

**OCENA DZIAŁANIA MIEJSKIEGO SYSTEMU TRANSPORTOWEGO
CARSHARING W MODELU FREE-FLOATING W WARSZAWIE**

**EVALUATION OF FUNCTIONING URBAN CARSHARING FREE-FLOATING
TRANSPORTATION SYSTEM IN WARSAW**

Arkadiusz JÓŹWIAK

arkadiusz.jozwiak@wat.edu.pl

Igor BETKIER

igor.betkier@gmail.com

Wojskowa Akademia Techniczna

Wydział Logistyki

Instytut Logistyki

Streszczenie: W artykule dokonano oceny systemu transportowego carsharing na terenie Miasta Stołecznego Warszawy, jako rozwiązania w ramach samochodowego transportu miejskiego, wpisujące się w zakres ekonomii współdzielenia. Ocenę uzyskano na podstawie porównania analizowanego systemu współdzielenia pojazdów z autobusowym systemem transportu miejskiego obsługiwanym przez Miejskie Zakłady Autobusowe.

Abstract: Article contains analysis and evaluation of carsharing transportation system in Warsaw. Evaluation was able to pursue through comparison of carsharing vs. bus public transportation, which is organized by the Municipal Bus Department.

Słowa kluczowe: transport, carsharing, system, ekonomia

Key words: transportation, carsharing, system, economy

WSTĘP

Ekonomia współdzielenia jest procesem możliwym do zaobserwowania w większości aglomeracji miejskich, łącząc użytkowników za pomocą platform internetowych w celu wspólnego korzystania z m.in. aktywów, zasobów, czasu, umiejętności lub kapitału bez przekazywania praw własności. Swoim zasięgiem obejmuje ono wiele sektorów, do których zaliczyć można również transport publiczny. Rosnąca liczba pojazdów w miastach jest jednym z głównych problemów do rozwiązania dla osób i instytucji odpowiedzialnych za politykę transportową w ośrodkach miejskich. Pomimo produkcji pojazdów bardziej przyjaznych środowisku, nie znaleziono remedium na negatywne skutki związane z dużą liczbą samochodów. Z tym zjawiskiem związany jest problem kosztów zewnętrznych ponoszonych przez ogół mieszkańców, do których należą m.in.: koszty wypadków niepokrywane z ubezpieczenia, koszty kongestii, bądź zajęcia terenu pod infrastrukturę – drogową jak i parkingową (Zajac, 2014). Między innymi te czynniki spowodowały inicjatywę zarządców

miejskich, iż carsharing – jako przykład zastosowania ekonomii współdzielenia, stał się alternatywą mającą obniżyć poziom natężenia ruchu drogowego w miastach.

Celem artykułu jest ocena systemu transportowego carsharing, funkcjonującego w M. St. Warszawie, w odniesieniu do systemu autobusowej komunikacji miejskiej. Na potrzeby artykułu przyjęto kryteria oceny tj.: określenie poziomu bezpieczeństwa użytkowników korzystających z systemu, dostępności środka transportowego z losowej lokalizacji, terminowości i niezawodności środka transportowego, czasu realizacji przejazdu oraz jednostkowego kosztu przejazdu.

Problemy badawcze zostały zdefiniowane w formie pytań:

- 1) *Czy carsharing jest korzystniejszy dla użytkownika w odniesieniu do autobusowego systemu transportu miejskiego?*
- 2) *W jakich obszarach carsharing ustępuje tradycyjnemu transportowi miejskiemu?*

W pracy wykorzystano następujące metody badawcze: analiza ilościowa i synteza, dedukcja, eksperyment badawczy oraz wnioskowanie, technikę badawczą tj.: wnioskowanie przez porównanie, a także narzędzie badawcze: aplikacja mobilna firmy Panek, aplikacja internetowa Jakdojade oraz program komputerowy Microsoft Excel.

1. ZAŁOŻENIA I ORGANIZACJA SYSTEMU CARSHARING

Na przestrzeni ostatnich kilku lat zauważono nowe zjawisko społeczne i ekonomiczne, zakładające dzielenie się dobrami i zasobami z innymi, odchodząc od potrzeby ich posiadania. Takie podejście dało początek ogólnosiwiatowym korporacjom, obejmującym takie sektory m. in. jak usługi transportowe, turystyka, finanse, gastronomia czy rynek pracy. Według firmy PwC globalny przychód generowany przez ekonomię współdzielenia w 2025 roku wyniesie 335 miliardów dolarów.

Koncepcja współdzielenia pojazdów ma kilkadziesiąt lat, lecz dopiero rozwój technologiczny i upowszechnienie Internetu nadało carsharingowi odpowiedniego kształtu. W Europie w ramach carsharingu funkcjonuje ponad 70.000 samochodów, a z usługi korzysta ponad 6 milionów Europejczyków, z czego 1,7 miliona w samych Niemczech (<https://www.pwc.pl/pl/artykuly/2018/wzrost-znaczenia-uslug-car-sharing-impulsem-dla-rozwoju-elektromobilnosci.html>).

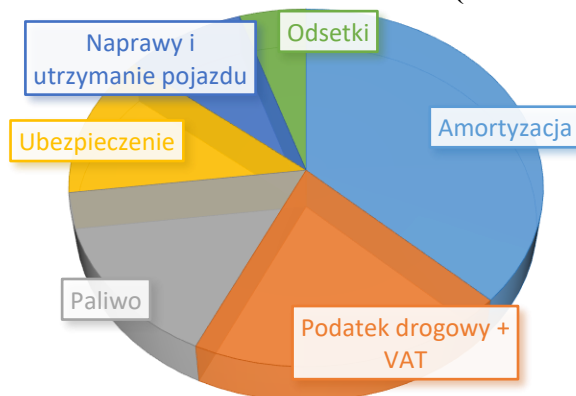
Carsharing pojawił się w Polsce pod koniec 2016 roku w Krakowie. Od tamtej pory większość dużych polskich miast zaangażowała się w tą formę świadczenia usług. Firma Traficar, będąca jednym z głównych usługodawców carsharingu w Polsce funkcjonuje w Krakowie, Warszawie, Wrocławiu, Poznaniu, Trójmieście, Aglomeracji Śląskiej,

Bydgoszczy, Lublinie oraz w Łodzi, sukcesywnie zwiększając swój zasięg (<https://www.traficar.pl>). Przewiduje się, że cały rynek współdzielenia pojazdów rozwijał się będzie nawet 200 % rocznie w skali Polski, natomiast 30 % w skali całej Europy. Firma PwC w opublikowanym raporcie w ramach targów IAA Frankfurt 2017 prognozuje, że w 2030 roku co trzeci kilometr przejechany w Europie realizowany będzie w formie współdzielenia (<https://www.pwc.de/en/presse/press-releases/2017/by-2030-the-transport-sector-in-europe-will-require-80-million-fewer-cars-than-today.html>). Wspomniane statystyki przemawiają nad zasadnością podjęcia tematu carsharingu, dla którego elektromobilność będzie być może kolejnym bodźcem do wzrostu rynku i który ma szansę na zmianę specyfiki transportu miejskiego.

System carsharing, by stać się konkurencyjnym względem innych systemów transportowych dostępnych w aglomeracjach musi przekładać się na realne korzyści dla użytkownika. Do najistotniejszych czynników mających pozytywny wpływ na rozwój carsharingu zaliczono:

1. Koszt utrzymania samochodu – z opracowanych danych przez firmę PwC wynika, iż kwota, którą użytkownik średniej klasy pojazdu rocznie przekazuje na paliwo za przejechanie 15 tys. km, serwis oraz ubezpieczenie, oscyluje wokół 15 tys. zł, przy czym podana wartość uwzględnia również utratę wartości pojazdu. Koszt posiadania samochodu jest również związany z wysokością podatków (drogowych oraz VAT). W krajach stawiających na ochronę środowiska ten fakt wyraźnie wpływa na wzrost kosztów utrzymania pojazdu, w stosunku do krajów, w których środowiskowe regulacje nie są tak restrykcyjne (Car Cost Index 2016 Report). Na rys. 1 przedstawiono składowe koszty użytkowania samochodu osobowego na podstawie wyników badania LeasePlan CarCost Index 2016.

KOSZTY UŻYTKOWANIA SAMOCHODU (DIESEL I BENZYNA)



Rys. 1. Składowe koszty użytkowania samochodu osobowego

Źródło: Car Cost Index 2016 Report, LeasePlan

Badanie przeprowadzono w 24 krajach, na samochodach klasy średniej przy założeniu, rocznym przebiegu na poziomie 20 tys. km. Na podstawie rys. 1. można wnioskować, że 84% wszystkich kosztów użytkowania samochodu stanowią koszty stałe, na które użytkownik nie ma wpływu. W przypadku krajów, w których kładzie się duży nacisk na ochronę środowiska, udział podatku VAT i podatku drogowego może wynieść nawet 31% całkowitych kosztów użytkowania samochodu z silnikiem diesla. Np. w Holandii w przypadku pojazdów wyposażonych w silniki wysokoprężne miesięczny koszt użytkowania samochodu wynosi średnio ok. 700 euro (Car Cost Index 2016 Report).

2. Substytucyjność względem transportu publicznego oraz przewoźników prywatnych – pomimo wzrostu liczby przewoźników i wejściu na rynek korporacji takich jak Uber, carsharing zyskuje większą popularność dzięki podejściu bazującym na opłacie za faktycznie przejechane kilometry, bez uiszczania opłaty początkowej. W stosunku do komunikacji miejskiej użytkownik podróżuje nie tylko w bardziej komfortowych warunkach, ale oszczędza czas dzięki przejazdowi *door to door*.
3. Specjalne przywileje na drogach – użytkownicy pojazdów współdzielonych mogą parkować w Strefie Płatnego Parkowania nie ponosząc z tego tytułu kosztów. Dodatkowo w niektórych miastach korzystać mogą z wydzielonego *buspasa*, a także czerpać korzyści wynikające z wkładu poniesionego na rzecz społeczności użytkowników korzystających z systemu. Przykładem takiego rozwiązania jest m.in. dotankowanie pojazdu paliwem i uzyskiwanie w ten sposób zniżek bądź kredytów na przejazdy.
4. Aspekt ekologiczny – zmniejszenie ilości samochodów na drogach miejskich, poprzez współdzielenie pojazdów ma realną szansę zredukować ilość zanieczyszczeń, w konsekwencji poprawić jakość powietrza. Usługodawcy systemu carsharingu dysponują flotą spełniającą wymogi normy Euro6, tym samym obniżają emisję pyłów o 96,43% oraz tlenków azotu i węglowodorów o 85% w porównaniu do normy Euro1 (<http://www.tworzmyatmosfere.pl/index.php?page=zanieczyszczenia-powietrza-a-transport-samochodowy>). Co więcej, w Polsce funkcjonują już systemy carsharingowe bazujące wyłącznie na flocie samochodów elektrycznych lub hybrydowych.

Od czasu powstania idei współdzielenia pojazdów carsharing przyjmował różne formy, związane z potrzebami klientów. W związku z rewolucją internetową oraz smartfonową użytkownik jest w stanie samodzielnie dołączyć do usługi, a także korzystać z niej przy wsparciu algorytmów i procesów całkowicie automatyzujących zarządzanie systemem

transportowym. Wyróżnia się kilka modeli systemów współdzielenia samochodów, których specyfika wynika ściśle z przyjętego modelu biznesowego. Do podstawowych modeli systemu zaliczyć można:

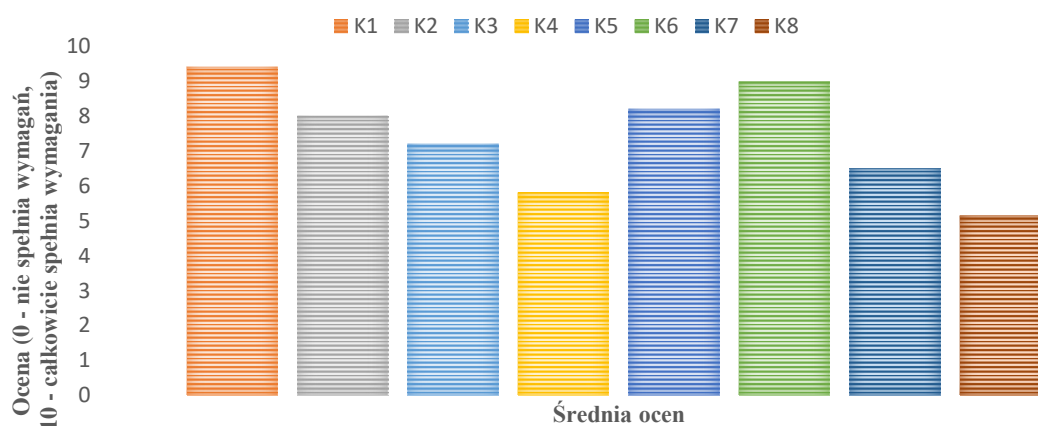
1. *Roundtrip/One-way* – model zakładający funkcjonowanie stacjonarnych baz wypożyczających pojazdy użytkownikom, przy czym o rodzaju modelu decyduje miejsce pozostawienia pojazdu. W przypadku rozwiązania *roundtrip* użytkownik kończy korzystanie z usługi w miejscu, z którego wypożyczył pojazd, natomiast w przypadku rozwiązania *one-way* zakończenie usługi następuje w innym stacjonarnym punkcie usługodawcy.
2. *Peer-to-peer (P2P)* – model polegający na odpłatnym wynajmowaniu innym użytkownikom prywatnego pojazdu. Takie rozwiązanie kojarzy ze sobą usługodawców z użytkownikami, przy czym konieczne jest wykorzystywanie w tym celu serwisów internetowych, bądź aplikacji mobilnych. Model daje możliwość czerpania zysków z udostępniania pojazdu, z którego wg statystyk właściciel korzysta zaledwie godzinę dziennie, wymuszając na nim ponoszenie kosztów stałych, jak również zajmowanie przestrzeni miejskiej.
3. *Free-floating* – model bazujący na wypożyczaniu oraz zwracaniu pojazdu wyłącznie w określonej strefie, w niektórych przypadkach daje możliwość jej opuszczenia. Użytkownik poprzez aplikacje mobilną na podstawie swojej lokalizacji wyszukuje pojazd, po przemieszczeniu pozostawia go na dowolnym miejscu parkingowym, dając tym samym możliwość skorzystania z usługi innemu użytkownikowi. System wspiera możliwość przejazdu *door to door*, skracając do minimum czas realizacji przejazdu. Jednym z wielu założeń systemu carsharing w modelu *free-floating* jest zapewnienie łatwości dostępu do usługi dla użytkowników, co w przypadku największych firm świadczących usługi współdzielenia pojazdów, daje możliwość założenia konta każdemu kto ukończył 18 rok życia oraz posiada aktualne prawo jazdy. Proces rejestracji trwa do godziny i jest możliwy do przeprowadzenia z każdego miejsca posiadającego dostęp do Internetu. System jest całkowicie zautomatyzowany, wszelkie działania wykonywane są z poziomu smartfona.

2. OCENA JAKOŚCI SAMOCHODOWEGO SYSTEMU TRANSPORTOWEGO CARSHARING W ODNIESIENIU DO AUTOBUSOWEGO SYSTEMU TRANSPORTU PUBLICZNEGO

Przyjęto, iż jakość działania systemu to zbiór jego cech wyrażonych za pomocą ich wartości liczbowych w danej chwili t , wyznaczających stopień spełnienia stawianych wymagań, zastosowano metodę oceny jakości samochodowego systemu transportowego carsharing, zaproponowaną przez Muślewskiego. Z publikacji pozyskano dane zebrane na podstawie badań eksperckich, określające zbiór jedenastu kryteriów, wyróżnionych do oceny systemu transportowego (rys. 2). Na zbiorowość statystyczną złożyli się użytkownicy systemu transportowego, cechujący się zróżnicowaniem w zakresie płci, wieku, wykształcenia i wykonywanego zawodu, których liczebność zbioru wyniosła $N = 150$. Na podstawie zrealizowanych w publikacji badań określono, że najistotniejsze w ocenie jakości działania systemu transportowego są:

- K_1 – bezpieczeństwo
- K_2 – czas realizacji
- K_3 – dostępność
- K_4 – ergonomiczność
- K_5 – niezawodność
- K_6 – terminowość
- K_7 – koszty
- K_8 – estetyka

WARTOŚCI ŚREDNIE PRYZNANYCH OCEN DLA ROZPATRYWANEGO ZBIORU KRYTERIÓW



Rys.2. Najistotniejsze kryteria oceny jakości systemu transportowego z punktu widzenia użytkownika.

Źródło: Informator statystyczny 2017 – dodatek roczny, Zarząd transportu miejskiego w Warszawie

Na potrzeby oceny jakości systemu transportowego odrzucono kryterium estetyki oraz ergonomii z uwagi na ich subiektywność oraz fakt, że porównywane systemy transportowe z jednej strony bazują na pojazdach o różnych specyfikach, a także roli podróżującego, który w jednym przypadku jest kierowcą, a w drugim pasażerem. Do porównania systemu carsharing wykorzystano funkcjonujące przedsiębiorstwo transportowe – Miejskie Zakłady Autobusowe w Warszawie (MZA), obsługujące pasażerów na zlecenie Zarządu Transportu Miejskiego (ZTM). Analizie poddano takie kryteria jak:

1. Bezpieczeństwo – w celu dokonania oceny poziomu niepożądanych oddziaływań przez poszczególne grupy ludzi usytuowane w systemach transportu drogowego i ich otoczeniu przyjęto następujące wskaźniki:

- a) Liczba wypadków z udziałem środka transportowego przypadająca na 100 wypadków drogowych W_1 ;

$$W_1 = \frac{L_{WT} \cdot 100}{L_W} \quad (1)$$

gdzie:

L_{WT} – liczba wypadków z udziałem środka transportowego w analizowanym przedziale czasu na obszarze objętym badaniem;

L_W – liczba wszystkich wypadków w analizowanym przedziale czasu na obszarze objętym badaniem.

- b) Liczba osób zabitych lub rannych przypadająca na 100 wypadków drogowych spowodowanych przez kierującymi pojazdami W_2 ;

$$W_2 = \frac{L_{ZT} \cdot 100}{L_Z} \quad (2)$$

gdzie:

L_{ZT} – liczba osób zabitych w wypadkach z udziałem środka transportowego w analizowanym przedziale czasu na obszarze objętym badaniem;

L_Z – liczba wszystkich zabitych osób w wypadkach w analizowanym przedziale czasu na obszarze objętym badaniem.

Z danych ZTM Warszawa wynika, że w 2017 roku doszło do 412 wypadków z udziałem autobusów komunikacji miejskiej oraz 3558 kolizji (Informator statystyczny 2017).

Biorąc pod uwagę fakt, że dane dotyczą również innych przewoźników niż MZA, wyniki pomniejszono proporcjonalnie do posiadanego taboru. Na podstawie podsumowania 2017 roku na warszawskich drogach wykonanego przez Wydział Ruchu Drogowego KSP określono, że w analizowanym przedziale czasowym na terenie M. St. Warszawy oraz powiatów ościennych doszło do 1806 wypadków oraz 44983 kolizji, w których 178 osób poniosło śmierć, a 2053 osoby doznały obrażeń ciała (<http://wrp.policja.waw.pl/wrp/o-nas/statystyki/2017/76220,Podsumowanie-2017-roku-na-warszawskich-drogach.html>). W granicach administracyjnych stolicy liczba wypadków wyniosła 1075. Wg danych ZTM Warszawa w zdarzeniach drogowych z udziałem autobusów komunikacji miejskiej 547 osób zostało poszkodowanych, natomiast 3 osoby odniosły skutek śmiertelny. Po pomniejszeniu powyższych danych proporcjonalnie do wielkości taboru uzyskano liczbę rannych 426 osób oraz 3 osoby zabite. Na potrzeby artykułu firma Panek udostępniła dane statystyczne, z których wynika, że średnia ilość zdarzeń drogowych w ujęciu miesięcznym wynosi 3 – 5, a w żadnym z nich nie doszło do uszczerbku na zdrowiu i śmierci uczestnika zdarzenia. W tabeli 1 przedstawiono wyniki obliczeń poszczególnych wskaźników.

Tabela 1. Wartość współczynników dla poszczególnych systemów transportowych

	Panek	MZA
W_1	0,002	6,58
W_2	0	19,22

Źródło: opracowanie własne

Z przeprowadzonych kalkulacji wynika, że w 2017 roku około 7 na 100 zdarzeń drogowych w strefie funkcjonowania autobusowego systemu komunikacji publicznej odbywało się z udziałem pojazdu MZA. Ponadto na 100 poszkodowanych osób prawie co piąta osoba była pasażerem MZA. W przypadku firmy Panek oszacowane wskaźniki wyniosły kolejno 0,002 oraz 0, co świadczy o znacznej dysproporcji między skalą obu systemów i poziomem oddziaływania na uczestników ruchu drogowego. Z uwagi na tak dużą rozbieżność w zasięgu systemów przyjęto dodatkowy współczynnik, pozwalający ocenić częstotliwość zdarzeń drogowych dla pojedynczego pojazdu.

- c) Liczba wypadków przypadających na pojedynczy pojazd systemu transportowego W_3 .

$$W_3 = \frac{L_{zd}}{L_P} \quad (3)$$

gdzie:

L_{zd} – liczba zdarzeń drogowych przypadająca na system transportowy w analizowanym przedziale czasu na obszarze objętym badaniem;

L_P – liczba wszystkich pojazdów składających się na flotę transportową.

W tabeli 2 przedstawiono obliczoną wartość współczynnika W_3 dla systemu carsharing na przykładzie firmy Panek oraz systemu autobusowej komunikacji miejskiej obsługiwanego przez MZA.

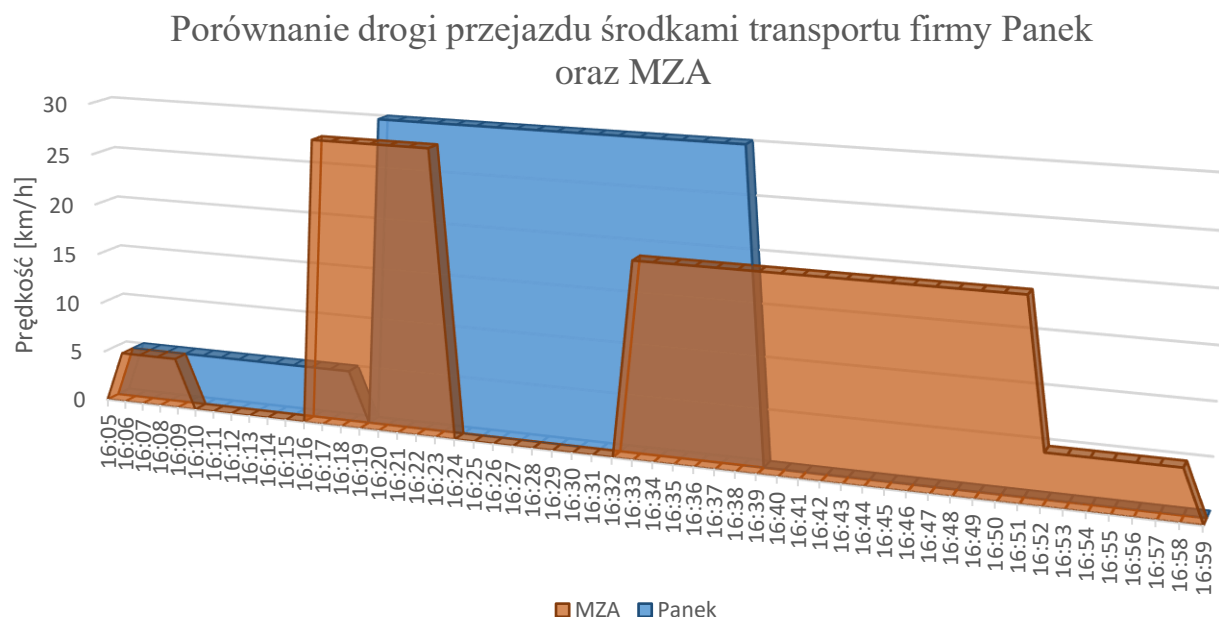
Tabela 2. Wartość współczynnika W_3 dla poszczególnych systemów transportowych

	Panek	MZA
W_3	0,017	0,183

Źródło: opracowanie własne

W przypadku współczynnika W_3 częstotliwość wystąpienia zdarzenia drogowego dla pojazdu w systemie carsharing jest dziesięciokrotnie mniejsza. Dysproporcja wynikać może z faktu, że średni dzienny przebieg pojazdu MZA wynosi prawie 250 km dla brygady całodziennej.

2. Czas realizacji – do oceny tego kryterium, w kontekście autobusowego transportu miejskiego, przyjęto algorytm serwisu jakdojade.pl, który w obliczeniu czasu realizacji przejazdu uwzględnia zarówno czas dojścia do przystanku, jak również czas oczekiwania na przystankach pośrednich, oraz czas dojścia z przystanku do miejsca docelowego. Obliczenia zostały dokonane w trybie „*ŚPIESZY MI SIĘ*” oraz „*AUTOBUSEM*”, w którym obliczenia dokonywane są z punktu widzenia optymalnego czasu przejazdu. W przypadku systemu carsharing przeprowadzono eksperyment badawczy, w którym dokonano przejazdu na trasie wyznaczonej przez Google Maps jako optymalna. Na rysunku 3 przedstawiono wykres średniej prędkości pojazdu w zależności od czasu przemieszczenia pomiędzy dwoma losowymi punktami w Warszawie.



Rys.3. Porównanie drogi przejazdu dla poszczególnych systemów transportowych

Źródło: opracowanie własne

W analizowanym wariantcie dwóch podróży wyruszyło z jednego z osiedli mieszkalnych na ul. Jana Kazimierza (punkt A) na ul. Strzelecką (punkt B). W przypadku przemieszczenia autobusem MZA podróżny od miejsca startu musiał przemieścić się 4 min na najbliższy przystanek, gdzie 7 min oczekiwał na przyjazd autobusu. Następnie pokonując 6 przystanków w ciągu 7 min dotarł na przystanek umiejscowiony przy Rondzie Daszyńskiego, na którym oczekiwał kolejne 9 min na przyjazd kolejnego autobusu. Przejazd drugą linią autobusową trwał 19 min, dojście pod określony adres kolejne 8 min. Punkt docelowy został osiągnięty o godz. 16:59. Cały czas realizacji przemieszczenia pomiędzy punktem A, a punktem B trwał 47 min, z czego 26 min trwał przejazd pojazdem MZA. W sytuacji przemieszczenia środkiem współdzielonym podróżny musiał pokonać pieszo odległość do najbliższego pojazdu, co trwało w tym przypadku 14 min. Następnie użytkownik rozpoczął 18 min przemieszczenie bezpośrednio do punktu B, który osiągnął o godz. 16:39. Całkowita podróż w tym wariantcie trwała 34 min. Analizując powyższy przykład, a także wykres przedstawiony na rysunku 3, stwierdzono, że czas przemieszczenia pojazdem współdzielonym był o 27,6% krótszy niż w przypadku pojazdu MZA, pomimo znacznej różnicy w odległości przystanku autobusowego oraz zaparkowanego pojazdu w stosunku od punktu A. Z rysunku 3 wynika również, że zwiększenie ilości

przystanków na trasie przejazdu autobusu znacząco wpływa na średnią prędkość pojazdu, która w tej sytuacji uwzględniała postoje związane z funkcjonowaniem sygnalizacji świetlnych. W analizowanym przypadku pomimo większej dostępności autobusowego systemu transportu miejskiego, podróżny w ostatniej fazie musiał przemieścić się we własnym zakresie, aby osiągnąć punkt B.

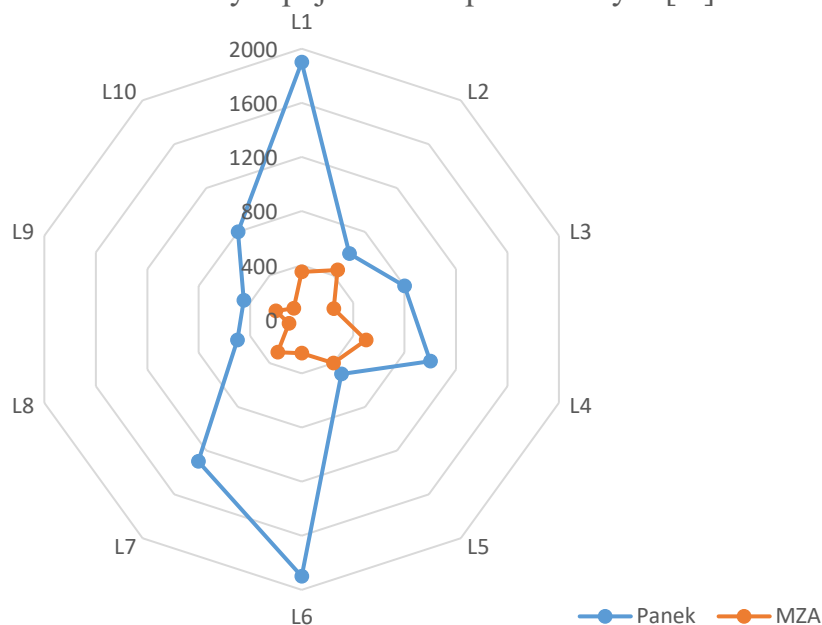
3. Dostępność środka transportowego – do określenia dostępności środka transportowego przyjęto wskaźnik odległości lokalizacji użytkownika od przystanku autobusowego w przypadku samochodowej komunikacji publicznej oraz lokalizacji użytkownika od pozostawionego pojazdu współdzielonego w modelu *free-floating*. W tabeli 3 podano odległość w metrach od 10 losowych lokacji w granicach administracyjnych Warszawy, przy czym należy zaznaczyć, że strefa świadczenia usług przez firmę Panek jest mniejsza niż powierzchnia administracyjna miasta. Lokacje znajdujące się poza strefą świadczenia usług, ale w granicach administracyjnych miasta oznaczono kolorem szarym. Wykres przedstawiony na rysunku 4 jest graficznym odzwierciedleniem danych z tabeli 3.

Tabela 3. Odległości pomiędzy lokalizacją użytkownika a pojazdem danego systemu transportowego [m]

	L ₁	L ₂	L ₃	L ₄	L ₅	L ₆	L ₇	L ₈	L ₉	L ₁₀	Średnia [m]
Panek	1900	600	800	1000	500	1900	1300	500	450	800	975
ZTM	350	450	250	500	400	250	300	100	200	100	290

Źródło: opracowanie własne

Wykres odległości pomiędzy położeniem użytkownika, a przystankiem autobusowym/pojazdem współdzielonym [m]



Rys.4. Wykres odległości pomiędzy położeniem użytkownika a pojazdem

Źródło: opracowanie własne

Według dr Jarretta Walkera, specjalisty do spraw transportu, w miejscach gdzie gęsta sieć ulic przecina się pod kątem prostym, co jest istotne z punktu widzenia pieszego, za odległość optymalną uznano dystans do 400m. Na podstawie danych z tabeli 3 obliczono średnią odległość od przystanku/współdzielonego auta, którą przyrównano do pożądanej wartości 400m. W przypadku autobusowego systemu transportu miejskiego średnia odległość przystanku autobusowego od pierwotnego położenia użytkownika wynosi 290 m i tylko w dwóch analizowanych przypadkach dystans pomiędzy dwiema lokacjami przekraczał 400 m. Świadczy to o bardzo wysokim wskaźniku dostępności systemu dla mieszkańców stolicy, co wynika m.in. z faktu, iż system tworzony jest od 1945 roku, a wcześniej funkcjonował również w latach 1920 – 39. W przypadku analizy dostępności pojazdów firmy Panek średnia odległość położenia użytkownika od pojazdu wyniosła 975 m przy ok. 600 funkcjonujących pojazdach. Dostępność systemu carsharing związana jest bezpośrednio z liczebnością floty pojazdów współdzielonych, których liczba stale rośnie. W lipcu 2017 roku firma dysponowała flotą 300 pojazdów, których liczba do końca 2018 roku zwiększona zostanie do 1000 (<http://www.flota.com.pl/aktualnosci/4371/600-hybrydowych-yarisow-w-programie-panek-carsharing.html>). Warto podkreślić również fakt, iż w Warszawie funkcjonuje kilka innych firm oferujących usługi carsharingowe, a więc współczynnik dostępności całego systemu z jednej strony jest wyższy niż wynika to z tabeli 3, a z drugiej będzie znacznie się poprawiał na przestrzeni kilku kolejnych lat.

4. Niezawodność – w celu dokonania oceny niezawodności określonego systemu transportowego posłużono się statystykami ZTM Warszawa oraz firmy Panek. Tabela 4 przedstawia współczynnik niezawodności określony przez przewoźników na podstawie gromadzonych przez nich danych statystycznych.

Tabela 4. Wartość współczynników niezawodności dla poszczególnych systemów transportowych

	Panek [%]	MZA [%]
W_n	0,1*	0,243

* dane pozyskane od firmy PANEK

Dla autobusowej komunikacji miejskiej w 2017 roku współczynnik zawodności wyrażony w procentach wyniósł 0,243% na 340 900 dokonanych pomiarów (Informator statystyczny 2017). Przez zawodność rozumie się procentowy udział liczby półkursów wadliwych (nie zrealizowanych w całości) do łącznej rozkładowej liczby

półkursów na cały dzień. W przypadku firmy Panek ten sam współczynnik wyniósł 0,1%. Widoczna dysproporcja pomiędzy przewoźnikami wynikać może z faktu, iż firma Panek swoją działalność rozpoczęła dopiero w 2017 roku, a więc flota samochodowa cechuje się mniejszym przebiegiem, niż autobusy MZA. Ponadto firmę Panek w pojazdy zaopatrzyła firma Toyota, która według Consumer Reports jest producentem najbardziej niezawodnych samochodów świata, do których zalicza się między innymi model Yaris.

5. Terminowość – analizując kryterium terminowości w przypadku autobusowej komunikacji miejskiej posłużono się współczynnikiem punktualności rzeczywistej oraz skorygowanej. Przez punktualność rozumie się procentowy udział odjazdów z punktu kontrolnego uznanych jako punktualne (ramowo w tolerancji +1/-3 min.) w łącznej zaobserwowanej liczbie odjazdów w danym dniu. Punktualność rzeczywista jest realną różnicą pomiędzy czasem odjazdu, a dokładną planowaną godziną odjazdu, natomiast punktualność skorygowana uwzględnia dopuszczalne odchyłki ustalone przez przewoźników i zarządcę tj: +1/-3 min (-5 min w miesiącach zimowych). Wartości współczynników punktualności dla obu systemów transportowych przedstawione zostały w tabeli 5.

Tabela 5. Wartość współczynników punktualności dla poszczególnych systemów transportowych

System transportowy	Punktualność rzeczywista [%]	Punktualność skorygowana [%]
Miejskie Zakłady Autobusowe	91,64	96,31
Panek	100*	100*

*Wartość wskaźnika wynika ze specyfiki systemu transportowego

Źródło: opracowanie własne

Specyfika systemu carsharing wymusza określenie wskaźnika terminowości jako całkowicie terminowy, z uwagi na fakt, że użytkownik systemu samodzielnie dokonuje wyboru nieprzemieszczającego się pojazdu. Innymi słowy użytkownik nie jest uzależniony od warunków i zdarzeń drogowych z uwagi na to, że to on przemieszcza się do środka transportowego, a nie na odwrót. Ponadto użytkownik ma możliwość dokonania 15 minutowej rezerwacji pojazdu, co po analizie odległości pomiędzy położeniem użytkownika a pojazdem współdzielonym jest czasem w większości przypadków wystarczającym.

6. Koszty – na potrzeby artykułu dokonano kalkulacji kosztów przewoźników na przykładzie 5 losowych tras przejazdu w granicach administracyjnych Warszawy. Do

rozważań przyjęto również grupę podróżujących osób. Analizowane trasy cechowała duża różnorodność w zakresie odległości do pokonania przez pojazd (4km – 28km). Tabela 6 prezentuje jednostkowy koszt przejazdu w wariantach 1 podróżującej osoby, a także 2 oraz 4 osób.

Tabela 6. Jednostkowy koszt przejazdu w zależności od dystansu i ilości podróżujących osób

Ilość podróżujących	T ₁ (ok. 9km)		T ₂ (ok. 4km)		T ₃ (ok. 15km)		T ₄ (ok. 28km)		T ₅ (ok. 7km)	
1 osoba	4,40	14,45	2,20	5,70	4,40	22,35	6,60	36,70	4,40	11,05
2 osoby	4,40	7,23	2,20	2,85	4,40	11,18	6,60	18,35	4,40	5,53
4 osoby	4,40	3,62	2,20	1,43	4,40	5,59	6,60	9,18	4,40	2,77

MZA Panek

Źródło: opracowanie własne

Z tabeli 6 wynika, że w przypadku jednej podróżującej osoby autobusowa komunikacja miejska jest rozwiązaniem zdecydowanie korzystniejszym z punktu widzenia kryterium kosztów. W najkrótszej analizowanej trasie (4 km) przejazd współdzielonym pojazdem był około 2,5 razy droższy, by w najdłuższej trasie (28 km) prawie 6-krotnie przewyższać cenę jednostkową przejazdu MZA. W przypadku 2 podróżujących osób na dystansie 4 km – 9 km cena jednostkowa dla carsharingu jest wyższa o około 30% - 64%, by w przypadku 4 podróżujących osób spaść poniżej wartości biletu normalnego jednorazowego, którego cena wynosi 4,40 zł. Powyżej 10 km rozdział kosztów nawet na 4 osoby przestaje być korzystny.

WNIOSKI

Problem rosnącej ilości pojazdów w aglomeracjach miejskich staje się bodźcem do rozwoju systemów transportowych będących z jednej strony bardziej przyjaznymi dla środowiska naturalnego, z drugiej zahamowujących ingerencję w przestrzeń miejską. Carsharing obok systemów rowerowych oraz motorowerowych stał się kolejnym krokiem do oczyszczenia powietrza i obniżenia poziomu natężenia ruchu drogowego. Z punktu widzenia konsumenta i kryteriów którymi kieruje się przy wyborze środka transportowego carsharing jest nie tyle konkurencyjnym rozwiązaniem, co zasadnym z punktu widzenia czasu przejazdu. W analizowanym przypadku czas przejazdu był o 27,6% krótszy niż w przypadku pojazdu MZA. Formuła *door to door* bez konieczności wykonywania przystanków pośrednich może być dla użytkownika bardziej atrakcyjna, nawet kosztem dostępności, której dysproporcja w porównaniu z autobusowym systemem komunikacji miejskich jest widoczna. Ma to swoje uzasadnienie w preferencjach użytkowników systemów transportowych, dla których czas

realizacji przejazdu oraz jego niezawodność stawiana jest wyżej niż dostępność. Mimo, iż analiza wykazała, że pojazd współdzielony jest droższym substytutem autobusu, jednostkowy koszt przejazdu zmniejsza się znacząco w wariancie kilku podróżujących osób. Przy podróży do około 10km, jest nawet rozwiązaniem bardziej korzystnym, na co wpływ ma między innymi brak biletów grupowych w autobusach MZA. Z przeprowadzonej analizy wynika, że użytkownik powinien zdecydować się na pojazd współdzielony w przypadku:

- podróży w grupie 4 osób na dystansie do 10 km,
- szybkiego przemieszczenia,
- zwiększenia prawdopodobieństwa dotarcia na czas.

System współdzielenia pojazdów ustępuje tradycyjnemu transportowi miejskiemu w zakresie kosztów przemieszczenia. Biorąc pod uwagę fakt, że kryterium kosztów użytkownicy ocenili jako mniej ważne niż pozostałe analizowane kryteria, carsharing jest rozwiązaniem bardziej korzystnym z punktu widzenia niezawodności, szybkości przemieszczenia i niewątpliwie ma szansę zastąpić standardowy sposób podróżowania dla wielu mieszkańców miast. Zwiększająca się ilość pojazdów współdzielonych, a także korzystna dla klienta większa konkurencyjność na rynku może na długi czas zmienić oblicze transportu miejskiego. System współdzielenia pojazdów wydaje się mieć możliwość na pobudzenie procesu elektryfikacji systemów transportowych. Funkcjonowanie dużej liczby pojazdów elektrycznych, wiąże się z powstawaniem odpowiedniej infrastruktury, a zwiększenie jej dostępności na terenie Warszawy, może przełożyć się na zainteresowanie tego typu pojazdami w kontekście ich nabycia.

LITERATURA

1. Becker H, Ciari F., Brignoni M., Axhausen K. W., Impacts of a new free-floating car-sharing system in Basel, IVT, ETH Zurich 2015
2. Car Cost Index 2016 Report, LeasePlan
3. Czym i jak chcą jeździć Polacy? Trendy w branży motoryzacyjnej, PWC 2017
4. Foltin P., Gontarczyk M., Świdorski A., Zelkowski J. (25%): Evaluation model of companies operating within logistic network. Archive of Transport. Polish Academy of Sciences Committee of Transport, Volume 36, issue 4, Warsaw 2015, s. 21-33.
5. Informator statystyczny – grudzień 2017 nr XII (285), Zarząd transportu miejskiego w Warszawie
6. Informator statystyczny 2017 – dodatek roczny, Zarząd transportu miejskiego w Warszawie

7. Muślewski Ł., Bojar P., Woropay M.: Kryteria oceny jakości działania systemów transportowych. Logistyka Nr 4, Poznań 2010
8. Świdorski A., Jóźwiak A, Jachimowski R. Operational quality measures of vehicles applied for the transport services evaluation using artificial neural networks. *Eksploatacja i Niezawodność – Maintenance and Reliability* 2018; 20 (2):2920299
9. Świdorski A., Modelowanie oceny jakości usług transportowych. *Prace Naukowe Politechniki Warszawskiej. Transport*. 2011.
10. Świdorski A.: Studies and quality assurance neural modelling of the technical transport means. *Archive of Transport. Polish Academy of Sciences Committee of Transport*, Volume 21, issue 3-4, Warsaw 2009, s. 177-188.
11. Szkoda J., Świdorski A.: Problemy oceny skuteczności jakościowej procesów realizacji wyrobów w aspekcie wymagań AQAP. Wydanie Europejskiego Instytutu Jakości, Warszawa 2005.
12. Walker J.: *Human Transit: How Clearer Thinking About Public Transit Can Enrich Our Communities and Our Lives*, Island Press/Center for Resource Economics, Washington 2011
13. (Współ)dział i rządź! Prawno-podatkowe aspekty ekonomii współdzielenia w Polsce, PWC 2016
14. Zając A. P.: Samochód jako wyzwanie dla miasta XXI wieku, *Zeszyty Naukowe – Inżynieria Środowiska/Uniwersytet Zielonogórski* Nr 155 (35), Zielona Góra 2014.
15. Zych-Lewandowska M., Dobrzycka A.: Wybrane aspekty jakości usług publicznego transportu zbiorowego w Warszawie w opinii jego użytkowników, *Ekonomika i Organizacja Logistyki* 1 (4), Warszawa 2016.
16. <http://wrd.policja.waw.pl/wrd/o-nas/statystyki/2017/76220,Podsumowanie-2017-roku-na-warszawskich-drogach.html> (1.10.2018r.)
17. <http://www.tworzymyatmosfera.pl/index.php?page=zanieczyszczenia-powietrza-a-transport-samochodowy> (1.10.2018r.)
18. <http://www.cleanfleetreport.com/best-car-sharing/> (1.10.2018r.)
19. <https://www.pwc.pl/pl/artykuly/2018/wzrost-znaczenia-uslug-car-sharing-impulsem-dla-rozwoju-elektromobilnosci.html> (1.10.2018r.)
20. <https://www.pwc.de/en/presse/press-releases/2017/by-2030-the-transport-sector-in-europe-will-require-80-million-fewer-cars-than-today.html> (1.10.2018r.)
21. <https://jakdojade.pl/warszawa> (1.10.2018r.)
22. <http://www.poznan.pl/mim/main/zalety-i-korzysci,p,39211,39985.html> (1.10.2018r.)

23. <https://www.traficar.pl> (1.10.2018r.)
24. <http://www.ztm.waw.pl/historia.php?i=22&c=83&l=1> (1.10.2018r.)
25. <http://www.flota.com.pl/aktualnosci/4371/600-hybrydowych-yarisow-w-programie-panek-carsharing.html> (1.10.2018r.)
26. <https://www.consumerreports.org/car-reliability-owner-satisfaction/car-brands-reliability-how-they-stack-up/> (1.10.2018r.)