

dr inż. Krzysztof Szelaǳ  
k.szelaǳ@akademia.mil.pl  
ORCID: 0000-0001-6653-7060  
Akademia Sztuki Wojennej  
Wydział Zarządzania i Dowodzenia  
Instytut Logistyki

## **NOWOCZESNE ROZWIĄZANIA W KOMUNIKACJI MIEJSKIEJ JAKO CZYNNIK ZWIĘKSZAJĄCY BEZPIECZEŃSTWO TRANSPORTÓWE MIAST**

### **MODERN SOLUTIONS IN URBAN TRANSPORT AS A FACTOR INCREASING THE SECURITY OF CITY TRANSPORT**

W artykule zaprezentowano problem wprowadzania zmian w transporcie miejskim mających na celu poprawę ogólnych warunków funkcjonowania miasta, a szczególnie warunków funkcjonowania transportu miejskiego.

Miasto to obszar w którym zachodzą procesy społeczne generujące szereg problemów wynikających w znacznej części z ograniczonego dostępu do logistycznej infrastruktury miejskiej, a zwłaszcza infrastruktury transportowej. Z uwagi na sprzeczność interesów podmiotów tworzących to miasto oraz ograniczone możliwości przestrzenne i ekonomiczne ich rozwiązania, należy podjąć działania, które ułatwią to zadanie.

Współczesna nauka oraz technika dostarczają szeregu rozwiązań, które pozwalają na pozyskiwanie informacji niezbędnych dla sprawnego kierowania transportem w miastach oraz rozwiązań technicznych i technologicznych, które ułatwią realizację procesów transportowych na ich terenie.

***Słowa kluczowe:*** logistyka miejska, transport miejski, infrastruktura transportu miejskiego

The article presents the problem of introducing changes in urban logistics as a tool to improve general conditions of city functioning, especially regarding the conditions of the functioning of the urban means of transport

The city is an area where there are social processes that generate a number of problems arising in large part from the limited access to then urban logistic infrastructure, especially logistics infrastructure. Because of the conflicting interests of

entities creating the city and the limited spatial and economical possibilities, proper actions must be taken to facilitate this task.

Modern science and technology provides a number of solutions that make it possible to obtain information necessary for the proper management of urban logistics as well as technical and technological solutions that simplify accomplishment of the transportation processes in a given area.

**Keywords:** *urban logistics, urban transportation system, logistic management, logistic infrastructure of urban infrastructure*

## Wstęp

Miasto to obszar w którym zachodzi szereg procesów społecznych w wyniku których następuje znacznie większa niż na obszarach wiejskich koncentracja zasobów ludzkich i materialnych. Koncentracja ludzi, przemysłu, handlu i usług na stosunkowo niewielkim obszarze generuje szereg problemów. Problemy te wynikają w znacznej części z powstawania zjawiska kongestii czyli ubiegania się w tym samym miejscu i czasie, przez dużą liczbę podmiotów gospodarczych oraz osób fizycznych, o dostęp do infrastruktury miejskiej.

Rozwój miasta uzależniony jest w głównej mierze od panujących w nim warunków zamieszkania, pracy oraz wypoczynku. Bardzo duży wpływ na kształtowanie tych warunków mają czynniki związane z przemieszczaniem się na jego obszarze, zaopatrzeniem podmiotów gospodarczych oraz ludności w nim przebywającej, dystrybucją produktów w nim wytworzonych, funkcjonowaniem instytucji publicznych, a także zagospodarowaniem odpadów powstałych na jego obszarze.

Miasto jest złożonym zbiorem różnych podmiotów, które w swym rozwoju kierują się własnymi racjami, które często bywają sprzeczne z racjami i potrzebami innych podmiotów, zwłaszcza gdy chodzi o dostęp do ograniczonych zasobów. Wybiórcze rozwiązywanie poszczególnych problemów prowadzi do powstawania nowych sytuacji konfliktowych w innych obszarach. Dlatego zapewnienie warunków do sprawnego funkcjonowania miasta wymaga zintegrowanego podejścia do problemu przepływów i myślenia kategoriami całego złożonego systemu, jakim niewątpliwie jest miasto (Szelağ, 2012, s. 573 -588).

Argumenty powyższe tłumaczą celowość podjęcia problemu badawczego: Jakie nowoczesne rozwiązania można zastosować w komunikacji miejskiej obecnie i w niedalekiej przyszłości, aby zwiększyć jej bezpieczeństwo? Pomocnym w rozwiązaniu postawionego problemu badawczego była weryfikacja następującej hipotezy roboczej: Bezpieczeństwo w transporcie miejskim może być zapewnione poprzez:

- zrównoważone wykorzystanie wszystkich dostępnych w danym mieście gałęzi transportu,

- ograniczenie lub rozłożenie w czasie popytu na dostęp do infrastruktury drogowej w obszarach stałego występowania kongestii drogowej,
- przez stosowanie emergentnych (samouczących) się inteligentnych systemów sterowania tym transportem.

## **Istota transportu miejskiego, organizacja komunikacji miejskiej**

Termin transport pochodzi od łacińskiego słowa *transportare*, co oznacza przynieść, przywieźć. Zatem transport to całokształt przedsięwzięć mających na celu zmianę czasowych i przestrzennych właściwości materii. Większość publikacji dotyczących transportu zawęża pojęcie transport do jego ekonomicznego postrzegania. Według A. Piskozuba *transport jest to działalność ludzka, polegająca na przemieszczaniu ludzi i dóbr przy użyciu odpowiednich przedmiotów pracy, zwanych środkami transportu, pokonujących drogę między nadawcą a odbiorcą* (Piskozub, 1978, s.18). Według M. Stajniak, to *działalność, która polega na odpłatnym świadczeniu usług, których efektem jest przemieszczenie osób i/lub ładunków z punktu nadania do punktu odbioru oraz świadczenie usług pomocniczych, bezpośrednio z tymi usługami związanych* (Stajniak, Fołtyński, Hajdul, 2008, s.9). Według W. Rydzkowskiego *transport jest działalnością mającą na celu pokonywanie przestrzeni. W ujęciu ekonomicznym działalność ta polega na odpłatnym świadczeniu usług, których efektem jest przemieszczanie osób i ładunków oraz tworzenie usług pomocniczych, bezpośrednio z tym związanych* (Rydzkowski, 2008, s.1). Można zatem określić, że podstawowym celem transportu jest zaspokojenie potrzeb transportowych, które są realizowane w ramach usług transportowych, przy pomocy środków transportu różnych gałęzi transportu.

Postrzeganie transportu i działalności transportowej jedynie jako działalności usługowej, stanowi zawężenie problemu bowiem nie rozpatruje zagadnień związanych z transportem indywidualnym (wykonywanym osobiście przez jego konsumenta), który nie jest usługą, a w transporcie miejskim stanowi jego istotny element składowy.

Nie uwzględnianie transportu indywidualnego w ocenie bezpieczeństwa systemu transportowego miast jest błędem, bowiem transport świadczony w formie usług transportowych i transport indywidualny realizowane są w znacznej części z wykorzystaniem tej samej infrastruktury (transport drogowy), a to prowadzi do powstawania zjawiska kongestii, która znacząco obniża bezpieczeństwo tego transportu.

Rolą transportu na obszarze miast i obszarów aglomeracyjnych jest zapewnienie przemieszczeń ludności i ładunków na jej terenie. Dodatkowym obciążeniem dla transportu miejskiego transportu miejskiego jest tranzyt którego nie zaliczamy do przewozów miejskich. Przejazdy tranzytowe pomimo, że realizowane są często w oparciu o tą samą infrastrukturę co transport miejski jednak ponieważ nie służą zaspokojeniu potrzeb przewozowych mieszkańców nie są brane pod uwagę

w ocenie tych potrzeb. Znaczenie transportu miejskiego polega na odpowiednim do potrzeb tego obszaru kształtowaniu wewnętrznego spójnego systemu transportowego, który jest w stanie zapewnić sprawne połączenie z systemami transportowymi kraju i zapewniać sprawne ich funkcjonowanie. Transport ten w zależności od lokalnych uwarunkowań, może być realizowany z wykorzystaniem środków należących do niemal wszystkich gałęzi transportu.

Opisując transport miejski najczęściej autorzy koncentrują uwagę na transporcie pasażerskim, nazywając go zamiennie takimi terminami jak: komunikacja miejska, transport zbiorowy, komunikacja publiczna, komunikacja komunalna (Rydzkowski i Wojewódzka-Król, 2007, s. 213-214). Ocena bezpieczeństwa transportu miejskiego tylko z perspektywy komunikacji miejskiej obarczona jest dużym błędem bowiem zarówno transport ładunków jak i transport osób realizowany w oparciu o komunikację miejską jak i transport indywidualny realizowane są w znacznym stopniu z wykorzystaniem tej samej infrastruktury drogowej co w istotny sposób wpływa na tworzenie się sytuacji zagrażających jego bezpieczeństwu. Zagrożenie wynika z tego, że występują zasadnicze różnice między organizacją przemieszczania tymi sposobami. W indywidualnym transporcie przewozy są nieregularne, a ich własność leży w rękach prywatnych, natomiast w zbiorowym przewozy są zazwyczaj regularne oraz są zarządzane przez komórki publiczne. W aglomeracjach oraz konurbacjach miejskich komunikacja publiczna często jest realizowana przez kilka odrębnych przedsiębiorstw transportowych. Przykładowo w Warszawie autobusami, tramwajami oraz metrem, zarządza Zarząd Transportu Miejskiego, natomiast przewozami kolejowymi na terenie miasta zarządzają spółki kolejowe: Szybka Kolej Miejska, Koleje Mazowieckie, Warszawska Kolej Dojazdowa. Transport zbiorowy oraz indywidualny jest względem siebie substytucyjny i komplementarny. Możliwość zróżnicowania strefy substytucyjnej między przewozami zbiorowymi i indywidualnymi powoduje, że występuje luka substytucyjna, która powoduje, że oba te rodzaje przewozów konkurują pomiędzy sobą w zakresie dostępu do infrastruktury transportowej.

Zasadniczym zadaniem transportu jest przemieszczanie osób i ładunków z jednego punktu do drugiego. Aby ten proces odbywał się skutecznie i sprawnie tworzy się całe sieci komunikacyjne, które tworzą infrastrukturę transportową. Na terenach miast infrastrukturę transportową miasta tworzą (Szymczak, 2008, s.38):

- drogi poszczególnych gałęzi transportu, a więc: ulice, trasy przelotowe, obwodnice, odcinki dróg o znaczeniu regionalnym i międzynarodowym, miejska trakcja tramwajowa, trolejbusowa, kolejowa, metro, odcinki dróg kolejowych, sieci wodociągowe gazociągowe, ciepłownicze, kanalizacyjne i energetyczne, drogi wodne śródlądowe i morskie, a zwłaszcza szlaki przepraw promowych,
- węzły i punkty transportowe w mieście, a więc: skrzyżowania ulic, węzły drogowe i autostradowe, przystanki komunikacji miejskiej, zajezdnie, dworce i stacje kolejowe, stacje sprężarek i pompownie sieci wodociągowych, gazociągowych, ciepłowniczych i kanalizacyjnych, stacje przekątnikowe i transformatorowe

sieci energetycznych, porty lotnicze, porty rzeczne i morskie, terminale kontenerowe, terminale promowe, miejsca postojowe i parkingowe.

Infrastrukturę określa się jako podstawowy kapitał społeczny ponieważ infrastruktura służy przede wszystkim mobilności ludzi, przepływowi materii i energii oraz dyfuzji informacji, a transport odgrywa w tych dziedzinach istotną rolę. Infrastruktura transportowa oddziałuje na gospodarkę i społeczeństwo stwarzając warunki przemieszczania osób i ładunków (Ciesielski, 1999, s.105).

Drugim istotnym elementem systemów transportowych są środki transportu, gdyż to właśnie one obok infrastruktury stanowią o jakości systemów transportowych zarówno w skali mikro jak i makro. Środkami transportu mogą być maszyny lub żywe istoty, których nadrzędnym celem jest umożliwianie przemieszczania ludzi i ładunków. Ich podział ściśle koresponduje z gałęziową klasyfikacją transportu.

### **Ocena stopnia spełnienia postulatów przewozowych w transporcie miejskim na przykładzie wybranych miast**

Popyt na usługi komunikacji miejskiej może być zaspakajany przez różne środki transportu tworzące tą komunikację w danej miejscowości. O wyborze środka transportu decyduje dostępność środka transportu i warunki odbywania całej podróży miejskiej. Zgodność tych warunków z oczekiwaniami wyrażonymi w postaci postulatów przewozowych (Wyszomirski, 1998, s.32-33). Postulaty te określają oczekiwania pasażerów w zakresie bezpieczeństwa (pewności odbycia) podróży danym środkiem komunikacji. Ocena ta ma charakter subiektywny i dla każdego pragnącego odbyć podróż stanowi podstawę podjęcia decyzji o sposobie jej odbycia. W ocenie tej brane są pod uwagę wszelkie dostępne sposoby jej odbycia, poczynając od pieszej poprzez indywidualny środek transportu po komunikację miejską.

Do najczęściej branych pod uwagę postulatów przewozowych należą: czas, koszt, wygoda i bezpieczeństwo. Kryterium czasu ma wymiar względny bowiem dotyczy wpływu jaki wywierają na ogólny czas podróży takie czynniki jak: bezpośredniość, dostępność, częstotliwość, informacja, niezawodność, punktualność, rytmiczność, prędkość. Postulaty te wpływają jednocześnie na ogólną ocenę bezpieczeństwa podróży bowiem warunkują zrealizowanie jej w zakładanym czasie. Dla wielu podróżnych zwłaszcza posiadających własny środek transportu, wygoda podróży jest również ważnym kryterium na który wpływają postulaty związane z: kulturą obsługi, łatwością wsiadania i wysiadania, odpowiednim standardem przystanków, możliwością wypoczynku w czasie podróży, łatwością zakupu biletów. Istnieje szereg innych indywidualnych postulatów dotyczących intymności podróży, zrozumienia systemu informacji o trasach rozkładach jazdy, możliwości przewozu bagażu itd. Postulaty przewozowe w dużej mierze uzależnione są od charakteru miasta, a zwłaszcza jego wielkości i standardów bezpieczeństwa podróży. Na

podstawie przeprowadzonych w 2018 i 2019 r. badań, w wyniku których, dokonano oceny porównawczej stopnia spełnienia postulatów komunikacyjnych w małym, średnim i dużym mieście posiadającym komunikację miejską można stwierdzić, że stopień spełnienia tych postulatów jest bardzo zróżnicowany. Analiza wyników tych badań pozwala na określenie ogólnych wniosków, które mogą stanowić materiał do budowy bezpiecznego, spełniającego oczekiwania mieszkańców systemu komunikacyjnego (tabela 1).

**Tabela 1. Porównanie ocen stopnia spełnienia postulatów komunikacyjnych mieszkańców małego średniego i dużego miasta na przykładzie Grodziska Mazowieckiego, Żyrardowa, Lublina, Warszawy**

Kryterium oceny bezpieczeństwa	Wartość wskaźnika oceny	Badana miejscowość				
		Warszawa %	Warszawa %	Lublin %	Grodzisk M. %	Żyrardów %
Bezpieczeństwo jazdy wynikające z ruchu drogowego	1	3	4	3	15	4
	2	6	8	20	15	26
	3	34	28	40	30	18
	4	43	40	30	30	48
	5	14	20	7	10	4
Bezpieczeństwo przebywania na przystankach	1	8	5	2	5	8
	2	15	15	20	40	44
	3	40	35	40	30	20
	4	30	35	30	20	18
	5	7	10	8	5	10
Bezpieczeństwo dotarcia do środków komunikacji miejskiej - dostępność	1	3	6	3	15	4
	2	6	7	20	15	26
	3	34	30	40	30	18
	4	43	40	30	30	48
	5	14	27	7	10	4
Łatwość dojazdu do celu podróży	1	1	6	2	10	8
	2	9	12	20	20	42
	3	34	37	35	30	34
	4	46	40	38	25	12
	5	10	5	5	15	4
Częstotliwość kursowania środków komunikacji miejskiej	1	1	5	2	12	16
	2	9	9	20	25	46
	3	20	36	35	33	26
	4	45	34	38	20	8
	5	25	16	5	10	4
Informacja o organizacji kursowania środków	1	1	6	2	10	8
	2	10	12	20	20	28

komunikacji miejskiej	3	37	35	40	20	6
	4	35	37	30	40	50
	5	17	10	8	10	8
Bezpieczeństwo w zakresie punktualnego dotarcia do celu podróży	1	4	10	4	15	5
	2	19	26	20	40	15
	3	41	43	40	10	20
	4	29	15	30	25	40
Bezpieczeństwo w zakresie stanu technicznego środków komunikacji miejskiej	1	5	5	4	5	7
	2	12	10	15	10	20
	3	15	30	28	15	40
	4	43	36	41	40	20
	5	25	19	12	20	13
Bezpieczeństwo podróży osób niepełnosprawnych	1	4	3	3	20	16
	2	7	5	12	40	30
	3	9	8	30	20	40
	4	20	40	35	10	10
	5	60	44	20	10	4
Bezpieczeństwo ekologiczne środków komunikacji miejskiej	1	4	6	9	10	12
	2	9	5	28	40	38
	3	29	38	46	20	25
	4	40	49	22	20	14
	5	18	2	5	10	11

Źródło: Opracowanie własne na podstawie badań ankietowych prowadzonych w latach 2018, 2019.

Z przeprowadzonych badań wynika, że stopień spełnienia większości postulatów komunikacyjnych w dużych miastach jest wyższy w stosunku do miast małych. Sytuacja ta wynika głównie z znacznie mniejszej skali usług transportowych świadczonych przez komunikację miejską tych miast. Najczęściej komunikacja ta obsługuje jednocześnie przyległe gminy co również powoduje, że trasy poszczególnych linii nie przecinają się i nie tworzą systemu ruch ułatwiającego przemierzanie się po terenie tych miast. W rezultacie powoduje to niską ocenę w zakresie dostępności i łatwości dojazdu do celu podróży. Plusem tej organizacji jest wyższa punktualność dojazdu co wynika z przebiegu tras autobusowych w dużej części poza miastem, a zatem poza rejonami występowania kongestii na ulicach. Z układem tras wiąże się również problem niskiej częstotliwości kursowania, a to wynika z niskiego popytu na usługi przewozowe w rejonach podmiejskich. Również wpływ na niską ocenę komunikacji w małych miastach wywierają środki transportu jakimi dysponują firmy świadczące te usługi. Tabor ten jest często starszego typu i nie dostosowany do oczekiwań mieszkańców co powoduje niską ocenę bezpieczeństwa w ruchu drogowym, bezpieczeństwa podróży osób

niepełnosprawnych oraz bezpieczeństwa ekologicznego. Ponadto negatywnie oceniany jest stan informacji w pojazdach związany z przebiegiem podróży oraz brak monitoringu w pojazdach. Nisko oceniane jest również bezpieczeństwo na przystankach spowodowane brakiem wiat przystankowych oraz monitoringu tych przystanków. Wyższa ocena komunikacji miejskiej Warszawy czy Lublina nie oznacza pełnej jej akceptacji przez użytkowników. Niewielki wskaźnik pełnej akceptacji oznacza, że aby zapewnić duże zainteresowanie komunikacją publiczną należy zachęcić dużą ilość osób które w ankiecie wyrażały średni lub niski poziom akceptacji. Świadczy to o potrzebie stałego doskonalenia transportu miejskiego również w dużych miastach.

### **Rozwiązania zwiększające bezpieczeństwo komunikacji miejskiej**

Popyt na przewozy pasażerskie na terenie miast i aglomeracji miejskich ma względnie stały charakter w określonych porach doby oraz roku. Wielkość tego popytu ma wtórny charakter i uzależniona jest od popytu pierwotnego kształtowanego przez warunki lokalne panujące w danym mieście. Do tendencji jakie obserwujemy w związku z rozwojem procesów urbanizacyjnych w miastach należy stałe powiększanie obszaru miast w wyniku migracji ludności na ich obrzeża lub do miejscowości bezpośrednio przyległych do tego miasta. Efektem tego zjawiska są rosnące potrzeby transportowe. Niestety mniejsza gęstość zabudowy rodzi problemy z dostępem do środków komunikacji miejskiej ze względu na malejącą w tych obszarach gęstość zaludnienia. Mieszkańcy tych obszarów zazwyczaj są w posiadaniu własnych środków transportu, najczęściej samochodu osobowego. Aby zrealizować swoje obligatoryjne związane z pracą lub nauką lub fakultatywne potrzeby transportowe wykorzystują własny środek transportu co sprzyja kongestii zwłaszcza gdy są to przejazdy samochodowe. Efektem tego zjawiska jest kongestia na ulicach w centralnych obszarach miasta.

Rozwiązanie tych problemów wymaga kompleksowego podejścia z wykorzystaniem szeregu rozwiązań, które pozwolą sterować popytem na korzystanie z ulic miejskich. Problem ten mogą ograniczyć systemy parkingów P&R organizowane w rejonach w których funkcjonują węzły komunikacyjne dające możliwość kontynuacji podróży intermodalnej z wykorzystaniem dostępnych w danym rejonie środków transportu miejskiego. Warunkiem powodzenia tego rozwiązania jest zapewnienie odpowiedniej pojemności parkingów oraz połączenie tych węzłów z innymi rejonami miasta za pomocą środków transportu zapewniających odpowiednią, konkurencyjną w stosunku do samochodu osobowego szybkość podróży. Środkami takimi mogą być: metro lub szybka kolej miejska oplatające swą siecią całość miasta, szybki tramwaj poruszający się po wydzielonym torowisku, zwykły tramwaj mający uprzywilejowany przejazd przez miasto lub duży autobus poruszający się po wydzielonych buspasach z służami w rejonach skrzyżowań ułatwia-



jącymi przejazd przez skrzyżowanie. Środki te powinny w rejonach swoich przystanków powinny tworzyć węzły komunikacyjne z środkami transportu lokalnego obsługującego dzielnicę lub duże osiedla zapewniając postulowaną przez mieszkańców (użytkowników) dostępność.

W miastach małych linie autobusowe realizujące dowozy z przyległych wiosek powinny na terenie miasta przecinać się w punktach węzłowych z liniami przebiegającymi w obrębie większych osiedli lub wokół miasta.

W sytuacji gdy zbiorowa komunikacja miejska funkcjonuje w stanie równowagi z transportem indywidualnym dalsze zwiększanie atrakcyjności komunikacji zbiorowej prowadzi do sytuacji paradoksalnej, bowiem mniejsza ilość pojazdów indywidualnych, a przez to większa przepustowość ulic. Stanowi to zachętę dla właścicieli samochodów prywatnych do kontynuacji podróży własnym pojazdem co prowadzi do nie pełnego wykorzystania możliwości transportu zbiorowego i jednocześnie do kongestii. Cykl ten może utrzymywać się w stanie równowagi do czasu gdy nie zmieni się ogólny popyt się na przejazdy np. w wyniku powstania nowych miejsc pracy.

Innym możliwym do zastosowania rozwiązaniem mogą być ograniczenia wjazdu w strefy miasta objęte zjawiskiem kongestii lub ochroną z innych względów np. ekologicznych. Może być ono wprowadzane poprzez tworzenie barier ekonomicznych w postaci opłat za wjazd lub parkowanie w danej strefie. Wprowadzenie opłat za wjazd jest skutecznym i sprawdzonym sposobem ograniczenia ruchu pojazdów. Bardziej złożonym jest wprowadzenie stref płatnego parkowania, które aby skutecznie ograniczyć ilość pojazdów wjeżdżających do strefy musi być poprzedzone ograniczeniem liczby miejsc parkingowych. Samo wprowadzenie stref płatnego parkowania wywołuje bowiem zwiększenie ilości pojazdów wjeżdżających w dany obszar bowiem wówczas rotacja pojazdów na miejscach parkingowych wzrasta, a to zachęca do poszukiwania wolnych stanowisk przez innych kierowców. W rezultacie następuje zwiększenie efektu kongestii drogowej w tym obszarze.

W ostatnich latach w wyniku zwracania większej uwagi na ekologiczne aspekty życia miejskiego, nabiera popularności alternatywny w stosunku do miejskiej komunikacji i samochodu prywatnego środek transportu jakim jest rower lub hulajnoga w wersjach konwencjonalnych lub elektrycznych.

Rower lub hulajnoga jako środek komunikacji miejskiej posiada szereg walorów związanych ze zdrowym trybem życia, ale posiada również szereg wad, które ograniczają jego wykorzystanie jako narzędzia poprawy przejezdności ulic miejskich oraz bezpieczeństwa transportu na terenie miast. Do zasadniczych wad możemy zaliczyć:

- duży wysiłek fizyczny, zwłaszcza na większych dystansach,
- wysoką zależność od warunków atmosferycznych,
- niewielkie możliwości przewozu ładunków,
- przydatność głównie na krótkich trasach,
- wysokie koszty budowy infrastruktury drogowej (ścieżki rowerowe),

- małe wykorzystanie drogiej infrastruktury,
- duże zagrożenie dla bezpieczeństwa użytkownika (nie daje ochrony w przypadku kolizji),
  - wysoki koszt stworzenia parku rowerowego niezbędnego do uruchomienia systemu wypożyczania rowerów,
  - wysoki koszt eksploatacji systemu wypożyczeni rowerów (pierwsze 20<sup>0</sup> bezpłatne dla użytkownika, najczęściej pokrywane z budżetu miasta),
  - niska znajomość przepisów drogowych przez rowerzystów (nie są wymagane żadne uprawnienia) stwarzająca zagrożenie zwłaszcza w obszarze skrzyżowań ulic.

Transport indywidualny realizowany najczęściej z wykorzystaniem samochodu osobowego stanowi zasadniczą konkurencję dla komunikacji publicznej w zakresie dostępu do infrastruktury transportowej (głównie drogowej). Do największych jego walorów należy komfort podróży, intymność oraz nadal w większości miast wyższa niż komunikacją publiczną, prędkość jej odbywania .

Samochód osobowy stanowi jednocześnie źródło zagrożenia ekologicznego z uwagi na emisję substancji szkodliwych (gazów oraz mikrocząsteczek) stanowiących składnik niebezpiecznego dla ludzi i środowiska smogu. Ponadto w ruchu miejskim samochód stanowi największe zagrożenie dla innych uczestników ruchu drogowego, a zwłaszcza dla bezpieczeństwa pieszych i rowerzystów. Dlatego badania prowadzone nad doskonaleniem tych pojazdów zmierzają do poprawy ich bezpieczeństwa w tym zakresie.

W zakresie ochrony środowiska alternatywą dla pojazdów z silnikami konwencjonalnymi są stosowane już w wielu markach napędy hybrydowe oraz napędy elektryczne. Samochód elektryczny może być szczególnie przydatny w wersji samochodu miejskiego gdyż wpływa na bezpieczeństwo ekologiczne jako że nie emituje spalin. Niestety samochody te na razie są niewspółmiernie drogie do korzyści jakie dają użytkownikom zwłaszcza w podróży na duże odległości. Ponieważ zasadniczy walor tych aut ujawnia się w mieście, działania konstruktorów powinny zmierzać w kierunku tworzenia i doskonalenia tych samochodów w wersji miejskiej. Samochód taki, aby stać się powszechnie stosowanym w mieście powinien być konkurencyjny cenowo. Ze względu na koszty produkcji oraz na realizację celów społecznych jest to możliwe, ponieważ odległości pokonywane jednorazowo tym samochodem nie będą duże dlatego nie wymaga on szczególnego komfortu co pozwala na obniżenie ceny. Ze względów bezpieczeństwa samochody te powinny być jednak wyposażone w wymienione w dalszej części, systemy wspomagające bezpieczne kierowanie w ruchu miejskim. Szczególne znaczenie dla bezpieczeństwa ekologicznego ma wprowadzenie elektrycznych samochodów dostawczych realizujących dostawy z miejskich centrów logistycznych do punktów sprzedaży detalicznej. Dzięki temu miejskie centra logistyczne organizowane z inicjatywy władz samorządowych wpływały by na realizację lokalnej polityki transportowej w zakresie transportu ciężarowego. Dostawy zwłaszcza

zaopatrzenia organizowane tym kanałem dostaw pozwoliły by na lepsze sterowanie ruchem tych pojazdów zwłaszcza w okresach szczytów komunikacyjnych.

W zakresie poprawy bezpieczeństwa uczestników ruchu drogowego stanowią stosowane w wielu nowych modelach systemy wspierające kierowcę np.: system kontroli pasa ruchu, a w nim system hamowania awaryjnego, system wykrywania pieszych, system unikania kolizji, system utrzymania bezpiecznego odstępu między pojazdami, system rozpoznawania znaków drogowych czy systemy parkowania. Systemy te oraz systemy monitorujące kondycję psychiczną i fizyczną kierowcy (np. trzeźwość czy samopoczucie), a także systemy komend głosowych ułatwiające obsługę urządzeń pokładowych, w istotny sposób mogą zwiększyć bezpieczeństwo w ruchu miejskim, gdyż pozwalają lepiej kontrolować sytuację drogową oraz szybciej reagować na zagrożenia.

Rozwiązania te w miarę ich upowszechniania będą stanowić podstawę do tworzenia inteligentnych systemów transportowych, które będą współdziałać na zasadzie interakcji samochodu z aktywną infrastrukturą drogową wyposażoną w systemy czujników magnetycznych, fotodetekcji i radiowych. Dzięki tym rozwiązaniom transport miejski stanie się bezpiecznym dla użytkowników i otoczenia, zwłaszcza publiczny transport osobowy powinien stać się konkurencyjny z transportem indywidualnym. Zastosowanie inteligentnych systemów sterowania ruchem pozwoli bowiem na tworzenie rozwiązań preferujących transport publiczny np. poprzez systemy zmiennego oznakowania, zwłaszcza w rejonach i w terminach podatnych na występowanie kongestii drogowej.

W wielu współczesnych publikacjach poświęconych problematyce komunikacji miejskiej duże nadzieje pokłada się w wykorzystaniu najnowszych osiągnięć technicznych a zwłaszcza pojazdów autonomicznych. Postęp w tym zakresie jest znaczący jednak zdaniem autora nie będzie rozwiązywał problemów towarzyszących kongestii w obszarach dużego popytu na dostęp od ulic. Pojazdy autonomiczne wykorzystywane do świadczenia usług transportowych ułatwią możliwość przemieszczania się po mieście zwłaszcza osobom niepełnosprawnym, w podeszłym wieku lub osobom, które nie posiadają własnego samochodu, a pragną zrealizować podróż w bardziej komfortowych warunkach niż transportem publicznym (Banach, 2018, s.43-45). Sytuacja ta w niewielkim stopniu różnić się będzie od obecnie świadczonych usług transportowych przez Taxi czy Ubera które nie rozwiązują problemów kongestii. Podobnie autonomia pojazdów zaopatrzenia sama w sobie nie wpłynie na obniżenie kongestii. Możliwym rozwiązaniem, które może obniżyć kongestię jest wyposażenie miejskich centrów logistycznych w autonomiczne, elektryczne pojazdy zaopatrzeniowe, które realizować będą dostawy w godzinach poza szczytem komunikacyjnym co pozwoli ograniczyć ich wpływ na wzrost kongestii w rejonach zagrożonych tym zjawiskiem.

Paradoks ruchu drogowego w miastach sprawia, że zastosowanie rozwiązań zwiększających bezpieczeństwo czy przepustowość ulic również nie rozwiązuje problemu kongestii w określonych terminach i rejonach miast. Problem leży w

popycie na dostęp do ulic. Dopóki nie zostanie rozwiązany problem ograniczenia tego popytu problem kongestii będzie narastał.

Rozwiązań można kreować wiele jednak dopiero ich kompleksowe stosowanie może dać pożądane rezultaty. Przykładem sytuacji radykalnie zmniejszającej ten popyt jest okres wakacji letnich. W okresie tym spada on w od kilku do kilkudziesięciu procent. Efekt jest zauważalny natychmiast, zwłaszcza w dużych ośrodkach uniwersyteckich. Z końcem wakacji problem powraca wraz z pytaniem jak ograniczyć ten popyt. Do sprawdzonych metod można zaliczyć:

- wprowadzenie opłat za wjazd do stref szczególnie zagrożonych kongestią,
- ograniczenie liczby miejsc parkingowych na zagrożonym terenie,
- tworzenie miejsc parkingowych w rejonach umożliwiających łatwe korzystanie z komunikacji publicznej na zasadach np. darmowego przejazdu (bilet parkingowy staje się biletem) komunikacją miejską,
- tworzenie stref wyciszonego ruchu ulicznego gdzie piesi mają pierwszeństwo.

Rozwiązaniem jest również rozkładanie w czasie popytu zwłaszcza na przejazdy obligatoryjne poprzez:

- rozkładanie w czasie godzin rozpoczynania pracy zakładów, urzędów, szkół i uczelni działających w zagrożonym obszarze,
- wprowadzanie poprzez instytucje działające na danym zagrożonym obszarze, systemu zachęt dla ich pracowników lub klientów w postaci darmowych biletów na komunikację publiczną w danym zagrożonym obszarze.
- zmianę organizacji dostaw towarów do punktów sprzedaży na godziny poza szczytem komunikacyjnym.

Innym rozwiązaniem może być uruchomienie na danym zagrożonym kongestią obszarze komunikacji autobusowej realizowanej z wykorzystaniem niewielkich autobusów kursujących po tym obszarze z dużą częstotliwością (co kilka minut) i zatrzymujących się na żądanie, zgłaszane z wykorzystaniem aplikacji telefonicznej. Pojazdy takie obsługują linie komunikacyjne w niektórych tureckich ośrodkach wczasowych w strefach o dużym natężeniu ruchu turystycznego radykalnie ograniczając liczbę prywatnych pojazdów samochodowych, a tym samym powstawanie kongestii. Pojazdy te powinny poruszać się tak by za każdym przejazdem zatrzymywać się w rejonie punktów węzłowych np. P&R. W przyszłości gdy możliwe będzie uruchomienie takich autobusów w wersji pojazdu autonomicznego pozwoli to na lepszą koordynację ruchu tych pojazdów a nawet zmiany tras zgodnie z zgłaszanymi przez pasażerów trasami przejazdu.

## Zakończenie

Miasto to nie tylko zabudowany obszar, to nie tylko mieszkańcy, to bardzo złożony system tworzony przez ludzi i dla ludzi. Miasto może rozwijać się tak długo jak długo panujące w nim warunki życia i pracy będą korzystne dla funk-

cjonujących w nim ludzi i podmiotów gospodarczych. Niestety duża atrakcyjność miasta powoduje jego szybki rozwój, który trwać może tak długo jak długo rozwój systemów zapewniających jego sprawne funkcjonowanie nadszająco będzie za tempem tego rozwoju. Podstawowym ogranicznikiem rozwoju miast stają się możliwości swobodnego przemieszczania się na ich obszarze. Likwidacja tych ograniczeń poprzez rozbudowę infrastruktury drogowej może poprawić sytuację na krótki okres bowiem paradoks komunikacyjny sprawia, że tam gdzie transport zaczyna sprawnie funkcjonować pojawia się zachęta aby korzystać z tej drogi. Na terenie miast lub aglomeracji zjawiskiem kongestii nie jest obejmowane całe miasto lecz wybrane obszary. Aby rozwiązać ten problem należy poszukiwać rozwiązań w działaniach zintegrowanych których podstawą powinna być wnikliwa analiza przyczyn powstawania tych ograniczeń. Na podstawie tej analizy należy poszukiwać rozwiązań ograniczających popyt na dostęp do ulic na danym terenie i w danym czasie. W dalszej kolejności należy poszukiwać możliwości doskonalenia infrastruktury i organizacji komunikacji miejskiej tak by uczynić ją bardziej atrakcyjną od transportu indywidualnego.

Zastosowanie rozwiązań jakie niesie logistyka miejska pozwala w tej sytuacji na uzyskanie kompleksowych rozwiązań, które mogą stać się jedynym z najkorzystniejszych rozwiązań zapewniających dalszą atrakcyjność miasta.

## Bibliografia

- Banach, M. (2018). *Od inteligentnego transportu do inteligentnych miast*. Warszawa: PWN.
- Gołemska, E. (red.), (1999). *Kompendium wiedzy o logistyce*. Warszawa –Poznań: PWN.
- Sołtysek, M. (2001). Teoretyczno-metodologiczne problemy współczesnej logistyki. *Gospodarka Materiałowa i Logistyka*, (11).
- Szołtysek, J. (2005). *Logistyczne aspekty zarządzania przepływami osób i ładunków w miastach*. Katowice: AE.
- Szołtysek, J. (2007). *Podstawy logistyki miejskiej*. Katowice: AE.
- Szymczak, M. (2008). *Logistyka miejska*. Poznań: AE.
- Szeląg, K. (2012). *Logistyka miejska szansą rozwoju miast*. Warszawa: Fundacja Edukacyjna „Transformacje”.
- Tundys, B. (2008). *Logistyka miejska*. Warszawa: Difin.
- Wyszomirski, O. (1998). *Funkcjonowanie rynku komunikacji miejskiej*. Gdańsk: UG.