

AGATA KUREK

mgr inż., Politechnika Śląska, Wydział Transportu i Inżynierii Lotniczej, Katedra Systemów Transportowych i Inżynierii Ruchu, ul. Krasińskiego 8, 40-019 Katowice, 32 603 41 15, e-mail: agata.kurek@polsl.pl

PAULINA ŚWIERK

mgr inż., Zarząd Transportu Metropolitalnego, ul. Barbary 21A, 40-053 Katowice, e-mail: pswierk@metropoliaztm.pl

ELŻBIETA MACIOSZEK

dr hab. inż., prof. PŚ, Politechnika Śląska, Wydział Transportu i Inżynierii Lotniczej, Katedra Systemów Transportowych i Inżynierii Ruchu, ul. Krasińskiego 8, 40-019 Katowice, 32 603 43 92, e-mail: elzbieta.macioszek@polsl.pl

Rozwiązania zmniejszające zatłoczenie w miastach jako czynnik mogący poprawić stan bezpieczeństwa ruchu drogowego na terenach zabudowanych^{1,2}

Streszczenie: Wzrost natężenia ruchu pojazdów na ulicach miast może przyczynić się do obniżenia poziomu bezpieczeństwa ruchu drogowego. W 2018 roku w Polsce najwięcej wypadków drogowych miało miejsce w obszarze zabudowanym. Celem artykułu jest przedstawienie możliwości poruszania się w miastach środkami transportu alternatywnymi do samochodu osobowego, co z kolei może przyczynić się do zmniejszenia natężenia ruchu na terenach zabudowanych oraz zmniejszenia liczby zdarzeń drogowych. Na podstawie przeprowadzonej inwentaryzacji obszarowej zostały przedstawione możliwości wykorzystania różnych form transportu w podróży oraz rozwiązania zwiększające bezpieczeństwo ruchu drogowego osób korzystających z publicznego transportu zbiorowego w Krakowie. Dodatkowo przedstawiono analizę wykorzystania dwóch przykładowych tego typu rozwiązań tj. systemu rowerów miejskich oraz parkingów typu Park and Ride (P+R) w Krakowie w roku 2018. Analiza wykorzystania systemu rowerów miejskich w Krakowie pozwala na stwierdzenie, że duża liczba osób korzystała z rowerów miejskich w krótkich podróży. Podróże te mogą być uzupełnieniem podróży wykonywanych z wykorzystaniem publicznego transportu zbiorowego lub jako kontynuacja podróży po pozostawieniu samochodu osobowego na parkingu typu P+R. Natomiast na parkingach P+R w Krakowie użytkownicy pozostawiają swój pojazd najczęściej dłużej niż dziewięć godzin w ciągu dnia, co może wskazywać na fakt, iż najwięcej osób korzystających z tych parkingów to osoby dojeżdżające do pracy. Inwestycje i rozwój tego typu rozwiązań mogą przyczynić się do zmniejszenia liczby podróży wykonywanych samochodem osobowym, a co za tym idzie do zmniejszenia liczby zdarzeń drogowych w obszarach zabudowanych.

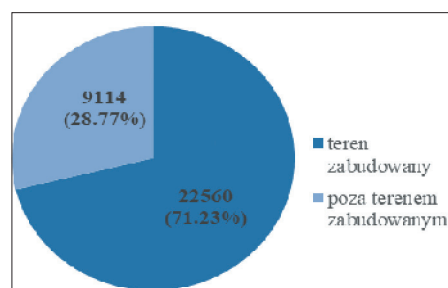
Słowa kluczowe: bezpieczeństwo ruchu drogowego, transport zbiorowy, parking P+R, system rowerów miejskich.

Wprowadzenie

Wzrost natężenia ruchu na ulicach miast powoduje nie tylko wydłużenie czasu podróży, ale również obniża poziom bezpieczeństwa ruchu drogowego [1–2]. Większe prawdopodobieństwo zaistnienia wypadku drogowego spowodowane jest dużym natężeniem ruchu, związanym z tym gwałtownym hamowaniem, nieprzemyślanymi decyzjami

i zachowaniami kierowców, którzy są sfrustrowani, stojąc w zatorach drogowych, jak również zmęczeniem kierowców z powodu zbyt długiego czasu spędzonego na prowadzeniu samochodu. Zachowanie człowieka na drodze ma istotny wpływ na poziom bezpieczeństwa ruchu drogowego. W systemie transportowym współistnieją oraz są ze sobą ściśle powiązane trzy elementy, które przyczyniają się do występowania zdarzeń drogowych. Są to: człowiek, pojazd, droga [3]. Największym generatorem zdarzeń drogowych jest czynnik ludzki (jak podano w pracach [3–4] udział człowieka w przyczynach zdarzeń drogowych corocznie waha się w zakresie aż od 93 do 94%). Wprowadzając nowe rozwiązania w infrastrukturze transportowej oraz zarządzając mobilnością mieszkańców, można wpływać na podejmowane przez człowieka decyzje, co może przyczynić się do zwiększenia poziomu bezpieczeństwa ruchu drogowego.

Według Raportu Krajowej Rady Bezpieczeństwa Ruchu Drogowego (KR BRD) [5] w 2018 roku na drogach w Polsce 71,23% wypadków drogowych miało miejsce na terenie zabudowanym, a pozostałe 28,77% – na terenie niezabudowanym (rys. 1).



Rys. 1. Wypadki drogowe w Polsce w 2018 roku w terenie zabudowanym i poza nim
Źródło: [5]

Wskaźnik ciężkości wypadków (wyrażony liczbą ofiar śmiertelnych przypadających na 100 wypadków drogowych) w 2018 roku w terenie zabudowanym wyniósł 5,5, natomiast poza terenem zabudowanym 17,7.

Najbardziej narażeni w terenach zabudowanych są niechronieni uczestnicy ruchu drogowego, tj. piesi i roweryści, ponieważ to po tym obszarze najczęściej się poruszają. W Białej Księdze [6] zawarto zapis dotyczący

¹ ©Transport Miejski i Regionalny, 2020. Procentowy udział wkładu autorów w publikację: A. Kurek – 45%, P. Świerk – 10 %, E. Macioszek – 45%.

² Artykuł został zaprezentowany na XIII Międzynarodowej Konferencji Bezpieczeństwa Ruchu Drogowego GAMBIT 2020. Dofinansowano z Programu Doskonałości Naukowej Ministerstwa Nauki i Szkolnictwa Wyższego.

„Działań w zakresie bezpieczeństwa transportu: ratowanie tysięcy żyć. Dążenie do wyeliminowania ofiar na drodze”. Jednym z działań w tym zakresie jest zwiększenie bezpieczeństwa niechronionych uczestników ruchu drogowego. Natomiast głównym celem krajowej polityki transportowej jest zwiększenie dostępności terytorialnej oraz poprawa bezpieczeństwa uczestników ruchu drogowego i efektywności sektora transportowego poprzez utworzenie spójnego, zrównoważonego i przyjaznego użytkownikowi systemu transportowego w wymiarze krajowym (lokalnym), europejskim i globalnym [7]. Działania, które mogą przyczynić się do zmniejszenia liczby zdarzeń drogowych, poprzez ograniczenie ruchu samochodowego w obszarach zabudowanych, nie mogą obniżyć dostępności do centrum miasta.

Wybór alternatywnych w stosunku do samochodu osobowego środków transportu może przyczynić się do zmniejszenia natężenia ruchu drogowego oraz zmniejszenia liczby zdarzeń drogowych. W związku z powyższym głównym celem artykułu jest przedstawienie rozwiązań, które – gdy funkcjonują sprawnie – przyczyniają się do redukcji zatłoczenia w miastach, a tym samym w sposób pośredni wpływają na poprawę poziomu bezpieczeństwa ruchu drogowego. Ponadto w artykule przedstawiono analizę wykorzystania przez użytkowników dwóch wybranych tego typu rozwiązań na przykładzie Krakowa tj.: systemu rowerów miejskich oraz parkingów typu Park and Ride (P+R). Analizy wykonano w oparciu o dane z 2018 roku.

Przegląd wybranych rozwiązań zmniejszających ruch drogowy w mieście

W rozdziale tym przedstawione zostaną wybrane rozwiązania, które wpływają na zwiększenie bezpieczeństwa ruchu drogowego poprzez zmniejszenie natężenia ruchu w obszarach zabudowanych. Takimi rozwiązaniami są parkingi systemowe, współdzielona mobilność, strefy płatnego parkowania, zakazy lub opłaty za wjazd do centrum miasta. Zostały również przedstawione rozwiązania, które mogą nie tylko w sposób pośredni wpływać na zmniejszenie prawdopodobieństwa wystąpienia zdarzenia drogowego, ale również w sposób bezpośredni. Do tego typu rozwiązań należą strefy uspokojenia ruchu oraz Inteligentne Systemy Transportowe.

W literaturze krajowej, jak i zagranicznej, można znaleźć wiele prac, które jednoznacznie wskazują na zalety przemieszczania się z wykorzystaniem innych środków transportu niż samochód osobowy [8–10]. Działania, które mają na celu ograniczenie liczby podróży wykonywanych z wykorzystaniem samochodów osobowych w miastach, można podzielić na tzw.:

- działania miękkie – które mają za zadanie zachęcić osoby podróżujące do korzystania z alternatywnych form przemieszczenia;
- działania twarde – które mają na celu zniechęcić lub uniemożliwić wjazd samochodów osobowych do centrum miasta.

Do pierwszej grupy rozwiązań należą parkingi systemowe. Celem takich parkingów jest, aby osoby podróżujące samochodem osobowym wykorzystywały również w swojej podróży inne środki transportu m.in. transport zbiorowy czy rower. Parkingi te można podzielić na:

- Park & Ride – parkingi zlokalizowane poza obszarem śródmieścia, których głównym celem jest umożliwienie pozostawienia samochodu osobowego na obrzeżach miasta i kontynuowanie podróży z wykorzystaniem środków transportu publicznego. Badania z zakresu wykorzystania powierzchni parkingowych wskazują, iż osoby, które korzystają z tego typu rozwiązań, to najczęściej osoby dojeżdżające do pracy [11–14] oraz wskazują również na fakt, iż usługa parkingów P+R powinna być szybka i niedroga, aby rekompensować użytkownikom czas potrzebny na zmianę środka transportu oraz oczekiwanie na przesiadkę [15–16];
- Kiss & Ride – parkingi zlokalizowane głównie przy dworcach kolejowych, pętlach autobusowych lub tramwajowych oraz na lotniskach. Zazwyczaj są to miejsca przeznaczone do krótkiego i darmowego postoju wykorzystywane m.in. w przypadku podwożenia pasażera. W literaturze niewiele jest prac związanych z analizą tego typu parkingów, a istniejące badania w tym zakresie w głównej mierze dotyczą zwiększenia dostępności transportu zbiorowego (m.in. kolei) [17–18] oraz wykorzystania powierzchni parkingowej [19–20];
- Bike & Ride – parkingi zlokalizowane głównie przy dworcach kolejowych, pętlach autobusowych lub tramwajowych oraz na lotniskach. Służą do pozostawienia roweru i kontynuowania podróży z wykorzystaniem środków publicznego transportu zbiorowego. Rozwiązanie to może przyczynić się do zwiększenia atrakcyjności publicznego transportu zbiorowego [21]. W literaturze przedmiotu tematyka parkingów Bike & Ride, podobnie jak w przypadku parkingów Kiss & Ride, również była poruszana niewiele razy, m.in. Ch. Jingxu et al. [22] przedstawili analizę preferencji użytkowników tego typu parkingów, dzięki czemu możliwe jest lepsze planowanie ich lokalizacji, co może przyczynić się do zwiększenia liczby podróży odbywanych z wykorzystaniem publicznego transportu zbiorowego. Z kolei w pracy R. Cervero et al. [23] wskazano, że na wykorzystanie parkingów Bike & Ride ma wpływ infrastruktura rowerowa funkcjonująca w mieście.

Jednak, jak wskazują wyniki badań przedstawionych w pracach: G. Parkhaust [24], U. Duda [25] oraz V. Karamychev i P. Reeve [26], parkingi P+R mogą być zachętą do korzystania z samochodu osobowego dla osób, które dotychczas korzystały tylko z transportu publicznego. W takim przypadku osoba, która podczas całej podróży korzystała ze środków transportu zbiorowego, najpierw dojeżdża na parking samochodem osobowym, a następnie

przesiada się na środek transportu zbiorowego. Taka zmiana w zachowaniach podróżnych może spowodować zwiększenie ruchu drogowego na obrzeżach miasta, w rezultacie również zwiększając prawdopodobieństwo wystąpienia zdarzenia drogowego na tych obszarach.

Kolejnym coraz częściej stosowanym rozwiązaniem, które ma zachęcić mieszkańców do rezygnacji z podróży prywatnym samochodem, jest współdzielona mobilność tj.:

- system *car-sharing* – ma na celu współdzielenie samochodu. Jak wskazano w literaturze przedmiotu, jednym z pozytywnych rezultatów wprowadzenia tego rozwiązania była sprzedaż własnego samochodu osobowego przez część osób lub rezygnacja z jego zakupu, co w efekcie może przyczynić się do zmniejszenia liczby osób, które chcą posiadać własny samochód [27–29]. P. Baptista et al. [30] stwierdzili, że system ten powoduje lepsze zarządzanie mobilnością, przyczyniając się do zmniejszenia liczby pojazdów;
- system rowerów miejskich – umożliwia użytkownikom dostęp do rowerów publicznych na stacjach wypożyczania lub w różnych punktach, w zależności od generacji [31–34]. Badania przeprowadzone w zakresie systemu *bike-sharing* wskazują, że użytkownicy wypożyczają rowery głównie na krótkie odległości (ok. 10 km) [35]. Przeprowadzone badania wykorzystania wypożyczalni rowerów wskazują, że użytkownicy najczęściej wykorzystują je w dojazdach do pracy [36–37], jak również w podróży rekreacyjnych [38];
- system wypożyczania hulajnóg elektrycznych – umożliwia wypożyczenie hulajnogi w określonej lokalizacji [39]. System ten jest atrakcyjny w przypadku odbywania krótkich podróży lub jako uzupełnienie podróży z wykorzystaniem środków transportu zbiorowego [40–41].

W drugiej kategorii można wymienić takie rozwiązania jak: opłaty za parkowanie w strefach śródmiejskich [42], opłaty za wjazd do miasta oraz całkowity zakaz ruchu na ulicach w centrum miasta [43] (np. w Oslo [44]). Odpowiednie zarządzanie opłatami za parkowanie w centrum miasta zmniejsza liczbę pojazdów w tym obszarze [45]. Poszukiwanie wolnego miejsca do zaparkowania samochodu osobowego przez kierowcę, który musi skupić się na prowadzeniu pojazdu zgodnie z przepisami oraz obserwowaniu przestrzeni parkingowej, rozprasza jego uwagę [46]. W literaturze poruszano kwestie związane ze zwiększonym natężeniem ruchu w centrum miasta z powodu poszukiwania przez kierowców miejsca parkingowego [47–48]. Rozwiązaniem, które może poprawić bezpieczeństwo ruchu drogowego w takim przypadku, jest wprowadzenie systemu naprowadzającego kierowcę na wolne miejsce parkingowe, np. dynamiczna informacja parkingowa. W Polsce jak dotąd władze miast nie zdecydowały się na pobieranie opłat za wjazd do miasta. W związku z tym decydują się na tworzenie Stref Płatnego Parkowania (SPP) [49].

Ponadto rozwiązania przyczyniające się do redukcji zatłoczenia w miastach mogą odnosić się do spowolnienia ruchu w newralgicznych obszarach sieci transportowej miasta. Kierowcy zniechęceni takimi rozwiązaniami mogą zdecydować o wyborze innej drogi lub zrezygnować z podróży samochodem osobowym. Do takich rozwiązań należą strefy uspokojenia ruchu:

- strefy „Tempo 30” – w strefach tych zazwyczaj umieszczane są fizyczne ograniczniki mające na celu wymusić na kierowcach redukcję prędkości [50–52];
- strefy współdzielonej przestrzeni (tzw. *Woonerf*, z holenderskiego: ulica do mieszkania) – przestrzeń publiczna o funkcji ulicy, parkingu oraz deptaku, bez oddzielenia ruchu kołowego, rowerowego oraz pieszo [53–54].

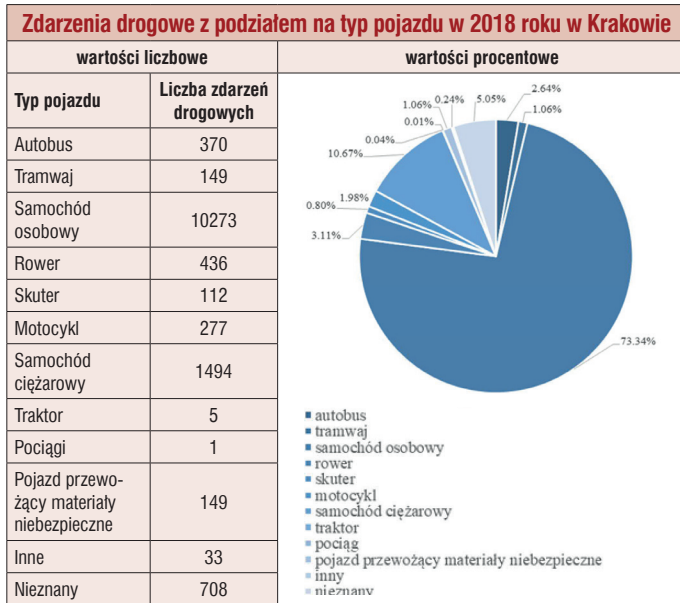
Z grupy rozwiązań, które służą do zarządzania ruchem w miastach i mogą przyczynić się do zwiększenia bezpieczeństwa ruchu drogowego, można wymienić Inteligentne Systemy Transportowe (ITS) [55–56], które stanowią szeroki zbiór różnorodnych technologii (telekomunikacyjnych, informatycznych, automatycznych i pomiarowych) oraz technik zarządzania stosowanych w transporcie w celu ochrony życia uczestników ruchu drogowego, zwiększenia efektywności systemu transportowego oraz ochrony zasobów środowiska naturalnego. ITS mogą bezpośrednio przyczynić się do poprawy bezpieczeństwa uczestników ruchu drogowego, nie tylko poprzez zmniejszenie zatłoczenia w miastach. Rozwiązania z zakresu ITS mogą obejmować wszystkich uczestników ruchu drogowego lub konkretnych użytkowników, np.: pieszych [57], kierujących motocyklami [58] itd.

Przegląd rozwiązań przyczyniających się do zmniejszenia ruchu w Krakowie oraz poprawiających bezpieczeństwo ruchu drogowego w mieście

Kraków jest miastem na prawach powiatu położonym w województwie małopolskim. Wskaźnik motoryzacji w roku 2018 wynosił 0,64 samochodów osobowych/jednego mieszkańca [59]. W 2018 roku w Krakowie miało miejsce 10 839 zdarzeń drogowych [60]. Liczbę zdarzeń z udziałem wybranych grup rodzajowych pojazdów przedstawiono w tabeli 1. Z danych wynika, że najwięcej zdarzeń drogowych w Krakowie miało miejsce z udziałem samochodów osobowych. Ponadto udział samochodów w ruchu drogowym w mieście dominuje nad udziałami innych grup rodzajowych pojazdów. Ważnym jest, aby podejmować działania zmniejszające liczbę zdarzeń drogowych z udziałem wszystkich grup pojazdów.

W marcu 2020 roku w Krakowie przeprowadzono inwentaryzację obszarową, która obejmowała identyfikację wybranych rozwiązań przyczyniających się do redukcji zatłoczenia, a tym samym wpływających na poprawę poziomu bezpieczeństwa ruchu drogowego. W przypadku transportu publicznego do takich rozwiązań należą m.in. wspólne przystanki i pasy tramwajowo-autobusowe, które mają na celu poprawę bezpieczeństwa pasażerów przy wsia-

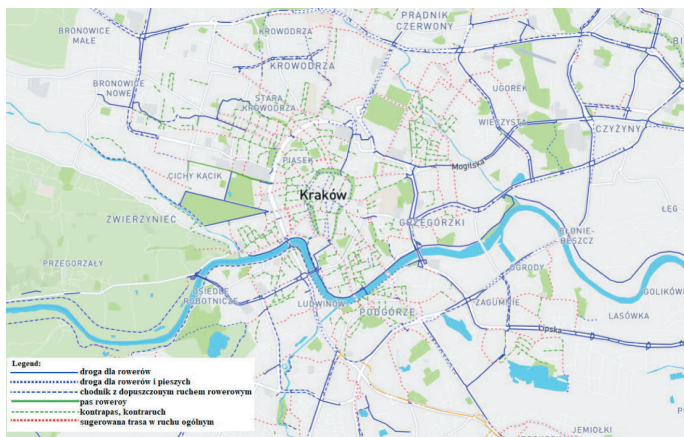
Tabela 1



Źródło: [60]

daniu, wysiadaniu lub przesiadaniu się na inny środek transportu. Takie rozwiązania zwiększają bezpieczeństwo pasażerów, eliminując konieczność przechodzenia przez jezdnię, co wpływa na redukcję potencjalnych punktów kolizji oraz eliminuje niewłaściwe zachowania użytkowników (np. przejścia na czerwonym świetle, aby zdążyć wsiąść do nadjeżdżającego autobusu bądź tramwaju). W Krakowie występują również przystanki wiedeńskie (tramwajowo-autobusowe lub tramwajowe), które projektowane są w miejscach, gdzie torowisko tramwajowe oddzielone jest od chodnika jezdnią [61].

W przypadku rozwiązań dla rowerzystów ważnym aspektem jest gęstość i dostępność infrastruktury dedykowanej rowerzystom. W Krakowie funkcjonuje rozbudowana sieć ścieżek i dróg rowerowych (rys. 2). Rowerzyści, poruszając się po Krakowie poza chodnikami i ulicami, na których jest dopuszczony ruch rowerowy, mogą korzystać z wydzielonych dróg rowerowych lub pieszo-rowerowych. Dodatkowo w wielu miejscach zaprojektowano pasy rowerowe oraz kontrpasy.

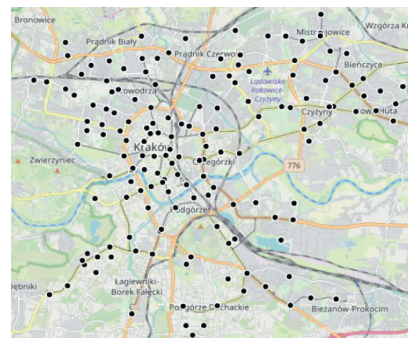


Rys. 2. Drogi i ścieżki rowerowe w Krakowie

Źródło: [62]

W Krakowie do 31 grudnia 2019 roku funkcjonował system rowerów miejskich Wavelo, którego operatorem była firma BikeU. Według danych na 19 marca 2019 roku składał się on ze 168 stacji (w tym jednej mobilnej) [63]. Na rysunku 3 schematycznie przedstawiono rozmieszczenie stacji systemu rowerów miejskich Wavelo. Z analizy rysunku wynika, że stacje rowerów miejskich Wavelo zlokalizowane były głównie w centrum miasta.

Kolejnym zastosowanym rozwiązaniem są parkingi P+R, które zgodnie z ideą tego systemu zlokalizowane są na obrzeżach miasta (rys. 4). W Krakowie funkcjonują cztery parkingi typu P+R (P+R Bieżanów, P+R Kurdwanów, P+R Czerwone Maki, P+R Mały Płaszów). Do 2022 roku planowana jest budowa piątego parkingu (P+R Bronowice).



Rys. 3. Lokalizacja stacji systemu rowerów miejskich w Krakowie



Rys. 4. Lokalizacja parkingów P+R w Krakowie

Analiza wykorzystania parkingów P+R i systemu rowerów miejskich w Krakowie

W rozdziale tym została przedstawiona analiza wykorzystania systemu rowerów miejskich Wavelo oraz parkingów P+R w Krakowie w 2018 roku, która, w przypadku parkingów typu P+R, w szczególności obejmowała określenie:

- średniej liczby wjazdów pojazdów z podziałem na dni robocze oraz soboty i niedziele,
- średniej liczby wjazdów i wyjazdów pojazdów w dni robocze z podziałem na godziny,
- średniej liczby wjazdów pojazdów w dni robocze z podziałem na miesiące,
- wykorzystania powierzchni parkingowej w dni robocze w miesiącu listopadzie.

Dane dotyczące parkingów P+R Bieżanów, P+R Kurdwanów oraz P+R Czerwone Maki zostały pozyskane ze spółki Miejska Infrastruktura w Krakowie i obejmowały

każdy dzień 2018 roku. Jednak z powodu niekompletnych danych dla stycznia i lutego w dalszych analizach pominięto te miesiące.

Natomiast dane dotyczące systemu rowerów miejskich Wavelo pozyskano z Zarządu Transportu Publicznego w Krakowie [64]. Również obejmowały one każdy dzień 2018 roku. Analiza wykorzystania rowerów miejskich obejmowała określenie:

- średniego pokonanego dystansu przez jednego użytkownika z podziałem na miesiące,
- średniego czasu podróży jednego użytkownika w podziale na miesiące,
- sumarycznej liczby wypożyczeń rowerów z podziałem na dni tygodnia i miesiące,
- sumarycznego czasu wypożyczenia rowerów z podziałem na dni tygodnia i miesiące,
- sumarycznego pokonanego dystansu z podziałem na dni tygodnia i miesiące.

Analiza wykorzystania wybranych parkingów P+R w Krakowie

Zmiana środka transportu często wiąże się z koniecznością przejścia z punktu, w którym zakończyła się podróż jednym środkiem transportu, do punktu, w którym rozpoczyna się podróż drugim środkiem transportu. Konieczność przejścia przez jezdnię tworzy potencjalne punkty kolizji, i może prowadzić do niebezpiecznych zachowań pieszych, tj. przebiegania przez jezdnię, przejścia na czerwonym świetle itp. W tabeli 2 przedstawiono potencjalne punkty kolizji jakie mogą wystąpić w przypadku przejścia z analizowanych parkingów na najbliższy przystanek publicznego transportu zbiorowego. W przypadku analizowanych parkingów nie występuje wiele potencjalnych punktów kolizji, w każdym przypadku jest to konieczność przekroczenia jednej drogi. W przypadku parkingu P+R Czerwone Maki potencjalnymi punktami kolizji, podczas przejścia z parkingu na przystanek transportu zbiorowego, są tylko miejsca, w których krzyżuje się ruch pieszy z ruchem autobusowym lub tramwajowym. Jest to spowodowane faktem, iż w obszarze przystanków transportu zbiorowego zlokalizowanych przy tym parkingu dozwolony jest tylko ruch pojazdów Komunikacji Miejskiej w Krakowie.

W tabeli 3 przedstawiono średnią liczbę wjazdów pojazdów na analizowane parkingi w ciągu jednego dnia z podziałem na dni robocze oraz soboty i niedziele. Analiza

Tabela 2

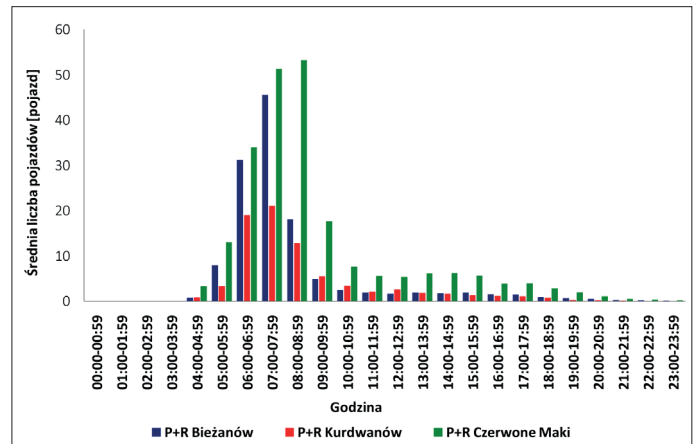
Potencjalne punkty kolizji dla osób zmieniających środek transportu na analizowanych parkingach P+R		
Parking P+R	Potencjalne punkty kolizji dla osób zmieniających środek transport na tramwaj	Potencjalne punkty kolizji dla osób zmieniających środek transport na autobus
Biezańów	0	0
Kurdwanów	4 (Przejście prze 4-pasmową ulicę)	0
Czerwone Maki	Kilkanaście (Przejście przez teren, gdzie jest dozwolony tylko ruch pojazdów transport zbiorowego)	Kilkanaście (Przejście przez teren, gdzie jest dozwolony tylko ruch pojazdów transport zbiorowego)

Tabela 3

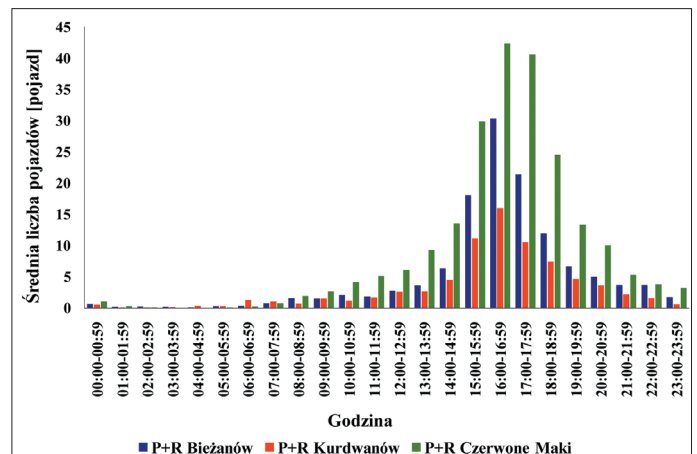
Średnia liczba pojazdów wjeżdżających na analizowane parkingi w ciągu jednego dnia z podziałem na dni robocze, soboty oraz niedziele			
Parking P+R	Dni robocze	Soboty	Niedziele
Biezańów	125	20	18
Kurdwanów	79	15	9
Czerwone Maki	224	43	36

danych wskazuje, iż kierowcy częściej pozostawiają swój pojazd na analizowanych parkingach w dni robocze niż w dni weekendowe, co wskazuje na fakt, iż korzystają oni z parkingów P+R w swoich codziennych podróżach do pracy, szkoły czy na uczelnię. W dni robocze miało miejsce ponad 80% więcej wjazdów na parking niż w soboty lub niedziele.

W związku z powyższym na rysunkach 5 oraz 6 przedstawiono średnią liczbę wjazdów i wyjazdów pojazdów na/z parkingów w analizowanym okresie w poszczególnych godzinach doby w dni robocze. Na podstawie rysunku 5 można stwierdzić, że w przypadku wszystkich parkingów najwięcej użytkowników wjeżdża w godzinach porannych. W przypadku parkingu P+R Biezańów są to godziny 06:00–08:00, natomiast dla parkingów P+R Kurdwanów oraz P+R Czerwone Maki 06:00–09:00. Największą liczbą wjazdów charakteryzował się parking P+R Czerwone Maki.



Rys. 5. Średnia liczba pojazdów wjeżdżających na analizowane parkingi w poszczególnych godzinach doby w dni robocze



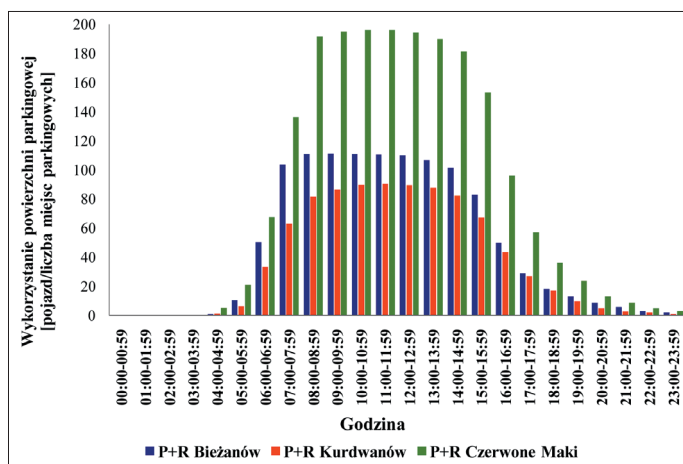
Rys. 6. Średnia liczba pojazdów wyjeżdżających z analizowanych parkingów w poszczególnych godzinach doby w dni robocze

Na podstawie rysunku 6 można stwierdzić, że najwięcej pojazdów wyjeżdża z analizowanych parkingów w godzinach popołudniowych. Z parkingu P+R Bieżanów oraz P+R Kurdwanów najwięcej pojazdów wyjeżdża w godzinach 15:00–18:00, natomiast w przypadku parkingu P+R Czerwone Maki są to godziny 15:00–19:00. Godziny, w których odnotowano najwięcej wjazdów i wyjazdów pojazdów na/z analizowanych parkingów, wskazują na fakt, iż najwięcej osób, które korzystają z parkingów P+R, to osoby dojeżdżające do pracy.

W tabeli 4 przedstawiono średnią liczbę wjazdów pojazdów na analizowane parkingi w poszczególnych miesiącach w ciągu jednego dnia. Biorąc pod uwagę wszystkie analizowane parkingi, można wnioskować, że w listopadzie było najwięcej wjazdów pojazdów. W związku z tym na wykresie (rys. 7) przedstawiono wykorzystanie powierzchni analizowanych parkingów w listopadzie w poszczególnych godzinach doby.

Tabela 4

Średnia liczba pojazdów wjeżdżających na analizowane parkingi w ciągu jednego dnia w poszczególnych miesiącach			
Miesiąc	Parking P+R Bieżanów	Parking P+R Kurdwanów	Parking P+R Czerwone Maki
Marzec	121	81	233
Kwiecień	128	92	236
Maj	129	88	240
Czerwiec	129	80	229
Lipiec	116	48	189
Sierpień	102	36	173
Wrzesień	129	59	231
Październik	135	91	203
Listopad	133	108	254
Grudzień	129	104	249

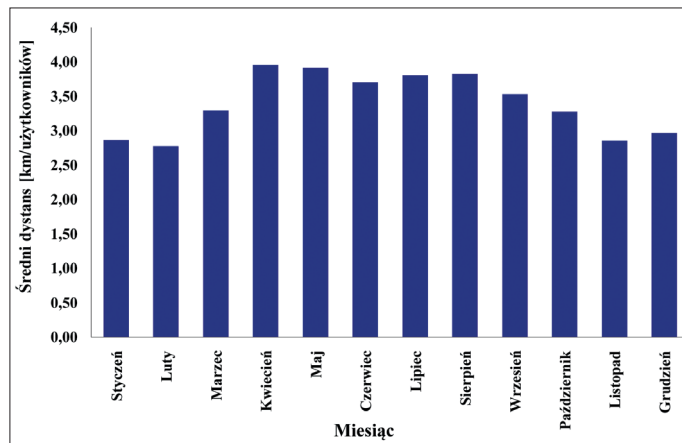


Rys. 7. Wykorzystanie analizowanych parkingów w listopadzie 2018 roku w poszczególnych godzinach doby

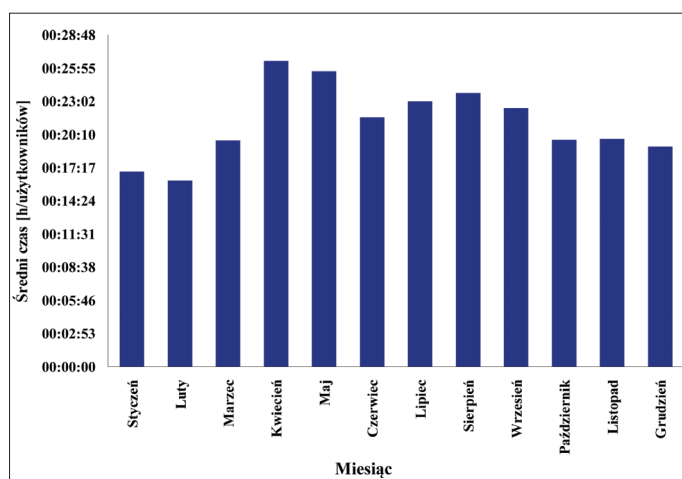
Dane na rysunku 7 wskazują, że największe wykorzystanie powierzchni na parkingu P+R Bieżanów występuje w godzinach 07:00–15:00 na parkingach P+R Kurdwanów oraz P+R Czerwone Maki w godzinach 07:00–16:00. Fakt ten potwierdza, iż użytkownicy tych parkingów to osoby dojeżdżające do pracy. Największym wykorzystaniem powierzchni parkingowej spośród wszystkich analizowanych parkingów charakteryzuje się parking P+R Czerwone Maki.

Analiza wykorzystania systemu rowerów miejskich w Krakowie

Jak podano w [65] w 2018 roku w systemie rowerów miejskich w Krakowie dokonano 987 203 wypożyczeń. Na wykresach (rys. 8a i 8b) przedstawiono średnią długość i średni czas podróży przypadające na jedną podróż w poszczególnych miesiącach 2018 roku.



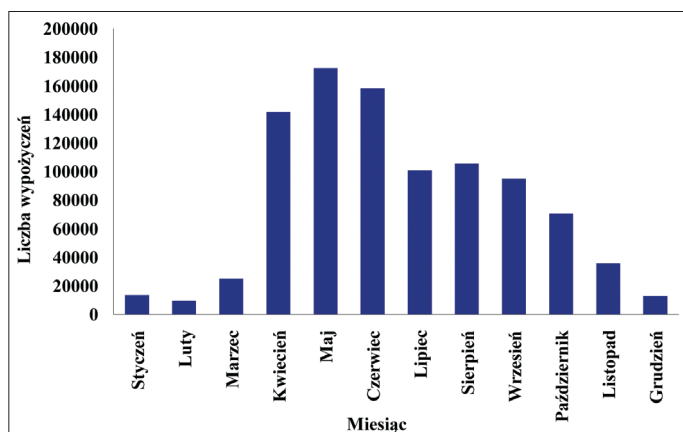
Rys. 8a. Średnia długość jednej podróży w systemie rowerów miejskich Wavelo w poszczególnych miesiącach 2018 roku



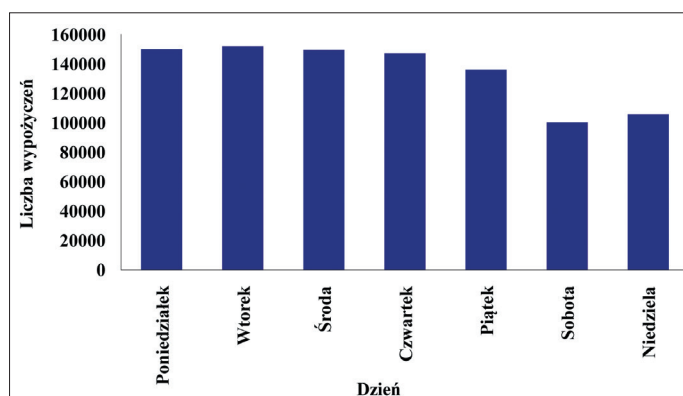
Rys. 8b. Średni czas wypożyczenia w systemie rowerów miejskich Wavelo w poszczególnych miesiącach 2018 roku

Na podstawie danych przedstawionych na rysunku 8a można stwierdzić, że średnia długość jednej podróży w systemie Wavelo to niecałe 3,00 km. W przypadku miesięcy wiosennych oraz letnich średnia długość jednej podróży waha się od 3,50 km do 4,00 km. Podobne wnioski uzyskano w pracy Z. Bryniarskiej i N. Wilk [66]. W pracy tej zawarto analizę średnich długości podróży z wykorzystaniem roweru miejskiego w Krakowie w okresie od marca 2017 roku do czerwca 2018 roku. Średnia długość podróży została określona od 3,60 km do 3,95 km. Z kolei średni czas wypożyczenia w miesiącach zimowych wahał się od 17 minut do 20 minut. W pozostałych miesiącach roku są to podróże trwające od 20 minut do 25 minut. Dane wskazują, że ten środek transportu był najchętniej wykorzystywany do krótkich podróży wykonywanych na terenie Krakowa.

Liczbę wypożyczeń rowerów w systemie Wavelo w podziale na miesiące i dni tygodnia przedstawiono na rysunkach 9a i 9b. Analizując liczbę wypożyczeń w poszczególnych miesiącach 2018, można stwierdzić, że najwięcej wypożyczeń zarejestrowano od kwietnia do czerwca, natomiast najmniej od stycznia do marca oraz w listopadzie i grudniu, co związane jest z niekorzystnymi warunkami atmosferycznymi panującymi w tych miesiącach w Polsce. Mniejsza liczba wypożyczeń rowerów w lipcu i sierpniu w porównaniu do miesięcy wiosennych ma prawdopodobnie związek z okresem wakacyjnym i wyjazdami mieszkańców na urlop poza miasto. Dni weekendowe charakteryzują się mniejszą liczbą wypożyczeń niż dni robocze. Może mieć to związek z faktem, iż osoby korzystające z systemu rowerów miejskich wykorzystują ten środek transportu przy dojazdach do pracy, szkoły, na uczelnię lub jako uzupełnienie podróży wykonywanej z wykorzystaniem publicznego transportu zbiorowego.

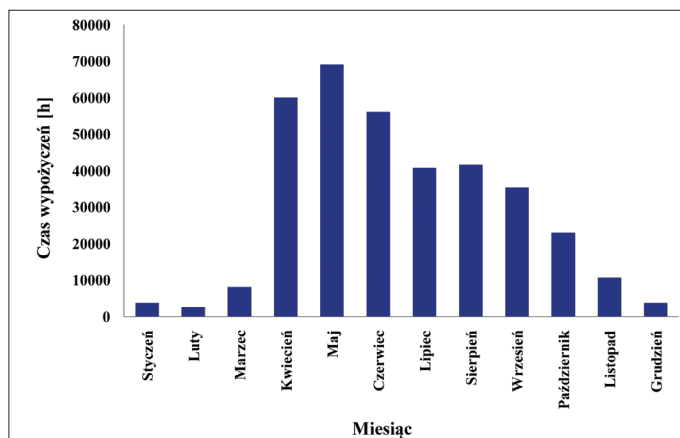


Rys. 9a. Liczba wypożyczeń w systemie rowerów miejskich Wavelo w poszczególnych miesiącach w 2018 roku

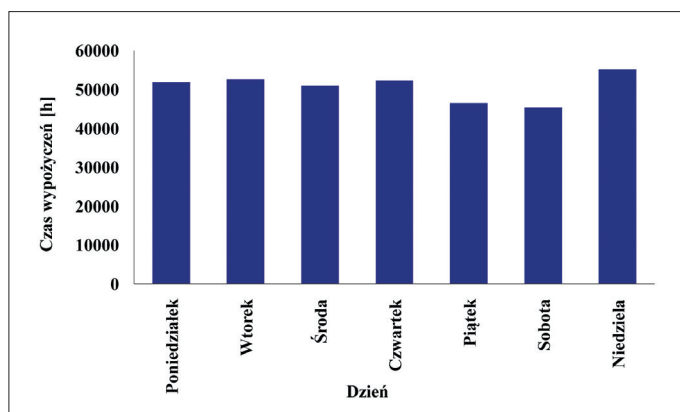


Rys. 9b. Liczba wypożyczeń w systemie rowerów miejskich Wavelo w poszczególnych dniach tygodnia w 2018 roku

Na rysunkach 10a i 10b przedstawiono zmienność długości czasu wypożyczeń w podziale na miesiące oraz dni tygodnia. Podobnie jak w przypadku liczby wypożyczeń, czas wypożyczeń jest krótszy w miesiącach zimowych niż w miesiącach wiosennych oraz letnich. Natomiast analizując dni tygodnia, najdłuższy czas wypożyczenia odnotowano w niedzielę, a najkrótszy w piątek i sobotę. Pozostałe dni tygodnia charakteryzują się zbliżonymi do siebie wartościami. Biorąc pod uwagę fakt, iż zgodnie z danymi, w niedzie-



Rys. 10a. Długość czasu wypożyczeń w systemie rowerów miejskich Wavelo w poszczególnych miesiącach w 2018 roku

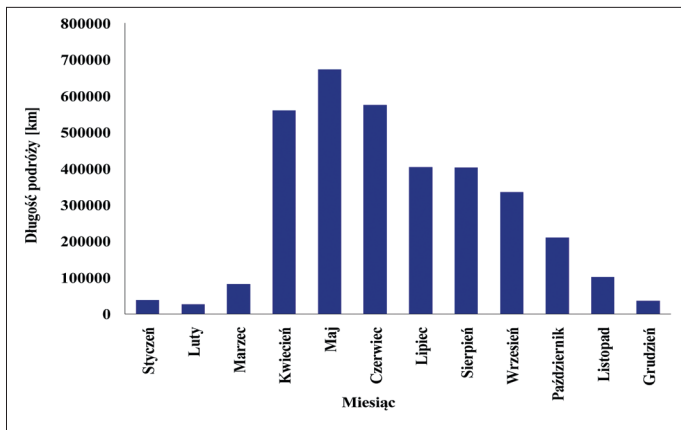


Rys. 10b. Długość czasu wypożyczeń w systemie rowerów miejskich Wavelo w poszczególnych dniach tygodnia w 2018 roku

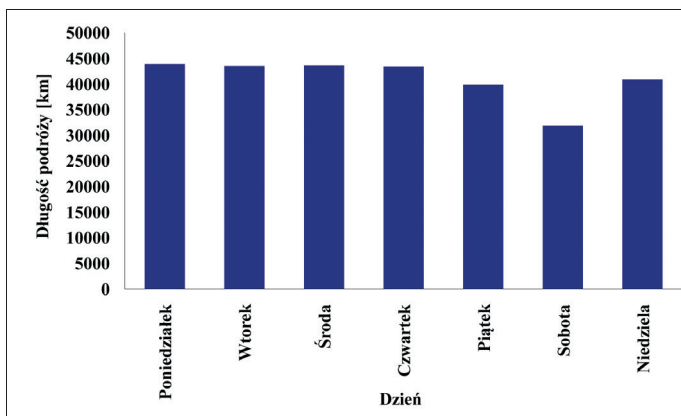
łę mniej użytkowników korzysta z systemu oraz fakt, iż czas trwania podróży jest najdłuższy w niedzielę spośród wszystkich dni tygodnia, można wnioskować, że podróże wykonywane w niedzielę były czasowo dłuższe od tych w pozostałe dni tygodnia.

Z kolei długości podróży (wyrażone w kilometrach), tak samo jak liczba wypożyczeń oraz czas wypożyczeń, były największe od kwietnia do czerwca, a najmniejsze w miesiącach zimowych (rys. 11a i 11b). Zdecydowanie niższą wartość średniego pokonanego dystansu w porównaniu z pozostałymi dniami tygodnia można zauważyć w sobotę. Od poniedziałku do czwartku wartości te są na podobnym poziomie, natomiast w piątek oraz w niedzielę są one mniejsze. Analizując dane dotyczące systemu rowerów miejskich, można stwierdzić, że przeciętny użytkownik najchętniej korzystał z wypożyczonego roweru do realizacji krótkich podróży (trwających średnio 21 minut), w dni robocze i w miesiącach od kwietnia do czerwca.

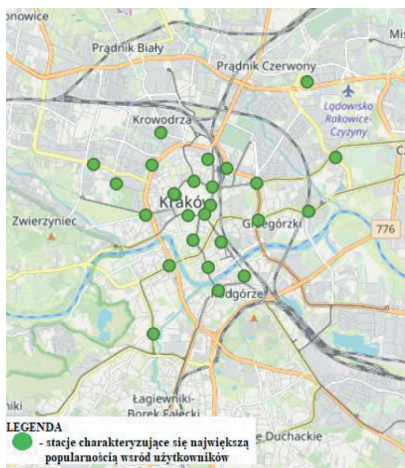
Wykorzystując program QGIS, przedstawiono schematycznie lokalizacje stacji rowerów miejskich charakteryzujące się największą (rys. 12a) oraz najmniejszą (rys. 12b) popularnością wśród użytkowników systemu Wavelo w 2018 roku, wyrażoną liczbą wypożyczeń. Wśród stacji, z których dokonano najwięcej wypożyczeń, można przede wszystkim wymienić: Miasteczko Studenckie AGH, Teatr Bagatela I, Plac Wszystkich Świętych, Pawia. Z kolei wśród



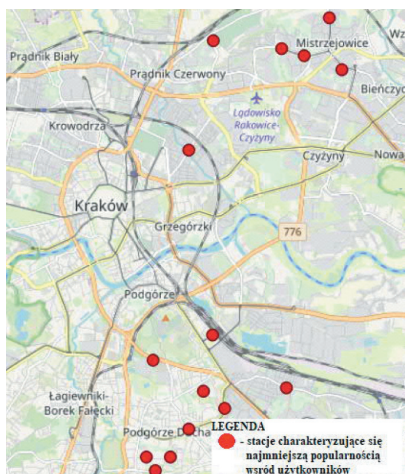
Rys. 11a. Długość podróży (wyrażona w kilometrach) w systemie rowerów miejskich Wavelo w poszczególnych miesiącach 2018 roku



Rys. 11b. Długość podróży (wyrażona w kilometrach) w systemie rowerów miejskich Wavelo w poszczególne dni tygodnia 2018 roku



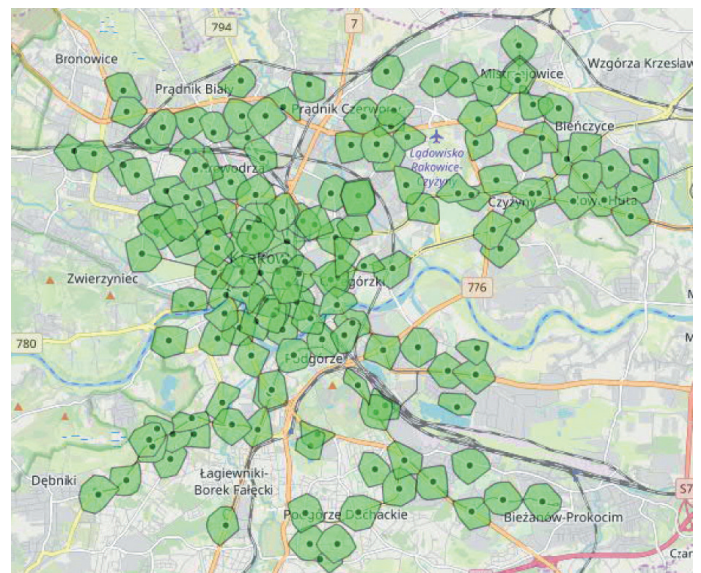
Rys. 12a. Stacje roweru miejskiego Wavelo w Krakowie charakteryzujące się największą popularnością wśród użytkowników w 2018 roku



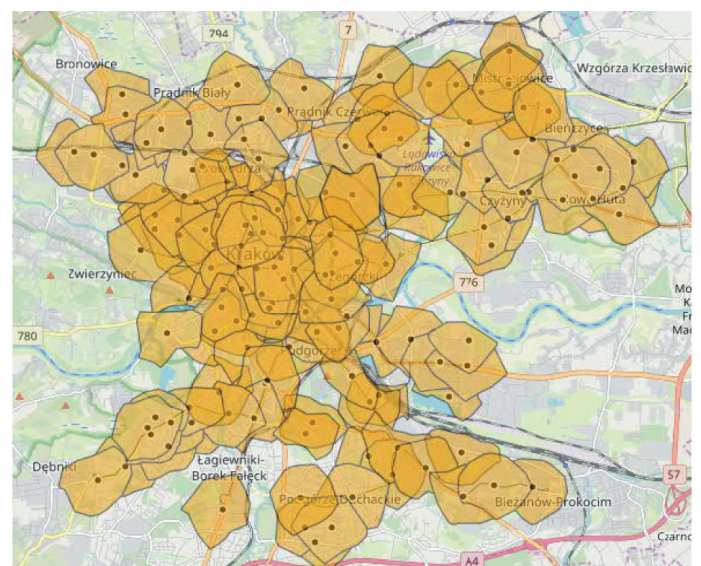
Rys. 12b. Stacje roweru miejskiego Wavelo w Krakowie charakteryzujące się najmniejszą popularnością wśród użytkowników w 2018 roku

stacji, z których dokonano najmniej wypożyczeń, można wymienić: Narzymskiego II, Osiedle Piastów, Prądnik Czerwony, Osiedle Złotego Wieku. Analizując rysunek 12, można stwierdzić, że największą popularnością charakteryzują się stacje zlokalizowane w okolicach centrum miasta, natomiast najmniejszą – stacje znajdujące się na obrzeżach miasta.

Jako uzupełnienie przeprowadzonej analizy wykorzystania systemu Wavelo wykonano także analizę dostępności pieszej do stacji w systemie Wavelo w kategorii czasowej 5 minut (rys. 13a) oraz 10 minut (rys. 13b). Dostępność przedstawiono z wykorzystaniem izochron, biorąc pod uwagę wszystkie zabudowania i inne przeszkody w terenie. Dostępność piesza określa najłatwiejszy sposób dotarcia do określonego miejsca. Na podstawie rysunku 13 można stwierdzić, że w centralnej części miasta zauważalna jest duża dostępność stacji dla użytkowników, nawet przy wariancie krótszego czasu dojścia – 5 minut.



Rys. 13a. Dostępność piesza – 5 minut do stacji roweru miejskiego w Krakowie w 2018 roku



Rys. 13b. Dostępność piesza – 10 minut do stacji roweru miejskiego w Krakowie w 2018 roku

Podsumowanie

Przedstawione rozwiązania zmniejszające zatłoczenie w miastach są czynnikiem mogącym poprawić stan bezpieczeństwa ruchu drogowego na terenach zabudowanych oraz wskazują na szereg możliwości wspomagających zarządzanie mobilnością mieszkańców. Analiza wykorzystania parkingów P+R oraz systemu rowerów miejskich w Krakowie potwierdza skuteczność podejmowanych działań w celu redukcji liczby pojazdów w centrum Krakowa, a co za tym idzie – zmniejszenie prawdopodobieństwa wystąpienia zdarzenia drogowego. Przeprowadzone w artykule analizy w zakresie wykorzystania parkingów P+R pozwoliły na sformułowanie następujących wniosków:

- najwięcej zaparkowanych pojazdów na parkingu P+R Bieżanów było w godzinach 07:00–15:00, natomiast na parkingach P+R Kurdwanów i P+R Czerwone Maki – w godzinach 07:00–16:00;
- kierowcy najczęściej na parkingi wjeżdżali w godzinach porannych (na parking P+R Bieżanów w godzinach 06:00–08:00, na parkingi P+R Kurdwanów i P+R Czerwone Maki w godzinach 06:00–09:00), a wyjeżdżali w godzinach popołudniowych (z parkingów P+R Bieżanów i P+R Kurdwanów – w godzinach 15:00–18:00, z parkingu P+R Czerwone Maki w godzinach 15:00–19:00). Ponadto w dni robocze występowało większe wykorzystanie powierzchni parkingowej niż w przypadku dni weekendowych. Wyniki tych analiz wskazują na fakt, iż znaczna część użytkowników parkingów P+R to osoby dojeżdżające do pracy;
- w miesiącach wakacyjnych (lipiec i sierpień) można zaobserwować mniejszą liczbę pojazdów wjeżdżających na analizowane parkingi w porównaniu do pozostałych miesięcy.

Z kolei analizy w zakresie wykorzystania systemu Wavelo w Krakowie pozwoliły na sformułowanie następujących wniosków:

- średni czas wypożyczenia roweru wynosił 20 minut, natomiast średni dystans pokonany z wykorzystaniem wypożyczonego roweru to 3,50 km. System ten więc służył użytkownikom do odbywania krótkich podróży, mógł być wykorzystywany do łączenia podróży z wykorzystaniem środków transportu publicznego;
- miesiące: kwiecień, maj, czerwiec charakteryzowały się największą liczbą wypożyczeń rowerów. Natomiast w miesiącach: styczeń, luty, marzec, listopad, grudzień wypożyczeń rowerów miejskich było najmniej, co prawdopodobnie spowodowane było niekorzystnymi warunkami pogodowymi, jakie występują w Polsce w tych miesiącach;
- największą popularnością wśród użytkowników systemu cieszyły się stacje zlokalizowane blisko centrum miasta, najmniejszą natomiast stacje zlokalizowane na obrzeżach miasta. Dodatkowo można zauważyć, że dostępność dojścia pieszego jest większa w centrum miasta niż poza jego obszarem.

Literatura

1. Richardson B.C., *Sustainable transport: analysis frameworks*, J. "Journal of Transport Geography", 13 pp. 29–39 (2005), doi: 10.1016/j.jtrangeo.2004.11.005.
2. Macioszek E., *Changes in Values of Traffic Volume – Case Study Based on General Traffic Measurements in Opolskie Voivodeship (Poland)*, LNCS 51 pp. 66–76 (2018). doi: 10.1007/978-3-319-98615-9_6.
3. Gaca S., Suchorzewski W., Tracz M., *Inżynieria ruchu drogowego. Teoria i praktyka*, WKŁ, Warszawa 2008.
4. <http://statystyka.policja.pl/st/ruch-drogowy/76562,Wypadki-drogowe-raporty-roczne.html>
5. <https://www.krbrd.gov.pl/pl/test.html>
6. Biała Księga, Komisja Europejska, Bruksela 2011.
7. Strategia Rozwoju Transportu do 2020 roku (z perspektywą do 2030 roku), Ministerstwo Transportu, Budownictwa i Gospodarki Wodnej, Warszawa 2013.
8. Goldman T., Gorham R., *Sustainable urban transport: Four innovative directions*, Technol Soc 28, pp. 261–273 (2013), doi: 10.1016/j.techsoc.2005.10.007.
9. Topp H., Pharoah T., *Car-free city centres*, Transp. 21, pp. 231–247 (1994), doi: 10.1007/BF01099212.
10. Macioszek E., *Electric Vehicles – Problems and Issues*, Adv. Intell. Syst. Comput. 1091, pp. 169–183 (2019), doi: 10.1007/978-3-030-35543-2_14.
11. Kurek A., *Analiza dostępności transportowej miasta Warszawa*, praca magisterska, Politechnika Śląska, Wydział Transportu, Katedra Systemów Transportowych i Inżynierii Ruchu, Katowice, czerwiec 2019, promotor: dr hab. inż. Elżbieta Macioszek, prof. PŚ.
12. Bolger D., Colquhoun S., Morrall J., *Planning and design of park-and-ride facilities for the Calgary light rail transit system*, Transp. Res. Rec., 1361, pp. 141–148, 1992.
13. Lam W.H., Holyoak N.M., Lo H.P., *How park-and-ride schemes can be successful in Eastern Asia*, J Urban Plan D-ASCE, 127, pp. 63–78 (2001), doi: 10.1061/(ASCE)0733-9488(2001)127:2(63).
14. Dickins S., *Park and ride facilities on light rail transit systems*. Transp. 18, pp. 23–36 (1991), doi: 10.1007/BF00150557.
15. Holguín-Veras J., Aros-Vera F., Reilly J.J., *User rationality and optimal park-and-ride location under potential demand maximization*, "Transportation Research B-Meth" 46, pp. 949–970 (2012), doi: 10.1016/j.trb.2012.02.011.
16. Bos L., Ettema D., Molin E., *Modeling effect of travel time uncertainty and traffic information on use of park-and-ride facilities*, "Transportation Research", 1898, pp. 37–44 (2004), doi: 10.3141/1898-05.
17. Schank J.L., *Encouraging kiss-and-ride at commuter railroad stations*, "Transportation Research", 1793, pp. 7–14 (2002), doi: 10.3141/1793-02.
18. Duda U., Starowicz W., *Strefa krótkiego postoju kiss and ride*, „Transport Miejski i Regionalny”, 2014, nr 12.
19. Gasz K., *Oznakowanie i wykorzystanie parkingów Kiss & Ride*, „Przegląd Komunikacyjny”, 2020, nr 75.
20. Duda U., *Analiza funkcjonowania strefy kiss and ride przy Małopolskim Dworcu Autobusowym w Krakowie*, „Transport Miejski i Regionalny”, 2015, nr 2.
21. Martens K., *Promoting bike-and-ride: The Dutch experience*, "Transportation Research A Policy Pract.", 4, pp. 326–338 (2007), doi: 10.1016/j.tra.2006.09.010.
22. Jingxu C., Xuewu C., Wei W., Baol F., *The demand analysis of bike-and-ride in rail transit stations based on revealed and stated preference survey*, "Procedia Soc. Behav". Sci. 96, pp. 1260–1268 (2013), doi: 10.1016/j.sbspro.2013.08.143.

23. Cervero R., Caldwell B., Cuellar J., *Bike-and-ride: build it and they will come*, "Journal Public. Transp.", 16 pp. 83–105 (2013). doi: 10.5038/2375–0901.16.4.5.
24. Parkhurst G., *Park and ride: Could it lead to an increase in car traffic?*, "Transport policy", 2, pp. 15–23 (1995), doi: 10.1016/0967–070X(95)93242-Q.
25. Duda U., *Wyniki badań ankietowych przeprowadzonych na parkingach „Parkuj i Jedź” w Warszawie*, „Transport Miejski i Regionalny”, 2016, nr 10.
26. Karamychev V., van Reeve P., *Park-and-ride: Good for the city, good for the region?*, Reg. Sci. Urban Econ. 41 pp. 455–464 (2011), doi: 10.1016/j.regsciurbeco.2011.03.002.
27. Katzev R., *Car sharing: A new approach to urban transportation problems*, ASAP 3, pp. 65–86 (2004). doi: 10.1111/j.1530 – 2415.2003.00015.x.
28. Firnkorn J., Müller M., *What will be the environmental effects of new free-floating car-sharing systems? The case of car2go in Ulm*, Ecol. Econom. 70, pp. 1519–1528 (2011), doi: 10.1016 /j.ecolecon.2011.03.014.
29. Cervero R., Golub A., Nee B., *City CarShare: longer-term travel demand and car ownership impacts*, "Transportation Research", 1, pp. 70–80 (2007), doi.org/10.3141/1992–09.
30. Baptista P., Melo S., Rolim C., *Energy, environmental and mobility impacts of car-sharing systems. Empirical results from Lisbon, Portugal*, "Procedia Soc. Behav. Sci." 111, pp. 28–37 (2014), doi: 10.1016/j.sbspro.2014.01.035.
31. Shaheen S., Guzman S., Zhang H., *Bikesharing in Europe, the Americas and Asia: Past, Present and Future*, "Transportation Research", 1, pp. 159–167 (2010), doi: 10.3141/2143–20.
32. Mátrai T., Tóth J., *Comparative assessment of public bike sharing systems*, "Transportation Research", 14, pp. 2344–2351 (2016), doi.org/10.1016/j.trpro.2016.05.261.
33. Parkes S.D., Marsden G., Shaheen S.A., Cohen A.P., *Understanding the diffusion of public bikesharing systems: evidence from Europe and North America*, "Journal of Transport Geography", 31 pp. 94–103 (2013), doi.org/10.1016/j.jtrangeo.2013.06.003.
34. Macioszek E., Świerk P., Kurek A., *Bike-sharing system as an element of enhancing sustainable mobility – case study based on city in Poland*, Sustainability, 2020 (in print).
35. Austwick M.Z., O'Brien O., Strano E., Viana M., *The structure of spatial networks and communities in bicycle sharing systems*, PloS one 8 (2013), doi: 10.1371/journal.pone.0074685.
36. Tran T.D., Ovtracht N., D'arcier B.F., *Modeling bike sharing system using built environment factors*, Procedia CIRP 30, pp. 293–298 (2015), doi: 10.1016/j.procir.2015.02.156.
37. Tang G., Keshav S., Golab L., Wu K., *Bikesbare pool sizing for bike-and-ride multimodal transit*, IEEE Trans. Intell. Transp. Syst. 19, pp. 2279–2289 (2018), doi: 10.1109/TITS.2018.2814583.
38. Faghieh-Imani A., Hampshire R., Marla L., Eluru N., *An empirical analysis of bike sharing usage and rebalancing: Evidence from Barcelona and Seville*, "Transp. Res. A Policy Pract.", 97, pp. 177–191 (2017), doi: 10.1016/j.tra.2016.12.007.
39. Shaheen S., Cohen A., *Shared Micromobility Policy Toolkit: Docked and Dockless Bike and Scooter Sharing*, UC Berkley: Transportation Sustainability Research Center, 2019.
40. Smith C.S., Schwieterman J.P., *E-scooter scenarios: evaluating the potential mobility benefits of shared dockless scooters in Chicago*, Chaddick Institute Policy Series, Chicago 2018.
41. Shaheen S., Cohen A., Chan N., Bansal A., *Sharing strategies: carsharing, shared micromobility (bikesharing and scooter sharing), transportation network companies, microtransit, and other innovative mobility modes*, Transportation, Land Use, and Environmental Planning, pp. 237–262 (2020), doi: 10.1016/B978–0-12–815167–9.00013-X.
42. Szarata A., *Rola pozyskiwania danych w kontekście funkcjonowania stref płatnego parkowania*, „Zeszyty Naukowo-Techniczne SITK. Seria: Materiały Konferencyjne”, 2015, 105.
43. Nieuwenhuijsen M.J., Khreis K., *Car free cities: Pathway to healthy urban living*, Environ. Int. 94 pp. 251–262 (2016). doi.org/10.1016/j.envint.2016.05.032.
44. <https://www.oslo.kommune.no/politics-and-administration/green-oslo/best-practices/car-free-city/#gref>, dostęp: 10.03.2020.
45. Litman T., *Parking pricing implementation guidelines*, Victoria Transport Policy Institute, 2010.
46. Biedrońska J., Figaszewski J., Kozak K., Lisiak A., Mikoś-Rytel W., *Projektowanie obiektów motoryzacyjnych*, WPS, Gliwice 2010.
47. Jamroz K., Oskarbski J., Krukowski P., *System informacji parkingowej w zintegrowanym systemie zarządzania ruchem TRISTAR*, „Zeszyty Naukowo-Techniczne SITK. Seria: Materiały Konferencyjne”, 2013, nr 1.
48. Shoup C., *Cruising for parking*, "Transport Policy", 13 pp. 479–486 (2006), doi: 10.1016/j.tranpol.2006.05.005.
49. Szarata A., *Strefy płatnego parkowania jako narzędzie sterowania dostępnością centrów miast*, „Autostrady”, 2017, nr 10.
50. Villarreal Chavez B., Kurek A., Sierpiński G., Juźniewicz J., Kielc B., *Review and comparison of traffic calming solutions: Mexico City and Katowice*, SJUST, 96, pp. 185–195 (2017), doi: 10.20858/sjsutst.2017.96.17.
51. Sołowczuk A., Gardas P., *Strefa Tempo-30 w centrum Szczecina*, „Drogi: budownictwo infrastrukturalne”, 2018, nr 2.
52. Beim M., *Doświadczenie krajów niemieckojęzycznych w zakresie strefowego uspokojenia ruchu*, „Transport Miejski i Regionalny”, 2011, nr 4.
53. Collarte N., *The Woonerf Concept. Rethinking a Residential Street in Somerville*, Master of Arts in Urban and Environmental Policy and Planning, 2012.
54. Betlej M., Radziejowska A., *Rozwój idei stref woonerf w Polsce na przykładzie miasta Łodzi*, „Autobusy TEST”, 2016, nr 17.
55. Qureshi K.N., Abdullah A.H., *A survey on intelligent transportation systems*, Middle East J. Sci. Res. 15, pp. 629–642 (2013), doi: 10.5829/idosi.mejsr.2013.15.5.11215.
56. Lewicki W., *Inteligentne systemy transportowe jako narzędzie inżynierii ruchu drogowego*, „Autobusy TEST”, 2012, nr 13.
57. Gryzik R., Kozłowski W., *Poprawa bezpieczeństwa pieszych poprzez budowę aktywnych przejść dla pieszych*, „Transport Miejski i Regionalny”, 2019, nr 1.
58. Ambak K., Atiq R., Ismail R., *Intelligent transport system for motorcycle safety and issues*, Eur. J. Sci. Res. 2, pp. 600–611.
59. <https://stat.gov.pl/>, dostęp: 12.01.2020.
60. <http://sewik.pl/>, dostęp: 12.01.2020.
61. Matoga P., *Przystanki wiedeńskie w Krakowie*, „Transport Miejski i Regionalny”, 2013, nr 6.
62. <http://www.roverem-przez-krakow.pl/>, dostęp: 06.03.2020.
63. <https://gazetakrakowska.pl/rower-miejski-znika-z-krakowa-na-dobre-i-w-tym-roku-juz-nie-powroci-fiasko-rozmow/ar/c1-14821008>, dostęp: 06.03.2020.
64. <http://mobilnykrakow.pl/>
65. <https://www.transport-publiczny.pl/wiadomosci/krakow-niemal-milion-wypozycczen-wavelo-w-2018-r-60604.html>, dostęp: marzec 2020.
66. Bryniarska Z., Wilk N., *Ocena systemu wypożyczalni rowerów miejskich Wavelo w Krakowie*, „Transport Miejski i Regionalny”, 2018, nr 10.