród nich występują warunki ograniczające:

- w procesie planowania i projektowania elementów ogólnodostępnej infrastruktury sieci transportowych, z których korzystają również pojazdy transportu zbiorowego,
- w procesie planowania i projektowania elementów infrastruktury przeznaczonej do ruchu pojazdów transportu zbiorowego,
- w procesie tworzenia rozwiązań organizacji ruchu,
- w planowaniu i projektowaniu oferty przewozowej.

(2) Największy wachlarz warunków ograniczających dotyczy planowania i projektowania oferty przewozowej. Najczęściej występujące warunki ograniczające dla rozbudowy systemu transportu zbiorowego przedstawia tab. 4.6.1.

(3) Konkretnie wartości dla poszczególnych warunków ograniczających nie są określone, ponieważ wynikają z lokalnych uwarunkowań oraz możliwości finansowania. Określa się je każdorazowo w przypadku realizacji nowych lub przebudowy istniejących tras wykorzystywanych przez pojazdy transportu zbiorowego oraz w przypadku istotnych zmian organizacji ruchu lub oferty przewozowej.

Tab. 4.6.1. Zestawienie warunków ograniczających dla sieci transportu zbiorowego

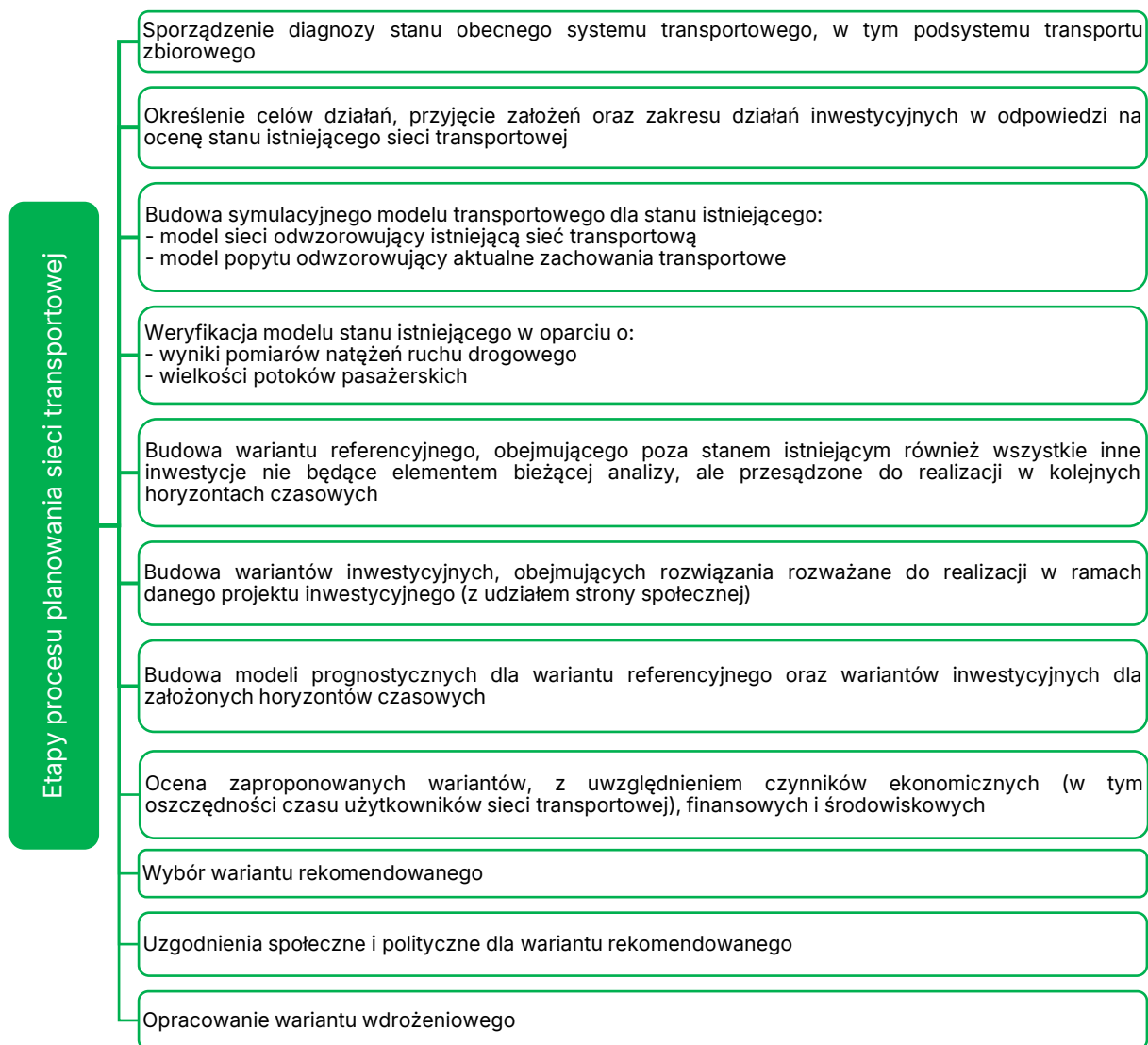
Grupa warunków ograniczających	Warunek ograniczający
Planowanie i projektowanie ogólnodostępnej infrastruktury	• koszt realizacji elementu infrastruktury (np. jezdni, pasa ruchu, tunelu, wiaduktu) • opór społeczny i polityczny w związku z realizacją nowych elementów infrastruktury • warunki terenowe (w tym wysokościowe) • koszt utrzymania nowych elementów ogólnodostępnej infrastruktury
Planowanie i projektowanie infrastruktury dla transportu zbiorowego	• koszt realizacji nowej trasy lub nowego elementu trasy autobusowej (trolejbusowej) lub tramwajowej • koszt przebudowy trasy autobusowej (trolejbusowej) lub tramwajowej • koszt utrzymania nowej trasy lub nowego elementu trasy autobusowej (trolejbusowej) lub tramwajowej • warunki terenowe (w tym wysokościowe) • opór społeczny i polityczny w związku z realizacją nowych elementów infrastruktury
Projektowanie organizacji ruchu	• przepustowość skrzyżowań (wlotów, pasów ruchu) • wysokie prawdopodobieństwo wystąpienia nieakceptowalnej wielkości strat czasu pozostałych uczestników ruchu (na podstawie analizy ruchu) • skrajnia drogi
Planowanie i projektowanie oferty przewozowej transportu zbiorowego	• liczba wozokilometrów (pociągokilometrów) możliwych do zrealizowania w wyniku realizacji inwestycji • łączna liczba oferowanych wozokilometrów (pociągokilometrów) możliwa do zrealizowania w sieci transportowej, w określonym czasie • liczba dostępnych pojazdów w ruchu zwiększona o liczbę pojazdów możliwych do pozyskania (planowanie) lub liczba aktualnie dostępnych pojazdów w ruchu (projektowanie) • struktura dostępnych (oraz możliwych do pozyskania) rodzajów i typów pojazdów, uwzględniająca pojemność pojazdów z podziałem na miejsca siedzące i stojące, a także pod względem zakresu występowania niskiej podłogi (przynajmniej w obrębie wejść) • maksymalny poziom zapewnienia powierzchni do stania, wynoszący 4 os./m² (w warunkach eksploatacji dopuszcza się przekroczenia tego stanu maksymalnie na 10% długości trasy) • przepustowość przystanków, pętli, krańcówek i dworców • lokalizacja istniejących znaczących węzłów przesiadkowych transportu zbiorowego (np. transport miejski – transport podmiejski) • lokalizacja istniejących znaczących węzłów intermodalnych (np. sąsiedztwo stacji kolejowej, parking P+R) • konieczność wzajemnej koordynacji linii w różnych punktach sieci (szczególnie w przypadku wiązek linii podmiejskich, oraz koordynacji linii i miejskich i podmiejskich) • konieczność zapewnienia minimalnej częstotliwości kursowania • zwyczaje i oczekiwania pasażerów

4.7. Procedura planowania elementów sieci transportu zbiorowego

(1) W przypadku wszystkich istotnych inwestycji transportowych, analiza dostępnych możliwości rozwojowych systemu transportu zbiorowego powinna opierać się głównie na:

- a) modelowaniu popytu potencjalnego na usługi przewozowe transportu zbiorowego,
- b) najlepszym możliwym oszacowaniu nakładów inwestycyjnych,
- c) najlepszych możliwym oszacowaniu kosztów eksploatacji i utrzymania.

(2) Pełny zakres planowania i projektowania wszystkich istotnych nowych elementów infrastruktury transportu zbiorowego oraz modernizacji elementów istniejących, a także planowania wszystkich istotnych zmian w organizacji ruchu, jak również zmian w organizacji przewozów w transporcie zbiorowym, przedstawia rys. 4.7.1.



Rys. 4.7.1. Zakres procedury planowania elementów sieci transportu zbiorowego

(3) W przypadku projektowania mniej istotnych elementów infrastruktury oraz projektowania szczegółowych rozwiązań związanych ze zmianami organizacji ruchu i przewozów dopuszcza się podejście uproszczone, obejmujące co najmniej:

- diagnozę stanu obecnego,
- budowę wariantu referencyjnego i chociaż jednego wariantu inwestycyjnego,
- ocenę zaproponowanych wariantów.

(4) Analiza stanu istniejącego systemu transportowego powinna obejmować określenie co najmniej:

- podaż na usługi transportowe, z uwzględnieniem środków transportu indywidualnego i zbiorowego, w tym parametry techniczne sieci dróg (klasy, przepustowość odcinków sieci, prędkości na odcinkach sieci, stan infrastruktury) oraz parametry obsługi transportem zbiorowym (stan infrastruktury dla transportu zbiorowego, zdolność przewozowa, przepustowość odcinków sieci i przystanków, osiągnięte prędkości, poziom oferowanych usług),
- popytu na usługi transportowe (w tym parametry ilościowe ruchu: liczba i rozkład podróży, ruchliwość w poszczególnych motywacjach podróży, wielkość ruchu z podziałem na wykorzystywane środki transportu),
- aktualnych potrzeb związanych z użytkowaniem systemu transportowego w obrębie analizowanych jednostek urbanistycznych lub elementów sieci transportowej,
- jednoznacznej identyfikacji potrzeb transportowych,

- e) danych wejściowych do analizy ekonomicznej i finansowej (w tym kosztów inwestycyjnych, kosztów eksploatacji i utrzymania, przychodów itp.).

(5) Cele podejmowanych działań określa się w ścisłej relacji do potrzeb transportowych, wynikających z analizy stanu istniejącego, w odniesieniu do istniejących lub przewidywanych problemów i potrzeb transportowych, w szczególności dotyczących poprawy warunków funkcjonowania sieci transportu zbiorowego i poprawy warunków podróży pasażerów, z uwzględnieniem zmniejszenia całościowego oddziaływania systemu transportowego na środowisko. Do najczęściej formułowanych celów należą:

- skrócenie czasu podróży pasażerów (także zmniejszenie losowości czasu podróży),
- zwiększenie udziału transportu zbiorowego w podróżach, w odniesieniu do wariantu referencyjnego,
- zwiększenie sprawności i płynności ruchu pojazdów transportu zbiorowego,
- zwiększenie integracji różnych środków transportu, w tym środków transportu zbiorowego i indywidualnego,
- zwiększenie dostępności do transportu zbiorowego,
- zwiększenie bezpieczeństwa w transporcie zbiorowym i zmniejszenie liczby wypadków drogowych,
- zwiększenie dostępności dla osób ze szczególnymi potrzebami,
- zwiększenie komfortu podróży,
- zmniejszenie kosztów obsługi i utrzymania infrastruktury i taboru transportu zbiorowego,
- zmniejszenie emisji pochodzących od systemu transportowego.

(6) Etap budowy modelu dla stanu istniejącego (tzw. „wariant zerowy”) obejmuje stworzenie kompletnego modelu cyfrowego istniejącej sieci transportowej wraz z odwzorowaniem liczby i rozkładu przestrzennego podróży z podziałem na poszczególne środki transportu, którego efektem są rozkłady ruchu w sieci wykonane dla transportu zbiorowego oraz transportu indywidualnego. Ze względu na złożoność problemu oraz bardzo szeroki zakres danych potrzebnych do modelowania – zaleca się wykonanie modelu w skali makro. Należy przy tym zwrócić uwagę na precyzyjne określenie punktu odniesienia w czasie – dane powinny dotyczyć zakończonego roku kalendarzowego, dla którego można pozyskać dane do modelowania. Podstawowe elementy modelu określa tab. 4.7.1.

Tab. 4.7.1. Zestawienie elementów makrosymulacyjnego modelu transportowego dla stanu istniejącego

Model	Elementy modelu	Opis elementów modelu
Ogólny	Zakres obszarowy modelu	- ustalany z organem odpowiedzialnym za realizację analizy planistycznej lub projektowej - może obejmować obszar miasta, aglomeracji, konurbacji, związku miast, województwa, regionu, kraju; może też obejmować wyłącznie obszary zamiejskie - im większy zakres modelu, tym zazwyczaj mniejsza jego szczegółowość i równomierność
	Podział na rejony transportowe	- ustalany z organem odpowiedzialnym za realizację analizy planistycznej lub projektowej - ściśle powiązany z danymi do analiz ekonomicznych (liczba mieszkańców, liczba pracujących, uczących się, miejsc pracy, miejsc w szkołach itp.) - wyróżnia się rejony wewnętrzne (objęte zakresem obszarowym modelu) oraz rejony zewnętrzne, które reprezentują otoczenie analizowanego obszaru
	Zakres czasowy analiz	- rodzaj dnia (roboczy, sobota, świąteczny) - doba - godzina szczytu porannego lub popołudniowego - godzina w okresie między szczytami komunikacyjnymi - obecnie preferowane są modele uniwersalne, umożliwiające analizę w różnych dniach i okresach doby

Model	Elementy modelu	Opis elementów modelu
Podaży (sieci)	Elementy infrastruktury transportowej	- wszystkie drogi klas Z, G i GP, dodatkowo wszystkie drogi klas D i L, po których jest prowadzony regularny ruch pojazdów transportu zbiorowego (jezdnie ruchu ogólnego, w tym wyposażone w pasy ruchu dla transportu zbiorowego) - wszystkie odcinki sieci dedykowane dla transportu zbiorowego (wydzielone jezdnie i torowiska, prowadzone niezależnie od jezdni) - węzły przesiadkowe i przystanki transportu zbiorowego (w obszarach słabo zurbanizowanych możliwe jest selektywne uwzględnienie przystanków w powiązaniu z rejonami transportowymi)
	Atrybuty infrastruktury transportowej ruchu ogólnego, w tym ruchu pojazdów transportu zbiorowego	- klasy dróg, długości odcinków sieci, prędkości w ruchu swobodnym, prędkości w ruchu miejskim, prędkości dopuszczalne, przepustowość (rzeczywista lub przynajmniej planistyczna) odcinków sieci, przepustowość relacji na skrzyżowaniach - koszty korzystania z infrastruktury - prędkości (czasy) przejazdu pojazdów transportu zbiorowego - czasy postoju pojazdów transportu zbiorowego na przystankach, w tym czasy wymiany pasażerów - czasy trwania przesiadek w obrębie węzłów przystankowych
	Elementy oferty przewozowej transportu zbiorowego	- wszystkie linie transportu zbiorowego, których trasy mieszczą się w zakresie obszarowym modelu (linie komunalne, koncesjonowane i funkcjonujące według innych zasad) - linie transportu zbiorowego wykraczające poza zakres obszarowy modelu (np. linie o znaczeniu regionalnym w modelu aglomeracji)
	Atrybuty oferty przewozowej transportu zbiorowego	- rozkłady jazdy lub częstotliwości kursowania linii (albo interwały międzypojazdowe na liniach) - struktura rodzajowa i wielkościowa pojazdów transportu zbiorowego obsługujących poszczególne linie - zakres dziennej i nocnej obsługi transportem zbiorowym - koszty korzystania z transportu zbiorowego
Popytu	Potencjały ruchotwórcze	- liczba mieszkańców, pracujących, studentów, uczniów, miejsc pracy (w tym w usługach), miejsc na uczelniach i w szkołach itp. – w rozbiu na poszczególne wewnętrzne rejon transportowe, w przypadku zewnętrznych rejonów transportowych można przyjmować dane uproszczone - motywacje podróży - ruchliwość użytkowników sieci w poszczególnych motywacjach podróży, w przyjętej jednostce czasu - liczba podróży wewnętrznych (pomiędzy rejonami wewnętrznymi) i zewnętrznych, generowanych i absorbowanych przez poszczególne rejon transportowe
	Więźba podróży	rozkład przestrzenny podróży, który określa liczbę podróży odbywanych pomiędzy poszczególnymi rejonami transportowymi, z uwzględnieniem struktury kierunkowej podróży, w przyjętej jednostce czasu
	Podział zadań przewozowych	- rozkład przestrzenny podróży niezmotoryzowanych (pieszych i rowerowych) - rozkład przestrzenny podróży odbywanych transportem zbiorowym - rozkład podróży odbywanych samochodowym transportem indywidualnym
	Rozkład ruchu w sieci	- rozkład ruchu pasażerów transportu zbiorowego (w tym: obciążenie odcinków sieci transportowej, obciążenie poszczególnych linii, obciążenie przystanków, obciążenie odcinków sieci po których odbywa się dostęp do przystanków) - rozkład ruchu samochodów osobowych (obciążenie odcinków sieci transportowej i skrzyżowań) - rozkład ruchu pozostałych pojazdów (nieujętych w modelowaniu podróży osób, np. lekkich pojazdów ciężarowych, pojazdów ciężarowych itp.) - obciążenie odcinków sieci transportowej i skrzyżowań

(7) We wszystkich analizach dotyczących funkcjonowania transportu zbiorowego zaleca się prowadzenie obliczeń symulacyjnych dla pojedynczej godziny analizy, dla przynajmniej jednej godziny szczytu komunikacyjnego (porannego lub popołudniowego), ustalonej na poziomie całego obszaru analizy (np. miasto, aglomeracja, region), jednak znacznie pełniejsze wyniki oceny można uzyskać dzięki analizie obejmującej:

- a) godzinę szczytu porannego (najczęściej mieszczącą się w okresie od 6:00 do 10:00),
- b) godzinę szczytu popołudniowego (najczęściej mieszczącą się w okresie od 14:00 do 19:00),
- c) godzinę pomiędzy szczytami komunikacyjnymi.

(8) Efektem końcowym modelu jest zbiór danych obejmujących co najmniej:

- a) liczbę podróży odbywanych transportem zbiorowym w sieci transportowej LP^{TZm} [podróże/h],
- b) liczbę podróży odbywanych transportem zbiorowym bez przesiadek w sieci transportowej LP_{bp}^{TZm} [podróże/h],
- c) liczbę podróży odbywanych samochodami osobowymi w sieci transportowej LP^{SOm} [podróże/h],
- d) udział transportu zbiorowego w podróżach pieszych U^{TZm} [-], obliczany ze wzoru (4.7.1):

$$U^{TZm} = \frac{LP^{TZm}}{LP^{TZm} + LP^{SOm}} \quad (4.7.1)$$

gdzie:

U^{TZm} – udział transportu zbiorowego w podróżach pieszych [-],

LP^{TZm} – liczba podróży odbywanych transportem zbiorowym w sieci transportowej [podróże/h],

LP^{SOm} – liczba podróży odbywanych samochodami osobowymi w sieci transportowej [podróże/h],

- e) udział podróży transportem zbiorowym wykonywanych bez przesiadki U_{bp}^{TZm} [-], obliczany ze wzoru (4.7.2):

$$U_{bp}^{TZm} = \frac{LP_{bp}^{TZm}}{LP^{TZm}} \quad (4.7.2)$$

gdzie:

U_{bp}^{TZm} – udział podróży transportem zbiorowym wykonywanych bez przesiadki [-],

LP_{bp}^{TZm} – liczba podróży odbywanych transportem zbiorowym bez przesiadek w sieci transportowej [podróże/h],

LP^{TZm} – liczba podróży odbywanych transportem zbiorowym w sieci transportowej bez przesiadki [podróże/h],

- f) wielkości potoków pasażerów transportu zbiorowego na poszczególnych odcinkach sieci transportowej P_i^{TZm} [os./h],
- g) natężenia ruchu na poszczególnych odcinkach sieci transportowej Q_i^{SOm} [poj./h],
- h) wielkość pracy przewozowej transportu zbiorowego W_{km}^{TZm} [pasażero-km/h], wyznaczana ze wzoru (4.7.3), oraz W_h^{TZm} [pasażero-godziny/h], wyznaczana ze wzoru (4.7.4):

$$W_{km}^{TZm} = \sum_{i=1}^n P_i^{TZm} \cdot l_{si}^{TZm} \quad (4.7.3)$$

gdzie:

W_{km}^{TZm} – wielkość pracy przewozowej transportu zbiorowego [pasażero-km/h],

P_i^{TZm} – wielkość potoków pasażerów transportu zbiorowego na poszczególnych odcinkach sieci transportowej [os./h],

l_{si}^{TZm} – długość odcinka sieci (z modelu) pokonywanego z wykorzystaniem transportu zbiorowego [km],

$$W_h^{TZm} = \sum_{i=1}^n P_i^{TZm} \cdot ts_i^{TZm} \quad (4.7.4)$$

gdzie:

W_h^{TZm} – wielkość pracy przewozowej transportu zbiorowego [pasażero-godziny/h],

P_i^{TZm} – wielkość potoków pasażerów transportu zbiorowego na poszczególnych odcinkach sieci transportowej [os./h],

ts_i^{TZm} – czas przejazdu odcinka sieci (z modelu) pokonywanego z wykorzystaniem transportu zbiorowego [h],

- i) wielkość pracy przewozowej samochodowego transportu indywidualnego W_{km}^{SOM} [pojazdo-km/h], wyznaczana ze wzoru (4.7.5), oraz W_h^{SOM} [pojazdo-godziny/h], wyznaczana ze wzoru (4.7.6):

$$W_{km}^{SOM} = \sum_{i=1}^n Q_i^{SOM} \cdot ls_i^{SOM} \quad (4.7.5)$$

gdzie:

W_{km}^{SOM} – wielkość pracy przewozowej samochodowego transportu indywidualnego [pojazdo-km/h],

Q_i^{SOM} – natężenia ruchu na poszczególnych odcinkach sieci transportowej [poj./h],

ls_i^{SOM} – długość odcinka sieci (z modelu) pokonywanego z wykorzystaniem samochodów osobowych [km],

$$W_h^{SOM} = \sum_{i=1}^n Q_i^{SOM} \cdot ts_i^{SOM} \quad (4.7.6)$$

gdzie:

W_h^{SOM} – wielkość pracy przewozowej samochodowego transportu indywidualnego [pojazdo-godziny/h],

Q_i^{SOM} – natężenia ruchu na poszczególnych odcinkach sieci transportowej [poj./h],

ts_i^{SOM} – czas przejazdu odcinka sieci (z modelu) pokonywanego z wykorzystaniem samochodów osobowych [h],

- j) prędkość transportu zbiorowego w sieci transportowej V_s^{TZm} [km/h], wyznaczana ze wzoru (4.7.7):

$$V_s^{TZm} = \frac{W_{km}^{TZm}}{W_h^{TZm}} \quad (4.7.7)$$

gdzie:

V_s^{TZm} – prędkość transportu zbiorowego w sieci transportowej [km/h],

W_{km}^{TZm} – wielkość pracy przewozowej transportu zbiorowego [pasażero-km/h],

W_h^{TZm} – wielkość pracy przewozowej transportu zbiorowego [pasażero-godziny/h],

- k) prędkość samochodowego transportu indywidualnego w sieci transportowej V_s^{SOM} [km/h], obliczana ze wzoru (4.7.8):

$$V_s^{SOM} = \frac{W_{km}^{SOM}}{W_h^{SOM}} \quad (4.7.8)$$

gdzie:

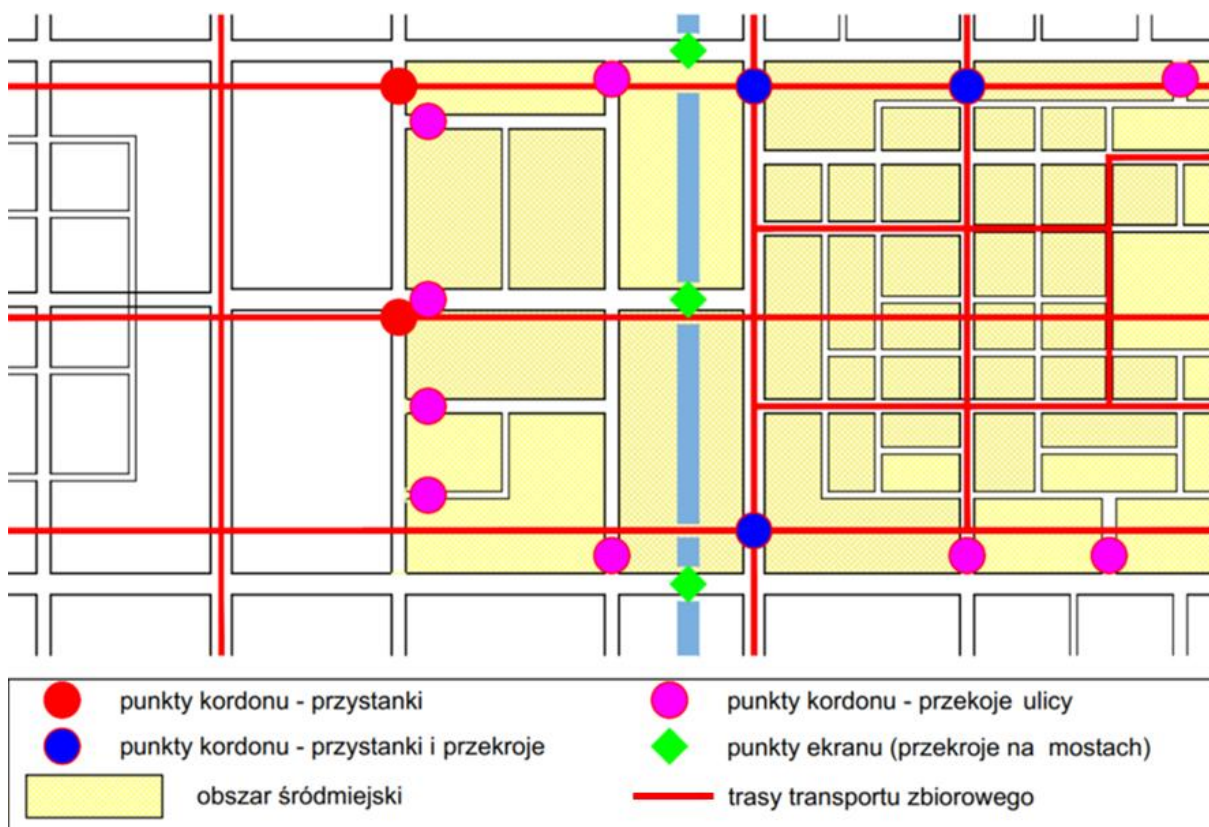
V_s^{SOM} – prędkość samochodowego transportu indywidualnego w sieci transportowej [km/h],

W_{km}^{SOM} – wielkość pracy przewozowej samochodowego transportu indywidualnego [pojazdo-km/h],

W_h^{SOM} – wielkość pracy przewozowej samochodowego transportu indywidualnego [pojazdo-godziny/h].

(9) Weryfikacja modelu stanu istniejącego polega na porównaniu wyników uzyskanych z modelu z wynikami pomiarów uzyskanych w warunkach rzeczywistych. Porównanie (w skali całej sieci transportowej) obejmuje co najmniej:

- wielkości potoków pasażerskich na odcinkach lub w wyznaczonych przekrojach sieci transportu zbiorowego (także na wybranych liniach komunikacyjnych),
- wielkości natężeń ruchu pojazdów na odcinkach sieci, w tym w szczególności w ustalonych przekrojach sieci, przy czym preferowane jest podejście polegające na określeniu uporządkowanego zestawu punktów pomiarowych, w przypadku analizy na poziomie miasta będą to punkty zlokalizowane co najmniej na wlotach do obszaru śródmiejskiego i na wlotach do miasta (tzw. kordon wewnętrzny i kordon zewnętrzny) oraz wzdłuż określonych obiektów liniowych pochodzenia naturalnego lub infrastruktury technicznej (tzw. ekran, np. punkty pomiarowe zlokalizowane na mostach lub przecięciach trasy kolejowej), co przedstawia rys. 4.7.2.



Rys. 4.7.2. Przykład lokalizacji punktów pomiarowych na kordonie śródmieścia oraz na ekranie rzeki przecinającej miasto

(10) Do weryfikacji modelu, zarówno pod względem uzyskanych wielkości potoków pasażerskich w transporcie zbiorowym, jak również natężeń ruchu w samochodowym transporcie indywidualnym można używać:

- a) współczynnika determinacji – określającego jaką część zmienności wielkości potoków pasażerskich lub natężeń ruchu pochodzących z pomiarów pokrywa się z wartościami uzyskanymi w modelu transportowym, co wyrażają wzory (4.7.9) oraz (4.7.10):

$$(R^{TZ})^2 = \frac{\sum_{i=1}^n (P_i^{TZm} - \bar{P}^{TZ})^2}{\sum_{i=1}^n (P_i^{TZ} - \bar{P}^{TZ})^2} \quad (4.7.9)$$

$$(R^{SO})^2 = \frac{\sum_{i=1}^n (Q_i^{SOm} - \bar{Q}^{SO})^2}{\sum_{i=1}^n (Q_i^{TSOZ} - \bar{Q}^{SO})^2} \quad (4.7.10)$$

gdzie:

R^{TZ} – współczynnik determinacji do oceny stopnia dopasowania wielkości potoków pasażerskich pochodzących z modelu oraz z pomiarów [-],

R^{SO} – współczynnik determinacji do oceny stopnia dopasowania wielkości natężeń ruchu samochodów, pochodzących z modelu oraz z pomiarów [-],

P_i^{TZm} – wielkość potoków pasażerów transportu zbiorowego na poszczególnych odcinkach sieci transportowej [os./h],

P_i^{TZ} – wielkość potoku pasażerskiego na odcinku sieci, wyznaczona z pomiarów [os./h],

$\bar{P}^{TZ}$ – średnia liczba pasażerów transportu zbiorowego w sieci obliczona na podstawie wyników pomiarów [os./h] (pod uwagę brane tylko odcinki, na których wykonano pomiary),

Q_i^{SOm} – natężenia ruchu samochodów osobowych na poszczególnych odcinkach sieci transportowej [poj./h]

Q_i^{SO} – natężenie ruchu na odcinku sieci, wyznaczone z pomiarów [poj./h],

$\bar{Q}^{SO}$ – średnia liczba samochodów osobowych w sieci obliczona na podstawie wyników pomiarów [os./h] (pod uwagę brane tylko odcinki, na których wykonano pomiary),

- b) wskaźnika statystycznego GEH, wyznaczanego ze wzorów (4.7.11) i (4.7.12), przy czym wynik porównania jest pozytywny, jeżeli $GEH < 5$ dla co najmniej 85% analizowanych odcinków:

$$GEH^{TZ} = \sqrt{\frac{(P_i^{TZm} - P_i^{TZ})}{(P_i^{TZm} + P_i^{TZ}) \cdot 0,5}} \quad (4.7.11)$$

$$GEH^{SO} = \sqrt{\frac{(Q_i^{SOm} - Q_i^{SO})}{(Q_i^{SOm} + Q_i^{SO}) \cdot 0,5}} \quad (4.7.12)$$

gdzie:

GEH^{TZ} – wskaźnik statystyczny GEH dla transportu zbiorowego [-],

GEH^{SO} – wskaźnik statystyczny GEH dla samochodów osobowych [-],

P_i^{TZm} – wielkość potoków pasażerów transportu zbiorowego na poszczególnych odcinkach sieci transportowej [os./h],

P_i^{TZ} – wielkość potoku pasażerskiego na odcinku sieci, wyznaczona z pomiarów [os./h],

Q_i^{SO} – natężenie ruchu samochodów osobowych na odcinku sieci, wyznaczone z pomiarów [poj./h],

Q_i^{SOm} – natężenia ruchu na poszczególnych odcinkach sieci transportowej [poj./h].

(11) Dopiero pozytywny wynik porównania wartości z modelu i pomiarów stwarza możliwości budowy prognostycznych modeli transportowych dla wariantu referencyjnego i wariantów inwestycyjnych. W tab. 4.7.2 przedstawiono możliwe działania naprawcze, które stosuje się w celu poprawy modelu dla stanu istniejącego.

Tab. 4.7.2. Możliwości poprawy modelu transportowego w przypadku uzyskania niezadowalających efektów porównania modelu dla stanu istniejącego z wynikami pomiarów

Problem		Samochodowy transport indywidualny			
		Zbyt mała liczba podróży w sieci	Zbyt duża liczba podróży w sieci	Zbyt niska prędkość podróży w sieci	Zbyt wysoka prędkość podróży w sieci
Transport zbiorowy	Zbyt mała liczba podróży w sieci	• zwiększenie potencjałów ruchotwórczych • zmniejszenie udziału podróży niezmotoryzowanych	• zwiększenie udziału transportu zbiorowego w podróżach • podwyższenie założonych prędkości pojazdów transportu zbiorowego • obniżenie założonych prędkości transportu indywidualnego	• zwiększenie potencjałów ruchotwórczych • podwyższenie założonych prędkości transportu indywidualnego	• zwiększenie potencjałów ruchotwórczych • obniżenie założonych prędkości pojazdów transportu indywidualnego
	Zbyt duża liczba podróży w sieci	• zmniejszenie udziału transportu zbiorowego w podróżach • obniżenie założonych prędkości pojazdów transportu zbiorowego • podwyższenie prędkości transportu indywidualnego	• zmniejszenie potencjałów ruchotwórczych • zwiększenie udziału podróży niezmotoryzowanych	• zmniejszenie potencjałów ruchotwórczych • podwyższenie założonych prędkości pojazdów transportu indywidualnego	• zmniejszenie potencjałów ruchotwórczych • obniżenie założonych prędkości pojazdów transportu indywidualnego
	Zbyt niska prędkość podróży w sieci	• zwiększenie potencjałów ruchotwórczych • podwyższenie założonych prędkości pojazdów transportu zbiorowego	• zmniejszenie potencjałów ruchotwórczych • podwyższenie założonych prędkości pojazdów transportu zbiorowego	• podwyższenie założonych prędkości transportu zbiorowego • podwyższenie założonych prędkości pojazdów transportu indywidualnego	• podwyższenie założonych prędkości transportu zbiorowego • obniżenie założonych prędkości pojazdów transportu indywidualnego
	Zbyt wysoka prędkość podróży w sieci	• zwiększenie potencjałów ruchotwórczych • obniżenie założonych prędkości pojazdów transportu zbiorowego	• zmniejszenie potencjałów ruchotwórczych • obniżenie założonych prędkości pojazdów transportu zbiorowego	• obniżenie założonych prędkości transportu zbiorowego • podwyższenie prędkości pojazdów transportu indywidualnego	• obniżenie założonych prędkości transportu zbiorowego • obniżenie założonych prędkości pojazdów transportu indywidualnego

(12) Wariant referencyjny powinien odzwierciedlać prawdopodobny stan sieci transportowej bez uwzględnienia realizacji aktualnie analizowanego projektu, w kolejnych latach funkcjonowania systemu transportowego. Zaleca się, aby wariant referencyjny był określany dla następujących horyzontów czasowych:

- a) rok następujący po roku oddania do użytkowania analizowanej inwestycji transportowej,
- b) kolejne horyzonty czasowe w odstępach pięcioletnich, przynajmniej do 20-30 lat (w zależności od rangi projektu) po roku od oddania do użytkowania analizowanej inwestycji transportowej.

(13) Budowa wariantów inwestycyjnych umożliwiających realizację postawionych celów powinna obejmować:

- a) rozpatrzenie wariantów strategicznych, dotyczących kierunków rozwoju sieci transportowej, w tym uwzględnienie dostępnych koncepcji i projektów dotyczących analizowanego projektu oraz wstępne określenie wariantów autorskich, obejmujących ocenę wszelkich możliwych środków, które realnie mogą przyczynić się do osiągnięcia celów, spośród całościowego i multimodalnego zakresu możliwych działań, jakie należy podjąć, z uwzględnieniem środków infrastrukturalnych, organizacyjnych oraz operacyjnych (tab. 4.7.3),
- b) wstępny ranking wariantów strategicznych, zmierzający do określenia listy najbardziej efektywnych wariantów do oceny zasadniczej – na tym etapie należy zrezygnować z wariantów mało realnych oraz dokonać wyboru pomiędzy podwariantami, efektem będą warianty najlepsze w swojej klasie,
- c) budowę wariantów wynikowych do oceny, przy czym należy się upewnić, czy zaproponowane warianty rzeczywiście stwarzają możliwości poprawy stanu istniejącego.

Tab. 4.7.3. Rodzaje wariantów strategicznych rozwoju systemu transportu zbiorowego

Rodzaj wariantu	Przykładowe zakresy rozwiązań i działań
Warianty związane z elementami infrastruktury dla transportu zbiorowego	• rozbudowa infrastruktury liniowej (nowe odcinki sieci) i punktowej (nowe przystanki, dworce, pętle) • wprowadzenie rozwiązań specjalnych (tunele, obiekty mostowe, tory kierunkowe) • modernizacja istniejącej trasy, zmiana parametrów trasy, zmiana lokalizacji przystanków
Warianty związane z organizacją ruchu	• zmiana przeznaczenia jezdni • wydzielenie pasa ruchu dla potrzeb transportu zbiorowego • ograniczenie parkowania przy jezdni • wprowadzenie priorytetów dla pojazdów transportu zbiorowego w sterowaniu ruchem
Warianty dotyczące organizacji systemu transportu zbiorowego	• zmiana marszrut linii transportu zbiorowego (w tym: zmiana tras linii, częstotliwości kursowania) • korekta czasów przejazdu odcinków sieci i rozkładów jazdy • zmiana taryfy przewozowej • zmiany systemowe w procesie zarządzania przewozami
Warianty dotyczące eksploatacji i taboru	• zmiana w zarządzaniu flotą pojazdów (zmniejszenie, zwiększenie, przekierowywanie) • wymiana lub modernizacja taboru • wprowadzenie systemu sterowania dyspozytorskiego
Warianty mieszane	• kombinacje powyższych działań

(14) Budowa modeli prognostycznych dla wariantu referencyjnego oraz wariantów inwestycyjnych dla założonych horyzontów czasowych powinna się odbywać na zasadach takich samych jak budowa modelu dla stanu istniejącego, z uwzględnieniem przyjętego horyzontu analizy, w odstępach 5-letnich. Na etapie budowy modeli prognostycznych uwzględnia się:

- a) zmiany w zagospodarowaniu przestrzennym, mające wpływ na wielkość potencjałów ruchotwórczych oraz rozkład przestrzenny ruchu,
- b) zmiany demograficzne, z uwzględnieniem struktury wiekowej i zawodowej mieszkańców,
- c) istotne zmiany społeczno-ekonomiczne, w tym udział osób w wieku produkcyjnym, poziom bezrobocia itp.,
- d) przewidywane zmiany zachowań transportowych użytkowników całego systemu transportowego, w tym ruchliwości i wykorzystania środków transportu,
- e) przewidywane zmiany polityki transportowej.

(15) Ocena porównawcza wariantów powinna obejmować wariant referencyjny oraz warianty inwestycyjne i być prowadzona na zasadach analizy wielokryterialnej. Powinna ona obejmować:

- a) analizę potencjalnych skutków transportowych wdrożenia poszczególnych wariantów, do których należą wskaźniki wyszczególnione w tab. 4.7.4,
- b) analizę ekonomiczną, w tym koszty i korzyści ekonomiczne (w szczególności oszczędności czasu użytkowników sieci transportowej) oraz wskaźniki efektywności ekonomicznej,
- c) analizę finansową, w tym opłacalność i trwałość finansową projektu,
- d) analizę wrażliwości i analizę ryzyka (ocena wrażliwości rezultatów projektu na zmiany kluczowych parametrów projektu, identyfikacja zmiennych krytycznych i obszarów ryzyka),
- e) analizę środowiskową, w tym ocenę oddziaływania na środowisko,
- f) ocenę społeczną (efekt konsultacji społecznych).

Tab. 4.7.4. Wskaźniki do oceny potencjalnych skutków transportowych wdrożenia poszczególnych wariantów

Rodzaj wskaźnika	Wskaźnik
Wskaźniki dotyczące liczby podróży	• liczba i udział podróży odbywanych poszczególnymi środkami transportu (transport zbiorowy, samochodowy transport indywidualny) • liczba podróży odbywanych bez przesiadek • liczba podróży odbywanych w poszczególnych motywacjach
Wskaźniki dotyczące wykorzystania środków transportu	• udział transportu zbiorowego w podróżach niezmotoryzowanych • udział podróży transportem zbiorowym (z przesiadkami i bez przesiadek) • udział podróży odbywanych samochodem osobowym
Wskaźniki dotyczące obciążenia sieci transportowej	• wielkości potoków pasażerów transportu zbiorowego na poszczególnych odcinkach sieci transportowej • wielkości natężeń ruchu • wielkość pracy przewozowej (transport zbiorowy, samochodowy transport indywidualny)
Wskaźniki dotyczące parametrów podróży	• czas podróży z rozbiem na środki transportu • czas dojścia/odejścia do/z przystanku • czas oczekiwania na przystanku • czas przejazdu • czas przesiadki • średnia długość przejazdu w podziale na środki transportu • średnia prędkość przejazdu według środków transportu

(16) Wyboru wariantu rekomendowanego dokonuje się z uwzględnieniem szerokiej perspektywy społecznej oraz obiektywnych zasad oceny, bazujących na wynikach analizy wielokryterialnej ocenianych wariantów inwestycyjnych, w odniesieniu do wariantu referencyjnego. Rekomendacja może dotyczyć:

- a) jednego z wariantów inwestycyjnych – gdy w wyniku analizy uznano inwestycję za ekonomicznie wskazaną,
- b) wariantu referencyjnego – co oznacza zaniechanie analizowanej inwestycji, w przypadku uzyskania negatywnej oceny ekonomicznej.

(17) Uzgodnienia wariantu rekomendowanego obejmują konsultacje z wszystkimi grupami beneficjentów, w tym z władzami samorządowymi oraz przedstawicielami mieszkańców, a także ewentualne konsultacje ze środowiskami eksperckimi.

(18) Opracowanie wariantu wdrożeniowego powinno uwzględniać wyniki powyższych uzgodnień w zakresie możliwym do realizacji w ramach projektu.

(19) Partycypacja społeczna powinna mieć miejsce na następujących etapach planowania inwestycji transportowej:

- a) budowa wariantów inwestycyjnych, obejmujących rozwiązania rozważane do realizacji w ramach danego projektu inwestycyjnego, zgodnie z zasadami projektowania uniwersalnego,
- b) ocena wielokryterialna zaproponowanych wariantów, w zakresie obiektywnej oceny poszczególnych wariantów, uwzględnionej w ocenie całościowej,
- c) uzgodnienia społeczne i polityczne dla wariantu rekomendowanego.

5. Badania i pomiary w transporcie zbiorowym

5.1. Rodzaje badań i pomiarów w transporcie zbiorowym

(1) Badania i pomiary w transporcie zbiorowym służą pozyskaniu wiedzy na temat aktualnego stanu systemu transportowego oraz stanowią podstawę do podejmowania decyzji dotyczących dalszej eksploatacji oraz rozwoju tego systemu w przyszłości. Mogą dotyczyć każdego aspektu funkcjonowania systemu transportowego, w tym podsystemu transportu zbiorowego, a ich zakres powinien być każdorazowo ustalany w oparciu o założone cele i potencjalne możliwości wykorzystania wyników.

(2) Do typowych celów badań i pomiarów funkcjonowania systemu transportowego, a w szczególności transportu zbiorowego, należą:

- a) identyfikacja istniejącego wykorzystania infrastruktury, w tym elementów infrastruktury wykorzystywanych przez pojazdy transportu zbiorowego,
- b) identyfikacja istniejącego stanu przewozów w transporcie zbiorowym, pod kątem oceny oraz dopasowania zakresu i jakości obsługi do aktualnych potrzeb,
- c) planowanie i projektowanie nowych elementów infrastruktury transportowej bądź przebudowy istniejących elementów infrastruktury, w tym infrastruktury dla transportu zbiorowego,
- d) planowanie i projektowanie zmian organizacji ruchu z uwzględnieniem potrzeb transportu zbiorowego,
- e) planowanie i projektowanie oferty przewozowej transportu zbiorowego,
- f) określenie standardów jakości obsługi transportem zbiorowym.

(3) Badania realizowane w celu pozyskania informacji niezbędnych do planowania, projektowania oraz eksploatacji infrastruktury, a także budowy oferty przewozowej transportu zbiorowego obejmują:

- a) badania potrzeb transportowych, mające na celu odwzorowanie liczby i charakterystyk podróży wykonywanych przez użytkowników sieci transportowej, w tym pasażerów transportu zbiorowego (opisane dalej w podrozdziale 5.2),
- b) badania ocen i preferencji użytkowników systemu transportowego (podrozdział 5.3),
- c) pomiary natężeń ruchu oraz struktury rodzajowej i kierunkowej pojazdów (podrozdział 5.4),
- d) pomiary czasu przejazdu pojazdów transportu zbiorowego (podrozdział 5.5),
- e) pomiary zgłoszeń pojazdów transportu zbiorowego na przystankach (podrozdział 5.6),
- f) pomiary czasu przejazdu pojazdów transportu indywidualnego (podrozdział 5.7),
- g) pomiary liczby osób w pojazdach transportu zbiorowego (podrozdział 5.8),
- h) pomiary liczby osób w pojazdach transportu indywidualnego (podrozdział 5.9),
- i) pomiary zgłoszeń pasażerów na przystankach (podrozdział 5.10),
- j) pomiary wykorzystania infrastruktury przystankowej (podrozdział 5.11).

(4) Możliwe jest wykonywanie również innych rodzajów badań i pomiarów, w zależności od zidentyfikowanych potrzeb.

(5) Badania podróży oraz badania ocen i preferencji użytkowników mają na celu pozyskanie danych do analizy popytu na korzystanie z systemu transportowego, w tym na korzystanie z oferty przewozowej transportu zbiorowego i stanowią podstawę do budowy modeli transportowych. Natomiast pomiary natężeń ruchu, struktury rodzajowej pojazdów, czasu przejazdu, liczby użytkowników, zgłoszeń pasażerów oraz wykorzystania infrastruktury przystankowej – służą głównie do bieżącej oceny stanu systemu transportowego oraz dodatkowo, do weryfikacji modeli transportowych.

(6) We wszystkich rodzajach prowadzonych pomiarów uwzględnia się poszczególne etapy ich realizacji:

- a) etap planowania i przygotowania badań i pomiarów,
- b) etap gromadzenia danych – realizacja badań i pomiarów,
- c) etap weryfikacji danych – obejmujący analizę błędów badań i pomiarów oraz ewentualne zastosowanie algorytmów uzupełniających brakujące dane,
- d) etap wyznaczania parametrów statystycznych,
- e) etap wnioskowania na podstawie uzyskanych wyników badań i pomiarów.

5.2. Badania potrzeb transportowych

(1) Badania potrzeb transportowych (określane również jako badania podróży lub badania popytu potencjalnego) służą pozyskiwaniu informacji na temat zwyczajów transportowych użytkowników sieci transportowej, w tym głównie pozyskaniu informacji na temat liczby i charakterystyk faktycznie realizowanych podróży po istniejącej sieci transportowej, w istniejących warunkach funkcjonowania systemu transportowego. Badania potrzeb transportowych mogą być realizowane na poziomie lokalnym, regionalnym, krajowym lub międzynarodowym, w ramach badań powtarzalnych lub okazjonalnych. Mogą być prowadzone w formie bezpośrednich wywiadów kwestionariuszowych realizowanych w gospodarstwach domowych albo wywiadów telefonicznych albo w postaci badania internetowego.

(2) Badania podróży prowadzi się zgodnie z zasadami prowadzenia badań kwestionariuszowych [14], z zapewnieniem reprezentatywności próby badawczej, w szczególności zapewnieniem odpowiedniej liczebności i losowości próby. Badania powinny obejmować wszystkich członków wylosowanych gospodarstw domowych, w wieku co najmniej 6 lat. Zalecana metodyka prowadzenia badań potrzeb transportowych obejmuje cztery rodzaje kwestionariuszy:

- a) kwestionariusz punktu adresowego – służący do zbierania informacji na temat procesu nawiązywania kontaktu z respondentem,
- b) kwestionariusz gospodarstwa domowego – służący do rejestracji podstawowych danych na temat gospodarstw domowych,
- c) kwestionariusz indywidualny do badania ogólnego, dla osób w wieku 6 lat i więcej, służący do pozyskania ogólnych informacji o badanej osobie oraz ogólnych informacji na temat realizowanych przez nią podróży,
- d) kwestionariusz indywidualny do badania szczegółowego, dla osób w wieku 6 lat i więcej – służący do pozyskania szczegółowych informacji o badanej osobie oraz ogólnych informacji na temat realizowanych przez nią podróży.

(3) Zakres informacji pozyskiwanych w ramach poszczególnych rodzajów kwestionariuszy określa tab. 5.2.1.

Tab. 5.2.1. Zakres informacji pozyskiwanych w ramach poszczególnych rodzajów kwestionariuszy

Rodzaj kwestionariusza	Zakres informacji
Kwestionariusz punktu adresowego	• dane punktu adresowego • liczba prób kontaktu z mieszkańcami wraz z datami podjęcia prób kontaktu • efekt nawiązania kontaktu (realizacja badania lub jej zaniechanie) • (ewentualnie) przyczyna odmowy wzięcia udziału w badaniu
Kwestionariusz gospodarstwa domowego	• liczba gospodarstw domowych mieszkających pod danym adresem • liczba osób w gospodarstwie domowym (ogółem oraz osobno w wieku 6 lat lub więcej) • liczba pojazdów do dyspozycji przynajmniej jednego z członków gospodarstwa domowego w tygodniu badania lub dniu poprzedzającym badanie (z rozróżnieniem na: samochody osobowe, samochody dostawcze, motocykle, motorowery, rowery, urządzenia transportu osobistego) • liczba osób posiadających bilety długoterminowe transportu zbiorowego (z ewentualnym podaniem rodzajów biletów)

Rodzaj kwestionariusza	Zakres informacji
Kwestionariusz indywidualny do badania ogólnego	• płeć i wiek respondenta • poziom ukończonego wykształcenia (wyższe, policealne lub pomaturalne, średnie, zasadnicze zawodowe, gimnazjalne, podstawowe, nieukończone lub brak wykształcenia) • zajęcia podstawowe i dodatkowe (pracujący poza domem, pracujący w domu, pracujący w trybie mieszanym, bezrobotny, emeryt lub rencista, student, uczeń szkoły ponadpodstawowej, uczeń szkoły podstawowej, pozostałe) • liczba dni korzystania z poszczególnych środków transportu w ciągu typowego tygodnia • częstość wyjazdów w weekendy w ciągu ostatniego roku (min. 1 nocleg) – ogółem, w celu odpoczynku, turystyki lub sportu, w celach zarobkowych lub służbowych, do rodziny lub znajomych, na wydarzenie sportowe, kulturalne lub muzyczne albo związane z pasją, inne • motywacja wyboru środka transportu w najczęściej odbywanych podróżach, np. w dojazdach do pracy lub nauki (bliskość do środka transportu, częstotliwość kursowania, bezpośrednie połączenie, koszt podróży, bezpieczeństwo podróży, czas przejazdu, komfort podróży, ochrona środowiska, zdrowy tryb życia, inne) • powody ewentualnego korzystania z publicznego transportu zbiorowego (wysoka częstotliwość transportu zbiorowego, atrakcyjność połączeń, akceptowalny koszt podróży, wysoka punktualność, poczucie bezpieczeństwa podróży, akceptowalny czas przejazdu, bliskość przystanku, wysoki komfort podróży, inne) • powody ewentualnego niekorzystania z publicznego transportu zbiorowego (brak transportu zbiorowego, brak odpowiednich połączeń, wysoki koszt podróży, brak poczucia bezpieczeństwa podróży, nieakceptowalny czas przejazdu, zbyt duża odległość do najbliższego przystanku, nieodpowiedni komfort podróży, korzystanie z samochodu służbowego, inne) • warunki ewentualnego rozpoczęcia korzystania z publicznego transportu zbiorowego (uruchomienie bezpośredniego połączenia, zwiększenie częstotliwości kursowania, zmniejszenie liczby przesiadek, obniżenie kosztu podróży, zwiększenie bezpieczeństwa podróży, skrócenie czasu przejazdu, zmiana lokalizacji przystanku, zwiększenie komfortu podróży, zaostrzenie zasad ochrony środowiska, bardziej dostępna informacja, inne) • ważność poszczególnych cech jakości transportu zbiorowego (w tym: dostępność do przystanków, częstotliwość kursowania, punktualność, regularność, komfort podróży, czas (prędkość) podróży, koszt podróży, bezpieczeństwo komunikacyjne i osobiste, inne) • ocena jakości transportu zbiorowego (w tym: dostępność do przystanków, częstotliwość kursowania, punktualność, regularność, komfort podróży, czas (prędkość) podróży, koszt podróży, bezpieczeństwo komunikacyjne i osobiste, inne)
Kwestionariusz indywidualny do badania szczegółowego	• miejsce początku i końca podróży (w zależności, czy podróż rozpoczyna się lub kończy w badanym mieście, w województwie lub poza województwem lub za granicą: miasto lub miejscowość, ulica, numer domu lub inny charakterystyczny, łatwy do identyfikacji punkt miasta lub miejscowości) • motywacja początku i końca podróży (dom, praca, szkoła, wyższa uczelnia, sprawy służbowe lub interesy, zakupy w centrach handlowo-usługowych, inne zakupy, usługi, rekreacja lub hobby, odwiedziny, turystyka, podwożenie lub odprowadzanie innych osób, potrzeby religijne, cmentarz, inne) • czas (godzina i minuta) rozpoczęcia i zakończenia podróży • czas dojścia pieszo na początku i na końcu podróży: do/z parkingu lub przystanku albo stacji kolejowej (zaleca się także zebranie informacji na temat czasu trwania poszczególnych etapów podróży) • sposoby podróżowania na poszczególnych etapach każdej podróży (wyłącznie pieszo, rower prywatny, rower publiczny, motocykl albo skuter lub motorower, samochód osobowy – jako kierowca, samochód osobowy – jako pasażer, taksówka lub przewoźnik indywidualny, samochód dostawczy, samochód ciężarowy, autobus miejski lub podmiejski, trolejbus, tramwaj, metro, pociąg miejski, pociąg osobowy, pociąg pospieszny lub ekspresowy, autobus albo autokar lub minibus międzymiastowy, autobus lub minibus do zakładu pracy lub centrum handlowego, samolot, prom lub statek, inny pojazd) • liczba przesiadek podczas podróży • liczba dzieci do lat 6 podróżujących wspólnie z respondentem • jeżeli podróż odbyła się samochodem – liczba osób podróżujących wspólnie w samochodzie (razem z kierowcą)

(4) Schemat postępowania podczas realizacji badań podróży przedstawia tab. 5.2.2.

Tab. 5.2.2. Schemat postępowania podczas badań potrzeb transportowych

Element	Opis
Sposób i miejsce wykonania badania	• tradycyjne badanie kwestionariuszowe, przeprowadzane metodą bezpośrednią przez ankietera w miejscu zamieszkania respondenta (gospodarstwo domowe) – zalecane • badanie telefoniczne, przeprowadzane z udziałem ankietera – zalecane • badanie internetowe, wykonywane na zasadzie samospisu respondenta z możliwym udziałem asystenta pomocy • badanie internetowe, wykonywane na zasadzie samospisu respondenta
Uczestnicy badania	• wszyscy członkowie gospodarstwa domowego w wieku powyżej 6 lat
Wybór uczestników badania	• wylosowane gospodarstwa domowe z bazy adresowej
Zakres badania	• pozyskanie podstawowych informacji na temat gospodarstwa domowego, związanych z podróżowaniem • pozyskanie ogólnych informacji o badanych osobach i realizowanych przez nie podróżach • szczegółowa rejestracja wszystkich podróży odbytych przez badane osoby w przeciętnym dniu roboczym, poprzedzającym wywiad
Okres prowadzenia badania	• miesiące: marzec, kwiecień, maj, wrzesień, październik • dni tygodnia: środa, czwartek, piątek lub sobota (wówczas szczegółowa rejestracja podróży dotyczy czwartku), z pominięciem świąt, dni wolnych od pracy i okresów typowo urlopowych (np. przedłużane weekendy)
Czas przeprowadzenia jednego wywiadu	• w zależności od przyjętego zakresu pytań, najczęściej 10-20 minut przypadające na jednego respondenta
Liczebność próby badawczej	• ustalana indywidualnie, zależności od potrzeb i możliwości finansowych organizatora, lecz zalecane jest zbadanie nie mniej niż: – obszary metropolitarne – co najmniej 1500 gospodarstw domowych – duże miasta (stolice województw) – co najmniej 1000 gospodarstw domowych – miasta średnie, stolice powiatów – co najmniej 500 gospodarstw domowych lecz nie mniej niż 2% gospodarstw domowych – pozostałe miasta, duże wsie – co najmniej 100 gospodarstw domowych
Krotność badania	• badanie powtarzalne – przeprowadzenie badania 2-6 razy w roku • badanie okazjonalne
Podstawowe wyniki badania	• ruchliwość przeciętnego użytkownika systemu transportowego • częstość odbywania podróży w ciągu tygodnia • struktura przestrzenna podróży • czas trwania podróży i jej poszczególnych etapów • udział środków transportu w podróżach • preferencje transportowe mieszkańców • powody decyzji dotyczących realizowanych podróży
Ważniejsze czynniki różnicujące wyniki badania	• wiek, płeć, poziom wykształcenia, status majątkowy respondenta • motywacja podróży • wybrany środek transportu • godzina rozpoczęcia/zakończenia podróży • fakt posiadania biletu okresowego / dostępu do samochodu
Uwagi	• wyniki badania należy rozszerzyć na populację mieszkańców danej jednostki osadniczej

5.3. Badania opinii i preferencji użytkowników transportu zbiorowego

(1) Badania opinii (ocen) i preferencji użytkowników systemu transportowego mogą stanowić integralną część badań podróży lub być prowadzone całkowicie oddzielnie. Zazwyczaj są prowadzone wśród użytkowników transportu zbiorowego, chociaż bardziej wartościowe wyniki można uzyskać w przypadku badania wśród ogółu użytkowników systemu transportowego, w tym osób niekorzystających z transportu zbiorowego. Badania te mają zazwyczaj charakter okazjonalny, chociaż coraz częściej odbywają się cyklicznie, np. jako element barometrów miejskich.

(2) Celem badań jest pozyskanie wiedzy na temat społecznego postrzegania szeroko pojętej jakości oferty przewozowej transportu zbiorowego, jakości zastosowań rozwiązań infrastruktury, jak również oceny i ważności poszczególnych aspektów funkcjonowania transportu zbiorowego (punktualność, pewność odbycia podróży w określonym czasie, regularność, czas jazdy, koszt podróży, bezpieczeństwo i inne), a także preferencji użytkowników na temat rozwoju systemu transportowego lub wdrażanych rozwiązań.

(3) Badania prowadzi się zgodnie z zasadami prowadzenia badań kwestionariuszowych, z zapewnieniem reprezentatywności próby badawczej, w tym odpowiedniej liczebności oraz losowości próby badawczej.

(4) Zakres prowadzenia badań opinii i preferencji użytkowników transportu zbiorowego jest relatywnie szeroki, tego rodzaju badania są często prowadzone w sposób indywidualny, w zależności od doraźnych potrzeb. Natomiast, zakres najczęściej realizowanych badań opinii i preferencji użytkowników transportu zbiorowego obejmuje:

- a) kwestionariusz do badania ważności kryteriów oceny transportu zbiorowego oraz ocen poszczególnych aspektów funkcjonowania transportu zbiorowego,
- b) kwestionariusz do badania opinii na temat elementów infrastruktury transportowej lub elementów organizacji ruchu i przewozów,
- c) kwestionariusz do zbierania informacji na temat oczekiwanych standardów transportu zbiorowego,
- d) kwestionariusz do rejestracji informacji na temat aktualnie realizowanej podróży.

(5) Zakres informacji pozyskiwanych w ramach poszczególnych rodzajów kwestionariuszy określa tab. 5.3.1.

Tab. 5.3.1. Zakres informacji pozyskiwanych w ramach poszczególnych rodzajów kwestionariuszy

Rodzaj kwestionariusza	Zakres informacji
Kwestionariusz do badania ważności kryteriów oceny transportu zbiorowego oraz ocen poszczególnych aspektów funkcjonowania transportu zbiorowego	• dane punktu adresowego (np. nazwa i umiejscowienie przystanku, numer linii i numer boczny pojazdu) • ocenę ważności kryteriów oceny jakości transportu zbiorowego (w tym: dostępność do przystanków, częstotliwość kursowania, punktualność, pewność odbycia podróży w określonym czasie, regularność, komfort podróży, czas (prędkość) podróży, koszt podróży, bezpieczeństwo komunikacyjne i osobiste, inne) – z możliwym rozbićiem na poszczególne rodzaje podsystemów transportu zbiorowego lub elementy struktury organizacyjnej (np. poszczególne linie) • aktualną ocenę jakości transportu zbiorowego w stanie obecnym (w zakresie takim samym jak w wyżej opisanym badaniu oceny ważności) • częstość korzystania z transportu zbiorowego • wiek i płeć oraz ewentualnie inne cechy charakteryzujące respondenta
Kwestionariusz do badania opinii na temat elementów infrastruktury transportowej lub elementów organizacji ruchu i przewozów	• dane punktu adresowego (np. nazwa i umiejscowienie przystanku, numer linii i numer boczny pojazdu) • ocenę zadowolenia z ocenianych elementów infrastruktury, organizacji ruchu lub organizacji przewozów • ocenę potencjalnego zastosowania podobnych rozwiązań w innych lokalizacjach • ocenę propozycji dalszych zmian w infrastrukturze, organizacji ruchu i organizacji przewozów • częstość korzystania oraz gotowość do korzystania z ocenianych elementów infrastruktury, organizacji ruchu i organizacji przewozów

Rodzaj kwestionariusza	Zakres informacji
	- częstość korzystania z transportu zbiorowego - rejon zamieszkania respondenta (np. ścisłe centrum, śródmieście, dzielnica itp.) - wiek i płeć, oraz ewentualnie inne cechy charakteryzujące respondenta
Kwestionariusz do zbierania informacji na temat oczekiwanych standardów transportu zbiorowego	- dane punktu adresowego (np. nazwa i umiejscowienie przystanku, numer linii i numer boczny pojazdu) - maksymalna długość dojazdu do przystanku z punktu widzenia respondenta - maksymalny czas oczekiwania na pojazd transportu zbiorowego z punktu widzenia respondenta - dopuszczalne warunki przejazdu (np. konieczność uzyskania miejsca siedzącego, maksymalna długość przejazdu w tłoku) z punktu widzenia respondenta - określenie przedziału tolerancji dla odjazdu punktualnego - określenie maksymalnego akceptowalnego czasu dotarcia do celu podróży - częstość korzystania z transportu zbiorowego - wiek i płeć, oraz ewentualnie inne cechy charakteryzujące respondenta
Kwestionariusz do rejestracji informacji na temat aktualnie realizowanej podróży	- dane punktu adresowego (np. nazwa i umiejscowienie przystanku, numer linii i numer boczny pojazdu) - motywacja aktualnie wykonywanej podróży - miejsce początkowe i docelowe aktualnie wykonywanej podróży - identyfikacja preferowanego połączenia lub preferowanej linii – którymi będzie kontynuowana aktualnie odbywana podróż - identyfikacja możliwych połączeń alternatywnych - powody wyboru połączenia (linii) preferowanego i połączeń alternatywnych - częstość korzystania z preferowanego połączenia (linii) i połączeń alternatywnych - subiektywna ocena preferowanego połączenia (linii) i połączeń alternatywnych - wiek i płeć, oraz ewentualnie inne cechy charakteryzujące respondenta

(6) Rodzaje badań określone w tab. 5.3.1, ze względu na stosunkowo długi czas trwania pojedynczego wywiadu podczas oczekiwania pasażera na pojazd transportu zbiorowego, powinny być realizowane oddzielnie, w niezależnych terminach.

(7) Przedmiotowe zakresy badań mogą być zbyt obszerne w przypadku badań prowadzonych na przystankach o wysokiej częstotliwości odjazdów. W takich sytuacjach, kwestionariusze muszą być odpowiednio skrócone.

(8) Schemat postępowania podczas realizacji badań opinii i preferencji użytkowników transportu zbiorowego przedstawia tab. 5.3.2.

Tab. 5.3.2. Schemat postępowania podczas badań opinii i preferencji użytkowników transportu zbiorowego

Element	Opis
Sposób i miejsce wykonania badania	tradycyjne badanie kwestionariuszowe, przeprowadzane metodą bezpośrednią przez ankietera na przystanku (zalecane), dworcu, pętli końcowej (krańcówce) lub w pojeździe transportu zbiorowego
Uczestnicy badania	pasażerowie oczekujący na pojazd transportu zbiorowego lub znajdujący się w pojeździe transportu zbiorowego, którzy wyrazili zgodę na udział w badaniu
Wybór uczestników badania	- losowy, spośród osób korzystających z przystanku lub znajdujących się w pojeździe transportu zbiorowego - częściowo losowy z uwzględnieniem zadanej struktury respondentów (zazwyczaj wykorzystywane są łatwo identyfikowalne cechy respondentów, np. procentowy udział osób w określonym wieku i określonej płci)
Zakres badania	- pozyskanie podstawowych informacji na temat oczekiwanej i realizowanej jakości transportu zbiorowego - pozyskanie podstawowych informacji na temat stanu infrastruktury, organizacji ruchu i organizacji przewozów - pozyskanie informacji na temat oczekiwanych standardów jakości trans. zbiorowego - szczegółowa informacja na temat aktualnie wykonywanej podróży - dane na temat respondenta (wiek, płeć, inne)

Element	Opis
Okres prowadzenia badania	- miesiące: w zależności od zapotrzebowania, najczęściej: marzec, kwiecień, maj, wrzesień lub październik - dni tygodnia: w zależności od zapotrzebowania, najczęściej: wtorek, środa lub czwartek (dni robocze) oraz sobota i niedziela (dni weekendowe) - badanie może być realizowane w różnych okresach dnia, np. w okresie szczytu porannego (typowy przedział: 6:00-10:00) lub popołudniowego (14:00-19:00) lub okresie między szczytami (10:00-14:00)
Czas przeprowadzenia jednego wywiadu	2-5 minut przypadające na jednego respondenta (w zależności od przyjętego zakresu pytań)
Liczebność próby badawczej	ustalana indywidualnie, w zależności od wykorzystania wyników badania oraz możliwości finansowych i organizacyjnych realizatora badań, lecz zalecane jest przeprowadzenie co najmniej 100 (jeżeli w kwestionariuszu znajdują się pytania o charakterze jakościowym) lub 30 wywiadów (jeżeli pytania merytoryczne mają charakter ilościowy) na każdym przystanku lub na każdym fragmencie trasy (jeżeli realizowane w pojazdach).
Krotność badania	- badanie powtarzalne – przeprowadzenie badania 2-6 razy w roku - badanie okazjonalne (jednorazowe)
Interwał badania	okres dnia, np. przedział: 6:00-10:00, 10:00-14:00 lub 14:00-19:00
Dodatkowe badania i pomiary	- pomiar czasu przejazdu pojazdów transportu zbiorowego - pomiar liczby osób w pojazdach transportu zbiorowego - pomiar zgłoszeń pasażerów na przystankach - pomiar wykorzystania infrastruktury przystankowej
Podstawowe wyniki badania	- standard napełnień pojazdów transportu zbiorowego - subiektywna ocena oraz oczekiwane standardy infrastruktury, organizacji ruchu i przewozów - preferencje transportowe mieszkańców - powody decyzji dotyczących realizowanych podróży
Ważniejsze czynniki różnicujące wyniki badania	- wiek, płeć, poziom wykształcenia lub zamożności oraz ewentualnie inne cechy różnicujące respondentów - częstość korzystania z infrastruktury, obowiązująca organizacja ruchu lub istniejąca organizacja przewozów - motywacja podróży - wykorzystywany środek transportu i doświadczenia z nim związane - godzina rozpoczęcia/zakończenia podróży - fakt posiadania biletu okresowego/dostępu do samochodu
Uwagi	wyniki badania przeprowadzonego na próbie respondentów należy rozszerzyć na całą populację użytkowników transportu zbiorowego

5.4. Pomiary natężeń ruchu oraz struktury rodzajowej i kierunkowej pojazdów

(1) Pomiary natężeń ruchu oraz struktury rodzajowej i kierunkowej pojazdów są wykonywane w celu identyfikacji warunków ruchu, w jakich poruszają się pojazdy, w tym w szczególności pojazdy transportu zbiorowego. Ogólne zasady prowadzenia pomiarów natężeń ruchu i struktury rodzajowej pojazdów na elementach sieci transportowej przeznaczonej ruchu ogólnego określają WR-D-12.

(2) W przypadku infrastruktury przeznaczonej do wyłącznego ruchu pojazdów transportu zbiorowego (np. wydzielone torowiska, jezdnie i pasy ruchu dla autobusów i trolejbusów), niezbędna jest modyfikacja metody wykonywania pomiarów, obejmująca dodatkowo:

- a) uwzględnienie relacji skrajnych wykonywanych z jezdni i pasów ruchu dla pojazdów transportu zbiorowego na skrzyżowaniach (np. pojazdy jadące na wprost i skręcające w prawo z pasa ruchu dla autobusów na wlocie skrzyżowania),

- b) uwzględnienie rozróżnienia na pojazdy uprawnione i nieuprawnione do korzystania z elementów infrastruktury dla transportu zbiorowego, a także wyodrębnienie pojazdów elektrycznych, taksówek, motocykli, pojazdów ratownictwa medycznego oraz innych grup pojazdów dopuszczonych do jazdy po pasach ruchu dla autobusów na mocy przepisów ogólnych lub w organizacji ruchu,
- c) rejestrację długości kolejek pojazdów na elementach infrastruktury dla transportu zbiorowego, na wlotach skrzyżowań.

(3) W przypadku pomiarów prowadzonych na pasach ruchu dla pojazdów transportu zbiorowego w obrębie jezdni przeznaczonych do ruchu ogólnego, uzupełnia się je obserwacjami prowadzonymi na pozostałych pasach ruchu, według WR-D-12.

(4) Schemat przeprowadzenia pomiarów natężeń ruchu i struktury rodzajowej pojazdów na elementach dedykowanych dla transportu zbiorowego przedstawia tab. 5.4.1.

Tab. 5.4.1. Schemat postępowania podczas pomiarów natężeń ruchu oraz struktury rodzajowej i kierunkowej pojazdów na elementach infrastruktury transportu zbiorowego

Element	Opis
Sposób i miejsce wykonania pomiaru	• pomiar natężenia ruchu pojazdów w przekroju jezdni techniką videorejestracji (metoda zalecana) lub techniką tradycyjną (obserwatorzy usytuowani w sąsiedztwie jezdni, wyposażeni w zegary)
Rejestrowane pojazdy	• wszystkie pojazdy w przekroju, z rozbiciem na strukturę rodzajową i kierunkową
Wybór punktu pomiarowego	• w zależności od potrzeb: przekrój na wlocie skrzyżowania lub na odcinku między skrzyżowaniami
Zakres pomiaru	• pozyskanie podstawowych informacji na temat wielkości natężenia ruchu oraz struktury rodzajowej (i kierunkowej) pojazdów na poszczególnych pasach ruchu
Okres prowadzenia badania	• miesiące: w zależności od potrzeb, najczęściej: marzec, kwiecień, maj, pierwsza połowa czerwca, wrzesień, październik, listopad • dni tygodnia: w zależności od potrzeb, najczęściej: wtorek, środa, czwartek, piątek lub sobota (wówczas szczegółowa rejestracja podróży dotyczy czwartku), z pominięciem świąt, dni wolnych od pracy i okresów typowo urlopowych (np. przedłużane weekendy)
Czas pomiaru	• w zależności od potrzeb i charakterystyk ruchu z historycznych pomiarów: godzina lub okres dnia (szczyt poranny (np. 7:00-8:00 lub 6:00-10:00), szczyt popołudniowy (np. 16:00-17:00, 14:00-18:00), okres/godzina pomiędzy/poza szczytami komunikacyjnymi (np. 12:00-13:00, 10:00-14:00)
Liczebność próby	• nieokreślona
Krotność badania	• w zależności od potrzeb – zalecana automatyczna, ciągła rejestracja techniką videorejestracji
Interwał pomiaru	• 15 min
Dokładność pomiaru	• 1 min
Dodatkowe badania i pomiary	• czas przejazdu pojazdów transportu zbiorowego i indywidualnego • pomiar liczby osób w pojazdach transportu zbiorowego i indywidualnego
Podstawowe wyniki pomiaru	• natężenie ruchu pojazdów • udział pojazdów transportu zbiorowego • udział pojazdów uprawnionych i nieuprawnionych do korzystania z infrastruktury dla transportu zbiorowego • udział poszczególnych grup pojazdów w poszczególnych relacjach • udział poszczególnych pasów ruchu w pracy wlotu skrzyżowania
Ważniejsze czynniki różnicujące wyniki pomiaru	• godzina analizy • warunki pogodowe • występowanie zakłóceń
Uwagi	• zalecane jest okresowe sprawdzanie dokładności pomiarów automatycznych metodą tradycyjną

5.5. Pomiary czasu przejazdu pojazdów transportu zbiorowego

(1) Pomiary czasu przejazdu pojazdów transportu zbiorowego są prowadzone w celu identyfikacji aktualnych czasów przejazdu, które znajdują zastosowanie w diagnozie stanu obecnego (między innymi aktualizacja rozkładowych czasów przejazdu), a także w procesie podnoszenia jakości funkcjonowania systemu transportu zbiorowego (planowanie i projektowanie infrastruktury i organizacji ruchu – przyjaznych dla transportu zbiorowego, poprawa oferty przewozowej).

(2) Ze względu na możliwość wykorzystania dużych baz danych (z rozbićm na dni i godziny rejestracji), zalecane jest wykorzystanie wyników pomiarów prowadzonych automatycznie podczas realizacji usług przewozowych, którymi dysponują zarządcy i przewoźnicy transportu zbiorowego. W przypadku braku dostępu do takich danych, zalecane jest przeprowadzenie pomiarów okazjonalnych.

(3) Pomiary czasu przejazdu mogą być prowadzone w punktach sieci transportowej (najczęściej są to przystanki), jak również w pojazdach transportu zbiorowego. Mogą być wykonywane w sposób automatyczny oraz metodami tradycyjnymi. Ze względu na możliwość pozyskania obszernych danych, zalecane jest prowadzenie pomiarów automatycznych oraz uzupełnianie ich bardziej szczegółowymi pomiarami tradycyjnymi.

(4) Czas przejazdu może być mierzony w odniesieniu do całego korytarza transportowego, bądź do poszczególnych jego fragmentów lub pojedynczych odcinków międzyprzystankowych, w ustalonych jednolitych okresach funkcjonowania (przynajmniej w okresie jednego ze szczytów komunikacyjnych w przeciętnym dniu roboczym).

(5) Pomiary mogą być wykonywane przez obserwatorów wyposażonych w mierniki czasu (zalecane odbiorniki GPS), przemieszczających się wybranymi pojazdami transportu zbiorowego w analizowanym korytarzu, bądź przez obserwatorów rozmieszczonych w punktach pomiarowych na przystankach transportu zbiorowego. Podczas pomiarów dąży się do pozyskania możliwie najszerszego zbioru informacji na temat procesów ruchu pojazdów transportu zbiorowego, jednak nie zawsze jest to możliwe ze względu na ograniczenia oprzyrządowania pomiarowego lub fakt prowadzenia pomiarów przez obserwatorów. Pełny zakres rejestracji podczas zatrzymania pojazdu transportu zbiorowego na przystanku obejmuje:

- a) zatrzymanie na przystanku,
- b) rozpoczęcie wysiadania i wsiadania pasażerów (zazwyczaj tożsamego z momentem rozpoczęcia otwierania drzwi pojazdu),
- c) zakończenie wysiadania i wsiadania pasażerów – określone jako chwila zakończenia wysiadania i wsiadania zasadniczej grupy pasażerów (bez uwzględnienia ewentualnych pasażerów dobiegających),
- d) rozpoczęcie zamykania drzwi pojazdu,
- e) odjazd pojazdów transportu zbiorowego z kolejnych przystanków, tożsamych z momentami fizycznego ruszenia pojazdu z przystanku.

(6) Minimalny (niezalecany) zakres pomiaru to rejestracja odjazdów z przystanków, co umożliwia wyznaczenie czasów przejazdu poszczególnych fragmentów trasy, jednak bez wyodrębnienia czasu jazdy i postoju na przystankach. Dodatkowa rejestracja momentów rozpoczęcia i zakończenia wymiany pasażerów stwarza możliwość wyodrębnienia czasu wymiany pasażerów oraz czasu oczekiwania na możliwość odjazdu z przystanku, co jest istotne szczególnie na przystankach zlokalizowanych na wlotach skrzyżowań z sygnalizacją świetlną. W praktyce, ze względów technologicznych, często czas zakończenia wysiadania i wsiadania jest utożsamiany z zakończeniem wymiany pasażerów – co jest znacznym uproszczeniem.

(7) Schemat przeprowadzenia pomiarów czasu przejazdu pojazdów transportu zbiorowego przedstawia tab. 5.5.1.

Tab. 5.5.1. Schemat postępowania podczas pomiarów czasu przejazdu pojazdów transportu zbiorowego

Element	Opis
Sposób i miejsce wykonania pomiaru	• pomiar czasu przejazdu z rozbiciem na elementy składowe czasu przejazdu (najczęściej: czas jazdy, czas zatrzymania na przystanku, czas wymiany pasażerów) prowadzony w pojeździe transportu zbiorowego – jako pomiar automatyczny (najczęściej GPS, rzadziej łączność radiowa) lub pomiar prowadzony techniką tradycyjną (rejestracja prowadzona przez obserwatora znajdującego się w pojeździe, najlepiej z wykorzystaniem ręcznych odbiorników GPS) • pomiar czasu przejazdu z rozbiem na elementy składowe czasu przejazdu (najczęściej: czas jazdy, czas zatrzymania na przystanku, czas wymiany pasażerów) prowadzony na sąsiadujących punktach sieci transportowej (najczęściej na sąsiednich przystankach) – jako pomiar prowadzony techniką tradycyjną (rejestracja prowadzona przez obserwatora wyposażonego w zegar pomiarowy, znajdującego się na przystanku lub w innym punkcie sieci)
Rejestrowane pojazdy	• pomiar w pojeździe transportu zbiorowego – pojazdy wyposażone w system automatycznej rejestracji lub pojazdy, w których znajdują się obserwatorzy • pomiar w punkcie sieci – wszystkie pojazdy transportu zbiorowego przejeżdżające przez punkt sieci (przystanek) objęty obserwacją
Wybór punktu pomiarowego	• pomiar automatyczny w pojeździe – wszystkie wyposażone pojazdy • pomiar tradycyjny w pojeździe – wybrane pojazdy wybranej linii lub wiązki linii • pomiar tradycyjny w punkcie sieci – wybrane, kolejne przystanki na trasie transportu zbiorowego lub jej fragmencie
Zakres pomiaru	• w zależności od sposobu pozyskiwania danych i możliwości technicznych wykonania rejestracji możliwa jest rejestracja momentów: zatrzymań na przystankach, rozpoczęcia wymiany pasażerów/otwarcia drzwi pojazdu, zakończenia wymiany pasażerów/zamknięcia drzwi pojazdu, odjazdu z przystanku, ewentualnie dodatkowo: momenty zatrzymań pomiędzy przystankami • numer linii i numer boczny pojazdu
Okres prowadzenia badania	• miesiące: w zależności od potrzeb, w przypadku pomiarów automatycznych – rejestracja ciągła • dni tygodnia: w zależności od potrzeb – dni robocze i weekendowe
Czas pomiaru	• w zależności od potrzeb i charakterystyk ruchu z historycznych pomiarów: godzina, okres dnia (szczyt poranny (np. 7:00-8:00 lub 6:00-10:00), szczyt popołudniowy (np. 16:00-17:00, 14:00-18:00), okres/godzina pomiędzy/poza szczytami komunikacyjnymi (np. 12:00-13:00, 10:00-14:00), cała doba
Liczebność próby	• pomiar automatyczny w pojeździe – nieokreślona • pomiar tradycyjny w pojeździe – wyznaczana ze wzoru (5.5.1) lub z tab. 5.5.2 lecz łącznie nie mniej niż 30 przejazdów w zbliżonych warunkach ruchu • pomiar tradycyjny w punkcie sieci – wyznaczana ze wzoru (5.5.1) lub z tab. 5.5.2, lecz nie mniej niż 60 przejazdów, albo co najmniej 2 godziny ciągłego pomiaru w zbliżonych warunkach (w przypadku gdy natężenie pojazdów transportu zbiorowego wynosi więcej niż 30 poj./h)
Krotność badania	• pomiar automatyczny w pojeździe – ciągła rejestracja techniką videorejestracji • pomiar tradycyjny w pojeździe – zalecane co najmniej 3 dni prowadzenia pomiarów (z zachowaniem porównywalnych warunków ruchu, np. 3 dni robocze) • pomiar tradycyjny w punkcie sieci – zalecane co najmniej 2 różne dni pomiarowe (z zachowaniem porównywalnych warunków ruchu, np. 2 dni robocze)
Interwał pomiaru	• brak wyszczególnienia interwału, pomiar momentów następujących po sobie zdarzeń
Dokładność pomiaru	• odległości – 5 m • czas – 1 s
Dodatkowe badania i pomiary	• pomiar w pojeździe lub pomiar w punktach sieci (pomiar automatyczny lub pomiar tradycyjny): pomiar liczby osób w pojazdach transportu zbiorowego (liczba pasażerów wysiadających i wsiadających oraz napętnienie pojazdu), pomiar natężenia ruchu oraz struktury rodzajowej i kierunkowej pojazdów • pomiar w punktach sieci: pomiar zgłoszeń pasażerów, pomiar wykorzystania infrastruktury przystankowej, badanie opinii i preferencji użytkowników transportu zbiorowego, pomiar liczby osób w pojazdach transportu zbiorowego (liczba pasażerów wysiadających i wsiadających)

Element	Opis
Podstawowe wyniki pomiaru	- w zależności od sposobu wykonania pomiaru i możliwości technicznych rejestracji: czas przejazdu odcinka międzyprzystankowego, czas postoju na przystanku (w tym: czas oczekiwania na możliwość zajęcia stanowiska przystankowego, czas postoju na przystanku, czas wymiany pasażerów, czas oczekiwania na możliwość odjazdu z przystanku) - wskaźniki punktualności i regularności kursowania pojazdów transportu zbiorowego
Ważniejsze czynniki różnicujące wyniki pomiaru	- godzina analizy - warunki pogodowe - występowanie zakłóceń w ruchu pojazdów transportu zbiorowego - typ, rodzaj, charakterystyka pojazdów transportu zbiorowego
Uwagi	w przypadku pomiarów prowadzonych w wybranych pojazdach transportu zbiorowego, wyniki pomiaru należy rozszerzyć na wszystkie pojazdy obsługujące daną trasę, jej fragment lub linię komunikacyjną

(8) Z uwagi na zróżnicowanie warunków ruchu, w jakich poruszają się pojazdy transportu zbiorowego, przy wyznaczaniu potrzebnej liczby przejazdów lub obserwacji uwzględnia się szacunkową wartość spodziewanego odchylenia standardowego czasu przejazdu (np. na podstawie wcześniejszych doświadczeń i znajomości specyfiki funkcjonowania danego korytarza transportowego).

(9) Liczbę potrzebnych obserwacji czasu przejazdu całego ciągu przez pojazdy transportu zbiorowego wyznacza się ze wzoru (5.5.1):

$$n = \frac{u_{\alpha} \cdot s_t^2}{b^2} \quad (5.5.1)$$

gdzie:

n – liczba potrzebnych obserwacji czasu przejazdu [-],

u_{α} – współczynnik ufności z rozkładu normalnego standaryzowanego [-],

s_t – szacowana wartość odchylenia standardowego czasu przejazdu [s],

b – maksymalny błąd oszacowania czasu przejazdu [s].

(10) Liczbę potrzebnych obserwacji można również wyznaczyć z wykorzystaniem tab. 5.5.2.

Tab. 5.5.2. Potrzebna liczba obserwacji czasu przejazdu pojazdów transportu zbiorowego

Odchylenie standardowe czasu przejazdu jako procent średniego czasu przejazdu	Maksymalny błąd oszacowania średniego czasu przejazdu ciągu						
	2%	3%	4%	5%	6%	7%	8%
10%	96	43	-	-	-	-	-
20%	384	171	96	61	43	31	-
30%	864	384	216	138	96	71	54
40%	1537	683	384	246	171	125	96

5.6. Pomiary zgłoszeń pojazdów transportu zbiorowego na przystankach

(1) Pomiary zgłoszeń pojazdów transportu zbiorowego na przystankach mają na celu określenie sprawności funkcjonowania przystanku w odniesieniu do zastosowanych elementów infrastruktury oraz organizacji przewozów (w tym przepustowości) w odniesieniu do zastosowanej organizacji ruchu w otoczeniu przystanku, a także jeżeli są prowadzone równoległe na sąsiadujących przystankach – identyfikacji czasów przejazdu pojazdów transportu zbiorowego.

(2) Pomiary te są realizowane według metodyki zbliżonej do omówionej w podrozdziale 5.5 metodyki pomiarów czasu przejazdu, prowadzonych na przystankach, jednakże z uszczegółowieniem rejestracji procesów ruchu zachodzących w obrębie przystanku. W ujęciu pełnym rejestrowany może być:

- a) moment zatrzymania przed przystankiem, w wyniku zajęcia stanowisk przystankowych przez inne pojazdy,
- b) moment fizycznego przecięcia umownego końca przystanku przez przód pojazdu wjeżdżającego na przystanek,
- c) moment zatrzymania na przystanku,
- d) moment rozpoczęcia wysiadania i wsiadania pasażerów (zazwyczaj tożsamego z momentem rozpoczęcia otwierania drzwi pojazdu),
- e) moment zakończenia wysiadania i wsiadania pasażerów – określony jako chwila zakończenia wysiadania i wsiadania zasadniczej grupy pasażerów (bez uwzględnienia ewentualnych pasażerów dobiegających),
- f) moment rozpoczęcia zamykania drzwi pojazdu,
- g) moment odjazdu pojazdów transportu zbiorowego z kolejnych przystanków, tożsamy z momentami fizycznego ruszenia pojazdu z przystanku,
- h) moment fizycznego opuszczenia przystanku przez tył pojazdu,
- i) dodatkowo: numer zajmowanego stanowiska przystankowego (w odniesieniu do linii zatrzymań).

(3) Realizacja pełnego zakresu rejestracji wymaga zaangażowania przynajmniej dwóch obserwatorów. Zakres minimalny obejmuje natomiast rejestrację momentów zatrzymania i odjazdu z przystanku.

(4) Schemat przeprowadzenia pomiarów zgłoszeń pojazdów transportu zbiorowego na przystankach przedstawia tab. 5.6.1.

Tab. 5.6.1. Schemat postępowania podczas pomiarów zgłoszeń pojazdów transportu zbiorowego na przystankach

Element	Opis
Sposób i miejsce wykonania pomiaru	• pomiar zgłoszeń pojazdów z rozbiciem na elementy składowe czasu pobytu na przystanku (czas oczekiwania na możliwość wjazdu na przystanek, czas wjazdu, czas oczekiwania na rozpoczęcie wsiadania i wysiadania pasażerów, czas wsiadania i wysiadania pasażerów, czas oczekiwania na możliwość odjazdu) – prowadzony techniką tradycyjną (rejestracja prowadzona przez obserwatora wyposażonego w zegar pomiarowy, znajdującego się na przystanku)
Rejestrowane pojazdy	• wszystkie pojazdy transportu zbiorowego przejeżdżające przez przystanek objęty obserwacją
Wybór punktu pomiarowego	• wybrane przystanki transportu zbiorowego
Zakres pomiaru	• w zależności od sposobu pozyskiwania danych i możliwości technicznych wykonania rejestracji możliwa jest rejestracja momentów: zatrzymań przed przystankami, fizycznego przecięcia umownego końca przystanku przez przód pojazdów, zatrzymań na przystankach, rozpoczęcia wymiany pasażerów, zakończenia wymiany pasażerów, zamknięcia drzwi pojazdu, odjazdu z przystanku • numery linii i numery boczne pojazdów, numery zajmowanego stanowiska przystankowego (w odniesieniu do linii zatrzymań)
Okres prowadzenia badania	• miesiące: w zależności od potrzeb • dni tygodnia: w zależności od potrzeb – dni robocze i weekendowe
Czas pomiaru	• w zależności od potrzeb i charakterystyk ruchu z historycznych pomiarów: godzina, okres dnia (szczyt poranny (np. 7:00-8:00 lub 6:00-10:00), szczyt popołudniowy (np. 16:00-17:00, 14:00-18:00), okres/godzina pomiędzy/poza szczytami komunikacyjnymi (np. 12:00-13:00, 10:00-14:00), cała doba
Liczebność próby	• wyznaczana ze wzoru (5.5.1) lub z tab. 5.5.2, lecz nie mniej niż 60 przejazdów, albo co najmniej 2 godziny ciągłego pomiaru w zbliżonych warunkach (w przypadku gdy natężenie pojazdów transportu zbiorowego wynosi więcej niż 30 poj./h)
Krotność badania	• zalecane co najmniej 2 różne dni pomiarowe (z zachowaniem porównywalnych warunków ruchu, np. 2 dni robocze)
Interwał pomiaru	• brak wyszczególnienia interwału, pomiar momentów następujących po sobie zdarzeń

Element	Opis
Dokładność pomiaru	1 s
Dodatkowe badania i pomiary	pomiar zgłoszeń pasażerów, pomiar wykorzystania infrastruktury przystankowej, badanie opinii i preferencji użytkowników transportu zbiorowego, pomiar liczby osób w pojazdach transportu zbiorowego (liczba pasażerów wysiadających i wsiadających)
Podstawowe wyniki pomiaru	- czas zajęcia przystanku - czasy poszczególnych procesów ruchu w obrębie przystanku - straty czasu pojazdów transportu zbiorowego - wykorzystanie stanowisk przystankowych - wskaźniki punktualności i regularności kursowania pojazdów transportu zbiorowego
Ważniejsze czynniki różnicujące wyniki pomiaru	- godzina analizy - warunki pogodowe - występowanie zakłóceń - typ, rodzaj, charakterystyka pojazdów transportu zbiorowego
Uwagi	w pełnym zakresie pomiar jest pracochłonny i wymagający koncentracji, zwłaszcza w przypadku znacznego obciążenia przystanku (powyżej 30 poj./h]

5.7. Pomiary czasu przejazdu pojazdów transportu indywidualnego

(1) Pomiary czasu przejazdu pojazdów transportu indywidualnego (głównie samochodów osobowych lub rowerów) stanowią uzupełnienie pomiarów czasu przejazdu pojazdów transportu zbiorowego i są wykonywane głównie w celu oceny i porównania efektów zmian infrastruktury i organizacji ruchu w wyniku wdrożenia wszelkich rozwiązań mających wpływ na ruch pojazdów transportu zbiorowego i indywidualnego.

(2) Pomiary tego rodzaju są wykonywane w pojazdach testowych (samochód osobowy, rower) z wykorzystaniem odbiorników GPS, bez aktywnego udziału prowadzącego pojazd – dane są rejestrowane w postaci śladu przejazdu.

(3) Schemat przeprowadzenia pomiarów czasu przejazdu pojazdów transportu indywidualnego przedstawia tab. 5.7.1.

Tab. 5.7.1. Schemat postępowania podczas pomiarów czasu przejazdu pojazdów transportu indywidualnego

Element	Opis
Sposób i miejsce wykonania pomiaru	pomiar czasu przejazdu z rozbiciem na elementy składowe czasu przejazdu (najczęściej: czas jazdy i czas zatrzymań) prowadzony w pojeździe, jako pomiar częściowo zautomatyzowany
Rejestrowane pojazdy	pojazdy (użytkownicy) wyposażone w system automatycznej rejestracji śladu przejazdu
Wybór punktu pomiarowego	wybrane pojazdy testowe
Zakres pomiaru	- rejestracja śladu przejazdu z możliwością wyodrębnienia czasu jazdy i czasu zatrzymań - marka i model pojazdu, numer rejestracyjny pojazdu
Okres prowadzenia badania	- miesiące: w zależności od potrzeb - dni tygodnia: w zależności od potrzeb – dni robocze i weekendowe
Czas pomiaru	w zależności od potrzeb i charakterystyk ruchu z historycznych pomiarów: godzina, okres dnia (szczyt poranny (np. 7:00-8:00 lub 6:00-10:00), szczyt popołudniowy (np. 16:00-17:00, 14:00-18:00), okres/godzina pomiędzy/poza szczytami komunikacyjnymi (np. 12:00-13:00, 10:00-14:00), cała doba
Liczebność próby	wyznaczana z zaprezentowanego w poprzednim podrozdziale wzoru (5.5.1) lub z tab. 5.5.2 lecz łącznie nie mniej niż 30 przejazdów w zbliżonych warunkach ruchu

Element	Opis
Krotność badania	zalecane co najmniej 3 dni prowadzenia pomiarów (z zachowaniem porównywalnych warunków ruchu, np. 3 dni robocze)
Interwał pomiaru	brak wyszczególnienia interwału, pomiar o charakterze ciągłym
Dokładność pomiaru	- odległości – 5 m - czas – 1 s
Dodatkowe badania i pomiary	- pomiar czasu przejazdu pojazdów transportu zbiorowego - pomiar natężenia ruchu oraz struktury rodzajowej i kierunkowej pojazdów - pomiar liczby osób w pojazdach transportu zbiorowego - pomiar liczby osób w pojazdach transportu indywidualnego
Podstawowe wyniki pomiaru	czas przejazdu trasy lub jej fragmentu, czas przejazdu wybranych odcinków trasy, czas zatrzymania w wybranych punktach sieci
Ważniejsze czynniki różnicujące wyniki pomiaru	- godzina analizy - warunki pogodowe - występowanie zakłóceń czasu przejazdu - typ, rodzaj, charakterystyka pojazdów testowych
Uwagi	szczególne znaczenie ma wybór kierujących pojazdami testowymi, ich zachowania w ruchu powinny odpowiadać zachowaniom przeciętnych uczestników ruchu drogowego

5.8. Pomiary liczby osób w pojazdach transportu zbiorowego

(1) Pomiary liczby osób w pojazdach transportu zbiorowego służą przede wszystkim oszacowaniu wielkości potoków pasażerskich dla potrzeb bieżącego funkcjonowania transportu zbiorowego oraz dla przyszłych działań rozwojowych, w tym do budowy modeli transportowych niezbędnych w procesie planowania i projektowania elementów infrastruktury transportowej, organizacji ruchu i organizacji przewozów. W przypadku ocen jakości bieżącej obsługi transportowej, rejestracja liczby użytkowników stanowi najważniejszy rodzaj pomiarów w transporcie zbiorowym.

(2) Na pomiary liczby osób składa się zazwyczaj rejestracja liczby pasażerów wysiadających i wsiadających oraz liczby osób znajdujących się w pojeździe w momencie odjazdu z przystanku, a tym samym podczas przejazdu odcinka międzypzystankowego. Pomiary liczby osób mogą być prowadzone w sposób zautomatyzowany (poprzez wyposażenie pojazdów w oprzyrządowanie i oprogramowanie umożliwiające zliczanie pasażerów) lub tradycyjną metodą wzrokową – przez obserwatorów znajdujących się w pojazdach lub metodą tradycyjną w punktach sieci (najczęściej na przystankach). Ten ostatni sposób nie jest jednak zalecany ze względu na występowanie grubych błędów oszacowania nappełnień pojazdów odjeżdżających z przystanków.

(3) Rejestrację liczby osób metodą tradycyjną najczęściej prowadzi się równolegle do pomiarów czasu przejazdu pojazdów transportu zbiorowego.

(4) Schemat przeprowadzenia pomiarów liczby osób w pojazdach transportu zbiorowego przedstawia tab. 5.8.1.

Tab. 5.8.1. Schemat postępowania podczas pomiarów czasu przejazdu pojazdów transportu zbiorowego

Element	Opis
Sposób i miejsce wykonania pomiaru	pomiar liczby osób wysiadających i wsiadających na przystankach oraz znajdujących się w pojazdach transportu zbiorowego odjeżdżających z przystanków – pomiar prowadzony automatycznie (pojazdy wyposażone w oprzyrządowanie i oprogramowanie umożliwiające rejestrację liczby osób: technika video, czujniki w drzwiach pojazdu, wykorzystanie telefonii komórkowej i inne) lub pomiar prowadzony tradycyjną techniką wzrokową (przez obserwatorów znajdujących się w pojazdach)

Element	Opis
	• pomiar liczby osób wysiadających i wsiadających na przystankach – prowadzony tradycyjną techniką wzrokową (przez obserwatorów na przystankach)
Rejestrowane pojazdy	• pomiar w pojeździe transportu zbiorowego – pojazdy wyposażone w system automatycznej rejestracji lub pojazdy, w których znajdują się obserwatorzy • pomiar w punkcie sieci – wszystkie pojazdy transportu zbiorowego przejeżdżające przez punkt sieci (przystanek) objęty obserwacją
Wybór punktu pomiarowego	• pomiar automatyczny w pojeździe – wszystkie pojazdy wyposażone w oprzyrządowanie i oprogramowanie umożliwiające rejestrację liczby osób • pomiar tradycyjny w pojeździe – wybrane pojazdy wybranej linii lub wiązki linii • pomiar tradycyjny w punkcie sieci – wybrane, kolejne przystanki na trasie transportu zbiorowego lub jej fragmencie
Zakres pomiaru	• pomiar w pojeździe: rejestracja liczby osób wysiadających i wsiadających oraz znajdujących się w pojeździe w momencie odjazdu z przystanku • pomiar na przystanku: rejestracja liczby osób wysiadających i wsiadających, natomiast rejestracja liczby osób znajdujących się w pojeździe w momencie odjazdu nie jest zalecana • numer linii i numer boczny pojazdu
Okres prowadzenia badania	• miesiące: w zależności od potrzeb, w przypadku pomiarów automatycznych – rejestracja ciągła • dni tygodnia: w zależności od potrzeb – dni robocze i weekendowe
Czas pomiaru	• w zależności od potrzeb i charakterystyk ruchu z historycznych pomiarów: godzina, okres dnia (szczyt poranny (np. 7:00-8:00 lub 6:00-10:00), szczyt popołudniowy (np. 16:00-17:00, 14:00-18:00), okres/godzina pomiędzy/poza szczytami komunikacyjnymi (np. 12:00-13:00, 10:00-14:00), cała doba
Liczebność próby	• pomiar automatyczny w pojeździe – nieokreślona • pomiar tradycyjny w pojeździe – nie mniej niż 30 przejazdów w zbliżonych warunkach ruchu • pomiar tradycyjny w punkcie sieci – nie mniej niż 100 przejazdów
Krotność badania	• pomiar automatyczny w pojeździe – ciągła rejestracja • pomiar tradycyjny w pojeździe – zalecane co najmniej 3 dni prowadzenia pomiarów (z zachowaniem porównywalnych warunków ruchu, np. 3 dni robocze) • pomiar tradycyjny w punkcie sieci (niezalecany) – co najmniej 4 różne dni pomiarowe (z zachowaniem porównywalnych warunków ruchu, np. 4 dni robocze)
Interwał pomiaru	• brak wyszczególnienia interwału, pomiar momentów następujących po sobie zdarzeń
Dokładność pomiaru	• zasadniczo: 1 osoba, jednak, w zależności od sposobu rejestracji, błąd oszacowania liczby osób może wynosić do 10% (pomiar w pojeździe) lub nawet ponad 50% (pomiar w punkcie sieci)
Dodatkowe badania i pomiary	• pomiar automatyczny i tradycyjny w pojeździe: pomiar czasu przejazdu pojazdów transportu zbiorowego • pomiar tradycyjny w punkcie sieci: pomiar zgłoszeń pasażerów, pomiar wykorzystania infrastruktury przystankowej, badanie opinii i preferencji użytkowników transportu zbiorowego, pomiar czasu przejazdu pojazdów transportu zbiorowego
Podstawowe wyniki pomiaru	• w zależności od sposobu wykonania pomiaru i możliwości technicznych: • wielkości potoków osób wysiadających na przystankach • wielkości potoków osób wsiadających na przystankach • wielkości potoków osób znajdujących się w pojazdach transportu zbiorowego na odcinkach sieci • wskaźniki komfortu podróży • wskaźniki wykorzystania infrastruktury przystankowej
Ważniejsze czynniki różnicujące wyniki pomiaru	• godzina analizy • warunki pogodowe • występowanie zakłóceń • typ, rodzaj, charakterystyka pojazdów transportu zbiorowego
Uwagi	• w przypadku pomiaru wykonywanego metodą tradycyjną, należy zwrócić uwagę na konieczność dostosowania liczby obserwatorów do wielkości pojazdu

5.9. Pomiary liczby osób w pojazdach transportu indywidualnego

(1) Pomiary liczby osób w pojazdach transportu indywidualnego dotyczą niemal zawsze rejestracji napełnień samochodów osobowych (także taksówek oraz wszelkich innych form przewozu osób). Są prowadzone głównie w celu pozyskania danych do modeli transportowych, wykorzystywanych w planowaniu i projektowaniu elementów infrastruktury dla transportu zbiorowego i indywidualnego, a także w tworzeniu polityk transportowych.

(2) Pomiary te wykonuje się na ogół w warunkach ruchu, w punktach sieci, w których następują zatrzymania pojazdów (np. w obrębie wlotów skrzyżowań z sygnalizacją) lub w miejscach, w których prędkość pojazdów jest na tyle niska, że umożliwia oszacowanie liczby osób w pojazdach. Ich wykonanie może się wiązać ze stosunkowo dużym błędem oszacowania, ze względu na ograniczone możliwości obserwacji wnętrza części pojazdów z perspektywy obserwatora znajdującego się poza jezdnią.

(3) Schemat przeprowadzenia pomiarów napełnień pojazdów transportu indywidualnego przedstawia tab. 5.9.1.

Tab. 5.9.1. Schemat postępowania podczas pomiarów liczby osób w pojazdach transportu indywidualnego

Element	Opis
Sposób i miejsce wykonania pomiaru	• pomiar liczby osób znajdujących się w pojazdach samochodowego transportu indywidualnego prowadzony głównie przez obserwatorów znajdujących się w punktach sieci
Rejestrowane pojazdy	• wszystkie pojazdy zatrzymujące się lub przejeżdżające przez punkt pomiarowy
Wybór punktu pomiarowego	• w zależności od potrzeb
Zakres pomiaru	• rejestracja liczby osób znajdujących się w pojeździe • rodzaj pojazdu, ewentualnie: marka
Okres prowadzenia badania	• miesiące: w zależności od potrzeb • dni tygodnia: w zależności od potrzeb – dni robocze i weekendowe
Czas pomiaru	• w zależności od potrzeb i charakterystyk ruchu z historycznych pomiarów: godzina, okres dnia (szczyt poranny (np. 7:00-8:00 lub 6:00-10:00), szczyt popołudniowy (np. 16:00-17:00, 14:00-18:00), okres/godzina pomiędzy/poza szczytami komunikacyjnymi (np. 12:00-13:00, 10:00-14:00), cała doba
Liczebność próby	• nieokreślona
Krotność badania	• w zależności od potrzeb – zalecane co najmniej 2 dni pomiaru
Interwał pomiaru	• 15 min
Dokładność pomiaru	• 1 osoba
Dodatkowe badania i pomiary	• pomiar natężeń ruchu oraz struktury rodzajowej pojazdów
Podstawowe wyniki pomiaru	• liczba osób w pojazdach transportu indywidualnego
Ważniejsze czynniki różnicujące wyniki pomiaru	• godzina analizy • warunki pogodowe • występowanie zakłóceń • typ, rodzaj, charakterystyka pojazdów
Uwagi	• w miarę możliwości należy określić procent pojazdów, w których zostały pomierzone napełnienia, co pozwoli na określenie błędu pomiaru

5.10. Pomiary zgłoszeń pasażerów na przystankach

(1) Pomiary zgłoszeń pasażerów na przystankach mają na celu określenie zapotrzebowania na elementy infrastruktury przystanków (w tym szerokości peronu, wyposażenie przystanku w urządzenia do oczekiwania, np. wiaty, ławki), jak również określenie zależności pomiędzy planowanymi odjazdami pojazdów transportu zbiorowego a przychodzeniem jego użytkowników.

(2) Pomiary polegają na identyfikacji liczby osób:

- a) przychodzących na przystanek (z uwzględnieniem kierunków dojeżdżać),
- b) wsiadających do pojazdów transportu zbiorowego (opcjonalnie, przy zapewnieniu wystarczającej liczby obserwatorów),
- c) wysiadających z pojazdów transportu zbiorowego, pozostających na przystanku (w celu przesiadki na inny pojazd),
- d) wysiadających i opuszczających przystanek (opcjonalnie),
- e) przechodzących przez obszar przystanku, niezainteresowanych korzystaniem z przystanku.

(3) Pomiary zgłoszeń pasażerów na przystankach prowadzi się równolegle z pomiarami zgłoszeń pojazdów.

(4) Schemat postępowania podczas pomiarów zgłoszeń pasażerów na przystankach transportu zbiorowego przedstawia tab. 5.10.1.

Tab. 5.10.1. Schemat postępowania podczas pomiarów zgłoszeń pasażerów na przystankach transportu zbiorowego

Element	Opis
Sposób i miejsce wykonania badania	• pomiar prowadzony metodą obserwacji na przystanku lub dworcu • pomiar automatyczny z wykorzystaniem technologii komórkowych
Obiekty pomiaru	• wszystkie osoby przychodzące na przystanek • wszystkie osoby wysiadające z pojazdów transportu zbiorowego na przystanku
Wybór punktu pomiarowego	• w zależności od potrzeb
Zakres badania	• pozyskanie szczegółowych informacji na temat momentów zgłoszeń osób na przystankach transportu zbiorowego
Okres prowadzenia badania	• miesiące: w zależności od potrzeb • dni tygodnia: w zależności od potrzeb – dni robocze i weekendowe
Czas pomiaru	• w zależności od potrzeb i charakterystyk ruchu z historycznych pomiarów: godzina, okres dnia (szczyt poranny (np. 7:00–8:00 lub 6:00–10:00), szczyt popołudniowy (np. 16:00–17:00, 14:00–18:00), okres/godzina pomiędzy/poza szczytami komunikacyjnymi (np. 12:00–13:00, 10:00–14:00)
Liczebność próby	• nieokreślona (w zależności od sposobu pomiaru)
Krotność pomiaru	• w zależności od potrzeb – zalecane co najmniej 2 dni pomiaru
Interwał pomiaru	• 30 s lub 1 min (w przypadku konieczności zapewnienia większej dokładności pomiaru – 10 s)
Dodatkowe badania i pomiary	• pomiar zgłoszeń pojazdów transportu zbiorowego na przystankach • pomiar wykorzystania infrastruktury przystankowej
Podstawowe wyniki badania	• liczba użytkowników przystanku • struktura osób wsiadających i pozostających na przystanku (jeżeli równolegle jest prowadzony pomiar zgłoszeń pojazdów transportu zbiorowego) • struktura pasażerów odchodzących i pozostających na przystanku
Ważniejsze czynniki różnicujące wyniki badania	• godzina analizy • warunki pogodowe • charakterystyka użytkowników
Uwagi	• w przypadku lokalizacji przystanku przy drodze dla pieszych należy uwzględnić podział na osoby korzystające z przystanku oraz przechodzące przez jego obszar

5.11. Pomiary wykorzystania infrastruktury przystankowej

(1) Realizacja pomiarów wykorzystania infrastruktury przystankowej służy głównie sprawdzeniu stopnia jej wykorzystania, a także weryfikacji poziomu bezpieczeństwa i wygody pasażerów oczekujących na pojazdy transportu zbiorowego.

(2) Pomiary wykorzystania infrastruktury przystankowej prowadzi się stosunkowo rzadko, co należy uznać za błąd, gdyż oczekiwanie na przystankach (także w związku z przesiadkami) jest powszechnie uznawane za jeden z najbardziej uciążliwych etapów podróży transportem zbiorowym.

(3) Tego typu pomiary mogą być prowadzone niezależnie lub w ramach szerszych badań funkcjonowania trasy lub jej fragmentu, jako uzupełnienie pomiarów zgłoszeń pasażerów, badań preferencji użytkowników prowadzonych na przystankach oraz czasu przejazdu pojazdów transportu zbiorowego, w szczególności prowadzonych na przystankach. Właśnie tak szerokie ujęcie zapewnia najlepsze wykorzystanie wyników pomiarów wykorzystania infrastruktury przystankowej.

(4) Zakres prowadzenia pomiarów wykorzystania infrastruktury przystankowej obejmuje:

- liczbę osób korzystających z elementów wyposażenia przystanku (strefa oczekiwania, wiatra, ławki, opieraki, biletomat, informacja pasażerska, obiekty usługowe przy przystanku i inne),
- czas korzystania z elementów wyposażenia przystanku (czas zajmowania miejsca pod wiatą, czas zajęcia miejsca na ławce lub opieraku, czas zakupu biletu w biletomacie i inne),
- identyfikację wybranych zachowań użytkowników przystanku, np. konflikty ruchowe pomiędzy osobami oczekującymi i osobami przechodzącymi przez przystanek.

(5) Zakres informacji pozyskiwanych w ramach poszczególnych rodzajów formularzy określa tab. 5.11.1.

Tab. 5.11.1. Zakres informacji pozyskiwanych w ramach poszczególnych rodzajów formularzy

Rodzaj formularza	Zakres informacji
Formularz do pomiarów liczby osób korzystających z elementów wyposażenia przystanku	- dane punktu adresowego (np. nazwa i lokalizacja przystanku) - data i godzina pomiaru - dane na temat aktualnych warunków atmosferycznych - wyszczególnienie dostępnej infrastruktury (w zależności od potrzeb, np. liczba wiat i ławek w obrębie przystanku) - możliwość rejestracji liczby użytkowników poszczególnych elementów infrastruktury - podstawowe informacje na temat użytkowników (oszacowany wiek, płeć)
Formularz do pomiarów czasu korzystania z elementów wyposażenia przystanku	- dane punktu adresowego (np. nazwa i lokalizacja przystanku) - data i godzina pomiaru - dane na temat aktualnych warunków atmosferycznych - możliwość rejestracji czasu korzystania z elementów infrastruktury (np. czas zajęcia ławki, czas zakupu biletu, czas przeglądania gabloty informacyjnej na przystanku itp.) - możliwość rejestracji czasu oczekiwania na skorzystanie z infrastruktury (np. czas spędzany w kolejce do biletomatu lub punktu usługowego) - podstawowe informacje na temat użytkowników (oszacowany wiek, płeć)
Formularz do pomiaru wybranych zachowań użytkowników przystanku	- dane punktu adresowego (np. nazwa i umiejscowienie przystanku) - data i godzina pomiaru - dane na temat aktualnych warunków atmosferycznych - wyszczególnienie potencjalnych zdarzeń (w zależności od potrzeb: np. zachowań prawidłowych, zachowań nieprawidłowych, zachowań niebezpiecznych, zachowań agresywnych itp.) - możliwość rejestracji liczby zdarzeń - możliwość tworzenia opisów zdarzeń - podstawowe informacje na temat użytkowników (oszacowany wiek, płeć)

(6) Schemat postępowania podczas realizacji pomiarów wykorzystania elementów infrastruktury przystankowej przedstawia tab. 5.11.2.

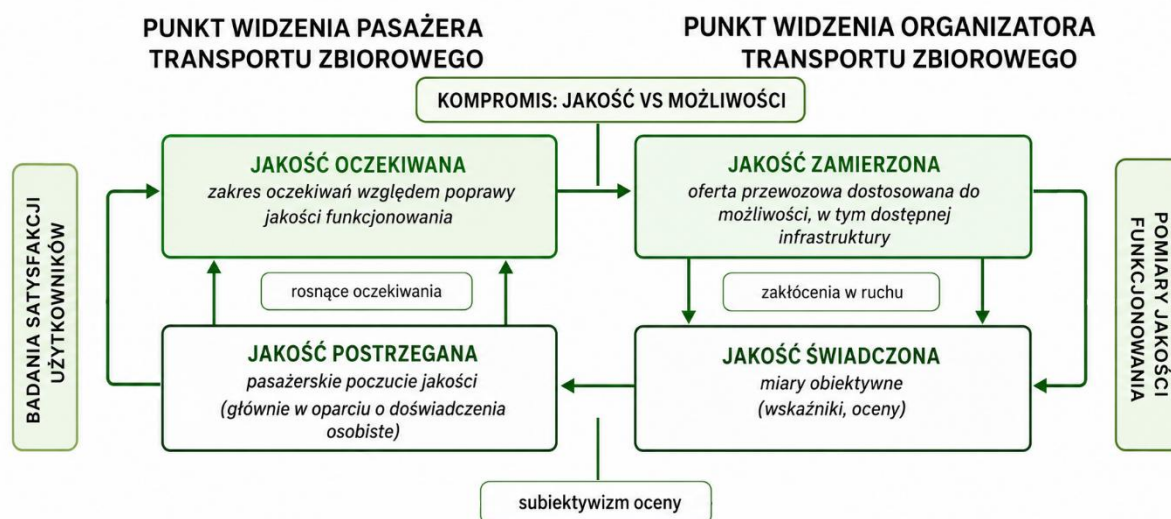
Tab. 5.11.2. Schemat postępowania podczas pomiarów wykorzystania infrastruktury przystankowej

Element	Opis
Sposób i miejsce wykonania pomiaru	• pomiar prowadzony metodą obserwacji na przystanku lub dworcu
Rejestrowane osoby	• pasażerowie oczekujący na pojazdy transportu zbiorowego
Wybór punktu pomiarowego	• w zależności od potrzeb
Zakres pomiaru	• rejestracja liczby osób korzystających z wybranych elementów infrastruktury przystankowej • rejestracja czasu korzystania z wybranych elementów infrastruktury przystankowej • rejestracja zachowań użytkowników przystanku • dane na temat osób (wiek, płeć, inne)
Okres prowadzenia badania	• miesiące: w zależności od potrzeb • dni tygodnia: w zależności od potrzeb – dni robocze i weekendowe
Czas pomiaru	• w zależności od potrzeb i charakterystyk ruchu z historycznych pomiarów: godzina, okres dnia (szczyt poranny (np. 7:00–8:00 lub 6:00–10:00), szczyt popołudniowy (np. 16:00–17:00, 14:00–18:00), okres/godzina pomiędzy/poza szczytami komunikacyjnymi (np. 12:00–13:00, 10:00–14:00))
Liczebność próby	• nieokreślona
Krotność badania	• w zależności od potrzeb – zalecane co najmniej 2 dni pomiaru
Interwał pomiaru	• 5 min
Dokładność pomiaru	• 1 osoba • 1 s
Dodatkowe badania i pomiary	• pomiar zgłoszeń pasażerów na przystankach • pomiar zgłoszeń pojazdów transportu zbiorowego
Podstawowe wyniki pomiaru	• liczba osób korzystających z elementów infrastruktury przystankowej • czas zajęcia poszczególnych elementów infrastruktury przystankowej • liczba zachowań nieprawidłowych/niebezpiecznych użytkowników przystanku
Ważniejsze czynniki różnicujące wyniki pomiaru	• godzina analizy • warunki pogodowe • charakterystyka użytkowników

6. Wymagania dla podsystemów transportu zbiorowego

6.1. Zakres wymagań

(1) Grupy kryteriów funkcjonowania transportu zbiorowego powinny wpisywać się w pętlę jakości dla transportu zbiorowego (rys. 6.1.1), która łączy postrzeganie jakości przez organizatora i realizatora transportu zbiorowego oraz użytkowników.



Rys. 6.1.1. Pętla jakości w transporcie zbiorowym

(2) Jakość transportu zbiorowego jest oceniana obiektywnie (organizatorzy, przewoźnicy) bądź subiektywnie (użytkownicy). Im bardziej zbliżone są do siebie zestawione parami oceny jakości planowanej i jakości realizowanej oraz jakości postrzeganej i oczekiwanej – tym wyższa jest faktyczna jakość realizacji transportu zbiorowego. Natomiast, im bardziej zbliżone są do siebie oceny obiektywne i subiektywne – tym lepiej oferta transportu zbiorowego odpowiada potrzebom użytkowników.

(3) Wymagania dla sieci transportu zbiorowego opierają się na standardach jakości, które powinny stanowić rozwiązanie kompromisowe pomiędzy jakością oczekiwaną przez użytkownika, a jakością oferowaną przez organizatora transportu zbiorowego. Dodatkowo, z punktu widzenia realizacji elementów infrastruktury dla transportu zbiorowego, znaczenie ma realność techniczna wdrażanych rozwiązań oraz wpływ inwestycji na środowisko.

(4) Lista grup wymagań dla poszczególnych podsystemów transportu zbiorowego obejmuje wymagania:

- a) związane z dostępnością (podrozdział 6.2),
- b) związane z czasem podróży i czasem jazdy (podrozdział 6.3),
- c) związane z warunkami podróży (podrozdział 6.4),
- d) związane z bezpieczeństwem (podrozdział 6.5),
- e) związane z niezawodnością i sprawnością (podrozdział 6.6),
- f) realizacyjne (podrozdział 6.7),
- g) środowiskowe (podrozdział 6.8).

6.2. Wymagania związane z dostępnością

(1) Wymagania w zakresie dostępności obejmują:

- a) dostępność przestrzenną – związaną z zapewnieniem długości dojazdów do przystanków (także podczas przesiadek) akceptowalnych dla użytkowników,
- b) dostępność czasową – związaną z czasem funkcjonowania transportu zbiorowego oraz częstotliwością zgłoszeń pojazdów na przystankach,

- c) dostępność informacyjną – polegającą na zapewnieniu informacji na temat oferty przewozowej (np. trasy linii, rozkłady jazdy, opłaty, aktualne położenie pojazdów w sieci transportowej) w możliwie szeroki sposób: w pojazdach, na przystankach, w serwisach internetowych oraz aplikacjach na telefony komórkowe,
- d) dostępność techniczną – związaną z możliwością korzystania z transportu zbiorowego przez wszystkich potencjalnych użytkowników, w tym przez osoby z niepełnosprawnościami,
- e) dostępność ekonomiczną – uwzględniającą koszt usług transportu zbiorowego możliwy do poniesienia przez jego użytkowników.

(2) Zestawienie podstawowych wymagań związanych z dostępnością zawiera tab. 6.2.1.

Tab. 6.2.1. Podstawowe wymagania związane z dostępnością do transportu zbiorowego

Wymaganie	Wskaźnik oceny dla wymagania	Wartość graniczna wskaźnika oceny spełnienia wymagania lub zalecenie
Udział mieszkańców w strefie dogodnej dostępności do transportu zbiorowego	minimalny procent mieszkańców mających nie dalej niż 500 m do przystanku (może być wyznaczany za pomocą wzoru (6.2.1))	- metropolie i duże miasta – 90% - średnie miasta – 80% - pozostałe ośrodki – 70%
Długość dojazdu do przystanku	maksymalna długość dojazdu pieszego do przystanku liczona po sieci transportowej	w zależności od lokalizacji jednostki urbanistycznej (tab. 6.2.2)
Czasokres i ciągłość działania transportu zbiorowego	liczba godzin obsługi w ciągu doby (oferta dzienna i nocna) dla najważniejszych powiązań	- metropolie i duże miasta – 24 h (00:00-24:00) - średnie miasta – 18 h (np. 04:00-22:00) - pozostałe ośrodki – indywidualnie, według zdiagnozowanych potrzeb
Częstotliwość kursowania	minimalna częstotliwość podstawowych linii miejskich	w zależności od lokalizacji jednostki urbanistycznej (tab. 6.2.3)
Zapewnienie informacji na temat oferty przewozowej	minimalny procent przystanków wyposażonych w schematy sieci	- metropolie i duże miasta – 95% - średnie miasta – 80% - pozostałe ośrodki – 70%
	uruchomienie aplikacji umożliwiającej bieżącą lokalizację pojazdów transportu zbiorowego	tak – uruchomienie aplikacji
Dostępność dla osób z niepełnosprawnościami	minimalny procent przystanków dostosowanych do potrzeb osób z niepełnosprawnościami	95% (docelowo 100%)
	minimalny procent pojazdów transportu zbiorowego dostosowanych do potrzeb osób z niepełnosprawnościami	90% (docelowo 100%)

(3) Udział mieszkańców obszaru z dogodnym dostępem do transportu zbiorowego U_{DL} wyznacza się ze wzoru (6.2.1):

$$U_{DL} = \frac{\sum M_k \cdot A(t_{ck})}{M} \quad (6.2.1)$$

gdzie:

U_{DL} – udział mieszkańców obszaru z dogodnym dostępem do transportu zbiorowego [%],

M_k – liczba mieszkańców mikrorejonu k [-],

A – atrakcyjność obszaru ($A = 1$, dla $t_c < 10$, $A = 15 - t_c$ dla $t_c \in <10,15>$, $A = 0$ dla $t_c > 15$),

t_{ck} – czas dojazdu pieszego do przystanku z mikrorejonu k [min],

M – liczba mieszkańców obszaru analizy [-].

(4) Zalecane maksymalne długości dojazdu do przystanku określa tab. 6.2.2, natomiast zalecane częstotliwości kursowania – tab. 6.2.3.

Tab. 6.2.2. Zalecane maksymalne długości dojścia pieszych do przystanków transportu zbiorowego

Rodzaje obszarów	Maksymalna długość dojścia [m]	
	Przystanki autobusu i tramwaju tradycyjnego	Przystanki autobusu i tramwaju szybkiego
Obszary chronione (ściśte centra metropolii, dużych i średnich miast, obszary zabytkowe)	200	300
Obszary nastawione na wiodącą rolę transportu zbiorowego (obszary silnie zurbanizowane w metropoliach, miastach dużych i średnich)	300	400
Obszary peryferyjne nastawione na socjalną rolę transportu zbiorowego (obszary słabo zurbanizowane, obszary podmiejskie)	800	1000

Tab. 6.2.3. Zalecane minimalne częstotliwości kursowania (i odpowiadające im maksymalne interwały międzypojazdowe) dla wiązek linii transportu zbiorowego

Rodzaje obszarów		Minimalna częstotliwość kursowania [poj./h]		Maksymalny interwał [min]	
		Okresy szczytu	Okresy poza szczytowe	Okresy szczytu	Okresy poza szczytowe
Obszary chronione (ściśte centra, obszary zabytkowe, OC)	metropolie i duże miasta	20	15	3	4
	średnie miasta	12	10	5	6
	małe miasta	6	4	10	15
Obszary nastawione na wiodącą rolę transportu zbiorowego (obszary silnie zurbanizowane, OW)	metropolie i duże miasta	30	20	2	3
	średnie miasta	20	15	3	4
	małe miasta	10	5	6	12
Obszary peryferyjne nastawione na socjalną rolę transportu zbiorowego (obszary słabo zurbanizowane, obszary podmiejskie, ON)		2	1	30	60
Korytarze transportowe prowadzące ruch przez ściśte centrum miasta	metropolie i duże miasta	20	15	3	4
	średnie miasta	15	10	4	6
	małe miasta	10	5	6	12
Korytarze transportowe prowadzące ruch promieniście do centrum	metropolie i duże miasta	30	20	2	3
	średnie miasta	20	15	3	4
	małe miasta	10	5	6	12
Obwodnice wewnętrzne ściśtych centrów miast	metropolie i duże miasta	30	20	2	3
	średnie miasta	15	10	4	6
Obwodnice wewnętrzne obszarów śródmiejskich oraz obszarów zurbanizowanych	metropolie i duże miasta	20	15	3	4
	średnie miasta	15	10	4	6
Obwodnice wewnętrzne ściśtych centrów miast, obszarów śródmiejskich oraz obszarów zurbanizowanych	małe miasta	10	5	6	12
Obwodnice zewnętrzne		4	5	15	12

6.3. Wymagania związane z czasem podróży i czasem jazdy

(1) Wymagania w zakresie czasu podróży obejmują czasy trwania wszystkich etapów podróży, do których należą:

- a) czas dojścia do przystanku – czas liczony od momentu rozpoczęcia podróży (moment opuszczenia źródła podróży) do momentu osiągnięcia przystanku, zależny od długości oraz warunków dojścia do przystanku,
- b) czas oczekiwania pasażera na przystanku – czas liczony od momentu dojścia na przystanek do momentu wejścia do pojazdu transportu zbiorowego, zależny od długości interwału między pojazdami linii lub wiązki linii,
- c) (ewentualnie) czas przesiadki – występuje opcjonalnie, w podróżach obejmujących przejazdy co najmniej dwoma pojazdami transportu zbiorowego, zależny od długości i warunków przejścia między peronami oraz od długości interwału na linii lub w wiązce linii,
- d) czas jazdy w pojeździe transportu zbiorowego – czas liczony od momentu wejścia do pojazdu do momentu jego opuszczenia, zależy głównie od długości przejazdu, długości odstępów między kolejnymi przystankami, sposobu i zakresu uprzywilejowania pojazdów transportu zbiorowego w ruchu (w tym przede wszystkim: odseparowania pasa ruchu wykorzystywanego przez pojazdy transportu zbiorowego), najczęściej wyznaczany jako iloraz długości przejazdu do prędkości komunikacyjnej osiągniętej podczas tego przejazdu,
- e) czas dojścia do celu podróży (czas odejścia od przystanku) – czas liczony od momentu opuszczenia pojazdu transportu zbiorowego do momentu osiągnięcia celu podróży, zależny od długości oraz warunków dojścia do przystanku.

(2) Czasy te mogą być wyznaczane jako rzeczywiste lub ekwiwalentne czasy trwania poszczególnych etapów podróży. W tym drugim przypadku, w oszacowaniu czasu uwzględniany jest wpływ uciążliwości danego etapu podróży, co lepiej oddaje subiektywne odczucia pasażerów, jednak takie podejście wymaga przeprowadzenia dodatkowych badań podróży.

(3) Zestawienie podstawowych wymagań związanych z rzeczywistym czasem podróży pasażera zawiera tab. 6.3.1.

Tab. 6.3.1. Podstawowe wymagania związane z czasem podróży transportem zbiorowym

Wymaganie	Wskaźnik oceny dla wymagania	Wartość graniczna wskaźnika oceny spełnienia wymagania lub zalecenie
Czas dojścia/odejścia do/z przystanku	maksymalny czas dojścia od źródła podróży do przystanku lub czas odejścia od przystanku do celu podróży	• w zależności od lokalizacji jednostki urbanistycznej (tab. 6.3.2)
Czas oczekiwania na pojazd transportu zbiorowego	maksymalny czas oczekiwania pasażera na pojazd transportu zbiorowego na przystanku	• obszary chronione (ściśle centra, obszary zabytkowe) – 5 min • obszary z wiodącą rolą transportu zbiorowego – 5 min • obszary z socjalną rolą transportu zbiorowego – 10 min
Prędkość przejazdu pojazdem transportu zbiorowego	minimalna prędkość komunikacyjna pojazdów transportu zbiorowego	• w zależności od lokalizacji i typu trasy (tab. 6.3.3)
Czas przesiadki	maksymalny czas trwania przesiadki w obrębie węzła przesiadkowego	• 3 min

(4) Zalecane maksymalne wartości czasu dojścia pieszych do przystanków transportu zbiorowego określa tab. 6.3.2, natomiast zalecane minimalne wartości prędkości komunikacyjnych na trasach transportu zbiorowego – tab. 6.3.3.

Tab. 6.3.2. Zalecane wartości maksymalnego czasu dojścia pieszego do przystanków transportu zbiorowego

Rodzaje obszarów	Maksymalny czas dojścia [min]	
	Przystanki autobusu i tramwaju tradycyjnego	Przystanki autobusu i tramwaju szybkiego
Obszary chronione (ściśle centra metropolii, dużych i średnich miast, obszary zabytkowe)	3,0	4,5
Obszary nastawione na wiodącą rolę transportu zbiorowego (obszary silnie zurbanizowane w metropoliach, miastach dużych i średnich)	4,5	6,0
Obszary peryferyjne nastawione na socjalną rolę transportu zbiorowego (obszary słabo zurbanizowane, obszary podmiejskie)	12,0	15,0

Tab. 6.3.3. Zalecane minimalne wartości prędkości komunikacyjnych na trasach transportu zbiorowego

Rodzaje obszarów	Zalecane typy tras (wg podrozdziału 4.3)	Minimalna prędkość komunikacyjna [km/h]	
		Okresy szczytu	Okresy poza szczytowe
Korytarze transportowe prowadzące ruch przez ściśle centrum miasta	TS, TA (podziemne)	24	27
	BC, BD, TC, TD	15	18
	BE, TE	12	15
Korytarze transportowe prowadzące ruch promieniście do centrum	BS, TS	27	30
	BA, BB, TA, TB	24	27
	BC, TC	20	22
Obwodnice wewnętrzne ścisłych centrów miast	BB, TB	20	22
	BC, TC	18	20
	BE, TE	15	18
Obwodnice wewnętrzne obszarów śródmiejskich oraz obszarów zurbanizowanych	BS, BA, TS, TA	24	27
	BC, TC	21	24
Obwodnice wewnętrzne ścisłych centrów miast, obszarów śródmiejskich oraz obszarów zurbanizowanych	BC, BD, BE	15	18
Obwodnice zewnętrzne	BS, BA, BB, BC	27	30

6.4. Wymagania związane z warunkami podróży

(1) Wymagania w zakresie warunków podróży dotyczą:

- bezpośredniości połączeń transportem zbiorowym,
- wygody użytkowników na poszczególnych etapach podróży,
- kultury obsługi.

(2) Wartości graniczne dla wskaźników oceny mają charakter docelowy i mogą być ustalane indywidualnie, w zależności od obecnych i rozwojowych możliwości zarządców i przewoźników.

(3) Zestawienie podstawowych wymagań związanych z warunkami podróży transportem zbiorowym zawiera tab. 6.4.1.

Tab. 6.4.1. Podstawowe wymagania związane z warunkami podróży transportem zbiorowym

Wymaganie	Wskaźnik oceny dla wymagania	Wartość graniczna wskaźnika oceny spełnienia wymagania lub zalecenie
Bezpośredni dojazd do celu podróży	minimalny procent podróży bez przesiadki, wykonywanych środkami transportu zbiorowego	• metropolie i duże miasta – 67% • średnie miasta – 80% • pozostałe ośrodki – 90% • obszary zamiejskie – 50%
Komfort dojścia pieszego do przystanku	minimalny procent potencjalnych użytkowników w strefie dogodnego dojścia	• 85%
Komfort oczekiwania na przystanku	minimalny procent przystanków wyposażonych w wiaty	• 90%
	minimalny procent przystanków wyposażonych w ławki lub/oraz urządzenia przeznaczone do opierania się	• 80%
	minimalny procent przystanków z możliwością zakupu biletu	• wg ustaleń zarządcy transportu zbiorowego
	czystość przystanków transportu zbiorowego	• wg wymagań zarządcy transportu zbiorowego
Komfort jazdy	minimalny procent pojazdów niskopodłogowych (przynajmniej w części) w obsłudze sieci transportowej	• docelowo 100%
	maksymalny procent przejazdów odcinków międzyprzystankowych z wypełnieniem powierzchni do stania na poziomie wyższym niż 4 [os/m ²]	• 10%
	minimalny procent pojazdów z możliwością zakupu biletu	• wg ustaleń zarządcy transportu zbiorowego
	czystość pojazdów transportu zbiorowego	• wg wymagań zarządcy transportu zbiorowego
	kultura osobista prowadzących pojazdy	• wg wymagań zarządcy transportu zbiorowego

6.5. Wymagania związane z bezpieczeństwem

(1) Wymagania związane z bezpieczeństwem obejmują:

- a) bezpieczeństwo komunikacyjne – obejmujące zagrożenia pochodzące od ruchu pojazdów (wypadki, kolizje i ich skutki),
- b) bezpieczeństwo osobiste – uwzględniające zagrożenia pochodzące od innych osób, dotyczące życia, zdrowia, wolności osobistej i mienia osobistego (pobicia, kradzieże, itp.),
- c) bezpieczeństwo mienia – obejmujące zagrożenia pochodzące od innych osób, dotyczące pojazdów i infrastruktury, istotne dla przewoźników i zarządców tej infrastruktury (akty wandalizmu, uszkodzenia).

(2) Spełnienie wymagań związanych z bezpieczeństwem minimalizuje prawdopodobieństwo występowania zdarzeń negatywnie wpływających na postrzeganie transportu zbiorowego.

(3) Zestawienie podstawowych wymagań związanych z bezpieczeństwem podróży transportem zbiorowym zawiera tab. 6.5.1.

(4) Wartości graniczne dla wskaźników wskazanych w tab. 6.5.1 są trudne do ustalenia. Co do zasady, oczekiwany jest całkowity brak takich zdarzeń, co jednak nie jest możliwe do osiągnięcia, choćby w przypadku kolizji. Dlatego, zamiast wartości granicznych, określono źródła danych, na podstawie których możliwe jest określenie statystyk, wykorzystywanych w ocenie bezpieczeństwa podróży pojazdami transportu zbiorowego. Dane potrzebne do ich wyznaczenia powinny być gromadzone przez przewoźników, zarządców infrastruktury lub zarządców transportu, a także Policję.

Tab. 6.5.1. Podstawowe wymagania związane z bezpieczeństwem podróży transportem zbiorowym

Wymaganie	Wskaźnik oceny dla wymagania	Źródła danych
Bezpieczeństwo komunikacyjne	liczba wypadków z udziałem pojazdów transportu zbiorowego	dane przewoźników / zarządu dróg / zarządu transportu z okresu roku
	liczba wszystkich ofiar śmiertelnych w wypadkach z udziałem pojazdów transportu zbiorowego	dane przewoźników / zarządu dróg / zarządu transportu z okresu roku
	liczba ofiar śmiertelnych w pojazdach transportu zbiorowego	dane przewoźników / zarządu transportu z okresu roku
	liczba wszystkich ofiar rannych w wypadkach z udziałem pojazdów transportu zbiorowego	dane przewoźników / zarządu dróg / zarządu transportu z okresu roku
	liczba ofiar rannych w pojazdach transportu zbiorowego	dane przewoźników / zarządu transportu z okresu roku
	liczba kolizji z udziałem pojazdów transportu zbiorowego	dane przewoźników / zarządu transportu z okresu roku
Bezpieczeństwo osobiste na różnych etapach podróży	liczba kamer monitoringu na infrastrukturze punktowej	inwentaryzacja zarząd dróg / zarząd transportu
	liczba kamer monitoringu w pojazdach transportu zbiorowego	inwentaryzacja przewoźnicy
	liczba napadów w pojazdach transportu zbiorowego	dane przewoźników / policji z okresu roku
	liczba kradzieży w pojazdach transportu zbiorowego	dane przewoźników / policji z okresu roku
Bezpieczeństwo mienia	liczba aktów wandalizmu w pojazdach transportu zbiorowego	dane przewoźników / policji z okresu roku
	liczba aktów wandalizmu na infrastrukturze dla transportu zbiorowego	dane policji / zarządu transportu z okresu roku

(5) Wskaźniki oceny osiągają wartości bezwzględne (liczba wypadków, kolizji, ofiar itp.) oraz względne, odnoszące się do liczby mieszkańców:

- a) liczba wypadków na 1 milion mieszkańców wynosi maksymalnie:
 - 200 w przypadku metropolii,
 - 50 w przypadku dużych miast (powyżej 100 tys. mieszkańców),
- b) liczba zabitych na 1 milion mieszkańców wynosi maksymalnie:
 - 11 w przypadku metropolii,
 - 4 w przypadku dużych miast,
- c) liczba rannych na 1 milion mieszkańców wynosi maksymalnie:
 - 250 w przypadku metropolii,
 - 80 w przypadku dużych miast (powyżej 100 tys. mieszkańców).

6.6. Wymagania związane z niezawodnością i sprawnością

(1) Wymagania związane z niezawodnością transportu zbiorowego obejmują:

- a) punktualność kursowania pojazdów transportu zbiorowego, wyznaczana dla trasy lub linii, mająca znaczenie przy częstotliwości kursowania poniżej 8 [P/h] (interwał między-pojazdowy: 7,5 [min]),
- b) regularność kursowania transportu zbiorowego (wyznaczana dla trasy lub linii), którą należy brać pod uwagę w przypadku częstotliwości kursowania na poziomie co najmniej 8 [P/h],
- c) minimalizację przypadków występowania zawodności transportu zbiorowego dla pasażera,
- d) możliwości przeciwdziałania przypadkom zawodności transportu zbiorowego.

(2) Zestawienie wymagań związanych z niezawodnością i sprawnością transportu zbiorowego zawiera tab. 6.6.1.

Tab. 6.6.1. Wymagania związane z niezawodnością i sprawnością transportu zbiorowego

Wymaganie	Wskaźnik oceny dla wymagania	Wartość graniczna wskaźnika oceny spełnienia wymagania lub zalecenie
Punktualność kursowania	minimalna wartość wskaźnika „procent kursów punktualnych”, przy założeniu tolerancji dla odjazdu punktualnego: [-3, 1] (maksymalnie 3 min opóźnienia oraz maksymalnie 1 min przyspieszenia względem rozkładowego czasu odjazdu) – wartości wskaźnika wyznacza się za pomocą wzoru (6.6.1)	- autobusy i trolejbusy – 90,0% - tramwaje – 95,0%
	minimalna wartość wskaźnika „stopień punktualności”, wyznaczanego za pomocą wzoru (6.6.2)	- okresy szczytu – 0,56 min (ocena dostateczna) - okresy poza szczytami – 0,71 min (ocena dobra)
Pewność odbycia podróży w zaplanowanym czasie	maksymalna wielkość współczynnika zmienności czasu przejazdu trasy lub jej fragmentu, wyznaczanego ze wzoru (6.6.3)	- okresy szczytu – 8,0% - okresy poza szczytami – 5,0%
Regularność kursowania	maksymalna wartość wskaźnika „wskaźnik regularności”, obliczanego ze wzoru (6.6.4)	- okresy szczytu – 3,00 min (ocena dostateczna) - okresy poza szczytami – 2,90 min (ocena dobra)
Pewność uzyskania miejsca w pojeździe transportu zbiorowego	maksymalny procent przypadków niezabrania pasażerów z przystanków, z powodu braku miejsc w pojazdach transportu zbiorowego	- metropolie i duże miasta – 1,0% - średnie miasta – 0,8% - pozostałe ośrodki – 0,5%
Elastyczność funkcjonalna	istnienie alternatywnej trasy przejazdu w przypadku wystąpienia zatrzymania w ruchu (np. z powodu awarii elementu infrastruktury)	tak – zapewnienie alternatywnej trasy przejazdu
Szybkość w usuwaniu awarii i przeszkód	maksymalny czas przywrócenia ruchu pojazdów transportu zbiorowego	ustalany indywidualnie

(3) Wskaźnik „procent kursów punktualnych” jest wyznaczany jako procent ilorazu liczby odjazdów punktualnych do liczby wszystkich zarejestrowanych odjazdów za pomocą wzoru (6.6.1):

$$T_{KP} = 100 \cdot \frac{L_{op}}{L_o} \quad (6.6.1)$$

gdzie:

T_{KP} – udział kursów punktualnych [%],

L_{op} – liczba zaobserwowanych odjazdów punktualnych [-],

L_o – liczba wszystkich zaobserwowanych odjazdów [-].

(4) Wartość wskaźnika „stopień punktualności” dla każdego odjazdu wyznacza się ze wzoru warunkowego (6.6.2):

$$Q = \begin{cases} 0 & d \leq -4 \\ \frac{d+4}{3} & -4 < d \leq -1 \\ 1 & -1 < d \leq 0 \\ 1-d & 0 < d \leq 1 \\ 0 & d > 1 \end{cases} \quad (6.6.2)$$

gdzie:

Q – wskaźnik „stopień punktualności” [min],

d – wartość odchyłki od rozkładu jazdy, wyznaczanej jako różnica pomiędzy rozkładowym a rzeczywistym momentem odjazdu z przystanku [-].

(5) Wynikiem obliczeń jest średnia arytmetyczna wartości wskaźnika wyznaczana dla trasy, jej fragmentu, bądź linii, albo wiązki linii. Zaletą wskaźnika jest możliwość różnicowania jakościowego odchyłek od rozkładu jazdy, co umożliwia uwzględnienie negatywnego wpływu szczególnie dużych opóźnień bądź przyspieszeń względem rozkładu jazdy. W ocenie punktualności, poza zalecaną oceną liczbową, można wykorzystać również ocenę werbalną, według zasad podanych w tab. 6.6.2.

Tab. 6.6.2. Przyporządkowanie ocen do wartości wskaźnika „stopień punktualności”

Wartość wskaźnika	Ocena wskaźnika
0,86-1,00	bardzo dobra
0,71-0,85	dobra
0,41-0,70	dostateczna
0,00-0,40	niedostateczna

(6) Statystyczny wskaźnik zmienności czasu przejazdu wyznacza się za pomocą wzoru (6.6.3):

$$v = 100 \cdot \frac{s_t}{\bar{t}} \quad (6.6.3)$$

gdzie:

v – statystyczny wskaźnik zmienności czasu przejazdu [%],

s_t – odchylenie standardowe czasu przejazdu trasy lub jej fragmentu [s],

$\bar{t}$ – średni czas przejazdu trasy lub jej fragmentu [s].

(7) Wskaźnik „stopień regularności” wyznacza się ze wzoru (6.6.4):

$$R = 2,05 \cdot v_h^{1,7} \cdot \bar{h} \quad (6.6.4)$$

gdzie:

R – stopień regularności [min],

v_h – współczynnik zmienności interwałów [-],

$\bar{h}$ – interwał średni na trasie lub jej fragmencie [min].

(8) Werbalne oceny wskaźnika zamieszczono w tab. 6.6.3.

Tab. 6.6.3. Przyporządkowanie ocen do wartości wskaźnika „stopień regularności”

Wartość wskaźnika	Ocena wskaźnika
0,0-0,9	bardzo dobra
1,0-2,9	dobra
3,0-4,9	dostateczna
$\geq 5,0$	niedostateczna

6.7. Wymagania realizacyjne

(1) Wymagania realizacyjne dotyczą:

- realizacji procesu inwestycyjnego,
- finansowania inwestycji,
- integracji transportu zbiorowego z otoczeniem,
- integracji transportu zbiorowego z innymi środkami transportu.

(2) Wymagania realizacyjne mają charakter lokalny, dopasowany do potrzeb i możliwości realizujących je jednostek samorządowych, co wynika również z konieczności uwzględnienia wymogów instytucji zapewniających dofinansowanie projektów (np. ze środków Unii Europejskiej). Dlatego, wartości graniczne dla wskaźników oceny konkretnych inwestycji transportowych powinny być ustalane przez podmioty monitorujące przygotowanie i realizację inwestycji. Zwłaszcza w zakresie integracji transportu zbiorowego z otoczeniem i innymi

środkami transportu należy się kierować wymaganiami stawianymi przez instytucję zarządzającą funduszami europejskimi w danym województwie, która formułuje wskaźniki produktu służące do oceny projektów transportowych.

(3) Zestawienie wymagań realizacyjnych dla transportu zbiorowego zawiera tab. 6.7.1.

Tab. 6.7.1 Wymagania realizacyjne dla transportu zbiorowego

Wymaganie	Wskaźnik oceny dla wymagania	Wartość graniczna wskaźnika oceny spełnienia wymagania lub zalecenie
Realizacja procesu inwestycyjnego	ocena poziomu skoordynowania planowanej inwestycji z innymi inwestycjami realizowanymi przez różne podmioty w obszarze wpływu planowanej inwestycji	podmioty zaangażowane w realizację inwestycji
	etapowanie inwestycji	plany rozwoju przestrzennego / budżety wieloletnie
	stopień udostępniania terenów rozwojowych	zapisana w planach rozwoju przestrzennego
Finansowanie	całkowity koszt budowy lub przebudowy infrastruktury	określony przez podmiot odpowiedzialny za realizację inwestycji
	całkowity koszt zakupu taboru do obsługi utworzonej lub przebudowanej infrastruktury	określony przez podmiot odpowiedzialny za realizację inwestycji
	całkowity koszt utrzymania infrastruktury	budżet gminy zarządcy infrastruktury
	całkowity koszt eksploatacji systemu transportu zbiorowego lub jego części	budżet gminy / zarządcy transportu zbiorowego / przewoźników w skali roku
Integracja z otoczeniem	liczba planowanych / wybudowanych węzłów przesiadkowych	wartości zapisane w planach rozwojowych gminy
	wskaźniki dostępności do infrastruktury liniowej i punktowej (zgodnie z podrozdziałem 6.2)	plany rozwoju przestrzennego / istniejące zagospodarowanie
Integracja z innymi środkami transportu	liczba planowanych / wybudowanych węzłów przesiadkowych	ocena planów rozwojowych / inwentaryzacja istniejącej infrastruktury
	liczba planowanych / wybudowanych obiektów B+R	ocena planów rozwojowych / inwentaryzacja istniejącej infrastruktury
	liczba miejsc postojowych w wybudowanych obiektach B+R	ocena planów rozwojowych / inwentaryzacja istniejącej infrastruktury
	liczba planowanych / wybudowanych obiektów P+R	ocena planów rozwojowych / inwentaryzacja istniejącej infrastruktury
	liczba miejsc postojowych w wybudowanych obiektach P+R	ocena planów rozwojowych / inwentaryzacja istniejącej infrastruktury
	liczba miejsc postojowych dla osób niepełnosprawnych w wybudowanych obiektach P+R	ocena planów rozwojowych / inwentaryzacja istniejącej infrastruktury

6.8. Wymagania środowiskowe

(1) Wymagania środowiskowe są związane ze standardami obsługi w zakresie bezpośredniego oddziaływania hałasu, wibracji i spalin na użytkowników transportu zbiorowego, jak również globalnego wpływu transportu (w tym transportu zbiorowego) na jego otoczenie.

(2) Zestawienie wymagań środowiskowych zawiera tab. 6.8.1.

(3) Metody oceny hałasu na potrzeby sporządzania strategicznych map hałasu określa [7].

Tab. 6.8.1. Wymagania środowiskowe dla transportu zbiorowego

Wymaganie	Wskaźnik oceny dla wymagania	Wartość graniczna wskaźnika oceny spełnienia wymagania lub zalecenie
Poziom oddziaływania na pasażera	maksymalny poziom oddziaływania hałasu na pasażera w pojeździe transportu zbiorowego	• 72 dB
	maksymalny poziom oddziaływania spalin na pasażera w pojeździe transportu zbiorowego	• wg ustaleń zarządcy transportu zbiorowego
	maksymalny poziom oddziaływania wibracji na pasażera w pojeździe transportu zbiorowego	• wg ustaleń zarządcy transportu zbiorowego
Poziom oddziaływania na otoczenie	minimalny procent pojazdów niskoemisyjnych we flocie pojazdów transportu zbiorowego	• wg ustaleń zarządcy transportu zbiorowego, docelowo 100%
	maksymalny poziom hałasu w przekroju jezdni	• 65 dB w porze dziennej • 56 dB w porze nocnej
	przyjazność przestrzeni ruchu określana przez procent budynków o wysokim standardzie architektonicznym oraz procent terenów zielonych w korytarzu trasy transportu zbiorowego	• łącznie nie mniej niż: – 85% - obszary śródmiejskie – 95% - pozostałe obszary

7. Uprzywilejowanie pojazdów transportu zbiorowego w ruchu

7.1. Cele uprzywilejowania pojazdów transportu zbiorowego w ruchu

(1) Głównym celem stosowania uprzywilejowania transportu zbiorowego jest zapewnienie sprawnego, niezawodnego i wydajnego środka transportu, konkurencyjnego wobec samochodu, przynajmniej w najważniejszych korytarzach transportowych danej jednostki osadniczej, charakteryzujących się największymi potokami użytkowników systemu transportowego. Zapewnienie uprzywilejowania służy wzmocnieniu roli i zasięgu transportu zbiorowego w tych korytarzach i wpisuje się w podejście polegające na optymalnym wykorzystaniu możliwości przewozowych różnych środków transportu.

(2) Osiągnięcie głównego celu uprzywilejowania pojazdów transportu zbiorowego w ruchu wiąże się z osiągnięciem celów szczegółowych, do których należą (na podstawie [10], [12] i [18]):

- a) skrócenie czasu przejazdu pojazdów transportu zbiorowego poprzez umożliwienie osiągania wysokich prędkości przejazdu, co przekłada się na skrócenie czasu podróży użytkowników,
- b) zwiększenie niezawodności transportu zbiorowego, w tym zmniejszenie rozrzutu czasu przejazdu pojazdów transportu zbiorowego, a w konsekwencji zmniejszenie rozrzutu czasu podróży użytkowników,
- c) zwiększenie dostępności czasowej do transportu zbiorowego dzięki umożliwieniu zwiększenia częstotliwości bądź utrzymania wysokiej częstotliwości kursowania pojazdów transportu zbiorowego,
- d) zwiększenie lub utrzymanie na wysokim poziomie punktualności i regularności kursowania pojazdów transportu zbiorowego,
- e) poprawa komfortu podróży użytkowników,
- f) polepszenie wizerunku transportu zbiorowego, jako atrakcyjnej możliwości przemieszczania się,
- g) zmiany zachowań transportowych, w tym zwiększenie udziału ogółu podróży odbywanych przez użytkowników systemu transportowego transportem zbiorowym,
- h) oszczędność deficytowych terenów miejskich ze względu na mniejsze zapotrzebowanie na powierzchnie przeznaczane na jezdnie, dodatkowe pasy ruchu i parkingi,
- i) poprawa bezpieczeństwa ruchu i poczucia bezpieczeństwa użytkowników, poprzez zmniejszenie liczby ofiar wypadków, oraz ograniczenie pozostałych skutków wypadków,
- j) obniżenie kosztów eksploatacyjnych pojazdów transportu zbiorowego, a w konsekwencji oszczędność środków publicznych,
- k) obniżenie kosztów środowiskowych systemu transportowego w skali lokalnej i globalnej, poprzez uzyskanie niższej energochłonności i emisji w przeliczeniu na jednego użytkownika systemu transportowego.

(3) Stopień osiągnięcia celu głównego oraz celów szczegółowych uprzywilejowania pojazdów transportu zbiorowego jest uzależniony od:

- a) jakości przeprowadzenia procesu planowania i projektowania rozwiązań usprawniających ruch pojazdów transportu zbiorowego, w tym jakości danych opisujących funkcjonowanie transportu zbiorowego w stanie obecnym,
- b) określeniem czytelnych wzajemnych relacji pomiędzy funkcjonowaniem transportu zbiorowego i transportu indywidualnego,
- c) trafności doboru rozwiązań z uwzględnieniem lokalnych i globalnych (w skali jednostki urbanistycznej) uwarunkowań,
- d) jakości zastosowanych rozwiązań usprawniających ruch pojazdów transportu zbiorowego, w zakresie możliwości osiągania postawionych celów,
- e) konsekwencji w utrzymywaniu wysokiej jakości rozwiązań usprawniających ruch pojazdów transportu zbiorowego na etapie eksploatacji.

7.2. Uwarunkowania zastosowania uprzywilejowania pojazdów transportu zbiorowego w ruchu

(1) Przepisy dotyczące planowania i projektowania możliwości zastosowania uprzywilejowania pojazdów transportu zbiorowego w ruchu zostały określone w rozporządzeniach [4] i [5].

(2) Uwarunkowania dla uprzywilejowania pojazdów transportu zbiorowego dotyczą samego zastosowania uprzywilejowania, jak również poszczególnych rodzajów i zakresu zastosowania priorytetów. Do uwarunkowań tych należą:

- a) uwarunkowania urbanistyczne,
- b) uwarunkowania wynikające z obecnej oraz planowanej jakości transportu zbiorowego,
- c) uwarunkowania wynikające z polityki transportowej i polityki mobilności,
- d) uwarunkowania środowiskowe.

(3) Zestawienie uwarunkowań dla uprzywilejowania pojazdów transportu zbiorowego i ich charakterystyk zawiera tab. 7.2.1.

Tab. 7.2.1. Uwarunkowania dla uprzywilejowania pojazdów transportu zbiorowego

Rodzaj uwarunkowania	Charakterystyka
uwarunkowania urbanistyczne	- rozміщення potencjalnych źródeł i celów podróży generujących potoki pasażerskie uzasadniające funkcjonowanie transportu zbiorowego o wysokiej jakości (w tym obecność w obszarze dużych generatorów ruchu) - występowanie lokalnych uwarunkowań demograficznych i społeczno-ekonomicznych - potencjalne skutki przestrzenne i środowiskowe rozbudowy sieci transportu zbiorowego o jezdnie dodatkowe i torowiska przeznaczone dla wyłącznego ruchu pojazdów transportu zbiorowego - potencjalne skutki przestrzenne rozbudowy układu drogowego o dodatkowe pasy ruchu dla autobusów i trolejbusów - potencjalne skutki przestrzenne rozbudowy układu drogowego wobec zaniechania rozwoju i uprzywilejowania transportu zbiorowego
uwarunkowania wynikające z obecnej oraz planowanej jakości transportu zbiorowego	- typ i funkcję trasy transportowej oraz funkcjonującego w jej zakresie transportu zbiorowego - wyniki badań potrzeb transportowych (badań podróży) i wynikająca z nich konieczność zapewnienia wymaganej jakości funkcjonowania transportu zbiorowego - zidentyfikowane możliwości osiągnięcia przez pojazdy transportu zbiorowego zadowalających parametrów ruchu w stanie obecnym, w tym prędkości przejazdu odcinków sieci i prędkości komunikacyjnych - wielkości obecnych i prognozowanych potoków pasażerów transportu zbiorowego oraz użytkowników pozostałych środków transportu oraz pieszych - wielkość strat czasu pojazdów i pasażerów transportu zbiorowego na trasach i odcinkach sieci transportowej
uwarunkowania wynikające z polityki transportowej i polityki mobilności	- dążenie do zrównoważonego rozwoju sieci transportowej - dążenie do zmian zachowań transportowych, w tym zwiększenia udziału podróży odbywanych transportem zbiorowym - koszty bieżącego funkcjonowania transportu zbiorowego (w tym utrzymania infrastruktury i zapewnienia oferty przewozowej)
uwarunkowania środowiskowe	- poziom emisji zanieczyszczeń (powietrze, hałas) od systemu transportowego, w tym transportu zbiorowego - potencjalne skutki środowiskowe rozbudowy układu drogowego o dodatkowe pasy ruchu dla autobusów i trolejbusów - potencjalne skutki środowiskowe rozbudowy układu drogowego wobec zaniechania uprzywilejowania transportu zbiorowego

(4) Uprzywilejowanie pojazdów transportu zbiorowego może się odbywać poprzez budowę dodatkowej jezdni lub dodatkowego pasa ruchu dla pojazdów transportu zbiorowego, bądź poprzez zmianę przeznaczenia jezdni lub pasa ruchu ogólnego.

- (5) Każdorazowe wdrożenie rozwiązań w sposób znaczący zapewniających uprzywilejowanie pojazdów transportu zbiorowego w ruchu poprzedza się analizą zasadności, obejmującą sprawdzenie skutków planowanych działań, zgodnie z procedurą opisaną w podrozdziale 4.6.
- (6) Rekomendowane jest iteracyjne stosowanie metod symulacyjnych, z wykorzystaniem modeli transportowych dla wariantu referencyjnego oraz wariantów inwestycyjnych:
- w skali mikro lub mezo – w celu określenia wielkości skrócenia lub wydłużenia czasu przejazdu oraz czasu trwania poszczególnych procesów ruchu,
 - w skali makro – w celu określenia zmian wielkości potoków pasażerskich.
- (7) Zasadnicza analiza skutków uprzywilejowania pojazdów transportu zbiorowego w ruchu może być poprzedzona uproszczoną analizą wstępną, która polega na sprawdzeniu trzech warunków zasadności wydzielenia jezdni (torowiska) lub pasa ruchu dla pojazdów transportu zbiorowego:
- warunek atrakcyjności czasu przejazdu,
 - warunek minimalnej liczby użytkowników transportu zbiorowego,
 - warunek minimalnej liczby pojazdów transportu zbiorowego (oraz ewentualnie innych dopuszczonych pojazdów).
- (8) Spełnienie wszystkich trzech powyższych warunków upoważnia do wydzielenia pasa ruchu dla pojazdów transportu zbiorowego.
- (9) Warunek atrakcyjności czasu przejazdu autobusów polega na sprawdzeniu czy czas przejazdu pojazdu transportu zbiorowego jest zgodny z teoretycznym czasem przejazdu, uwzględniającym możliwości techniczne trasy, a także sprawdzeniu konkurencyjności czasu przejazdu pojazdu transportu zbiorowego w odniesieniu do czasu przejazdu samochodu osobowego (tab. 7.2.2).

Tab. 7.2.2. Określenie warunków zastosowania rozwiązań zapewniających uprzywilejowanie pojazdów transportu zbiorowego w ruchu

Czas przejazdu transportem zbiorowym		Zgodność bieżącego czasu przejazdu z przyjętymi standardami oraz możliwościami technicznymi trasy	
		Czas przejazdu zgodny z oczekiwaniami i możliwościami	Zbyt długi czas przejazdu Zbyt duży rozrzut czasu przejazdu
Kokurencyjność czasu przejazdu transportu zbiorowego względem czasu przejazdu samochodem	Kokurencyjny czas przejazdu względem czasu przejazdu samochodem	Nie ma potrzeby uprzywilejowania (warunki ruchu pojazdów transportu zbiorowego w ruchu ogólnym są zadowalające)	ZAŁECANE wprowadzenie rozwiązań zapewniających uprzywilejowanie pojazdów transportu zbiorowego w ruchu
	Zbyt długi czas przejazdu względem czasu przejazdu samochodem	ZAŁECANE wprowadzenie rozwiązań zapewniających uprzywilejowanie pojazdów transportu zbiorowego w ruchu	KONIECZNE wprowadzenie rozwiązań zapewniających uprzywilejowanie pojazdów transportu zbiorowego w ruchu

(10) Dla potrzeb określenia teoretycznego czasu przejazdu pojedynczego odcinka sieci (odcinka międzyprzystankowego) można zastosować uproszczony model wyznaczania czasu przejazdu odcinka o zadanej długości i przyjętych wartościach średniego przyspieszenia i opóźnienia, przedstawiony w podrozdziale 4.2 (wzór (4.2.2)). Natomiast teoretyczny czas przejazdu trasy lub jej fragmentu stanowi sumę czasów przejazdu kolejnych odcinków oraz postoju na kolejnych przystankach wchodzących w skład trasy.

(11) Teoretyczny czas przejazdu odcinka lub trasy należy skonfrontować ze średnim czasem przejazdu określonym na podstawie wyników pomiarów. Jeżeli czas rzeczywisty jest dłuższy od czasu teoretycznego, istnieje podstawa do rozważenia możliwości wdrożenia uprzywilejowania pojazdów transportu zbiorowego w ruchu.

(12) W przypadku braku możliwości wiarygodnego określenia czasu postoju na przystankach dla danej trasy transportu zbiorowego, porównanie może dotyczyć wyłącznie czasów przejazdu poszczególnych odcinków międzyprzystankowych.

(13) Konkurencyjność czasu przejazdu transportem zbiorowym wobec czasu przejazdu samochodowym transportem indywidualnym określa się w szerszym kontekście czasu trwania całej podróży, z uwzględnieniem wpływu ilorazu czasu podróży na udział transportu zbiorowego dla danej jednostki urbanistycznej.

(14) Warunek minimalnej liczby użytkowników transportu zbiorowego polega na porównaniu liczby pasażerów przewożonych pojazdami transportu zbiorowego i samochodami osobowymi w danym przekroju jezdni – wzór (7.2.1):

$$Q^{TZ} \cdot \bar{N}^{TZ} \geq \frac{Q^{SO} \cdot \bar{N}^{SO}}{n_{pj} - 1} \quad (7.2.1)$$

gdzie:

Q^{TZ} – natężenie ruchu pojazdów transportu zbiorowego [poj./h],

Q^{SO} – natężenie ruchu samochodów osobowych [poj./h],

$\bar{N}^{TZ}$ – średnie napełnienie pojazdu transportu zbiorowego [os./poj.],

$\bar{N}^{SO}$ – średnie napełnienie samochodu osobowego [os./poj.],

n_{pj} – liczba pasów ruchu na jezdni w rozważanym kierunku jazdy [-].

(15) W przypadku pasów ruchu dla tramwajów, wydzielenie powinno mieć miejsce w ulicach klas Z, G i GP. Podobnie ma się rzecz z pasami ruchu dla autobusów i tramwajów, jednak w tym przypadku dodatkowo sprawdza się, czy utworzenie wspólnego pasa nie spowoduje pogorszenia warunków ruchu tramwajów. Wydzielenie wspólnego pasa ruchu dla autobusów i tramwajów jest możliwe pod warunkiem spełnienia warunku przepustowości (podrozdział 9.2) najbardziej obciążonego przystanku na trasie transportu zbiorowego lub jej fragmencie, określonego wzorem (7.2.2):

$$Q^B + Q^T \leq c_{min}^{TZ} \quad (7.2.2)$$

gdzie:

Q^B – natężenie ruchu autobusów [poj./h],

Q^T – natężenie ruchu tramwajów [poj./h],

c_{min}^{TZ} – przepustowość najbardziej obciążonego przystanku [poj./h].

(16) Jeżeli istnieje ryzyko pogorszenia warunków ruchu tramwajów, wydziela się osobny pas ruchu dla autobusów poza torowiskiem tramwajowym lub rezygnuje się z uprzywilejowania autobusów w obrębie analizowanej trasy albo jej fragmentu. Warunek wynikający z minimalnej liczby pojazdów transportu zbiorowego ma postać określoną wzorem (7.2.3):

$$Q^{TZ} \geq Q_{min}^{TZ} \quad (7.2.3)$$

gdzie:

Q^{TZ} – natężenie ruchu pojazdów transportu zbiorowego [poj./h],

Q_{min}^{TZ} – wartość graniczna: minimalna liczba pojazdów transportu zbiorowego [poj./h].

(17) Wartość Q_{min}^{TZ} wyznacza się z uwzględnieniem lokalnych uwarunkowań, jednak powinna być ona nie mniejsza niż 20 poj./h, co oznacza jeden pojazd przypadający na 3 minuty. W praktyce, najczęściej przyjmuje się wartości znacznie wyższe, na poziomie 30-35 poj./h.

(18) Nie stosuje się uprzywilejowania pojazdów transportu zbiorowego, gdy ich natężenie ruchu nie przekracza 10 poj./h lub łączne natężenie ruchu pojazdów w przekroju nie przekracza 200 poj./h.

7.3. Klasyfikacja środków uprzywilejowania pojazdów transportu zbiorowego w ruchu

(1) Klasyfikacja środków uprzywilejowania pojazdów transportu zbiorowego w ruchu obejmuje rozwiązania polegające na wydzielaniu jezdni i pasów dla pojazdów transportu zbiorowego, zapewnianiu pojazdom uprzywilejowania metodami organizacji ruchu oraz zapewnianiu tym pojazdom efektywnego priorytetu w systemach sterowania ruchem:

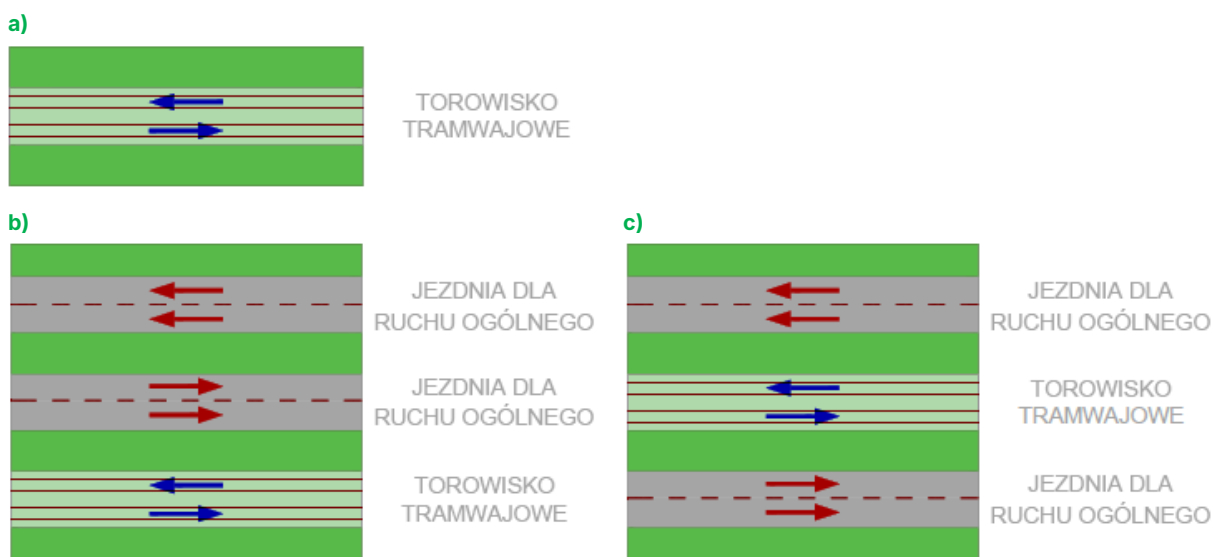
- a) wydzielone jezdnie dla pojazdów transportu zbiorowego (wydzielona jezdnia dla autobusów lub trolejbusów, wydzielone torowisko tramwajowe (zwane także wydzieloną jezdnią dla tramwajów), wydzielona jezdnia dla autobusów i tramwajów),
- b) wydzielone pasy ruchu dla pojazdów transportu zbiorowego (wydzielony pas ruchu dla autobusów (trolejbusów), wydzielony pas ruchu dla tramwajów, wydzielony pas ruchu dla autobusów i tramwajów),
- c) organizacja ruchu wspomagająca przejazd pojazdów transportu zbiorowego, w szczególności w obszarach skrzyżowań i w obrębie przystanków,
- d) uprzywilejowanie transportu zbiorowego w sterowaniu ruchem (priorytet w systemie obszarowego sterowania ruchem, priorytet w sygnalizacji świetlnej, wsparcie sygnalizacji świetlnej przy zmianie pasa ruchu oraz wyjeździe z przystanku),
- e) dodatkowe wspomaganie przejazdu pojazdów transportu zbiorowego za pomocą sterowania dyspozytorskiego.

(2) Najefektywniejszą formą uprzywilejowania pojazdów transportu zbiorowego jest łączne stosowanie powyższych rozwiązań, w tym w szczególności połączenie wydzielenia jezdni (torowiska) lub pasa ruchu z pozostałymi wymienionymi rozwiązaniami:

- a) wydzielona jezdnia dla autobusów (trolejbusów) lub wydzielone torowisko albo wydzielona jezdnia dla autobusów i tramwajów oraz uprzywilejowanie w sterowaniu ruchem w punktach styku z jezdniami przeznaczonymi do ruchu ogólnego pojazdów,
- b) wydzielony pas ruchu, metody organizacji ruchu oraz uprzywilejowanie w sterowaniu ruchem w sąsiedztwie pasa oraz na skrzyżowaniach.

(3) Wydzielenie jezdni dla autobusów (trolejbusów) powinno następować w wyniku decyzji opartej na analizie uwarunkowań, w tym uwzględniającej uwarunkowania urbanistyczne oraz wyniki analizy ruchu. Z kolei wydzielenie torowiska tramwajowego powinno mieć miejsce w przypadku ulic klas Z, G i GP. Natężenie ruchu pojazdów transportu zbiorowego powinno być nie mniejsze niż 30 poj./h.

(4) Wydzielone jezdnie dla autobusów (trolejbusów), autobusów i trolejbusów lub autobusów i tramwajów oraz wydzielone torowiska tramwajowe mogą funkcjonować jako prowadzone niezależnie od jezdni przeznaczonych do ruchu ogólnego (rys. 7.3.1a) albo jako jezdnie im towarzyszące: umiejscowione obok jezdni przeznaczonych do ruchu ogólnego (rys. 7.3.1b) lub pomiędzy tymi jezdniami (rys. 7.3.1c).



Rys. 7.3.1. Przykłady usytuowania wydzielonych torowisk tramwajowych (lub jezdni dla pojazdów transportu zbiorowego) w przekroju poprzecznym drogi: a) wydzielone torowisko tramwajowe prowadzone niezależnie od jezdni przeznaczonych ruchu ogólnego, b) wydzielone torowisko tramwajowe umiejscowione obok jezdni ruchu ogólnego, c) wydzielone torowisko tramwajowe umiejscowione pomiędzy jezdniami przeznaczonymi ruchu ogólnego

(5) Decyzja dotycząca sposobu usytuowania wydzielonej jezdni lub wydzielonego torowiska w przekroju ulicy powinna uwzględniać uwarunkowania przedstawione w podrozdziale 7.2, w szczególności związane z obsługą przyległych źródeł i celów podróży. W przypadku porównywalnej gęstości źródeł i celów podróży po obu stronach ulicy zaleca się stosowanie wydzielonych jezdni i torowisk pomiędzy jezdniami przeznaczonymi do ruchu ogólnego. Natomiast, jeżeli rozmieszczenie źródeł i celów podróży jest silnie niesymetryczne – wydzieloną jezdnię lub wydzielone torowisko sytuje się po stronie, po której znajduje się ich więcej.

(6) Zalety i wady poszczególnych rodzajów lokalizacji wydzielonych jezdni i torowisk przedstawia tab. 7.3.1, natomiast powiązanie możliwości wydzielenia jezdni i torowisk z typami tras transportu zbiorowego, określonymi w podrozdziale 4.3, przedstawia tab. 7.3.2.

Tab. 7.3.1. Zalety i wady poszczególnych lokalizacji wydzielonych jezdni i torowisk dla pojazdów transportu zbiorowego

Lokalizacja	Zalety	Wady	Rodzaj środka transportu
O przebiegu niezależnym od jezdni przeznaczonych do ruchu ogólnego	- duża dowolność sytuowania przystanków - łatwy dostęp do przystanków - relatywnie łatwe prowadzenie przez obszary skrzyżowań	-	autobus trolejbus tramwaj
Pomiędzy jezdniami przeznaczonymi do ruchu ogólnego	- wykorzystanie przestrzeni pomiędzy jezdniami - łatwość ewentualnego wprowadzenia ruchu pojazdów uprzywilejowanych - zapewnienie możliwości zawracania pojazdów pomiędzy jezdniami przeznaczonymi do ruchu ogólnego	- konieczność przekroczenia jezdni przeznaczonej do ruchu ogólnego podczas dojścia do przystanku - możliwy brak miejsca na ulokowanie szerokich peronów przystankowych	
Obok jezdni przeznaczonych do ruchu ogólnego	- łatwy dostęp do przystanków od strony źródeł i celów podróży znajdujących się po stronie torowiska - możliwość włączenia jezdni lub torowiska w strukturę urbanistyczną przyległego obszaru	wydłużony dostęp do przystanków od strony źródeł i celów podróży znajdujących się po stronie jezdni przeznaczonej do ruchu ogólnego	
Wszystkie powyższe lokalizacje	- wysoka prędkość jazdy - wysoka punktualność i regularność - wysoki poziom bezpieczeństwa komunikacyjnego - możliwość zapewnienia wysokiej częstotliwości kursowania - wysoka zdolność przewozowa	- ograniczenie dostępności dla samochodowego transportu indywidualnego - możliwość przenoszenia się ruchu samochodowego na trasy alternatywne (w przypadku niskiego stopnia przejęcia podróży przez transport zbiorowy)	

Tab. 7.3.2. Powiązanie możliwości wydzielenia jezdni i torowisk dla pojazdów transportu zbiorowego z typami tras transportu zbiorowego

Rodzaj wydzielonej jezdni lub torowiska	Typy tras autobusowych (trolejbusowych)						Typy tras tramwajowych					
	BS	BA	BB	BC	BD	BE	TS	TA	TB	TC	TD	TE
Wydzielona jezdnia dla autobusów (trolejbusów)	●●	●●	●●	◆	◆	●	nd.	nd.	nd.	nd.	nd.	nd.
Wydzielone torowisko tramwajowe	nd.	nd.	nd.	nd.	nd.	nd.	●●	●●	●●	◆	◆	●
Wydzielona jezdnia dla autobusów i tramwajów	●	●●	●●	◆	◆	●	●	●●	●●	◆	◆	●
●● szczególnie zalecane ● zalecane ◆◆ szczególnie niezalecane nd. – nie dotyczy												

(7) Sposób usytuowania wydzielonej jezdni lub wydzielonego torowiska w przekroju ulicy ma wpływ na lokalizację przystanków względem skrzyżowań oraz umiejscowienie stanowisk przystankowych.

(8) Wydzielone jezdnie i torowiska dla pojazdów transportu zbiorowego powinny obowiązywać przez całą dobę, ewentualne odstępstwa wymagają uzasadnienia z wykorzystaniem analiz wpływu innych pojazdów na ruch pojazdów transportu zbiorowego. Dostępność do wydzielonych jezdni i torowisk dla pojazdów innych niż pojazdy transportu zbiorowego powinna być limitowana i monitorowana.

(9) Wydzielone jezdnie dla autobusów (trolejbusów) służą przede wszystkim do sprawnego prowadzenia ruchu autobusów (trolejbusów), dlatego dostęp do nich powinien być limitowany dla pozostałych grup pojazdów. Dopuszczenie do ruchu innych grup pojazdów może mieć miejsce w wyniku przeprowadzonych analiz, pod warunkiem udowodnienia, że ich dopuszczenie nie spowoduje pogorszenia warunków jazdy autobusów (trolejbusów). Na skrzyżowaniach z elementami infrastruktury przeznaczonymi do ruchu ogólnego zaleca się stosowanie priorytetu dla autobusów (trolejbusów) w sterowaniu ruchem.

(10) Po wydzielonych torowiskach tramwajowych powinien być prowadzony wyłącznie ruch tramwajów, a jedynymi punktami sieci, na których może występować powiązanie z jezdniami przeznaczonymi do ruchu ogólnego są skrzyżowania. Zalecane jest stosowanie sygnalizacji świetlnej umożliwiającej tramwajom przejazd skrzyżowań bez ponoszenia strat czasu.

(11) Wydzielone jezdnie autobusowo-tramwajowe powinny prowadzić wyłącznie ruch pojazdów miejskiego transportu zbiorowego. Na skrzyżowaniach z elementami infrastruktury ruchu ogólnego zaleca się stosowanie priorytetu dla pojazdów transportu zbiorowego w sterowaniu ruchem.

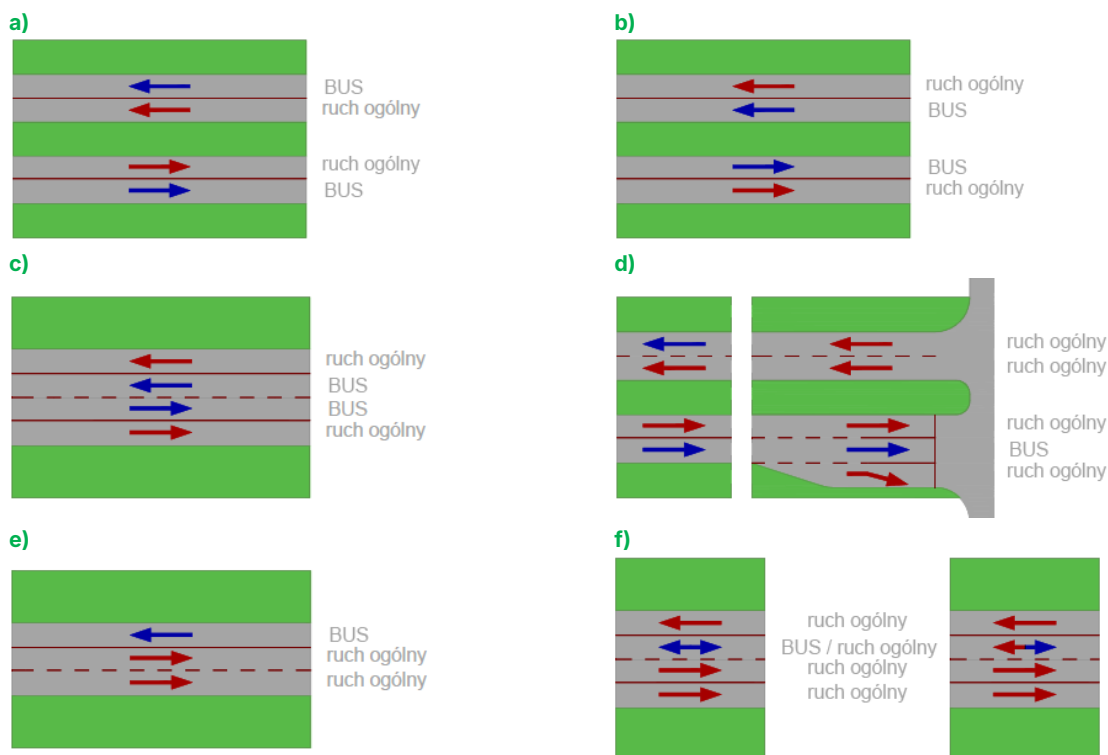
(12) Wydzielone pasy ruchu stanowią mniej efektywny sposób uprzywilejowania pojazdów transportu zbiorowego niż to ma miejsce w przypadku wydzielonych jezdni i torowisk, z uwagi na niższy stopień ochrony przed ich użytkowaniem przez inne grupy pojazdów, w tym pojazdy do tego nieuprawnione. Niemniej, również umożliwiają istotną poprawę warunków ruchu pojazdów transportu zbiorowego, przy zastosowaniu znacznie mniejszego zakresu ograniczeń dla ruchu samochodowego transportu indywidualnego.

(13) Stosowane są następujące rodzaje wydzielonych pasów ruchu dla pojazdów transportu zbiorowego, pod względem usytuowania w przekroju jezdni:

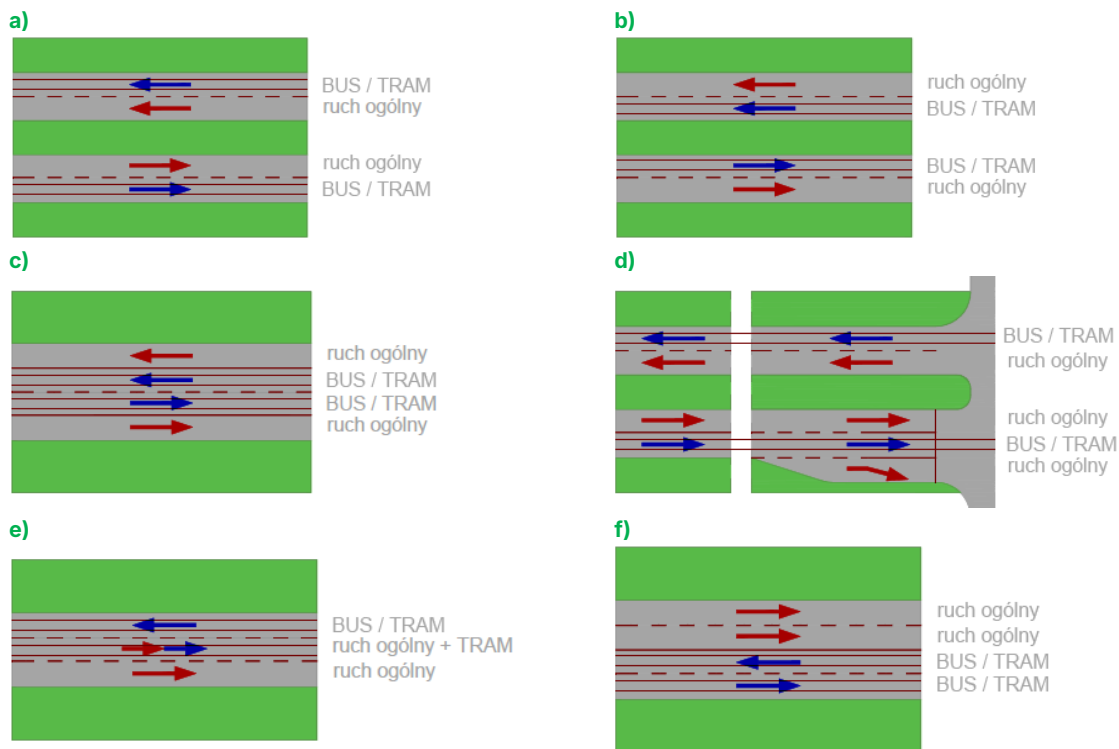
- a) pasy zgodne z obowiązującym kierunkiem ruchu na pasach ruchu ogólnego, po których ruch pojazdów transportu zbiorowego odbywa się w tym samym kierunku, jak na pozostałych pasach ruchu (pasy przykrawężnikowe prawe, pasy przykrawężnikowe lewe, pasy środkowe oraz pasy wewnętrzne – te ostatnie tylko na wlotach skrzyżowań),
- b) pasy przeciwne do obowiązującego kierunku ruchu na pasach ruchu ogólnego (pasy „pod prąd”), po których ruch pojazdów transportu zbiorowego odbywa się w kierunku przeciwnym, do kierunku ruchu obowiązującego na pozostałych pasach ruchu (pasy przykrawężnikowe prawe oraz pasy środkowe),
- c) pasy o zmiennych kierunkach ruchu, po których ruch autobusów (trolejbusów) odbywa się w przeciwnych kierunkach, w określonych porach doby; mogą być stosowane na ciągach łączących centra miast z dzielnicami peryferyjnymi oraz w arteriach podmiejskich, w sytuacji gdy nie ma możliwości lub celowości wydzielenia pasów w obu kierunkach, oraz gdy struktura kierunkowa ruchu jest większa niż 65:35; nie stosuje się w przypadku pasów ruchu dla tramwajów.

(14) Schematy typowych lokalizacji wydzielonych pasów ruchu dla:

- a) autobusów (trolejbusów) albo autobusów i trolejbusów – przedstawia rys. 7.3.2,
- b) tramwajów albo autobusów i tramwajów – przedstawia rys. 7.3.3.



Rys. 7.3.2. Schematy typowych lokalizacji wydzielonych pasów ruchu dla autobusów (trolejbusów) albo autobusów i trolejbusów w przekroju poprzecznym jezdni: a) pas zgodny z kierunkiem ruchu na pasach ruchu ogólnego – przykrawężnikowy prawy, b) pas zgodny z kierunkiem ruchu na pasach ruchu ogólnego – przykrawężnikowy lewy, c) pas zgodny z kierunkiem ruchu na pasach ruchu ogólnego – środkowy, d) pas zgodny z kierunkiem ruchu na pasach ruchu ogólnego – wewnętrzny, e) pas przeciwny do kierunku ruchu na pasach ruchu ogólnego – przykrawężnikowy prawy, f) pas o zmiennych kierunkach ruchu – środkowy



Rys. 7.3.2. Schematy typowych lokalizacji wydzielonych pasów ruchu dla tramwajów albo autobusów i tramwajów w przekroju poprzecznym jezdni: a) pas zgodny z kierunkiem ruchu na pasach ruchu ogólnego – przykrawężnikowy prawy, b) pas zgodny z kierunkiem ruchu na pasach ruchu ogólnego – przykrawężnikowy lewy, c) pas zgodny z kierunkiem ruchu na pasach ruchu ogólnego – środkowy, d) pas zgodny z kierunkiem ruchu na pasach ruchu ogólnego – wewnętrzny, e) pas przeciwny do kierunku ruchu na pasach ruchu ogólnego – przykrawężnikowy prawy, f) pas o zmiennych kierunkach ruchu – środkowy

(15) Wydzielone pasy ruchu dla autobusów (trolejbusów) mogą obowiązywać przez całą dobę lub w określonych godzinach, najczęściej w okresie szczytu porannego (np. 6:00-10:00) lub popołudniowego (np. 14:00-18:00), natomiast wydzielone pasy ruchu dla tramwajów oraz autobusów i tramwajów powinny obowiązywać przez całą dobę.

(16) Sposób wydzielania powinien uwzględniać typ trasy transportu zbiorowego, jej istotność dla funkcjonowania sieci transportowej, a także lokalne uwarunkowania w zakresie przestrzegania ograniczeń w dostępności wydzielonego pasa ruchu przez kierujących pojazdami nieuprawnionymi do korzystania z pasa. W oparciu o powyższe, możliwe jest zastosowanie następujących sposobów wydzielania:

- a) podniesienie nawierzchni wydzielonego pasa względem sąsiednich pasów ruchu,
- b) wydzielenie za pomocą liniowych (lub punktowych) separatorów drogowych,
- c) zastosowanie oznakowania pionowego i poziomego.

(17) Zalety i wady poszczególnych rodzajów lokalizacji wydzielonych pasów ruchu z zalecanymi sposobami wydzielania przedstawia tab. 7.3.3, natomiast powiązanie możliwości wydzielania pasów ruchu z typami tras transportu zbiorowego, określonymi w podrozdziale 4.3, przedstawia tab. 7.3.4.

Tab. 7.3.3. Zalety i wady poszczególnych lokalizacji wydzielonych pasów ruchu dla pojazdów transportu zbiorowego

Lokalizacja		Sposób wydzielania	Zalety	Wady	Rodzaj środka transportu
Pas zgodny z kierunkiem ruchu na pasach ruchu ogólnego	przykrawężnikowy prawy	• oznakowanie • (separator)	• łatwość prowadzenia tras linii • łatwość sytuowania przystanków bezpośrednio przy pasie • wygodny dostęp do przystanków	• zakłócenia od ruchu pojazdów skręcających w prawo • możliwe zakłócenia wynikające z parkowania przy pasie • mogą występować utrudnienia dla autobusów skręcających w lewo	autobus trolejbus tramwaj
	przykrawężnikowy lewy	• separator • (oznakowanie)	• brak zakłóceń od ruchu pojazdów skręcających w prawo • brak zakłóceń od ruchu parkujących pojazdów	• konieczność sytuowania wysp przystankowych lub organizacji przystanku „wiedeńskiego” • utrudnione prowadzenie relacji skrętnych ruchu ogólnego w lewo	
	środkowy	• podniesienie nawierzchni • separator • (oznakowanie)	• brak zakłóceń od ruchu pojazdów skręcających w prawo • brak zakłóceń od ruchu parkujących pojazdów • dodatkowa funkcja porządkująca przekrój wielopasowy	• konieczność sytuowania wysp przystankowych lub organizacji przystanku „wiedeńskiego”	
	wewnętrzny	• oznakowanie	• brak zakłóceń od ruchu pojazdów skręcających w prawo • ograniczony wpływ parkowania	• utrudnione sytuowanie przystanku na wlocie skrzyżowania • możliwość wystąpienia zagrożeń wynikających z przecinania wydzielonego pasa	

Lokalizacja		Sposób wydzielenia	Zalety	Wady	Rodzaj środka transportu
Pas o kierunku przeciwnym do ruchu na pasach ruchu ogólnego	przykrawężnikowy prawy	- oznakowanie (separator)	- możliwość prowadzenia linii transportu zbiorowego w obu kierunkach w ulicach jednokierunkowych - łatwość sytuowania przystanków bezpośrednio przy pasie - wygodny dostęp do przystanków - brak negatywnego wpływu parkowania przy pasie	możliwe zaburzenie czytelności rozwiązania w obrębie skrzyżowania	autobus trolejbus tramwaj
	środkowy	- podniesienie nawierzchni - separator	- możliwość prowadzenia ruchu tramwajów w dwóch kierunkach - brak zakłóceń od ruchu pojazdów skręcających w prawo - brak zakłóceń od ruchu parkujących pojazdów	- konieczność sytuowania wysp przystankowych - możliwe skomplikowanie sytuacji ruchowej na skrzyżowaniu	tramwaj
Pas o zmiennych kierunkach ruchu	przykrawężnikowy prawy	- separator (oznakowanie)	optymalne wykorzystanie dostępnej przestrzeni ruchu (oszczędność miejsca)	- utrudniona lokalizacja przystanków - możliwe skomplikowanie sytuacji ruchowej na skrzyżowaniu	autobus tramwaj
	środkowy	- podniesienie nawierzchni - separator	optymalne wykorzystanie dostępnej przestrzeni ruchu (oszczędność miejsca)	wymaga zastosowania sygnalizacji świetlnej	

Tab. 7.3.4. Powiązanie możliwości wydzielenia pasa ruchu dla pojazdów transportu zbiorowego z typami tras transportu zbiorowego

Lokalizacja wydzielonego pasa ruchu	Typy tras autobusowych (trolejbusowych)						Typy tras tramwajowych					
	BS	BA	BB	BC	BD ¹⁾	BE	TS	TA	TB	TC	TD ¹⁾	TE
Pas zgodny przykrawężnikowy prawy	◆◆	◆◆	◆◆	●	●	●●	◆◆	◆◆	◆◆	●	●	●●
Pas zgodny przykrawężnikowy lewy	◆◆	◆◆	◆◆	●●	●●	◆	◆◆	◆◆	◆◆	●	●	◆
Pas zgodny środkowy	◆◆	◆◆	◆◆	●	◆	◆	◆◆	◆◆	◆◆	●	●●	●
Pas zgodny wewnętrzny (na wlocie skrzyżowania)	◆◆	◆◆	◆◆	●●	●●	●●	◆◆	◆◆	◆◆	●	●	●●
Pas „pod prąd” przykrawężnikowy prawy	◆◆	◆◆	◆◆	●●	●●	●	◆◆	◆◆	◆◆	●●	●●	●
Pas „pod prąd” środkowy	◆◆	◆◆	◆◆	◆◆	◆◆	◆◆	◆◆	◆◆	◆◆	●●	●	◆◆
Pas o zmiennych kierunkach ruchu przykrawężnikowy prawy	◆◆	◆◆	◆◆	●	●	◆◆	◆◆	◆◆	◆◆	◆◆	◆◆	◆◆
Pas o zmiennych kierunkach ruchu środkowy	◆◆	◆◆	◆◆	●	●	◆◆	◆◆	◆◆	◆◆	◆◆	◆◆	◆◆
¹⁾ rozwiązania punktowe, np. na wlotach skrzyżowań ●● szczególnie zalecane ● zalecane ◆ niezalecane ◆◆ szczególnie niezalecane												

(18) Środki organizacji ruchu wspomagające przejazd pojazdów transportu zbiorowego polegają głównie na wykorzystywaniu istniejącej infrastruktury ulic dla potrzeb autobusów i ewentualnie innych uprawnionych do tego pojazdów. Charakteryzują się stosunkowo dużą łatwością wprowadzania, jednocześnie zapewniają wysoką efektywność działania. Należą do nich:

- a) zapewnienie pierwszeństwa ruchu pojazdom transportu zbiorowego w obrębie skrzyżowań, przez ustanowienie pierwszeństwa dla relacji, w których poruszają się pojazdy transportu zbiorowego,
- b) dostosowanie układu ulic jednokierunkowych do potrzeb transportu zbiorowego, szczególnie w obszarach o dużej gęstości skrzyżowań,
- c) zapewnianie przejeźdźności dla pojazdów transportu zbiorowego przez obszary wyłączane z ruchu innych pojazdów,
- d) ograniczanie ruchu w wybranych relacjach, kolizyjnych wobec relacji wykonywanych przez pojazdy transportu zbiorowego,
- e) ograniczanie i eliminowanie ruchu określonych grup pojazdów, w tym zakazy wjazdu do obszarów dla pojazdów innych niż autobusy,
- f) ograniczanie i eliminowanie parkowania na pasach ruchu oraz w bezpośrednim sąsiedztwie pasów ruchu, z których korzystają pojazdy transportu zbiorowego,
- g) ograniczanie okresów dowozu zaopatrzenia do celów zlokalizowanych przy pasach, po których odbywa się ruch pojazdów transportu zbiorowego,
- h) umożliwienie autobusom wykonywania na skrzyżowaniach relacji zabronionych innym grupom pojazdów.

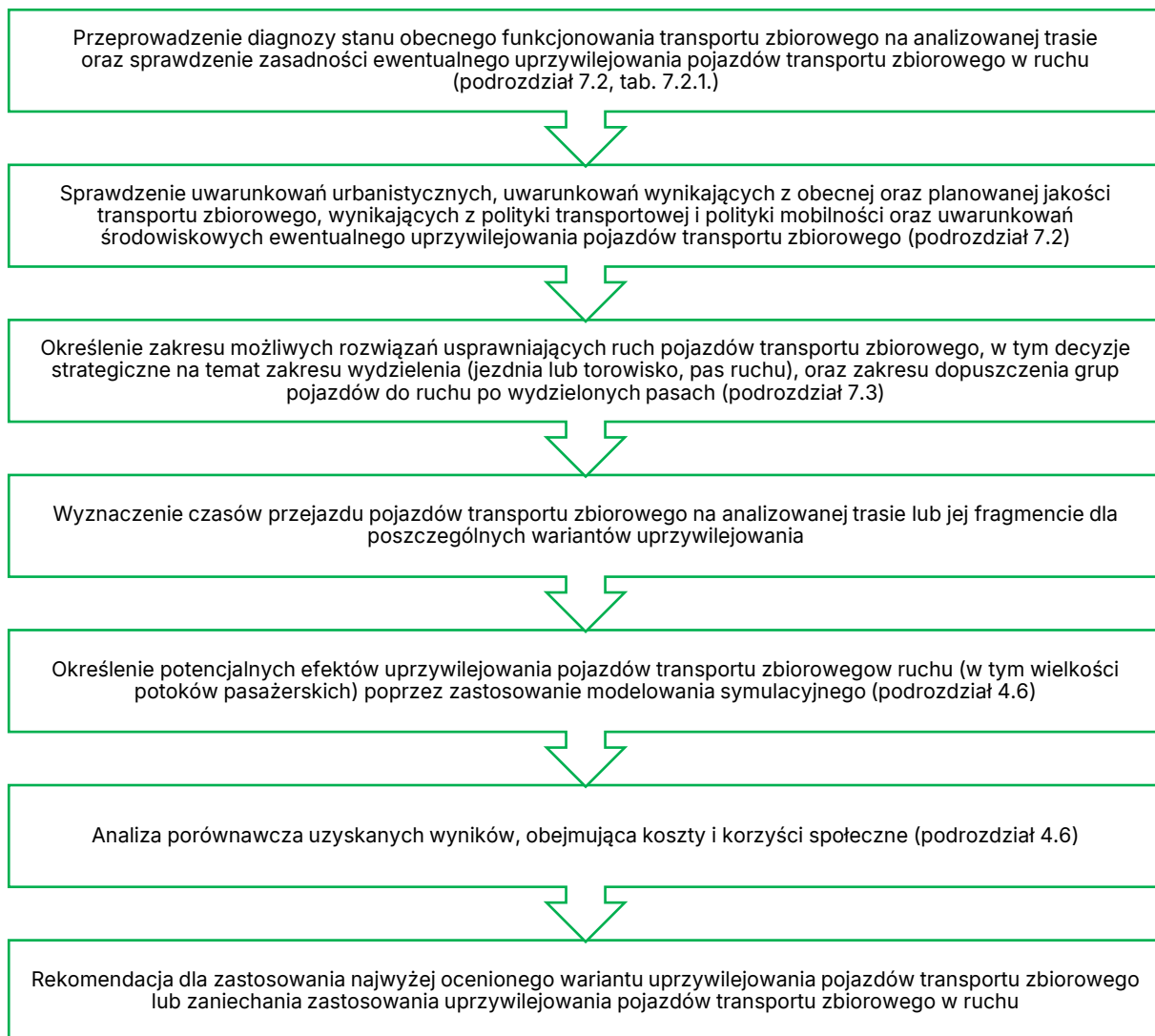
(19) Uprzywilejowanie transportu zbiorowego w sterowaniu ruchem polega głównie na wprowadzaniu zmian w programach sygnalizacji świetlnej, służących redukcji strat czasu pojazdów transportu zbiorowego:

- a) na ciągu skrzyżowań skoordynowanych – przez stosowanie przesunięć fazowych oraz czasów wyświetlania sygnału zielonego, uwzględniających potrzeby pojazdów transportu zbiorowego,
- b) przy przejeździe odosobnionego skrzyżowania – przez zapewnienie sygnału zielonego dla nadjeżdżającego pojazdu na skrzyżowaniu z sygnalizacją świetlną, nie skoordynowaną z sąsiednimi skrzyżowaniami,
- c) przy wyjeździe autobusu (trolejbusu) z zatoki – dzięki zapewnieniu sygnału umożliwiającego autobusowi (trolejbusowi) włączającemu się do ruchu wyjazd z zatoki, po zakończeniu wymiany pasażerów,
- d) przy zmianie pasa ruchu – poprzez utworzenie służby sygnalizacyjnej, ułatwiającej autobusowi (trolejbusowi) zmianę pasa ruchu na krótkiej odległości, np. przy wyjeździe z wydzielonego pasa ruchu na pas ruchu ogólnego.

(20) Wspomaganie przejazdu pojazdów transportu zbiorowego za pomocą sterowania dyspozytorskiego polega na podejmowaniu doraźnych działań poprawiających punktualność i regularność kursowania pojazdów transportu zbiorowego w sytuacji występowania zakłóceń przejazdu.

7.4. Procedura oceny zasadności oraz wyboru sposobu uprzywilejowania pojazdów transportu zbiorowego w ruchu

(1) Ocenę zasadności oraz wybór sposobu uprzywilejowania pojazdów transportu zbiorowego w ruchu przeprowadza się zgodnie z procedurą przedstawioną na rys. 7.4.1.



Rys. 7.4.1. Procedura oceny zasadności oraz wyboru sposobu uprzywilejowania pojazdów transportu zbiorowego w ruchu

8. Lokalizacja przystanków transportu zbiorowego

8.1. Uwarunkowania wynikające z zagospodarowania przestrzennego

(1) Uwarunkowania wynikające z zagospodarowania przestrzennego są powiązane przede wszystkim z dostępnością przestrzenną do transportu zbiorowego. Obejmują między innymi:

- a) umiejscowienie trasy w obszarze obsługiwanym jednostką urbanistyczną (ściśle centrum miasta, obszar śródmiejski, dzielnica, peryferia, obszar podmiejski, obszar wiejski),
- b) charakterystykę zagospodarowania przestrzennego obszaru, który ma być obsługiwany trasą transportu zbiorowego (funkcje mieszane, mieszkalnictwo, usługi, edukacja, rekreacja),
- c) obecność w obszarze dużych generatorów ruchu (np. sklepy wielkopowierzchniowe, duże osiedla mieszkaniowe, szkoły ponadpodstawowe, uczelnie, urzędy),
- d) występowanie lokalnych uwarunkowań demograficznych i socjo-ekonomicznych (np. znaczący udział mieszkańców lub odwiedzających o specjalnych potrzebach (w tym ograniczonej mobilności), obecność placówki zdrowia, szkoły podstawowej),
- e) rozmieszczenie potencjalnych źródeł i celów podróży, zwłaszcza w kontekście przejmowania podróży z transportu samochodowego,
- f) obecność istniejących ciągów pieszych, w tym o istotnym znaczeniu lokalnym,
- g) dostępność terenu do realizacji bezpiecznego i funkcjonalnego przystanku (zespołu przystankowego) w celu zapewnienia odpowiedniej szerokości peronu przystankowego, dostosowanej do potrzeb pasażerów, a także zapewnienia niezbędnych elementów wyposażenia przystanku,
- h) występowanie barier przestrzennych utrudniających lokalizowanie przystanków (np. ukształtowanie terenu, obecność ograniczeń w dostępności pieszej, brak dróg dla pieszych).

(2) Spełnienie powyższych uwarunkowań umożliwia taką lokalizację przystanków, która będzie zapewniać funkcjonalne powiązanie planowanej trasy z obsługiwanymi przez nią obszarami, w sposób odpowiadający jak największej liczbie potencjalnych użytkowników transportu zbiorowego.

(3) Szczególną uwagę należy zwrócić na zapewnienie bliskości i czytelności dojść do przystanków, zapewniając tym samym dostępność przestrzenną konkurencyjną do dostępności do samochodu, a także na możliwość minimalizowania długości przejść pomiędzy peronami w obrębie kreowanych węzłów przesiadkowych.

8.2. Uwarunkowania wynikające z funkcji transportowych trasy

(1) Uwarunkowania wynikające z funkcji transportowych trasy są powiązane przede wszystkim z czasem przejazdu oraz niezawodnością transportu zbiorowego. Obejmują między innymi:

- a) umiejscowienie trasy w systemie transportowym (korytarz transportowy prowadzący ruch przez ściśle centrum miasta, korytarz prowadzący ruch promieniście do centrum, obwodnica wewnętrzna ściśłego centrum miasta lub obszaru śródmiejskiego, obwodnica wewnętrzna obszaru zurbanizowanego, obwodnica zewnętrzna),
- b) możliwość integracji z istniejącymi środkami transportu zbiorowego oraz transportem indywidualnym w węzłach przesiadkowych,
- c) znaczenie i zasięg linii komunikacyjnych korzystających i przewidywanych do korzystania z trasy,
- d) planowany zakres oferty przewozowej transportu zbiorowego, rodzaj taboru przewidywanego do obsługi trasy oraz zakres i stopień uprzywilejowania pojazdów transportu zbiorowego,

- e) zakres i stopień uprzywilejowania pojazdów transportu zbiorowego na pozostałych odcinkach linii komunikacyjnych, poza przedmiotową trasą,
- f) znaczenie trasy dla transportu indywidualnego, głównie samochodowego i rowerowego,
- g) obecny i przyszły stan dopasowania potrzeb i miejsc parkingowych w obszarze przez który przebiega lub ma przebiegać trasa transportu zbiorowego (np. obecność stref płatnego parkowania, deficyt miejsc postojowych, obecność łatwo dostępnych miejsc parkingowych),
- h) zachowania transportowe mieszkańców oraz odwiedzających obszar (określone w oparciu o wyniki badań potrzeb transportowych),
- i) wyniki prognoz ruchu pasażerskiego (w tym liczby osób korzystających z przystanku) oraz natężeń ruchu pojazdów transportu indywidualnego.

(2) Spełnienie powyższych uwarunkowań wpływa na lokalizację przystanków w sposób umożliwiający osiąganie przez pojazdy transportu zbiorowego atrakcyjnych dla użytkowników charakterystyk ruchu, dopasowanych do potrzeb ogółu użytkowników trasy, w tym mieszkańców obszarów, przez które przebiega trasa, jak również mieszkańców innych obszarów oraz odwiedzających – korzystających z linii komunikacyjnych przebiegających po danej trasie.

8.3. Odstępy między przystankami

(1) Długości odstępów między przystankami mają istotny wpływ na prędkości komunikacyjne uzyskiwane na poszczególnych trasach i liniach komunikacyjnych, dlatego powinny być wyznaczone z uwzględnieniem:

- a) zdiagnozowanych potrzeb pasażerów transportu zbiorowego w zakresie zapewnienia krótkiego dostępu do przystanków oraz wysokiej prędkości komunikacyjnej,
- b) wyników prognoz ruchu pasażerskiego dla różnych wariantów tras.

(2) W celach planistycznych stosuje się uproszczony model teoretycznego czasu przejazdu odcinka o zadanej długości, obliczany ze wzoru (8.3.1):

$$T^{TZ} = \zeta \left(\frac{v_{\max}}{\bar{a}} + \frac{L}{v_{\max}} + \frac{v_{\max}}{\bar{b}} \right) \quad (8.3.1)$$

gdzie:

T^{TZ} – czas przejazdu odcinka międzyprzystankowego w modelu uproszczonym [s],

$v_{\max}$ – prędkość maksymalna na odcinku trasy [m/s],

$\bar{a}$ – średnie przyspieszenie [m/s^2],

$\bar{b}$ – średnie opóźnienie podczas hamowania przy dojeździe do przystanku [m/s^2],

L_K – długość odcinka trasy [m],

ζ – współczynnik wydłużenia czasu przejazdu odcinka trasy [-] (w przypadku braku zakłóceń czasu przejazdu przyjmuje się $\zeta = 1,00$).

(3) Z kolei za pomocą wzoru (8.3.2) wyznacza się minimalną długość odcinka, przy której jest możliwe osiągnięcie zadanej prędkości chwilowej:

$$L_{\min}^{TZ} = \frac{v_{\max}^2}{2} \cdot \left(\frac{1}{\bar{a}} + \frac{1}{\bar{b}} \right) \quad (8.3.2)$$

gdzie:

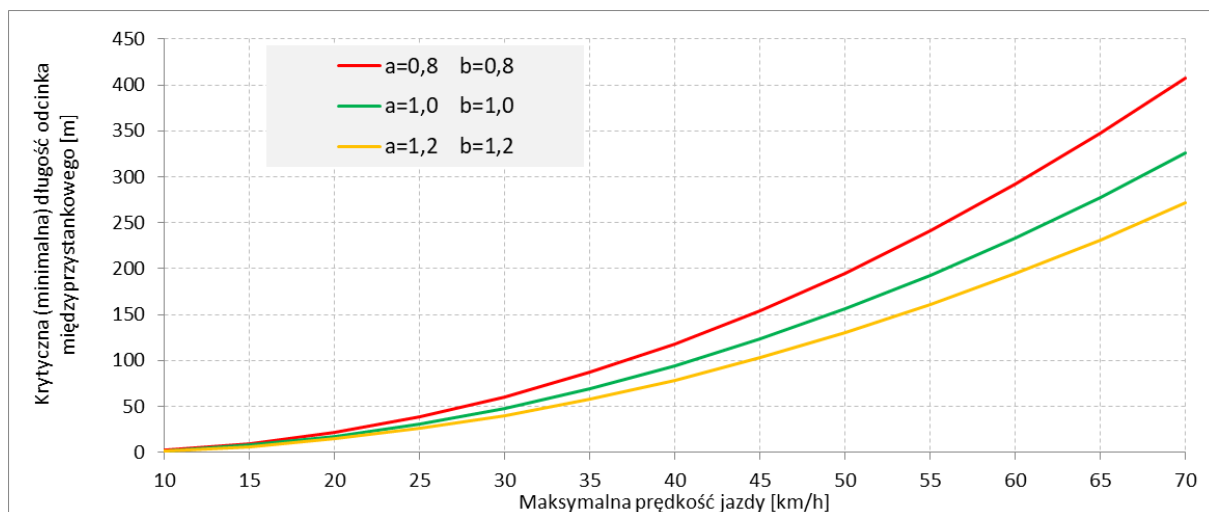
$L_{\min}^{TZ}$ – minimalna długość odcinka, przy której jest możliwe osiągnięcie zadanej prędkości chwilowej [m],

$v_{\max}$ – prędkość maksymalna na odcinku trasy [m/s],

$\bar{a}$ – średnie przyspieszenie [m/s^2],

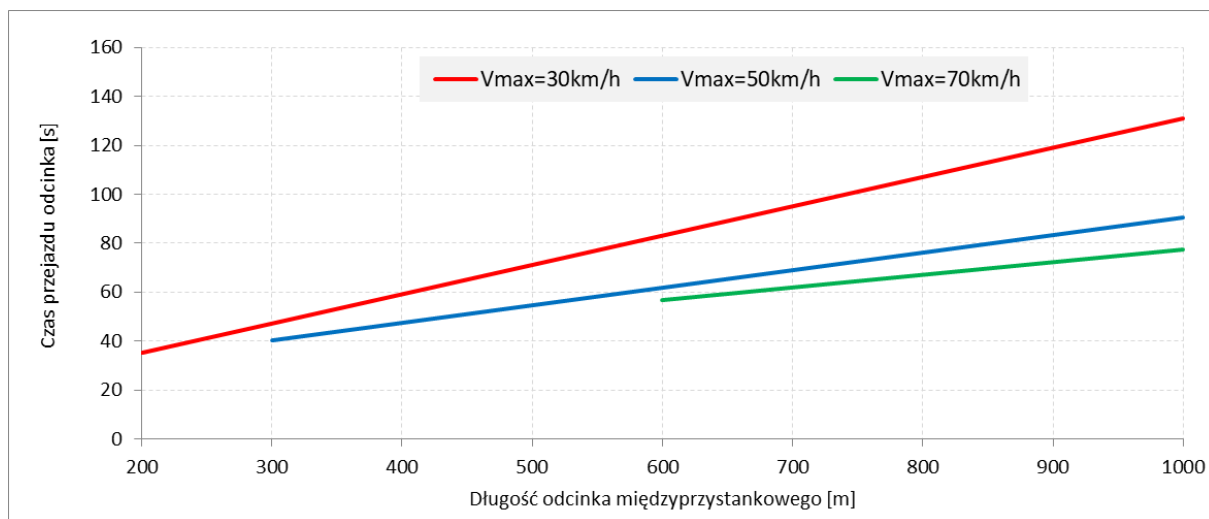
$\bar{b}$ – średnie opóźnienie podczas hamowania przy dojeździe do przystanku [m/s^2].

(4) Zależność pomiędzy długością odcinka międzyprzystankowego a maksymalną prędkością chwilową, którą może na nim osiągnąć pojazd transportu zbiorowego przy wybranych wartościach przyspieszenia i opóźnienia, przedstawia wykres na rys. 8.3.3.

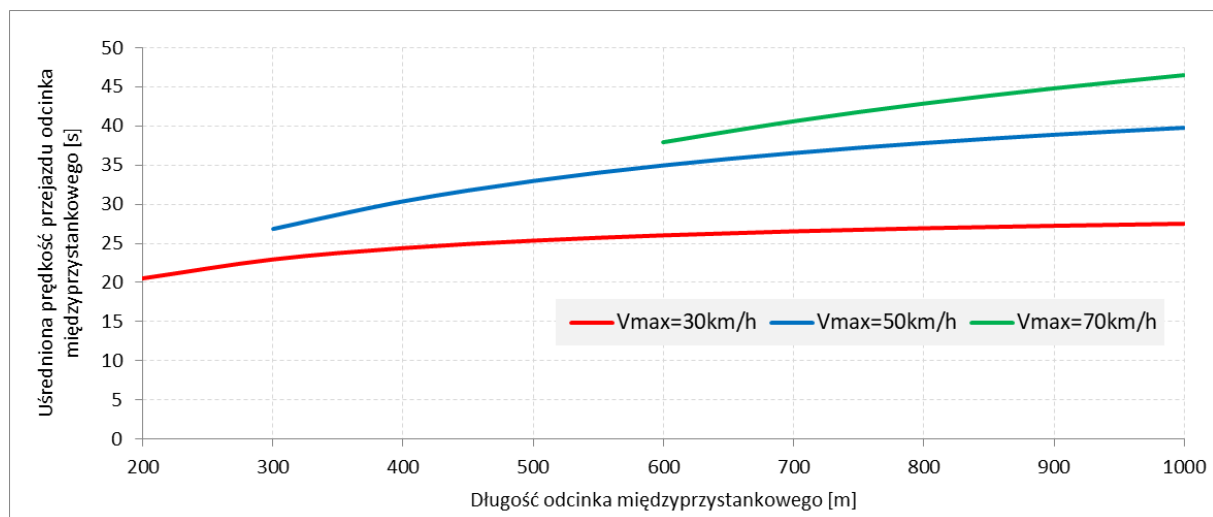


Rys. 8.3.3. Zależność między długością odcinka międzyprzystankowego a maksymalną prędkością chwilową, którą może na nim osiągnąć pojazd transportu zbiorowego przy wybranych wartościach przyspieszenia i opóźnienia

(5) Przy planowaniu odległości między przystankami bierze się pod uwagę zależności opisane wzorami (8.3.1) oraz (8.3.2). Na wykresie na rys. 8.3.4 przedstawiono porównanie czasu przejazdu odcinków międzyprzystankowych o zróżnicowanych długościach z zakresu od 200 do 1 000 m, które mogą być osiągane w przypadku osiągnięcia maksymalnej prędkości jazdy wynoszącej 30, 50 lub 70 km/h, z uwzględnieniem minimalnych długości odcinków, na których te prędkości można osiągnąć. Z kolei na wykresie na rys. 8.3.5 przedstawiono podobne porównanie dla uzyskiwanych uśrednionych prędkości przejazdu (z uwzględnieniem przyspieszenia i opóźnienia) dla takich samych prędkości maksymalnych.



Rys. 8.3.4. Zależność pomiędzy długością odcinka międzyprzystankowego a czasem przejazdu tego odcinka dla założonych wartości prędkości dopuszczalnej na poziomie 30, 50 i 70 km/h



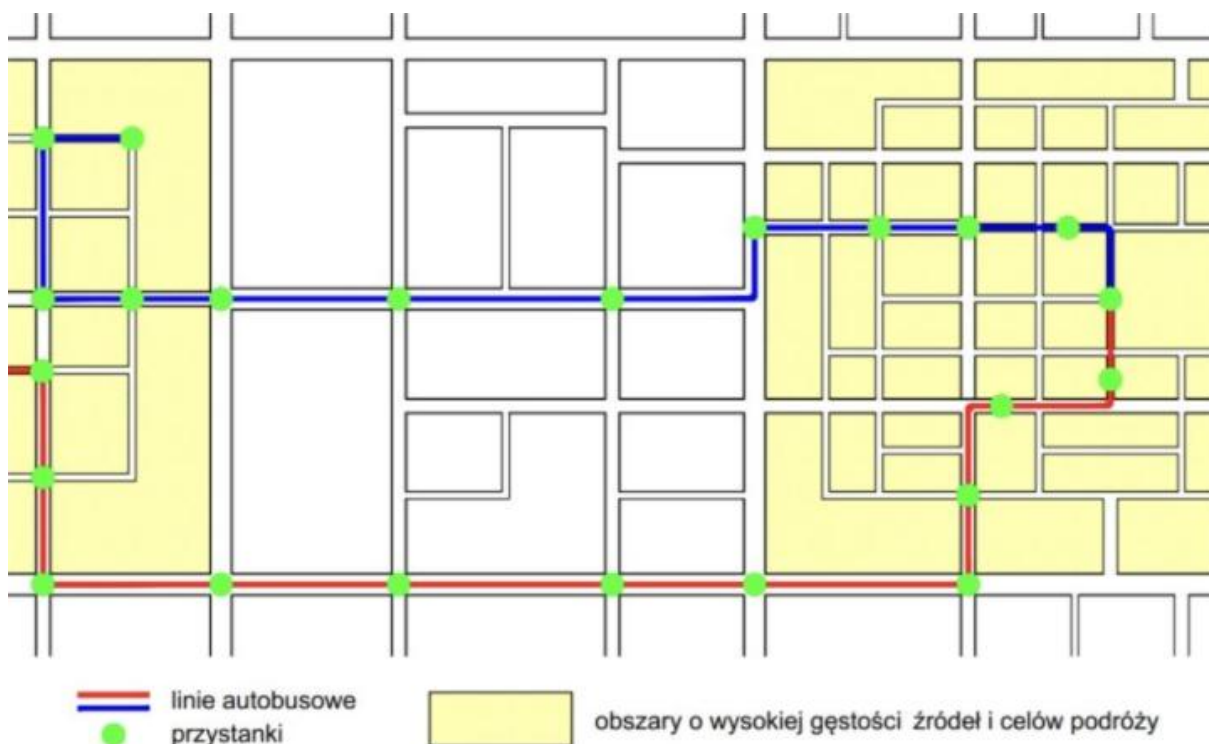
Rys. 8.3.5. Zależność pomiędzy długością odcinka międzyprzystankowego a prędkością przejazdu tego odcinka dla założonych wartości prędkości dopuszczalnej na poziomie 30, 50 i 70 km/h

(6) Dłuższymi odcinkami międzyprzystankowymi odpowiadają generalnie wyższe prędkości przejazdu. Przy planowaniu długości odcinków międzyprzystankowych uwzględnia się współzależność możliwości uzyskiwania prędkości przejazdu oraz dostępności do przystanków, która jest generalnie wyższa w przypadku krótszych odcinków. W tab. 8.3.1 przedstawiono porównanie zalet i wad krótkich (poniżej 300 m) i długich (powyżej 600 m) średnich długości odcinków międzyprzystankowych.

Tab. 8.3.1. Zalety i wady krótkich i długich odstępów między przystankami transportu zbiorowego

Klasa odstępów między przystankami	Zalety	Wady
Krótkie odstępów między przystankami (do 300 m)	- bardzo dobra dostępność przestrzenna trasy dla pasażerów - szansa na pozyskanie nowych pasażerów zamieszkujących obszary wzdłuż trasy, zachęconych atrakcyjnym czasem dojścia do przystanku	- niska prędkość przejazdu oraz prędkość komunikacyjna - ryzyko utraty pasażerów niezainteresowanych korzystaniem z przystanków na trasie, zniechęconych zbyt długim czasem przejazdu (a w konsekwencji – wydłużonym czasem podróży) - większe zapotrzebowanie na tabor
Długie odstępów między przystankami (powyżej 600 m)	- wysoka prędkość komunikacyjna - szansa na pozyskanie nowych pasażerów niezainteresowanych korzystaniem z przystanków na trasie, zachęconych atrakcyjnym czasem przejazdu - mniejsze zapotrzebowanie na tabor	- ograniczona dostępność przestrzenna trasy dla pasażerów - ryzyko utraty pasażerów zamieszkujących obszary wzdłuż trasy zbyt długim czasem dojścia do przystanku (a w konsekwencji – wydłużonym czasem podróży)

(7) Zalecane jest podejście kompromisowe, polegające na stosowaniu zróżnicowanych długości odcinków, w zależności od przyporządkowania przystanków do struktury przestrzennej obsługiwanego obszaru. Polega to na zapewnianiu krótszych odległości międzyprzystankowych w obszarach o największej gęstości potencjalnych celów podróży (obszary centrów miast, obszary śródmiejskie, duże osiedla mieszkalne) oraz dłuższych odległości w obszarach przejściowych, co przedstawia rys. 8.3.6.



Rys. 8.3.6. Przykładowe rozmieszczenie przystanków na trasie autobusowej, uwzględniające gęstość źródeł i celów podróży

(8) Średnie odległości między przystankami na trasie lub jej fragmencie dopasowuje się do typów tras transportu zbiorowego, zdefiniowanych w podrozdziale 4.3. W tab. 8.3.2 przedstawiono zalecenia dla średnich długości odcinków międzyprzystankowych, osobno dla poszczególnych typów tras autobusowych (trolejbusowych) i tramwajowych.

Tab. 8.3.2. Zalecane średnie odległości między przystankami dla poszczególnych typów tras transportu zbiorowego

Średni odstęp między przystankami na trasie	Typ trasy autobusowej (trolejbusowej)						Typ trasy tramwajowej					
	BS	BA	BB	BC	BD	BE	TS	TA	TB	TC	TD	TE
<300 m	◆◆	◆◆	◆◆	◆◆	○	●●	◆◆	◆◆	◆◆	◆◆	◆	●
300-400 m	◆◆	◆◆	◆	●	●●	●●	◆◆	◆◆	◆◆	◆	●	●●
400-500 m	◆	●	●●	●●	●●	●	◆	●	●●	●●	●●	●
500-600 m	●●	●●	●●	●	○	◆◆	●	●●	●●	●	○	◆
>600 m	●●	●●	●	●	◆	◆◆	●●	●●	●●	●	◆	◆◆
●● szczególnie zalecane ● zalecane ○ dopuszczalne ◆ niezalecane ◆◆ szczególnie niezalecane												

(9) Przyjęcie średnich odległości stwarza pewną swobodę w doborze długości poszczególnych odcinków międzyprzystankowych, jednak należy zwrócić uwagę na szczególnie negatywne konsekwencje stosowania zbyt krótkich odcinków (rys. 8.3.3), w szczególności brak możliwości osiągnięcia pożądaných prędkości jazdy, co skutkuje obniżeniem prędkości komunikacyjnych osiąganych na całej długości trasy lub jej fragmentu.

8.4. Lokalizacja przystanków względem skrzyżowań

(1) Wyróżnia się cztery możliwości lokalizacji przystanku względem najbliższego skrzyżowania:

- przystanek na wylocie skrzyżowania z sygnalizacją (z priorytetem dla transportu zbiorowego lub bez priorytetu) albo bez sygnalizacji – gdy czoło przystanku jest usytuowane nie dalej niż 100 m od skrzyżowania,
- przystanek bezpośrednio przy linii zatrzymań wlotu skrzyżowania z sygnalizacją (z priorytetem lub bez) albo bez sygnalizacji – gdy czoło przystanku usytuowane nie dalej niż 10 m od rzeczywistej lub umownej linii zatrzymań na wlocie skrzyżowania,
- przystanek przed linią zatrzymań na wlocie skrzyżowania z sygnalizacją (z priorytetem lub bez) albo bez sygnalizacji – gdy czoło przystanku usytuowane nie bliżej niż 10 m i nie dalej niż 100 m od linii zatrzymań na wlocie skrzyżowania,
- przystanek w oddaleniu od skrzyżowań (przystanek szlakowy) – gdy czoło przystanku usytuowane co najmniej 100 m od linii zatrzymań na wlocie skrzyżowania, może być stosowany jako rozwiązanie naziemne albo przystanek zlokalizowany przy trasie podziemnej lub prowadzonej po estakadach.

(2) Przystanki lokalizowane przy linii zatrzymań wlotu skrzyżowania oraz przed linią zatrzymań na wlocie skrzyżowania często są nazywane łącznie przystankami na wlocie skrzyżowania, jednak w praktyce przystanki te różnią się od siebie pod względem funkcjonowania. Przykłady lokalizacji przystanków przedstawia rys. 8.4.1.



Rys. 8.4.1. Przykłady możliwych lokalizacji przystanków transportu zbiorowego względem skrzyżowań

(3) Podstawowe zalety i wady lokalizacji przystanku względem skrzyżowania, uwzględniając rozróżnienie na przystanki sytuowane przy skrzyżowaniach z sygnalizacją i bez sygnalizacji świetlnej, przedstawia tab. 8.4.1.

Tab. 8.4.1. Zalety i wady możliwych lokalizacji przystanków transportu zbiorowego względem skrzyżowań

Lokalizacja przystanku	Zalety	Wady	Rodzaj środka transportu
Na wylocie skrzyżowania z sygnalizacją	- możliwość ukształtowania silnej wiązki linii dzięki zatrzymaniom pojazdów wszystkich linii jadących w tym samym kierunku - ułatwienie stosowania i zapewnienie wysokiej efektywności priorytetów dla transportu zbiorowego - niska losowość czasu postoju - minimalizacja zakłóceń dla ruchu innych uczestników ruchu - dogodność prowadzenia linii transportu zbiorowego	- możliwe utrudnienia części przesiadek ze względu na konieczność przejścia pomiędzy peronami w węzłach przesiadkowych - w przypadku przystanków dwustanowiskowych możliwe wydłużenie długości dojazdu (szczególnie na przystankach tramwajowych)	autobus trolejbus tramwaj

Lokalizacja przystanku	Zalety	Wady	Rodzaj środka transportu
	wysoki poziom bezpieczeństwa ruchu		
Na wylocie skrzyżowania bez sygnalizacji	- możliwość ukształtowania silnej wiązki linii dzięki zatrzymaniom pojazdów wszystkich linii jadących w tym samym kierunku - niska losowość czasu postoju - minimalizacja zakłóceń dla ruchu innych uczestników ruchu - dogodność prowadzenia linii transportu zbiorowego - dostępność dla pasażerów - wysoki poziom bezpieczeństwa ruchu	możliwe utrudnienia części przesiadek ze względu na konieczność przejścia pomiędzy peronami w węzłach przesiadkowych	autobus trolejbus tramwaj
Bezpośrednio przy linii zatrzymań wlotu skrzyżowania z sygnalizacją	- wysoka dostępność dla pasażerów - możliwość zastosowania priorytetów dla transportu zbiorowego - wysoki poziom bezpieczeństwa ruchu	- wpływ na warunki ruchu innych pojazdów - wzrost losowości czasu postoju pojazdów transportu zbiorowego - niedogodność prowadzenia linii skręcających w lewo - wpływ na obniżenie prędkości komunikacyjnej	autobus trolejbus tramwaj
Bezpośrednio przy linii zatrzymań wlotu skrzyżowania bez sygnalizacji	- bardzo wysoka dostępność dla pasażerów - dogodność przesiadek	- znaczący wpływ na warunki ruchu innych pojazdów - podatność na wpływ wzmożonego poprzecznego ruchu pieszych - niedogodność prowadzenia linii skręcających w lewo - niska efektywność drugiego stanowiska przystankowego	autobus trolejbus tramwaj
Przed linią zatrzymań na wlocie skrzyżowania z sygnalizacją	- umożliwienie stosowania priorytetów dla transportu zbiorowego - bezpieczeństwo ruchu - niewielkie zakłócenia dla ruchu innych pojazdów (jeżeli w zatoce)	- wzrost losowości czasu postoju pojazdów transportu zbiorowego - niedogodność przesiadek - zmniejszenie prędkości komunikacyjnej	autobus trolejbus
Przed linią zatrzymań na wlocie skrzyżowania bez sygnalizacji	niewielkie zakłócenia dla ruchu innych pojazdów (jeżeli w zatoce)	- wzrost losowości czasu postoju pojazdów transportu zbiorowego - niedogodność prowadzenia linii skręcających w lewo - niedogodność przesiadek - niska efektywność drugiego stanowiska przystankowego	autobus trolejbus
W oddaleniu od skrzyżowań	- bardzo wysoki poziom bezpieczeństwa ruchu - niska losowość czasu postoju - brak zakłóceń dla ruchu innych uczestników ruchu - możliwość zapewnienia wysokiej prędkości komunikacyjnej	- niekiedy niższa dostępność dla pasażerów - ograniczone możliwości przesiadania się	autobus trolejbus tramwaj

(4) Stosowalność poszczególnych lokalizacji jest ściśle powiązana z typami tras autobusowych (trolejbusowych) i tramwajowych, zdefiniowanych w podrozdziale 4.3. Zestawienie zalecanych lokalizacji przystanków przedstawiono w tab. 8.4.2.

Tab. 8.4.2. Zalecane lokalizacje przystanków transportu zbiorowego względem skrzyżowań

Lokalizacja przystanku	Trasy autobusowe (trolejbusowe)						Trasy tramwajowe					
	BS	BA	BB	BC	BD	BE	TS	TA	TB	TC	TD	TE
na wylocie skrzyżowania z sygnalizacją	●●	●●	●●	●●	●●	○	●●	●●	●●	●●	●●	●
na wylocie skrzyżowania bez sygnalizacji	◆	●	●	●	●●	●●	◆	●	●	●	●●	●●
bezpośrednio przy linii zatrzymań wlotu skrzyżowania z sygnalizacją	○	●	●	◆	◆	○	◆	●	●	◆	◆	○
bezpośrednio przy linii zatrzymań wlotu skrzyżowania bez sygnalizacji	◆◆	◆◆	◆◆	◆	◆	○	◆◆	○	◆	◆	◆	○
przed linią zatrzymań na wlocie skrzyżowania z sygnalizacją	◆◆	◆◆	◆◆	○	○	○	◆◆	◆◆	◆◆	◆◆	◆◆	◆
przed linią zatrzymań na wlocie skrzyżowania bez sygnalizacji	◆◆	◆◆	◆◆	○	○	●	◆◆	◆◆	◆◆	◆◆	◆◆	◆
w oddaleniu od skrzyżowań	●●	●●	●●	●	●	●	●●	●●	●●	●●	●	●
●● szczególnie zalecane ● zalecane ○ dopuszczalne ◆ niezalecane ◆◆ szczególnie niezalecane												

(5) Lokalizacja przystanku względem najbliższego skrzyżowania powinna być wynikiem analizy całościowej funkcjonowania przystanku w powiązaniu ze skrzyżowaniem (poza przypadkiem przystanku szlakowego), z uwzględnieniem analizy przepustowości skrzyżowania i przystanku.

8.5. Liczba stanowisk przystankowych

(1) Powszechnie stosowane są przystanki jednostanowiskowe lub dwustanowiskowe. Stosowanie większej liczby stanowisk jest możliwe w przypadku przystanków autobusowych w sytuacjach wyjątkowych, gdy z przystanku korzystają pojazdy małopojemne i istnieje możliwość zapewnienia bezpiecznych warunków mieszania się potoków pasażerskich pomiędzy pojazdami zajmującymi stanowiska przystankowe.

(2) Porównanie minimalnych długości krawędzi przystankowych, koniecznych do zapewnienia w przypadku autobusów (trolejbusów) o długości 12,0 i 18,0 m oraz tramwajów o długości 32,0 i 43,5 m, przedstawia rys. 8.5.1. Szczegółowe zasady określania długości krawędzi przystankowych określają WR-D-43-2 oraz WR-D-43-3.

(3) Wyznaczenie potrzebnej liczby stanowisk przystankowych polega na porównaniu rzeczywistej lub planowanej liczby pojazdów transportu zbiorowego korzystających z przystanku w ciągu jednej godziny (przy czym zaleca się przyjęcie godziny szczytu) z graniczną liczbą pojazdów, które mogą być obsłużone na przystanku z jednym, dwoma lub trzema (tylko w przypadku autobusów) stanowiskami przystankowymi.

(4) Graniczną liczbę pojazdów wyznacza się ze wzoru (8.5.1):

$$B_s^{TZ} = N_e \cdot f_{tb} \frac{3600 \left(\frac{g}{C} \right)}{\bar{t}_c + \bar{t}_w + 1,96s_w} \quad (8.5.1)$$

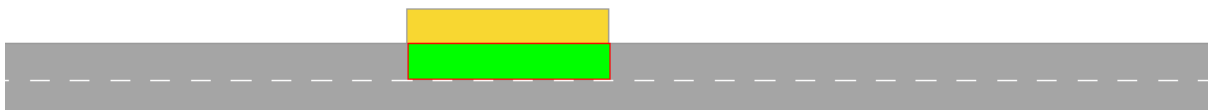
gdzie:

B_s^{TZ} – graniczna liczba pojazdów korzystających ze stanowiska przystankowego [poj./h],
 N_e – efektywna liczba stanowisk przystankowych [-] (przyjmuje się 1,00 dla jednego stanowiska, 1,75 dla dwóch stanowisk oraz 2,45 dla trzech stanowisk przystankowych),

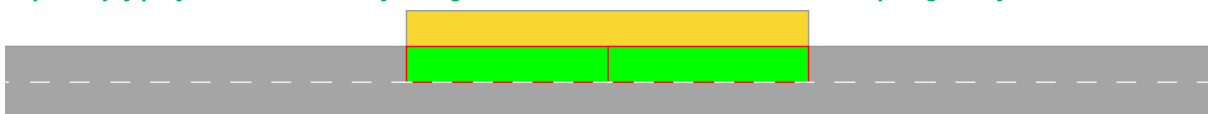
f_{tb} – współczynnik blokowania pojazdów transportu zbiorowego [-],
 $\left(\frac{g}{C}\right)$ – udział efektywnego sygnału zielonego [-] (w przypadku lokalizacji przystanku w obrębie skrzyżowania bez sygnalizacji lub w oddaleniu od skrzyżowań przyjmuje się 1,00),
 $\bar{t}_c$ – łączny średni czas wjazdu i wyjazdu na stanowisko przystankowe [s],
 $\bar{t}_w$ – średni czas postoju pojazdu transportu zbiorowego na przystanku [s],
 s_w – odchylenie standardowe czasu postoju [s].

(5) Graniczne wartości dla oszacowania liczby stanowisk przystankowych dla autobusów (trolejbusów) przedstawia tab. 8.5.1, a dla tramwajów tab. 8.5.2.

a) pojedynczy przystanek autobusowy o długości 20 m



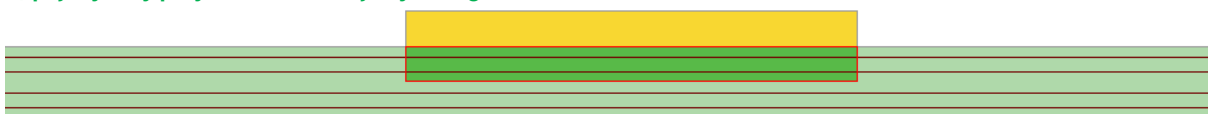
b) podwójny przystanek autobusowy o długości 40 m (2 stanowiska dla autobusów przegubowych)



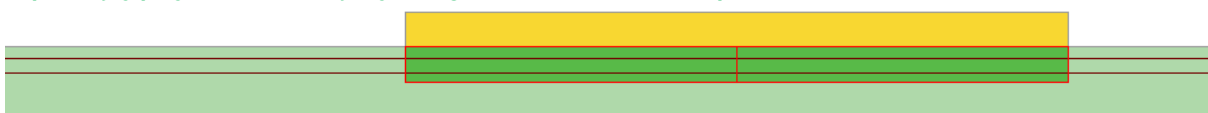
c) potrójny przystanek autobusowy o długości 36 m (3 stanowiska dla autobusów średniopojemnych)



d) pojedynczy przystanek tramwajowy o długości 45 m



e) podwójny przystanek tramwajowy o długości 66 m (2 stanowiska po 33 m)



Rys. 8.5.1. Porównanie długości przystanków z różną liczbą stanowisk

Tab. 8.5.1. Graniczne wartości natężeń ruchu autobusów (trolejbusów) na przystankach jedno- i dwustanowiskowych, w zależności od długości czasu postoju na przystanku, dla zadanych wartości udziału efektywnego sygnału zielonego w relacji obsługiwananej przez autobusy (trolejbusy)

Lokalizacja przystanku	Czas postoju na przystanku jednostanowiskowym [s]						Czas postoju na przystanku dwustanowiskowym [s]					
	10	20	30	40	50	60	10	20	30	40	50	60
na wlocie skrzyżowania z sygnalizacją ($\lambda = 0,50$)	40	25	18	14	12	10	71	43	31	25	20	17
na wlocie skrzyżowania z sygnalizacją ($\lambda = 0,75$)	60	37	27	21	17	15	106	65	47	37	30	26
na wylocie skrzyżowania z sygnalizacją ($\lambda = 0,50$)	48	30	22	17	14	12	85	52	38	29	24	21
na wylocie skrzyżowania z sygnalizacją ($\lambda = 0,75$)	73	45	32	25	21	18	127	78	57	44	36	31
w oddaleniu od skrzyżowań	89	55	39	31	25	22	155	96	69	54	44	38

Tab. 8.5.2. Graniczne wartości natężeń ruchu tramwajów na przystankach jedno- i dwustanowiskowych, w zależności od długości czasu postoju na przystanku, dla zadanych wartości udziału efektywnego sygnału zielonego w relacji obsługiwanej przez tramwaje

Lokalizacja przystanku	Czas postoju na przystanku jedno stanowiskowym [s]						Czas postoju na przystanku dwustanowiskowym [s]					
	10	20	30	40	50	60	10	20	30	40	50	60
na wlocie skrzyżowania z sygnalizacją ($\lambda = 0,50$)	32	22	16	13	11	9	56	38	28	23	19	16
na wlocie skrzyżowania z sygnalizacją ($\lambda = 0,75$)	48	32	24	19	16	14	85	56	42	34	28	24
na wylocie skrzyżowania z sygnalizacją ($\lambda = 0,50$)	39	26	19	15	13	11	68	45	34	27	23	19
na wylocie skrzyżowania z sygnalizacją ($\lambda = 0,75$)	58	39	29	23	19	17	102	68	51	41	34	29
w oddaleniu od skrzyżowań	71	47	36	28	24	20	124	83	62	50	41	36

8.6. Umiejscowienie stanowisk przystankowych

(1) Stanowiska przystankowe na przystankach autobusowych (trolejbusowych) sytuuje się:

- na pasie ruchu ogólnego,
- na pasie ruchu dla autobusów (trolejbusów),
- na pasie ruchu dla autobusów i tramwajów,
- w zatoce klasycznej,
- w zatoce oddzielonej od jezdni boczną wyspą dzielącą,
- w zatoce oddzielonej od jezdni boczną wyspą dzielącą, z pasem włączania i wyłączania,
- w zatoce otwartej od strony wjazdu,
- w zatoce otwartej od strony wyjazdu,
- w antyzatoce,
- w środkowej części jezdni z peronem wyspowym,
- w środkowej części jezdni z dojściem z miejsca oczekiwania na pojazd przez pas ruchu ogólnego,
- w środkowej części jezdni z dojściem z miejsca oczekiwania na pojazd przez wyniesiony pas ruchu ogólnego (tzw. „przystanek wiedeński”),
- w środkowej części jezdni z dojściem z miejsca oczekiwania na pojazd przez wyniesiony pas ruchu dla rowerów (tzw. „przystanek krakowski”).

(2) Natomiast stanowiska przystankowe na przystankach tramwajowych umiejscawia się w następujący sposób:

- na torowisku wbudowanym w jezdnię ruchu ogólnego,
- na pasie ruchu dla autobusów i tramwajów,
- na wydzielonym torowisku,
- w antyzatoce,
- w środkowej części jezdni z peronem wyspowym,
- w środkowej części jezdni z dojściem z chodnika przez pas ruchu ogólnego,
- w środkowej części jezdni z dojściem z chodnika przez wyniesiony pas ruchu ogólnego (tzw. „przystanek wiedeński”),
- w środkowej części jezdni z dojściem z chodnika przez wyniesiony pas ruchu dla rowerów (tzw. „przystanek krakowski”).

(3) Zalety i wady poszczególnych lokalizacji stanowisk przystankowych w obrębie przystanków autobusowych (trolejbusowych) i tramwajowych oraz mieszanych, wynikające z warunków ich wykorzystywania przez pasażerów oraz wynikające z wpływu na innych uczestników ruchu przedstawia tab. 8.6.1.

Tab. 8.6.1. Zalety i wady poszczególnych lokalizacji stanowisk przystankowych

Lokalizacja stanowisk przystankowych	Zalety	Wady	Rodzaj środka transportu
na pasie ruchu ogólnego	- dostępność dla pasażerów - dogodne warunki oczekiwania	- zakłócenia dla innych uczestników ruchu - ograniczenie przepustowości	autobus trolejbus tramwaj
na torowisku wbudowanym w jezdnię ruchu ogólnego	dogodne warunki oczekiwania	- dostępność dla pasażerów - bezpieczeństwo ruchu - straty czasu - prędkość komunikacyjna	tramwaj
na pasie ruchu dla autobusów (trolejbusów)	- prędkość komunikacyjna - umożliwienie stosowania priorytetów dla transportu zbiorowego	blokowanie innych pojazdów transportu zbiorowego	autobus trolejbus
na pasie ruchu dla autobusów i tramwajów	- dogodność przesiadki - prędkość komunikacyjna - umożliwienie stosowania priorytetów dla transportu zbiorowego	blokowanie innych pojazdów transportu zbiorowego	autobus tramwaj
na wydzielonym torowisku	- dogodne warunki oczekiwania - prędkość komunikacyjna - umożliwienie stosowania priorytetów dla transportu zbiorowego	- dostępność dla pasażerów - blokowanie innych pojazdów transportu zbiorowego	tramwaj
w zatoce klasycznej	- dostępność dla pasażerów - dogodne warunki oczekiwania - wpływ na warunki ruchu innych pojazdów	wydłużenie drogi przejścia przy przesiadkach	autobus trolejbus
w zatoce oddzielonej od jezdni boczną wyspą dzielącą	- dostępność dla pasażerów - dogodne warunki oczekiwania - przepustowość jezdni - wpływ na warunki ruchu innych pojazdów	wydłużenie drogi przejścia przy przesiadkach	autobus trolejbus
w zatoce oddzielonej od jezdni boczną wyspą dzielącą, z pasem włączania i wyłączania	- dostępność dla pasażerów - dogodne warunki oczekiwania - przepustowość jezdni - wpływ na warunki ruchu innych pojazdów	wydłużenie drogi przejścia przy przesiadkach	autobus trolejbus
w zatoce otwartej od strony wjazdu	- dostępność dla pasażerów - dogodne warunki oczekiwania - wpływ na warunki ruchu innych pojazdów	wydłużenie drogi przejścia przy przesiadkach	autobus trolejbus
w zatoce otwartej od strony wyjazdu	- dostępność dla pasażerów - dogodne warunki oczekiwania - wpływ na warunki ruchu innych pojazdów	wydłużenie drogi przejścia przy przesiadkach	autobus trolejbus
w antyzatoce	- dostępność dla pasażerów - dogodne warunki oczekiwania - bezpieczeństwo ruchu	wpływ na warunki ruchu innych pojazdów	autobus trolejbus tramwaj

Lokalizacja stanowisk przystankowych	Zalety	Wady	Rodzaj środka transportu
w środkowej części jezdni – wyspowy	• dogodne warunki oczekiwania • minimalizacja zakłóceń dla innych uczestników ruchu	• warunki dojścia • niedogodne przesiadki	autobus trolejbus tramwaj
w środkowej części jezdni – klasyczny (dojście z chodnika)	• dogodne warunki oczekiwania	• warunki dojścia • niedogodne przesiadki • bezpieczeństwo ruchu • wpływ na warunki ruchu innych pojazdów	autobus trolejbus tramwaj
w środkowej części jezdni – wiedeński (z podniesieniem jezdni)	• bezpieczeństwo ruchu	• warunki dojścia • niedogodne przesiadki • wpływ na warunki ruchu innych pojazdów	autobus trolejbus tramwaj
w środkowej części jezdni – krakowski (z podniesieniem pasa ruchu dla rowerów)	• bezpieczeństwo ruchu	• warunki dojścia • niedogodne przesiadki • wpływ na warunki ruchu innych pojazdów	autobus trolejbus tramwaj

(4) Lokalizacja stanowisk przystankowych może mieć istotny wpływ na funkcjonowanie tras transportu zbiorowego, w kontekście uwypuklenia mocnych i słabych stron lokalizacji przystanków względem skrzyżowań. Przyporządkowanie poszczególnych typów przystanków do zdefiniowanych tras transportu zbiorowego przedstawia tab. 8.6.2.

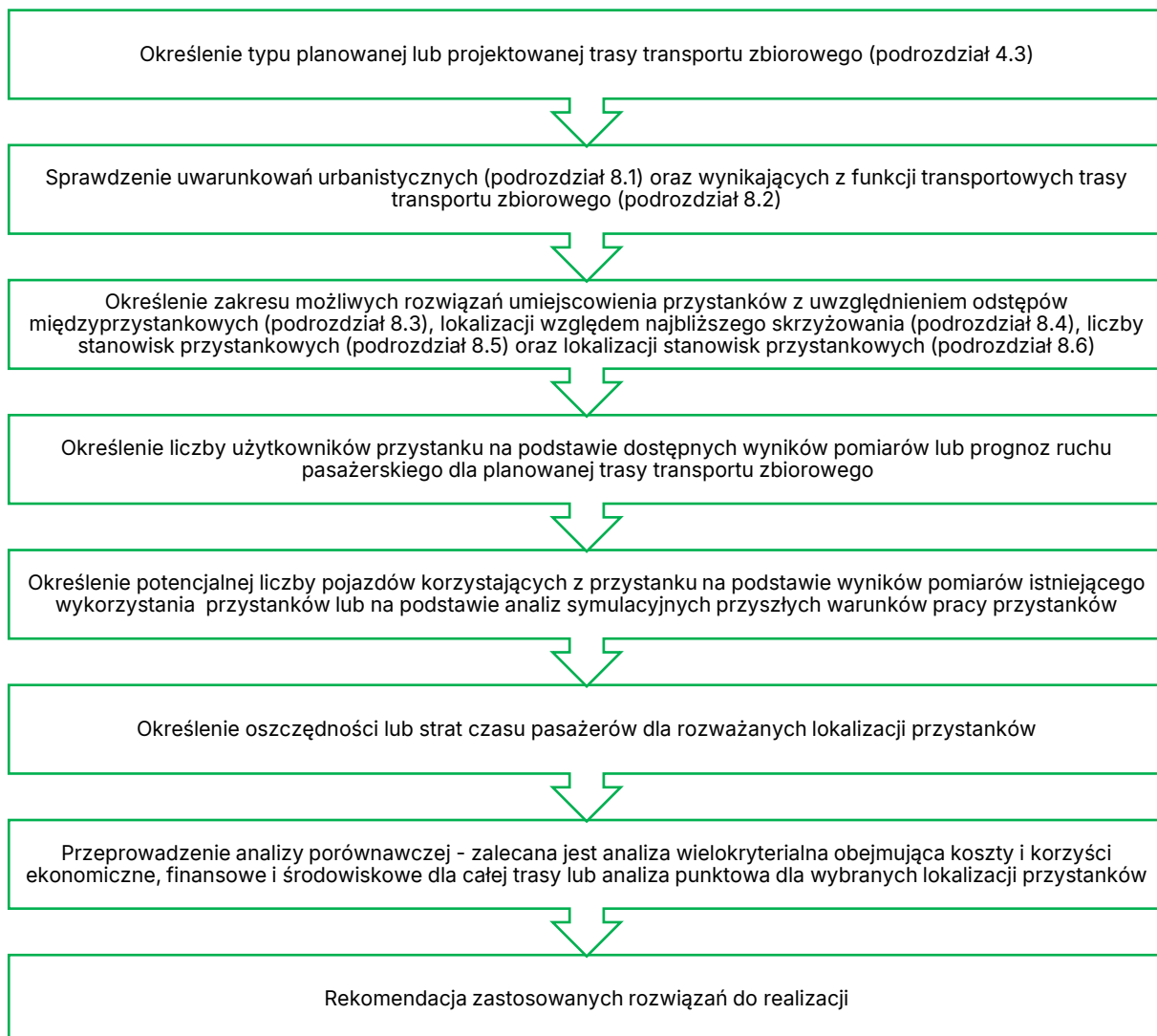
Tab. 8.6.2. Zalecane lokalizacje przystanków transportu zbiorowego względem skrzyżowań dla poszczególnych typów tras

Lokalizacja stanowisk przystankowych	Typy tras autobusowych (trolejbusowych)						Typy tras tramwajowych					
	BS	BA	BB	BC	BD	BE	TS	TA	TB	TC	TD	TE
na pasie ruchu ogólnego	◆◆	◆◆	◆◆	○	○	●	◆◆	◆◆	◆◆	◆◆	◆◆	◆
na torowisku wbudowanym w jezdnię ruchu ogólnego	◆◆	◆◆	◆◆	◆◆	◆◆	◆◆	◆◆	◆◆	◆◆	○	◆	○
na pasie ruchu dla autobusów (trolejbusów)	●●	●●	●●	◆◆	◆◆	◆◆	◆◆	◆◆	◆◆	◆◆	◆◆	◆◆
na pasie ruchu dla autobusów i tramwajów	●●	●●	●●	◆◆	◆◆	◆◆	●●	●●	●●	◆◆	◆◆	◆◆
na wydzielonym torowisku	◆◆	◆◆	◆◆	◆◆	◆◆	◆◆	●●	●●	●●	◆◆	◆◆	◆◆
w zatoce klasycznej	●	●	●	●	●	○	◆◆	◆◆	◆◆	◆◆	◆◆	◆◆
w zatoce oddzielonej od jezdni boczną wyspą dzielącą	○	○	○	○	○	◆◆	◆◆	◆◆	◆◆	◆◆	◆◆	◆◆
w zatoce oddzielonej od jezdni boczną wyspą dzielącą pasem włączania i wyłączenia	○	○	○	○	○	◆◆	◆◆	◆◆	◆◆	◆◆	◆◆	◆◆
w zatoce otwartej od strony wjazdu	●	●	●	●	●	◆◆	◆◆	◆◆	◆◆	◆◆	◆◆	◆◆
w zatoce otwartej od strony wyjazdu	◆	◆	◆	●	●	◆◆	◆◆	◆◆	◆◆	◆◆	◆◆	◆◆
w antyzatoce	◆◆	◆◆	◆◆	●	●	○	◆◆	◆◆	◆◆	◆◆	◆◆	◆◆
w środkowej części jezdni – wyspowy	◆◆	◆◆	◆◆	○	◆	◆	◆◆	◆◆	◆◆	●	●	○
w środkowej części jezdni – klasyczny (dojście z chodnika)	◆◆	◆◆	◆◆	○	◆	◆	◆◆	◆◆	◆◆	○	◆	●
w środkowej części jezdni – wiedeński (z podniesieniem jezdni)	◆◆	◆◆	◆◆	○	◆	◆	◆◆	◆◆	◆◆	○	◆	●
w środkowej części jezdni – krakowski (z podniesieniem pasa ruchu dla rowerów)	◆◆	◆◆	◆◆	○	◆	◆	◆◆	◆◆	◆◆	○	◆	●
●● szczególnie zalecane ● zalecane ○ dopuszczalne ◆ niezalecane ◆◆ szczególnie niezalecane												

(5) Lokalizację stanowisk przystankowych ustala się w kontekście pracy pojedynczego przystanku, ale przede wszystkim w kontekście funkcjonowania całej trasy transportu zbiorowego.

8.7. Procedura wyboru optymalnej lokalizacji przystanków na trasie transportu zbiorowego

(1) Wyboru optymalnej lokalizacji przystanków dokonuje się zgodnie z procedurą przedstawioną na rys. 8.7.1.



Rys. 8.7.1. Procedura ustalania optymalnej lokalizacji przystanków na trasie transportu zbiorowego

9. Przepustowość planistyczna elementów infrastruktury transportu zbiorowego

9.1. Przepustowość tras transportu zbiorowego

(1) Uwzględnienie przepustowości planistycznej poszczególnych elementów infrastruktury (zwłaszcza przystanków i skrzyżowań) jest niezbędne do budowy wiarygodnych modeli symulacyjnych, w oparciu o które są następnie wykonywane studia wykonalności inwestycji transportowych. Jest również niezbędne na etapie projektowania rozwiązań transportowych mających spełniać założone standardy obsługi transportowej.

(2) Błędy w oszacowaniu przepustowości już na etapie planowania mogą skutkować przyjmowaniem błędnych założeń rozwojowych, na przykład przeszacowania lub niedoszacowania zdolności przewozowej, co może prowadzić do uzyskania nieprawidłowych wyników symulacji w zakresie wielkości potoków pasażerskich, niemożliwych do uzyskania na etapie eksploatacji. Może to skutkować błędnym wyborem wariantu inwestycyjnego lub zaniechaniem realizacji inwestycji.

(3) Przepustowość w transporcie zbiorowym jest wyznaczana w odniesieniu do:

- a) odcinków sieci transportu zbiorowego, w szczególności skrzyżowań z sygnalizacją i bez sygnalizacji oraz odcinków między skrzyżowaniami, w tym odcinków, na których zastosowano uprzywilejowanie pojazdów transportu zbiorowego,
- b) przystanków, dworców i pętli transportu zbiorowego, z uwzględnieniem lokalizacji przystanków względem skrzyżowań, liczby stanowisk przystankowych oraz lokalizacji stanowisk przystankowych w przekroju ulicy.

(4) Przepustowość jest określana dla:

- a) tras transportu zbiorowego lub ich dowolnych fragmentów – c_t [poj./h] i C_t [os./h],
- b) przystanków – c_p [poj./h] i C_p [os./h],
- c) linii transportu zbiorowego – C_l [os./h] korzystających z tras,
- d) elementów wyposażenia przystanków – C_w [os./h].

(5) Przepustowość trasy transportu zbiorowego, wyrażana liczbą pojazdów, jest uzależniona od oferty przewozowej. Wyznacza się ją ze wzoru (9.1.1):

$$c_t = \frac{60}{h_t} \quad (9.1.1)$$

gdzie:

c_t – przepustowość trasy transportu zbiorowego wyrażana liczbą pojazdów [poj./h],

h_t – interwał międzypojazdowy na trasie transportu zbiorowego, wyznaczany łącznie dla wszystkich linii korzystających z danego odcinka trasy [min].

(6) Przepustowość trasy transportu zbiorowego, wyrażaną liczbą użytkowników, wyznacza się ze wzoru (9.1.2):

$$C_t = \frac{60 \cdot C_v \cdot \alpha}{h_t} \quad (9.1.2)$$

gdzie:

C_t – przepustowość trasy transportu zbiorowego wyrażana liczbą użytkowników [os./h],

C_v – pojemność pojazdu transportu zbiorowego [os./poj.] (w przypadku występowania zróżnicowanego taboru można przyjmuje się wartość uśrednioną),

α – współczynnik wykorzystania pojazdu, określający maksymalny poziom wykorzystania pojemności pojazdu na etapie planowania linii i tras transportu zbiorowego [-] (najczęściej odpowiadający zapelnieniu powierzchni do stania na poziomie 4 [os./m²]).

(7) Przepustowość pojedynczej linii transportu zbiorowego korzystającej z danej trasy transportu zbiorowego wyznacza się ze wzoru (9.1.3):

$$C_l = \frac{60 \cdot C_v \cdot \alpha}{h_l} \quad (9.1.3)$$

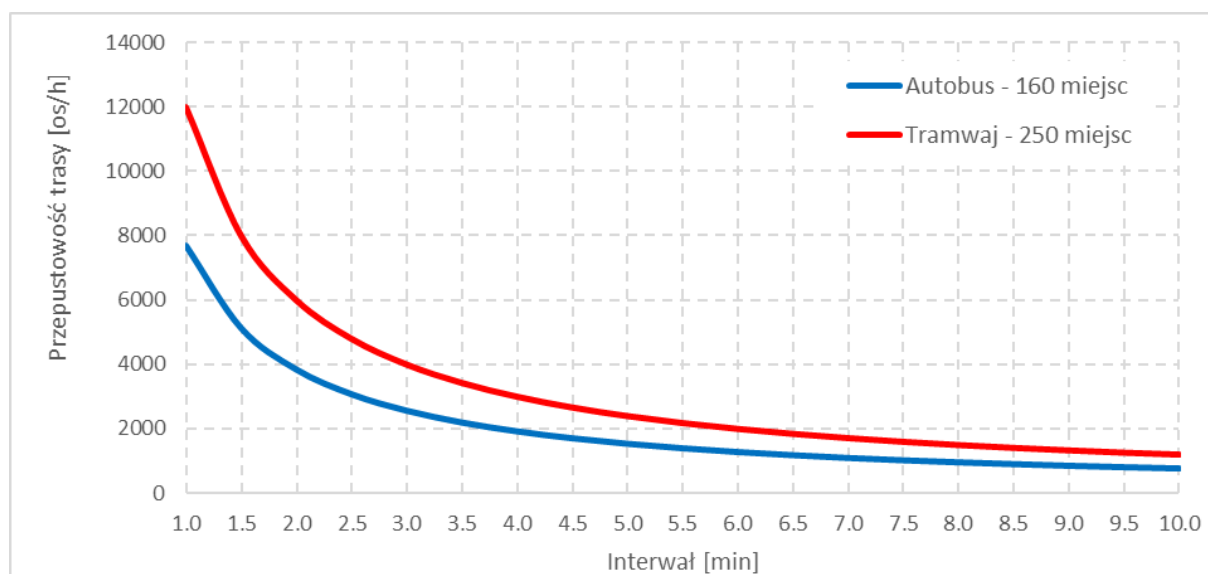
gdzie:

C_l – przepustowość linii transportu zbiorowego [os./h],

C_v – pojemność pojazdu transportu zbiorowego [os./poj.] (w przypadku występowania zróżnicowanego taboru można przyjmować wartość uśrednioną),

h_l – interwał międzypojazdowy na pojedynczej linii transportu zbiorowego, wyznaczany łącznie dla wszystkich linii korzystających z danego odcinka trasy [min].

(8) Zależność przepustowości trasy od długości interwału międzypojazdowego dla zakresu interwału 1, 5 i 10 min, przy założeniu $\alpha = 0,80$, przedstawia rys. 9.1.1.



Rys. 9.1.1. Zależność przepustowości trasy od długości interwału międzypojazdowego

9.2. Przepustowość przystanków

(1) Wyznaczenie przepustowości przystanku obejmuje określenie:

- a) przepustowości pojedynczego stanowiska przystankowego,
- b) wpływu większej liczby stanowisk (dwóch lub trzech) na pracę przystanku,
- c) wpływu blokowania pojazdów transportu zbiorowego.

(2) Przepustowość pojedynczego stanowiska przystankowego c_s wyznacza się ze wzoru (9.2.1):

$$c_s = \frac{3600 \left(\frac{g}{C} \right)}{\bar{t}_c + \bar{t}_w + 1,96s_w} \quad (9.2.1)$$

gdzie:

c_s – przepustowość pojedynczego stanowiska przystankowego [poj./h],

$\left(\frac{g}{C} \right)$ – udział efektywnego sygnału zielonego [-] (w przypadku lokalizacji przystanku w obrębie skrzyżowania bez sygnalizacji lub w oddaleniu od skrzyżowań przyjmuje się 1,00),

$\bar{t}_c$ – łączny średni czas wjazdu i wyjazdu na stanowisko przystankowe [s],

$\bar{t}_w$ – średni czas postoju pojazdu transportu zbiorowego na przystanku uwzględniający wymianę pasażerów, otwieranie i zamykanie drzwi pojazdu, a także oczekiwanie na możliwość odjazdu z przystanku [s],

s_w – odchylenie standardowe czasu postoju [s].

(3) Wpływ większej liczby stanowisk na pracę przystanku określa efektywna liczba stanowisk przystankowych N_e , którą wyznacza się za pomocą badań empirycznych. W uśrednionych warunkach pracy przystanku, przy losowym potoku zgłoszeń pojazdów transportu zbiorowego, dopuszcza się przyjmowanie następujących wartości:

- a) przystanek z jednym stanowiskiem – 1,00,
- b) przystanek z dwoma stanowiskami – 1,75,
- c) przystanek z trzema stanowiskami (tylko autobusowy) – 2,45.

(4) Wpływ blokowania pojazdów transportu zbiorowego jest określany za pomocą współczynnika czasu blokowania f_{tb} , którego wartość wyznacza się ze wzoru (9.2.2):

$$f_{tb} = 1 - f_l \cdot \left(\frac{Q_{pr}}{C_{pr}} \right) \quad (9.2.2)$$

gdzie:

f_{tb} – współczynnik czasu blokowania [-],

f_l – współczynnik lokalizacji przystanku względem skrzyżowania [-],

$\left(\frac{Q_{pr}}{C_{pr}} \right)$ – stosunek natężenia ruchu do przepustowości pasa ruchu, przy którym został zlokalizowany przystanek [-].

(5) Współczynnik lokalizacji przystanku względem skrzyżowania wyznacza się empirycznie. Dopuszcza się przyjmowanie następujących wartości:

- a) przystanek zlokalizowany przy linii zatrzymań na wlocie skrzyżowania – 1,00,
- b) przystanek zlokalizowany przed linią zatrzymań na wlocie skrzyżowania – 0,95,
- c) przystanek zlokalizowany na wylocie skrzyżowania – 0,80,
- d) przystanek zlokalizowany w oddaleniu od skrzyżowań – 0,90.

(6) Przepustowość przystanku c_p wyznacza się ze wzoru (9.2.3):

$$c_p = N_e \cdot f_{tb} \cdot c_s \quad (9.2.3)$$

gdzie:

c_p – przepustowość przystanku [poj./h],

N_e – efektywna liczba stanowisk przystankowych [-] (dopuszcza się przyjmowanie: 1,00 dla jednego stanowiska, 1,75 dla dwóch stanowisk oraz 2,45 dla trzech stanowisk przystankowych),

f_{tb} – współczynnik blokowania pojazdów transportu zbiorowego [-],

c_s – przepustowość pojedynczego stanowiska przystankowego, wyznaczana ze wzoru (9.2.1) [poj./h].

(7) Zwiększenie przepustowości przystanku, a tym samym podniesienie wydajności trasy, uzyskuje się przez:

- a) zwiększenie liczby stanowisk przystankowych do dwóch (tramwaje) lub trzech (autobusy i trolejbusy),
- b) zwiększanie pojemności taboru,
- c) wprowadzanie do ruchu pojazdów niskopodłogowych z wieloma szerokimi drzwiami usprawniającymi wymianę pasażerów,
- d) wprowadzanie priorytetów w sterowaniu ruchem na wlotach skrzyżowań, na których sytuowane są przystanki,
- e) skracanie czasu trwania zbyt długich cykli sygnalizacji lub – w uzasadnionych przypadkach, szczególnie w centrach miast – wyłączanie działania sygnalizacji świetlnej na skrzyżowaniach,
- f) zapewnienie dodatkowych kierunkowych torów przystankowych (tramwaje),
- g) lokalizowanie przystanków na wylotach skrzyżowań z sygnalizacją świetlną.

(8) Przepustowość elementów infrastruktury przystankowej zależy od liczby potencjalnych użytkowników (powiązanej z wielkościami obsługiwanego potoku pasażerskiego), ich skłonności do korzystania z elementów infrastruktury oraz czasu korzystania z tych elementów. Z kolei czas korzystania jest powiązany z częstotliwością kursowania poszczególnych linii i wiązek linii.

(9) Przepustowość dowolnego elementu wyposażenia przystanku (np. wiaty, ławki) C_w wyznacza się ze wzoru (9.2.4):

$$C_w = n_s \cdot \frac{3600}{\bar{t}_z} \quad (9.2.4)$$

gdzie:

C_w – przepustowość elementu wyposażenia przystanku [os./h],

$\bar{t}_z$ – obliczeniowy średni czas korzystania z pojedynczego stanowiska elementu infrastruktury przystankowej [s],

n_s – liczba dostępnych stanowisk infrastruktury przystankowej [-].

(10) Obliczeniowy czas korzystania z pojedynczego stanowiska elementu infrastruktury t_z wyznacza się ze wzoru (9.2.5):

$$t_z = \bar{t}_z + \frac{s_{tz}}{\bar{t}_z} \quad (9.2.5)$$

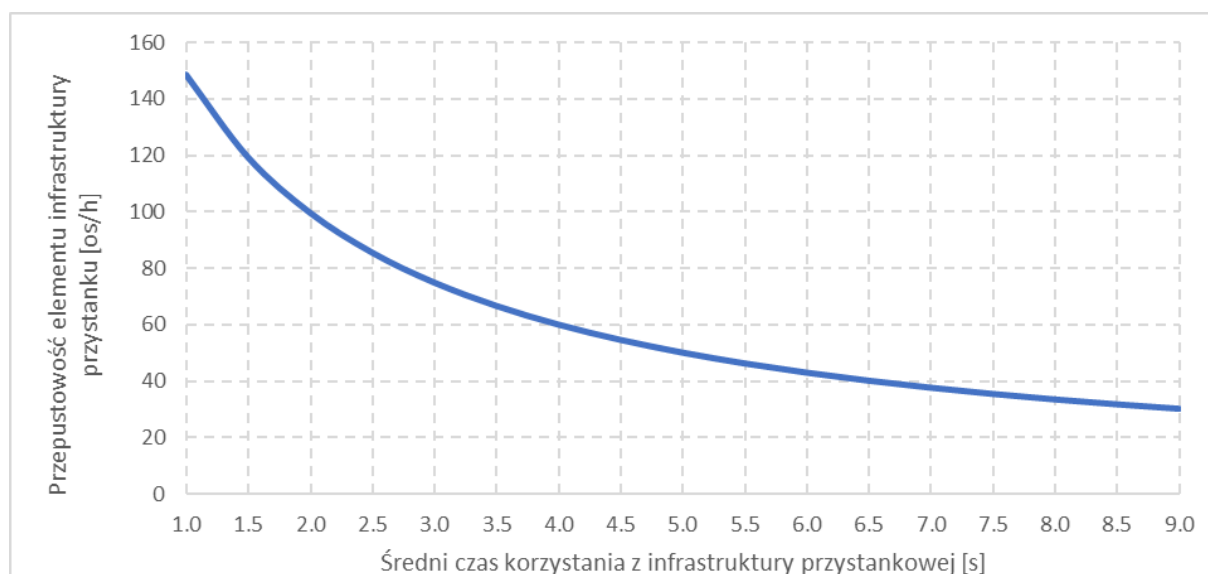
gdzie:

t_z – obliczeniowy czas korzystania z pojedynczego stanowiska [s],

$\bar{t}_z$ – średni czas korzystania z pojedynczego stanowiska elementu infrastruktury [s],

s_{tz} – odchylenie standardowe czasu korzystania z elementu infrastruktury [s].

(11) Porównanie przepustowości ławki przystankowej przeznaczonej dla 5 osób, w zależności od średniego czasu jej wykorzystania z zakresu od 2 do 10 min (przy założeniu wartości odchylenia standardowego wynoszącego 2 min), przedstawia rys. 9.2.1.



Rys. 9.2.1. Zależność przepustowości ławki przystankowej od średniego czasu korzystania

(12) Doboru optymalnej liczby elementów infrastruktury dokonuje się z uwzględnieniem struktury wiekowej użytkowników danego przystanku.

9.3. Przepustowość dworców i węzłów przesiadkowych

(1) Przepustowość to maksymalna liczba pojazdów, które mogą skorzystać z danego elementu infrastruktury, w tym przypadku z peronu, a w dalszej kolejności z dworca.

(2) Jako dane wyjściowe do projektowania dworców autobusowych służą perspektywiczne dane dotyczące liczby pasażerów wyruszających w podróż z danego dworca w ciągu doby oraz liczby autobusów przybywających i odjeżdżających w ciągu godziny.

(3) W obliczeniach liczby stanowisk (peronów) dla pojazdów stosuje się założenia określone w tab. 9.3.1. Zgodnie z tymi zasadami przepustowość jednego peronu na godzinę wynosi:

- a) w przypadku komunikacji dalekobieżnej:
 - dla stanowisk odjazdowych – 3 autobusy,
 - dla stanowisk przyjazdowych – 10 autobusów,
- b) w przypadku komunikacji podmiejskiej (bliskiej międzymiastowej):
 - dla stanowisk odjazdowych – 6 autobusów,
 - dla stanowisk przyjazdowych – 15 autobusów.

Tab. 9.3.1. Założenia przyjmowane do obliczenia liczby stanowisk (peronów) dla pojazdów transportu zbiorowego na dworcach

Rodzaj komunikacji	Rodzaj stanowiska ¹⁾	Opis czynności	Czas [min]
komunikacja dalekobieżna	stanowiska odjazdowe	czas na zajęcie przez pasażerów miejsc w autobusie i załadunek bagażu	15
		czas na manewry autobusu podczas podjeżdżania na stanowisko i w czasie odjazdu ze stanowiska ²⁾	3
	stanowiska przyjazdowe	czas na opuszczenie przez pasażerów autobusu i wyładunek bagażu	5
		czas na manewry autobusu podczas podjeżdżania na stanowisko i w czasie odjazdu ze stanowiska	1
komunikacja podmiejska (bliska międzymiastowa)	stanowiska odjazdowe	czas na zajęcie przez pasażerów miejsc w autobusie	8
		czas na manewry autobusu podczas podjeżdżania na stanowisko i w czasie odjazdu ze stanowiska ²⁾	2
	stanowiska przyjazdowe	czas na opuszczenie przez pasażerów autobusu	3
		czas na manewry autobusu podczas podjeżdżania na stanowisko i w czasie odjazdu ze stanowiska ³⁾	1

1) w przypadku kursów przelotowych nie oddziela się przyjazdów od odjazdów, są one realizowane na jednym stanowisku, co zwiększa przepustowość stanowiska,
 2) perony odjazdowe na dworcach bardzo rzadko mają charakter przelotowy, generalnie są to perony schodkowe – wjazd odbywa się przodem, a wyjazd tyłem, co zajmuje znacznie więcej czasu,
 3) stanowiska przyjazdowe są usytuowane przy krawędzi powierzchni dla pieszych, dlatego czas potrzebny na manewry jest taki krótki (tylko hamowanie i przyspieszanie).

(4) Liczbę stanowisk (peronów) dla pojazdów transportu zbiorowego na dworcach, w zależności od liczby pasażerów i liczby autobusów na godzinę, przyjmuje się z tab. 9.3.2.

Tab. 9.3.2. Liczba stanowisk potrzebnych na dworcu autobusowym

Liczba pasażerów na dobę	Liczba autobusów na godzinę	Komunikacja dalekobieżna		Komunikacja podmiejska	
		Liczba stanowisk		Liczba stanowisk	
		do wsiadania	do wysiadania	do wsiadania	do wysiadania
1000	5	2	1	1	1
2000	10	3	1	2	1
3000	15	5	2	3	1
6000	30	10	3	5	2
9000	45	15	4	8	3

(5) Przepustowość węzła przesiadkowego jest pochodną jego składników: pojedynczych przystanków położonych przed lub za skrzyżowaniem lub pętli autobusowych, które mogą mu towarzyszyć. Ponieważ istnieje wiele różnych form węzłów przesiadkowych, to ocena ich przepustowości wymaga indywidualnych obliczeń.

9.4. Przepustowość pętli

(1) Przepustowość pętli jest pochodną liczby peronów, które są na niej zlokalizowane. Jest ona związana z liczbą obsługiwanych pojazdów i z czasem ich pobytu na infrastrukturze. Przyjmuje się następujące założenia:

- a) średni czas pobytu pojazdu na pętli wynosi ok. 10 min i charakteryzuje się dużą zmiennością (od 2 do 20 minut, rzadko więcej), która zależy od charakterystyki linii i od sytuacji ruchowej na sieci ulicznej,
- b) na stanowisku przyjazdowym odbywa się tylko wysiadanie pasażerów – postój trwa ok. 0,5 min; wsiadanie na stanowisku odjazdowym zajmuje więcej czasu,
- c) czas pobytu na pętli to czas buforowy, służący do niwelowania opóźnień, które mogą być przenoszone pomiędzy kursami; w praktyce kierowca (rzadko dyspozytor) decyduje, jak ten czas rozłożyć pomiędzy trzy stanowiska: przyjazdowe, odstawcze i odjazdowe.

(2) W celu wyznaczenia przepustowości pętli przyjmuje się, że na tym samym peronie odbywa się wysiadanie i wsiadanie pasażerów – wtedy przepustowość jednego peronu wynosi:

- a) 6 poj./h – gdy peron jest jedno stanowiskowy,
- b) 12 poj./h – gdy peron jest dwustanowiskowy i istnieje na nim możliwość wyprzedzania.

(3) Przepustowość pętli autobusowej w zależności od liczby i rodzaju peronów określa się zgodnie z tab. 9.4.1.

Tab. 9.4.1. Przepustowość pętli autobusowej w zależności od liczby i rodzaju peronów

Liczba peronów	Przepustowość pętli autobusowej [poj./h]	
	perony jedno stanowiskowe bez możliwości wyprzedzania	perony dwustanowiskowe z możliwością wyprzedzania
1	6	12
2	12	24
3	18	36
4	24	48
5	30	60
6	36	72

(4) Przepustowość w dużym stopniu zależy od organizacji ruchu na pętli i odpowiednim wykorzystaniu jej elementów. W celu zwiększenia przepustowości czas pobytu na pętli należy rozłożyć na trzy elementy: stanowisko przyjazdowe, odstawcze i odjazdowe. Przy długich postojach na stanowisku odstawczym i podjeżdżaniu na stanowisko odjazdowe na 2 minuty przed planowanym odjazdem – dopuszcza się zwiększenie przepustowości jednego stanowiska do 15 poj./h.

10. Audyt elementów infrastruktury transportu zbiorowego na etapie planowania

10.1. Zasady prowadzenia audytu

(1) Audyt ma na celu weryfikację możliwości osiągnięcia założonych na etapie projektu charakterystyk ruchu pojazdów komunikacji zbiorowej oraz możliwości wystąpienia przewidywanych potoków pasażerskich, co w praktyce wpływa na wiarygodność przewidywań podziału zadań przewozowych. Audyt ma więc za zadanie kontrolę realności efektów proponowanych rozwiązań infrastrukturalnych i organizacji ruchu, wyznaczanych na etapie analiz ruchu, a także przeciwdziałanie stosowaniu w obliczeniach parametrów mało realnych do osiągnięcia w warunkach rzeczywistych, już po wdrożeniu.

(2) Audyt wykonuje się dla wszystkich istotnych inwestycji oraz zmian organizacji ruchu, mających wpływ na funkcjonowanie komunikacji zbiorowej. Zróżnicowana jest natomiast skala audytu, począwszy od inwestycji dedykowanych komunikacji zbiorowej (gdzie osiągnięcie wysokich parametrów funkcjonowania jest priorytetem), a skończywszy na rozwiązaniach, w których pojazdy komunikacji zbiorowej będą się poruszać w ruchu ogólnym. Chodzi między innymi o sprawdzenie, czy proponowane rozwiązania sprzyjają realizacji infrastruktury oferującej wysoką jakość funkcjonowania transportu zbiorowego, ale także wymuszenie stosowania realistycznych czasów przejazdu, prędkości komunikacyjnych i eksploatacyjnych oraz zdolności przewozowych.

(3) Audytem powinna być objęta każda inwestycja obejmująca utworzenie nowego elementu infrastruktury transportu zbiorowego lub przebudowy elementu istniejącego. Zalecane jest również objęcie audytem istotnych zmian organizacji ruchu, mających wpływ na funkcjonowanie transportu zbiorowego.

(4) Stopień spełnienia przedstawionych wymagań audytu jest dostosowany do roli poszczególnych środków transportu w obsłudze obszaru, miasta i aglomeracji, a także funkcji danego korytarza w systemie transportowym. Audyt dzieli się na dwie części:

- a) ocena spełnienia wymagań dla systemu transportu zbiorowego,
- b) ocena możliwości osiągnięcia założonych parametrów sieci transportowej.

(5) Pozytywna ocena audytu następuje w przypadku:

- a) spełnienia lub spełnienia warunkowego wymagań przedstawionych w podrozdziale 10.2,
- b) osiągnięcia oraz przedstawienia uzasadnienia możliwości osiągnięcia założonych parametrów sieci – zgodnie z podrozdziałem 10.3.

10.2. Ocena spełnienia wymagań dla sieci transportu zbiorowego

(1) W ramach audytu należy odnieść się do wymagań dotyczących planowania i projektowania sieci transportowej, opisanych w rozdziale 6.

(2) Ocena wymagań jest prowadzona w sposób zero-jedynkowy, jednakże z możliwością wskazania warunkowego spełnienia wymagania. Formularz audytu powinien zawierać elementy zestawione w tab. 10.2.1.

(3) W zależności od znaczenia i zakresu audytowanej inwestycji określa się listę wskaźników oceny oraz wartości granicznych, których spełnienie umożliwi uzyskanie pozytywnej oceny planowanej inwestycji. Zakres potencjalnych wymagań poddawanych ocenie przedstawia tab. 10.2.2

(4) Wartości graniczne powinny odpowiadać wymaganiom dla podsystemów transportu zbiorowego, opisanym w rozdziale 6.

(5) Uzyskanie pozytywnej oceny tej części audytu następuje po spełnieniu wszystkich postawionych wymagań, z możliwością akceptacji warunkowego spełnienia wymagań w przypadku przedstawienia uzasadnienia takiej oceny i jej akceptacji przez kompetentną jednostkę wskazaną przez właściwego zarządcę systemu transportu zbiorowego.

Tab. 10.2.1. Zawartość formularza do prowadzenia audytu elementów infrastruktury transportu zbiorowego pod kątem oceny spełnienia wymagań dla systemu transportu zbiorowego

Wskaźnik oceny spełnienia wymagania	Wymagana wartość wskaźnika	Uzyskana wartość wskaźnika	Ocena spełnienia wymagania				
			Wymaganie spełnione	Wymaganie spełnione warunkowo	Uzasadnienie warunkowego spełnienia wymagania	Wymaganie niespełnione	Uzasadnienie niespełnienia wymagania
Wskaźnik 1							
Wskaźnik 2							
Wskaźnik 3							
Wskaźnik 4							
Wskaźnik 5							
...							
Wskaźnik n							

Tab. 10.2.2. Zestawienie wskaźników do oceny spełnienia wymagań

Grupa wymagań	Wymagana wartość wskaźnika
Wymagania dostępności	• minimalny procent mieszkańców mających nie dalej niż 500 m do przystanku • maksymalna długość dojścia pieszego do przystanku liczona po sieci transportowej • liczba godzin obsługi w ciągu doby (oferta dzienna i nocna) dla najważniejszych powiązań • minimalna częstotliwość podstawowych linii miejskich • minimalny procent przystanków wyposażonych w schematy sieci • uruchomienie aplikacji umożliwiającej bieżącą lokalizację pojazdów transportu zbiorowego • minimalny procent przystanków dostosowanych do potrzeb osób z niepełnosprawnościami • minimalny procent pojazdów transportu zbiorowego dostosowanych do potrzeb osób z niepełnosprawnościami
Czas podróży	• maksymalny czas dojścia od źródła podróży do przystanku lub czas odejścia od przystanku do celu podróży • maksymalny czas oczekiwania pasażera na pojazd transportu zbiorowego na przystanku • minimalna prędkość komunikacyjna pojazdów transportu zbiorowego • maksymalny czas trwania przesiadki w obrębie węzła przesiadkowego
Warunki podróży	• minimalny procent podróży bez przesiadki, wykonywanych środkami transportu zbiorowego • minimalny procent potencjalnych użytkowników w strefie dogodnego dojścia • minimalny procent przystanków wyposażonych w wiaty • minimalny procent przystanków wyposażonych w ławki lub urządzenia przeznaczone do opierania się • minimalny procent przystanków z możliwością zakupu biletu • czystość przystanków transportu zbiorowego • minimalny procent pojazdów niskopodłogowych w obsłudze sieci transportowej • maksymalny procent przejazdów odcinków międzyprzystankowych z wypełnieniem powierzchni do stania na poziomie wyższym niż 4 os./m² • minimalny procent pojazdów z możliwością zakupu biletu • czystość pojazdów transportu zbiorowego • kultura osobista prowadzących pojazdy
Bezpieczeństwo podróży	• liczba wypadków z udziałem pojazdów transportu zbiorowego • liczba wszystkich ofiar śmiertelnych w wypadkach z udziałem pojazdów transportu zbiorowego • liczba kamer monitoringu na infrastrukturze punktowej • liczba kamer monitoringu w pojazdach transportu zbiorowego • liczba napadów w pojazdach transportu zbiorowego • liczba kradzieży w pojazdach transportu zbiorowego

Grupa wymagań	Wymagana wartość wskaźnika
Niezawodność i sprawność	• minimalna wartość wskaźnika „procent kursów punktualnych” • minimalna wartość wskaźnika „stopień punktualności” • maksymalna wielkość współczynnika zmienności czasu przejazdu trasy lub jej fragmentu • maksymalna wartość wskaźnika „wskaźnik regularności” • maksymalny procent przypadków niezabrania pasażerów z przystanków, z powodu braku miejsc w pojazdach transportu zbiorowego • istnienie alternatywnej trasy przejazdu w przypadku wystąpienia zatrzymania w ruchu • maksymalny czas przywrócenia ruchu pojazdów transportu zbiorowego
Wymagania realizacyjne	• koordynacja inwestycji • etapowanie inwestycji • udostępnianie terenów rozwojowych • koszty budowy infrastruktury • koszty zakupu taboru • koszty utrzymania infrastruktury • koszty utrzymania transportu zbiorowego • wskaźniki dostępności do infrastruktury liniowej i punktowej • liczba planowanych/wybudowanych węzłów przesiadkowych • liczba planowanych/wybudowanych obiektów B+R • liczba miejsc postojowych w wybudowanych obiektach B+R • liczba planowanych/wybudowanych obiektów P+R • liczba miejsc postojowych w wybudowanych obiektach P+R • liczba miejsc postojowych dla osób z niepełnosprawnościami w wybudowanych obiektach P+R
Wymagania środowiskowe	• maksymalny poziom oddziaływania hałasu na pasażera w pojeździe transportu zbiorowego • maksymalny poziom oddziaływania hałasu na pasażera w pojeździe transportu zbiorowego • maksymalny poziom oddziaływania hałasu na pasażera w pojeździe transportu zbiorowego • minimalny procent niskoemisyjnych pojazdów transportu zbiorowego • atrakcyjność przestrzeni ruchu • przyjazność przestrzeni ruchu

10.3. Ocena możliwości osiągnięcia założonych parametrów sieci transportowej

(1) Ocena możliwości osiągnięcia założonych parametrów sieci transportowej jest uzależniona od roli poszczególnych środków transportu w obsłudze jednostki urbanistycznej, a także funkcji danego elementu sieci w całym systemie transportowym tej jednostki.

(2) Sprawdzenie na etapie projektu możliwości faktycznego osiągnięcia założonych parametrów sieci transportowej przy przyjętych rozwiązaniach infrastrukturalnych, technicznych i organizacji ruchu sprzyja uniknięciu błędów niekiedy trudnych lub nawet niemożliwych do naprawienia na etapie eksploatacji.

(3) Zaproponowano umieszczenie w audycie zarówno elementów dotyczących całej trasy transportu zbiorowego, jak również, poszczególnych jej fragmentów, a także pojedynczych elementów (np. poszczególne przystanki). Zawartość zaproponowanego formularza audytu przedstawia tab. 10.3.1.

(4) Dopuszcza się rozszerzenie formularza na zasadzie dopasowania do konkretnego projektu, z uwzględnieniem specyfiki danej inwestycji, np. o dodatkowe kierunki (A-C, C-A itd.).

(5) Uzyskane wartości powinny być skonfrontowane z wymaganiami organu zlecającego dane opracowanie (np. jednostki odpowiedzialnej za rozwój systemu transportowego, zarządcy infrastruktury).

Tab. 10.3.1. Zawartość formularza do prowadzenia audytu elementów infrastruktury transportu zbiorowego pod kątem oceny możliwości osiągnięcia założonych parametrów sieci transportowej

Oceniany element	Jednostka	Poziom oceny	Kierunek A-B	Kierunek B-A	Wskaźnik globalny
Prędkość komunikacyjna	[km/h]	trasa			
Prędkość eksploatacyjna	[km/h]	trasa			
Procent czasu zatrzymań niezwiązanych z wymianą pasażerów podczas przejazdu trasy	[%]	trasa			
Najkrótszy odstęp między przystankami na trasie	[m]	trasa			
Najdłuższy odstęp między przystankami na trasie	[m]	trasa			
Średni odstęp między przystankami na trasie	[m]	trasa			
Najniższa prędkość przejazdu odcinka międzyprzystankowego	[km/h]	trasa			
Średnia prędkość przejazdu odcinka międzyprzystankowego	[km/h]	trasa			
Długość dojścia do przystanku	[m]	przystanek			
Odległość między przejściem dla pieszych, a umowną linią zatrzymań na przystanku	[m]	przystanek			
Poziom zapewnienia powierzchni przystanku	[os/m ²]	przystanek			

11. Ocena powdrożeniowa i monitoring

(1) Ocenę powdrożeniową wykonuje się w przypadku każdego wdrażanego lub korygowanego elementu infrastruktury transportu zbiorowego. Należy wziąć pod uwagę trzy aspekty zrealizowanej inwestycji:

- a) opis ilościowy elementów infrastruktury, które powstały lub zostały przebudowane w ramach realizacji projektu, obejmujący informacje na temat liczby/rozmiaru zrealizowanych elementów infrastruktury,
- b) sposób wykorzystania zrealizowanej infrastruktury (ewentualnie poszczególnych jej elementów), ze szczególnym uwzględnieniem osiągnięć pojazdów transportu zbiorowego (czas trwania poszczególnych procesów ruchu, prędkość komunikacyjna) oraz wielkości potoków pasażerskich,
- c) opis jakościowy zastosowanych rozwiązań, w oparciu o dialog z użytkownikami, w tym poprzez przeprowadzenie badania ankietowego dotyczącego oceny inwestycji.

(2) W ramach oceny powdrożeniowej, opis ilościowy powstałej infrastruktury wykonuje się nie wcześniej niż miesiąc i nie później niż trzy miesiące po jej oddaniu do użytkowania. W kolejnych latach po oddaniu do użytkowania przeprowadza się weryfikację ilościową infrastruktury raz w roku (w miesiącu odpowiadającym pierwszej weryfikacji, po oddaniu do użytkowania), w celu identyfikacji ewentualnych braków lub uszkodzeń.

(3) Zestawienie typowych wskaźników służących do weryfikacji realizacji elementów infrastruktury, które jednak może być uzupełnione o dodatkowe wskaźniki, właściwe do oceny konkretnej inwestycji transportu zbiorowego, przedstawia tab. 11.1. W przypadku realizacji odcinków sieci transportowej, na których przewidziano ruch pojazdów transportu zbiorowego w obu kierunkach, wskaźniki określa się osobno dla poszczególnych kierunków trasy.

(4) Na etapie oceny powdrożeniowej sprawdza się także jej wykorzystanie przez użytkowników, z rozbiciem na pojazdy i pasażerów. Pozwala to na ewentualne wprowadzenie planów naprawczych. Typowe wskaźniki – odpowiednio dla infrastruktury liniowej i punktowej – przedstawia tab. 11.2. Dopuszcza się uzupełnienie zestawienia o dodatkowe wskaźniki, właściwe do oceny konkretnej inwestycji transportu zbiorowego. Monitoring wykorzystania infrastruktury realizuje się poprzez wykorzystanie wyników pomiarów wykonywanych automatycznie oraz poprzez wykonanie pomiarów okazjonalnych, według zasad przedstawionych w rozdziale 5.

(5) Wyniki pomiarów wykorzystania infrastruktury umożliwiają określenie – między innymi – oszczędności czasu pasażerów oraz podziału zadań przewozowych i mogą stanowić podstawę do korekt organizacji ruchu, w tym wprowadzenia dodatkowych rozwiązań ułatwiających funkcjonowanie transportu zbiorowego.

(6) W ramach badań jakościowych, wskazane jest pozyskanie informacji dotyczących poziomu zadowolenia użytkowników z korzystania ze zrealizowanej lub przebudowanej infrastruktury. Badanie powinno uwzględniać podstawowe informacje na temat użytkowników, zgodnie z podrozdziałem 6.3. Podstawowe wskaźniki oceny jakościowej przedstawia tab. 11.3.

(7) Zalecane jest wcześniejsze pozyskanie danych ilościowych na temat infrastruktury, informacji na temat wykorzystania infrastruktury, a także informacji użytkowników na temat zadowolenia z rozwiązań istniejących przed realizacją lub przebudową trasy transportu zbiorowego lub jej elementów. Umożliwi to przeprowadzenie oceny porównawczej, na zasadzie „przed” i „po”.

(8) Zalecane jest prowadzenie monitoringu stanu i wykorzystania, a także poziomu zadowolenia użytkowników ze zrealizowanych lub przebudowanych elementów infrastruktury także w kolejnych latach, np. raz w roku, najlepiej w odstępach rocznych od oceny powdrożeniowej.

Tab. 11.1. Wskaźniki opisujące wybudowaną lub przebudowaną infrastrukturę w ujęciu ilościowym

Wskaźnik	Jednostka	Źródło danych
INFRASTRUKTURA LINIOWA		
Łączna długość zrealizowanego/zmodernizowanego fragmentu sieci transportowej	[km]	inwentaryzacja
Łączna długość odcinków, na których odbywa się ruch pojazdów transportu zbiorowego	[km]	inwentaryzacja
Łączna długość odcinków, na których ruch pojazdów transportu zbiorowego odbywa się po wydzielonych torowiskach, jezdniach i pasach ruchu	[km]	inwentaryzacja
Łączna długość odcinków, na których ruch pojazdów transportu zbiorowego odbywa się po wydzielonych torowiskach, jezdniach i pasach ruchu, z wyłączeniem odcinków, na których dopuszczono ruch pojazdów innych niż pojazdy transportu zbiorowego	[km]	inwentaryzacja
INFRASTRUKTURA PUNKTOWA		
Łączna liczba wybudowanych przystanków z podziałem na poszczególne rodzaje (stanowiska w zatoce, na jezdni)	[szt.]	inwentaryzacja
Liczba wybudowanych przystanków z zatoką	[szt.]	inwentaryzacja
Liczba wybudowanych przystanków z poszerzeniem	[szt.]	inwentaryzacja
Liczba wybudowanych zintegrowanych przystanków (autobusowo-tramwajowych)	[szt.]	inwentaryzacja
Łączna liczba działających automatów biletowych	[szt.]	inwentaryzacja
Liczba zainstalowanych obiektów Systemu Dynamicznej Informacji Pasażerskiej	[szt.]	inwentaryzacja
Liczba schematów pętli / węzła przesiadkowego wraz z najbliższą okolicą – obecnych na wybudowanej infrastrukturze	[szt.]	inwentaryzacja
Liczba planów sieci komunikacyjnej – obecnych na wybudowanej infrastrukturze	[szt.]	inwentaryzacja
Liczba zainstalowanych urządzeń informacji dźwiękowej	[szt.]	inwentaryzacja
Liczba zainstalowanych ławek	[szt.]	inwentaryzacja
Liczba zainstalowanych miejsc do siedzenia (średnio 4 szt. na ławkę)	[szt.]	inwentaryzacja
Liczba kamer zainstalowanych w ramach monitoringu wizyjnego	[szt.]	inwentaryzacja
Powierzchnia zadaszonych przystanków	[m ²]	inwentaryzacja
Liczba wybudowanych obiektów „Bike+Ride”	[szt.]	inwentaryzacja
Liczba miejsc postojowych w wybudowanych obiektach „Bike+Ride”	[szt.]	inwentaryzacja
Liczba wybudowanych obiektów „Park+Ride”	[szt.]	inwentaryzacja
Liczba miejsc postojowych w wybudowanych obiektach „Park+Ride”	[szt.]	inwentaryzacja
Liczba miejsc postojowych dla osób niepełnosprawnych w wybudowanych obiektach „Park+Ride”	[szt.]	inwentaryzacja

Tab. 11.2. Wskaźniki charakteryzujące wykorzystanie infrastruktury transportowej

Wskaźnik	Jednostka	Źródło danych
INFRASTRUKTURA LINIOWA		
Natężenie ruchu pojazdów transportu zbiorowego na wydzielonym pasie (jezdni)	[poj./h]	pomiar
Natężenie ruchu pozostałych pojazdów na wydzielonym pasie (jezdni) dla pojazdów transportu zbiorowego	[poj./h]	pomiar
Natężenie ruchu pojazdów transportu zbiorowego na pasach ruchu ogólnego	[poj./h]	pomiar
Natężenie ruchu pozostałych pojazdów na pasach ruchu ogólnego	[poj./h]	pomiar
Liczba pasażerów transportu publicznego przewiezionych na wydzielonym pasie (jezdni)	[os./h]	pomiar
Liczba pasażerów transportu publicznego przewiezionych na pasie ruchu ogólnego	[os./h]	pomiar
Łączna liczba pasażerów indywidualnego transportu samochodowego	[os./h]	pomiar
Łączna liczba użytkowników pozostałych środków transportu	[os./h]	pomiar
Prędkość pojazdów transportu zbiorowego na wydzielonym pasie (jezdni)	[km/h]	pomiar
Prędkość pojazdów transportu zbiorowego na pasie ruchu ogólnego	[km/h]	pomiar
Liczba wypadków z udziałem pojazdów transportu zbiorowego	[szt./rok]	Komenda Powiatowa Policji
INFRASTRUKTURA PUNKTOWA		
Liczba pasażerów transportu publicznego korzystających z infrastruktury (przystanku, pętli, węzła przesiadkowego)	[os./h]	pomiar
Liczba pojazdów transportu publicznego korzystających z infrastruktury (przystanku, pętli, węzła przesiadkowego)	[os./h]	pomiar
Liczba rowerów korzystających z miejsc postojowych w wybudowanych obiektach B+R	[poj./24h]	zarządca infrastruktury
Liczba samochodów korzystających z miejsc postojowych w wybudowanych obiektach P+R	[poj./24h]	operator systemu/ pomiar
Liczba biletów sprzedanych przez zainstalowane automaty biletowe	[szt./24h]	operator systemu
Liczba wypadków z udziałem pojazdów transportu zbiorowego	[szt./rok]	Komenda Powiatowa Policji
Opinia pasażerów na temat jakości zastosowanych rozwiązań i poziomu zadowolenia z korzystania z infrastruktury (raz w roku)	-	badanie ankietowe

Tab. 11.3. Wskaźniki opisujące wybudowaną lub istniejącą przebudowaną infrastrukturę w ujęciu jakościowym

Wskaźnik	Jednostka	Źródło danych
Udział osób zadowolonych lub średni poziom zadowolenia z realizacji lub przebudowy trasy transportu zbiorowego	[%] lub [liczba punktów]	badanie ankietowe
Udział osób zadowolonych lub średni poziom zadowolenia z poszczególnych elementów zrealizowanej lub przebudowanej infrastruktury (zalecana ocena werbalna lub punktowa)	[%] lub [liczba punktów]	badanie ankietowe
Częstość korzystania ze zrealizowanej lub przebudowanej infrastruktury (liczba dni korzystania w tygodniu)	[liczba dni korzystania]	badanie ankietowe