

ANALIZA PRZEWOZÓW PASAŻERSKICH I OFERTY PRZEWOZOWEJ KOLEI AGLOMERACYJNEJ NA PRZYKŁADZIE LINII KRAKÓW – MIECHÓW

Streszczenie

W związku z rosnącą mobilnością mieszkańców aglomeracji i tradycją korzystania z transportu indywidualnego, jako podstawowego środka do przemieszczania, pojawia się problem wyczerpywania przepustowości niektórych odcińków drogowych. Coraz częściej zjawisko kongestii przyczynia się do zwiększenia zainteresowania publicznym transportem zbiorowym wśród mieszkańców. Najlepszym rozwiązaniem podróży do i z centrum oraz poza nim jest środek transport kolejowego. Skutecznym narzędziem rozwoju i popularyzacji kolei podmiejskiej jest sprostanie konkurencyjności z innymi środkami transportu, a w szczególności z podróżami indywidualnymi. Niniejszy artykuł przedstawia analizę przewozów pasażerskich oraz oferty przewozowej kolei aglomeracyjnej na przykładzie linii Kraków – Miechów, a także niektóre sposoby integracji z innymi środkami transportu na podstawie takich narzędzi jak Park&Ride oraz wspólna taryfa. Po przedstawieniu tych aspektów wraz z opisem historii kolei w centralnej Małopolsce i danymi statystycznymi na przestrzeni lat, podjęto próbę zasugerowania kierunków rozwoju transportu szynowego w regionie, na podstawie sukcesu jakim jest reorganizacja połączenia Kraków Lotnisko – Wieliczka Rynek-Kopalnia.

WPROWADZENIE

Problematyka transportu towarzyszy człowiekowi od początków rozwoju cywilizacji, a transport kolejowy – od początku rewolucji przemysłowej. Kolej aglomeracyjna zaś, to w Polsce stosunkowo nowa usługa, jednakże ze względu na wysoki popyt, rozwijająca się wyjątkowo sprawnie. W literaturze przedmiotu pojęcie transportu definiuje się jako „technicznie, organizacyjnie i ekonomicznie wydzielone z innych czynności, celowe przemieszczanie wszelkich ładunków i osób” [1]. Uściślwszy, jako transport kolejowy aglomeracyjny (podmiejski) rozumie się taki transport, w którym podróże trwają nie dłużej niż 30 minut i są realizowane na odległość nie większą niż 15 km, z kolei podróże trwające nie więcej niż 60 minut na odległość nie większą niż 70 km określa się mianem transportu kolejowego regionalnego [2]. Niemniej jednak, ze względu na nie zawsze przejrzyste różnice, a co ma kluczowe znaczenie, duże odległości pomiędzy niektórymi gminami zrzeszonymi w Krakowskim Obszarze Metropolitalnym, a miastem centralnym – Krakowem, oba wyróżnione segmenty zostaną zakwalifikowane do kolei aglomeracyjnej. [3]

Dla uproszczenia, niech transport oznacza zdolność do przemieszczania osób z punktu rozpoczęcia podróży, do punktu jej zakończenia przy wykorzystaniu różnych środków transportu. Kolej aglomeracyjna zaś niech oznacza przewozy kolejowe pasażerskie realizowane przynajmniej w części na terenie aglomeracji.

Transport jest także kluczowym aspektem sprawnego zarządzania ośrodkami miejskimi, w tym całymi aglomeracjami. Ograniczona przestrzeń, wysoki popyt na usługi transportowe, niska dostępność miejsc parkingowych, problemy kongestii i emisji zanieczyszczeń to słowa kluczowe zagadnienia mobilności w dużych zespołach miejskich. Powszechnie wiadomym jest, że model amerykański budowy miast i ich obsługi transportowej, to droga donikąd. Zgodnie z paradoksem Braessa, nigdy nie nastąpi równowaga podaży i popytu na usługi transportem samochodowym. Jedynym wyjściem z tej sytuacji jest planowanie zrównoważonego rozwoju i równego udziału różnych form transportu w podróżach wewnątrzmijskich i regionalnych. [4]

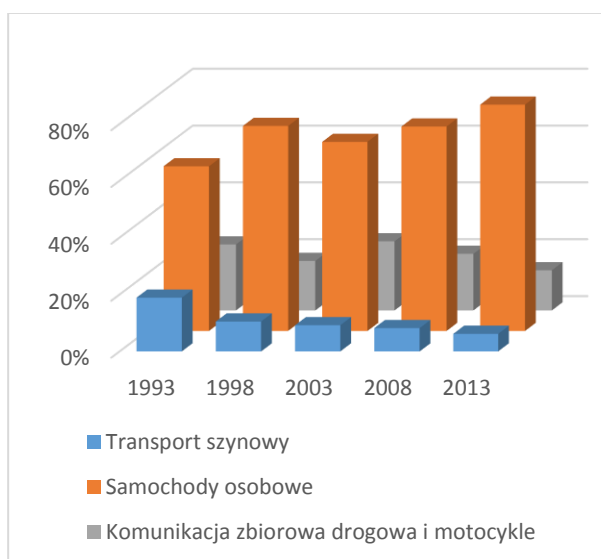
1. PODZIAŁ ZADAŃ PRZEWOZOWYCH JAKO WSKAŹNIK ROZWOJU TRANSPORTU ZRÓWNOWAŻONEGO

„Podział modalny” albo „podział zadań przewozowych” (z ang. *modal split*) jest jednym ze wskaźników zaawansowania miasta we wprowadzaniu oraz promowaniu zrównoważonego rozwoju transportu. Ukazuje on procentowy udział podróży wewnątrzmijskich realizowanych komunikacją indywidualną bądź zbiorową. W bardziej zaawansowanych badaniach rozdziela się formy podróży także na ruch pieszy, rowerowy, samochodowy (wraz z motocyklowym) oraz na podróże różnymi środkami komunikacji miejskiej, jakie są dostępne w badanym mieście (np. autobus, tramwaj, metro, kolej aglomeracyjna). Rozdziela się także transport pojazdami drogowymi na formę podróży jako kierowca i jako pasażer, co pozwala zdefiniować średnie napelnienie pojazdów drogowych [5]. Dążenie do zrównoważenia form podróży jest trendem ogólnoeuropejskim, z którym mierzą się zarówno jednostki miejskie odpowiedzialne za infrastrukturę, jak i urzędnicy na szczeblu Unii Europejskiej, efektem czego było powstanie Białej Księgi. Dokument ten wytycza możliwości rozwojów ośrodków miejskich w zakresie transportu. Promuje się transport zbiorowy, w szczególności szynowy, na rzecz m.in. eliminacji samochodów o napędzie konwencjonalnym, czy wzrostu znaczenia przewozów kolejowych. [6]

Dążenie do zróżnicowania form podróży jest niezwykle trudne, kosztowne oraz pracochłonne, bowiem już na etapie planowania korytarzy transportowych należy znaleźć miejsce oraz środki pieniężne pod budowę różnorodnych systemów transportowych. Należy pamiętać, że stworzenie dostatecznie dogodnych warunków podróży determinuje zmiany przyzwyczajzeń podróżnych. Projektując sieć transportową i rozkład jazdy danego środka, należy zadbać o to, by potencjalny podróżny miał na tyle rozwiniętą ofertę przestrzenną i czasową, aby ta podróż mu się opłacała w formie *door-to-door*, tj. z uwzględnieniem czasu dojścia lub dojazdu pomiędzy przystankami w podróży.

Rysunek 1 przedstawia udział różnych środków transportu w podróżach w całym kraju. Zaprezentowane dane wskazują, że w Polsce dominują podróże indywidualne. Należy jednak zaznaczyć, że ze

względu na formę zebranych danych (udział podróży podany w pasażerokilometrach), największe znaczenie ma tutaj transport pomiędzy miastami. Podróże na większe odległości ze względu na sposób zliczania, mają większy udział, niż podróże odbywane wewnątrz miast bądź aglomeracji [7]. Niemniej jednak, niepokojący jest rosnący trend udziału samochodu we wszelakiego rodzaju podróżach. Przedstawiony wykres na Rysunku 1 obrazuje skalę rozwoju motoryzacji w Polsce po transformacji ustrojowej. Otwarcie rynku spowodowało znaczny wzrost wskaźnika zmotoryzowania Polaków, co w połączeniu z ograniczonym budżetem na utrzymywanie infrastruktury, taboru oraz finansowanie połączeń, przełożyło się na stały spadek uruchamianych połączeń w transporcie zbiorowym. Kumulujące się zaniebania skutkowały coraz dłuższym czasem podróży pomiędzy różnymi miejscowościami, co razem z kurczącą się siatką połączeń powodowało dalszy odpływ pasażerów. Choć rysunek odnosi się do ogółu podróży w Polsce, należy dodać, że sytuacja przewozów regionalnych była równie niestabilna.



Rys. 1. Podział zadań przewozowych w podróżach odbywanych w Polsce w latach 1993 – 2013, (źródło: opracowanie własne na podstawie [7]).

Na Rysunku 2 przedstawiono podział zadań przewozowych na terenie miasta Kraków. Warto zauważyć, że w przypadku podróży innych niż piesze dominują jedynie dwa środki transportu: samochody

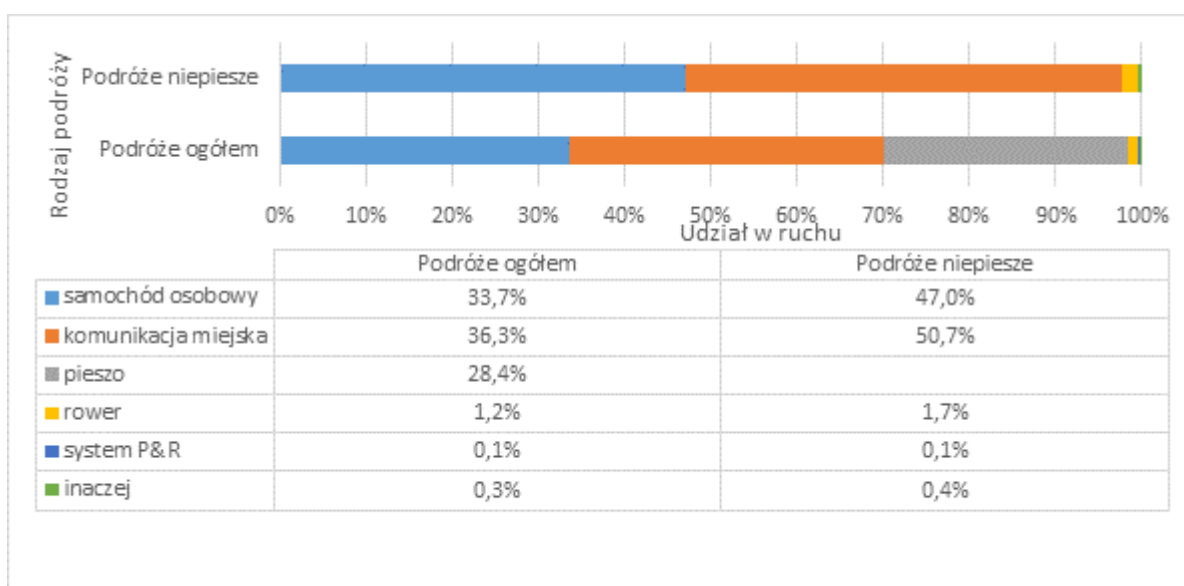
indywidualne i komunikacja miejska. Pozostałe z kolei mają znaczenie marginalne. Wobec takiego stanu rzeczy polityką miasta winno być zwiększenie znaczenia podróży z udziałem transportu rowerowego oraz publicznego transportu zbiorowego, a więc zarówno kolei aglomeracyjnej wraz, na przykład, Park&Ride jako jej nieodłączny element integracyjnym.

Mówiąc o transporcie zrównoważonym, przedstawia się użytkowników samochodów osobowych, pasażerów komunikacji miejskiej, kolei czy rowerzystów na równi. Zatem ich udział w kształtowaniu ruchu w mieście powinien być zbliżony do siebie. Analizując Rysunek 2, łatwo można dojść do konkluzji, że podróże koleją wewnątrz miasta są na bardzo niskim poziomie. Mimo, że Rysunek 2 przedstawia podział zadań przewozowych z 2013 roku, a więc jeszcze sprzed uruchomienia Szybkiej Kolei Aglomeracyjnej, nie należy liczyć na diametralne zwiększenie udziału kolei w podziale zadań przewozowych. Dopiero gęsta sieć linii kursujących w stałym okresie o wysokiej częstotliwości może zapoczątkować zmiany w rozkładzie podróży na terenie Krakowa.

2. HISTORIA SZYBKIEJ KOLEI AGLOMERACYJNEJ W OBSZARZE KRAKOWSKIM

Choć oficjalnie pierwszą linię Szybkiej Kolei Aglomeracyjnej (SKA) w Aglomeracji Krakowskiej uruchomiono dopiero z końcem 2014 roku, to początków istnienia krakowskiego węzła kolejowego można dopatrywać się w połowie XIX wieku. Linię kolejową nr 8 (Warszawa Zachodnia – Kraków Główny Osobowy) otwarto w 1934 roku, w latach '60 rozpoczęto elektryfikację linii, przy czym odcinek Tunel – Kraków został zelektryfikowany w roku 1968, zaś odcinek Sędziszów - Tunel – 2 lata wcześniej. W 1939 roku na odcinku Kraków – Tunel kursowało 8 par pociągów, w rozkładzie na rok 1980 uwzględniono 10 par pociągów osobowych oraz kolejnych 10 par pociągów pospiesznych. [9]

Aktualnie krakowski węzeł kolejowy składa się z 8 linii (8, 91, 94, 95, 100, 109, 118 i 133), spośród których regularny ruch pasażerski odbywa się na 6 z nich oraz z 18 łącznic kolejowych, w tym linii 624 (Kraków Zabłocie – Kraków Krzemionki) będącej w budowie. Ukończenie tej łącznicy jest niezwykle istotne, gdyż pozwoli na wydłużenie pociągów z Miechowa i Sędziszowa aż do Skawiny i Kalwarii Zebrzdowskiej bez konieczności zmiany czoła pociągu na stacji Kraków Płaszów [10]. W ten sposób zrealizuje się w pełni obsługa transportowa na osi północ – południe. Fakt ten jest determinantą istnienia i



Rys. 2. Udział różnych środków lokomocji w podróżach realizowanych w Krakowie (źródło: opracowanie własne na podstawie [8]).

funkcjonowania kolei miejskich i regionalnych, gdyż znacząco podwyższa jej konkurencyjność w aspekcie czasowym wobec innych środków transportu, a w szczególności transportu indywidualnego (drogowego).

Obecnie obsługę linii aglomeracyjnych zapewnia przewoźnik Koleje Małopolskie. Ze względu na obecny stan infrastruktury torowej, uruchomiono dwie linie szybkiej kolei aglomeracyjnej:

- SKA1: Kraków Lotnisko/ Airport – Wieliczka Rynek-Kopalnia,
- SKA2: Sędziszów – Miechów – Kraków Główny.

14 grudnia 2014 roku po utworzeniu spółki Koleje Małopolskie uruchomiono część SKA1 na trasie Wieliczka Rynek Kopalnia - Kraków Główny, całkowita linia została otwarta 28 września 2015 roku umożliwiając dojazd do portu lotniczego w podkrakowskich Balicach. 13 grudnia 2015 roku została uruchomiona część SKA2 na trasie Sędziszów - Kraków Główny.

W chwili obecnej przewoźnik dysponuje wyłącznie elektrycznymi zespołami trakcyjnymi będącymi własnością Urzędu Marszałkowskiego Województwa Małopolskiego. Park taborowy składa się z trzech serii pojazdów: z 4 dwuczłonowych EZT typu EN99, 6 trójczłonowych EZT typu EN64 oraz 5 czteroczłonowych EZT typu EN77 marki PESA. Ponadto przewoźnik oczekuje na wyprodukowanie i dostarczenie cztero- (31WE) i pięcioczłonowych (EN79) składów „Impuls” produkcji nowosądeckiego Newagu. Najstarsze z użytkowanych pojazdów – PESA Acatus II (EN77), wyprodukowane w latach 2010 – 2011, są w trakcie napraw rewizyjnych czwartego rzędu oraz przemalowania do nowych barw Małopolski. Wszystkie pojazdy przystosowane są do poruszania się z prędkością maksymalną 160 km/h. Koleje Małopolskie mogą zatem poszczycić się najmniejszym średnim wiekiem pojazdów spośród wszystkich polskich przewoźników kolejowych.

Aktualnie celem Urzędu Marszałkowskiego Województwa Małopolskiego jest jak najszybsze uruchomienie 3 linii stanowiących kręgosłup przewozów pasażerskich w aglomeracji:

- SKA1: Balice (Port Lotniczy) – Kraków – Wieliczka,
- SKA2: Sędziszów – Kraków – Podbory Skawińskie,
- SKA3: Trzebinia – Kraków – Tarnów.

Pierwsza linia ma przejąć pasażerów z Wieliczki i być jednocześnie linią dowozową do Międzynarodowego Portu Lotniczego w Balicach. Linia ma w pełni charakter miejski – większość trasy przebiega w pobliżu gęstej zabudowy mieszkalnej lub usługowej, a punkty wymiany pasażerskiej rozlokowane są gęsto. Dwie kolejne będą stanowić trzon przewozów aglomeracyjnych w relacjach północ – południe oraz wschód – zachód.

Zrezygnowano z jednoczesnego uruchomienia wszystkich linii, gdyż warunki ruchowe na części linii kolejowych nie pozwoliłyby na określenie tychże połączeń mianem szybkiej kolei oraz nie przyciągnęłyby dużej liczby pasażerów przy jednoczesnym zachowaniu stosunkowo wysokich kosztów stałych funkcjonowania połączeń kolejowych. W dalszym ciągu oczekuje się na poprawę warunków umożliwiających swobodne korzystanie z infrastruktury liniowej i towarzyszącej tj. ukończenie modernizacji linii 91, 133 oraz ukończenie budowy linii 624. Uruchomienie części linii SKA3 w wariantcie wschodnim, tj. Kraków Główny – Tarnów odbędzie się 11 grudnia 2016 roku. Wydłużenie zaś linii SKA2 do relacji docelowej planowane jest na rok 2017, po oddaniu łącznicy Kraków Zabłocie – Kraków Bonarka do użytkowania. [11]

Docelowo w przyszłości, zgodnie ze Studium wykonalności SKA w Krakowie, kolej aglomeracyjna ma składać się aż z 7 linii:

1. Kraków Podłęże – Kraków Główny – Trzebinia;
2. (Wadowice) – Skawina – Łącznica Krzemionki – Kraków Główny – Miechów;
3. Wieliczka Rynek – Kraków Główny – Balice;

4. Kraków Główny – Kraków Batowice – Kraków Nowa Huta – Podłęże – Kraków Płaszów – Kraków Główny;
5. Kraków Mydlniki – Kraków Olsza – Kraków Płaszów;
6. Kraków Mydlniki – Kraków Lubocza – Kraków Nowa Huta;
7. Kraków Mydlniki – Kraków Olsza – Kraków Łęg.

Uruchomienie zatem przewozów pasażerskich nawet w najgorszym wariantcie 3 linii wyczerpie w pełni definicję kolei aglomeracyjnej, bowiem linie te będą przewozić pasażerów promieniście z Krakowa w 6 kierunkach aglomeracji. Uruchomienie linii czwartej i każdej kolejnej pozwoli na przejście ruchu wewnątrzmiastowego i tym samym odciążenie obecnego układu drogowego, jak i pojazdów komunikacji miejskiej. [12, 13] Jak dotąd nie rozpoczęto przygotowań do uruchomienia linii 4-7. Do uruchomienia ruchu pasażerskiego konieczna jest budowa niezbędnej infrastruktury towarzyszącej (stacje i przystanki osobowe) oraz poprawa warunków ruchowych (podniesienie prędkości szlakowej i likwidacja punktowych ograniczeń prędkości).

3. OFERTA KOLEI AGLOMERACYJNEJ NA LINII SKA2 KRAKÓW – MIECHÓW

Rozwój przewozów kolejowych ma szansę zniwelować skutki nadmiernych przewozów drogowych takich jak kongestia, zanieczyszczenie powietrza, czy zanieczyszczenie hałasem. Utrzymanie zatem płynności jazdy i zanik zatorów nastąpi tylko w przypadku mniejszej liczby pojazdów korzystających z sieci drogowej. Oferta przewozów kolejowych winna więc być konkurencyjna pod wieloma aspektami tak, aby zachęcić użytkowników dróg do przesiadki na tę formę transportu. W niniejszym rozdziale poddano analizie przewozy pasażerskie oraz oferty przewozowej na trasie Kraków – Miechów (– Sędziszów).

Sprawnie zorganizowana komunikacja ma szansę przyciągnąć wielu potencjalnych podróżnych, nawet po latach zaniechania przewozów pasażerskich przez przewoźników i władze. Jednakże by móc stworzyć sieć połączeń popularnych wśród mieszkańców, należy myśleć kompleksowo o kolei jako wieloletnim, długotrwałym narzędziu do kształtowania ruchu na sieci kolejowo-drogowej. Świetnym przykładem jest linia SKA1 [14], która od momentu uruchomienia jest stale nadzorowana poprzez regularne pomiary napelnienia (Tabela 1).

Tab. 1. Dobowa liczba przewiezionych pasażerów na linii SKA1 w obie strony (źródło: opracowanie własne na podstawie 21)

Okres badań	Odcinek: Kraków Główny – Wieliczka Rynek-Kopalnia	Odcinek: Kraków Lotnisko – Kraków Główny	Całość linii
04.2015	3 908	n/d	3 908
11.2015	4 332	2 434	6 766
10.2016 (prognoza)	6 000	3 000	9 000

3.1. Rozwój komunikacji indywidualnej

Udział różnorodnych form transportu zbiorowego jest niezbędny, aby zniwelować skutki niekontrolowanego rozwoju komunikacji indywidualnej. Od roku 2003 do 2010 w Krakowie ruch samochodowy zwiększył się aż o 7 punktów procentowych stanowiąc 28% wszystkich podróży. Spośród nich aż 22 punkty procentowe zajęli kierowcy, 5 pasażerowie, i 1 punkt klienci taksówek [15]. Szacuje się, że codziennie wjeżdża do Krakowa około 100 tysięcy samochodów. Trudno zatem dziwić się tak powszechnemu zjawisku kongestii, zaś budowa nowych dróg wewnątrzmiastowych może jedynie pogłębić powszechność tego zjawiska.

Tab. 2. Średni dobowy ruch na Drodze Krajowej DK7 (źródło: opracowanie własne na podstawie [16, 17])

Rok	Odcinek			
	Wesoła/Widoma - Kraków	Miechów - Słomniki	Łączyn - Miechów	Różnica
2010	17 075	12 604	11 844	5 231
2015	17 429	13 660	12 242	5 187
Przyrost	2,1%	8,4%	3,4%	-0,8%

Dla porównania konkurencyjności transportu indywidualnego w stosunku do oferty kolejowej na odcinku Kraków – Miechów wybrano odcinek drogi krajowej nr 7. Zebrano dane z 3 punktów pomiarowych – przed wjazdem do Krakowa, między Miechowem i Słomnikami oraz przed wjazdem do Miechowa (Tabela 2). Duża różnica w ruchu pomiędzy tymi punktami wskazuje na wysoki ruch samochodowy do i z Krakowa mieszkańców okolicznych gmin. Ponadto dodatni przyrost wskazuje na rosnącą skalę przejazdów drogowych. Ruch na odcinku tej drogi był w 2015 roku większy niż średni w województwie (14 580 P/24 h) oraz w kraju (11 178 P/dobę).

3.2. Oferta przestrzenna i przesiadkowa linii SKA2

Aby kolej aglomeracyjna była w pełni efektywna, należy pamiętać o zapewnieniu integracji różnych form transportu, albowiem dostępność przystanków kolejowych i stacji jest z reguły niewielka. Ponadto procesy postępującej eksurbanizacji oraz rurbanizacji potęgują niską dostępność istniejących już przystanków. Aby zapobiec skutkom tych zjawisk, już na etapie projektowym należy zapewnić integralność kolei i innych form transportu. W centrach miast, dzielnicach sypialnych i przemysłowych niezbędne jest lokalne centrum przesiadkowe z wygodnym skomunikowaniem transportu publicznego. Na obrzeżach miast, przedmieściach i gminach, w których intensyfikacja urbanizacji diametralnie spada, należy zadbać o obecność parkingu typu Park&Ride. Tak wyposażone punkty obsługi podróżnych mogą pozwolić na zmianę przyzwyczajęń komunikacyjnych lokalnej ludności oraz zrównoważenie udziału różnych form transportu.

Na odcinku Miechów – Kraków Główny Osobowy znajduje 13 przystanków i stacji, co przekłada się na średnią odległość międzyprzystankową wynoszącą 3,3 km. Rysunek 3 i Tabela 3 przedstawiają rozmieszczenie przestrzenne przystanków wzdłuż linii kolejowej.

Tab. 3. Wykaz przystanków na trasie linii SKA2 (źródło: opracowanie własne)

Nr przystanku na mapie	Nazwa przystanku	Nr przystanku na mapie	Nazwa przystanku
1	Kraków Główny	8	Słomniki Miasto
2	Kraków Batowice	9	Słomniki
3	Zastów	10	Smroków
4	Baranówka	11	Szczepanowice
5	Łuczyce	12	Kamieńczyce
6	Goszcza	13	Miechów
7	Niedźwiedz		

Jak dotąd nie podjęto decyzji o uruchomieniu linii dowozowych skomunikowanych z linią SKA2, jak ma to miejsce w Wieliczce. W obecnej sytuacji pomocne mogą być badania preferencji wyboru środka transportu mieszkańców gmin sąsiadujących z linią kolejową i analiza rentowności ewentualnych linii. Ponadto kolejnym atutem będzie obecność parkingów Park&Ride w pełni zintegrowanych z infrastrukturą przystankową oraz taryfą biletową przewoźników. Jak dotąd powstał niewielki parking w okolicy stacji Miechów, a ponadto w Słomnikach wybudowano cztery parkingi w okolicy obu przystanków. Co więcej, obecność obu tych stacji jest oddalona od centrów tych miast. Należy rozważyć stworzenie linii dowożącej mieszkańców

z centrum i osiedli mieszkaniowych do stacji tak, aby przyjazdy i odjazdy były skoordynowane z rozkładem jazdy pociągów regionalnych. Ponadto obecność „dzikiej” zatoki samochodów parkujących w pobliżu przystanku Kamieńczyce każe skłaniać się ku opinii, że obecność legalnych, dostępnych miejsc parkingowych dla pasażerów jest konieczna z uwagi na chęć podróży kombinowanej samochód + kolej.

Głównym centrum przesiadkowym będącym jednocześnie przystankiem końcowym i początkowym jest stacja Kraków Główny umożliwiająca dalszą podróż pociągami regionalnymi i dalekobieżnymi. Bezpośrednio przy dworcu kolejowym znajduje się dworzec autobusowy RDA, z którego realizowane są połączenia lokalne, dalekobieżne, jak również międzynarodowe. W niedalekim sąsiedztwie, przy ulicy Pawiej znajdują się dwa kolejne, prywatne parkingi będące przystankiem dla prywatnych busów, które realizują regionalne połączenia do gmin położonych głównie poza aglomeracją krakowską. Ogromnym atutem przystanku Kraków Główny jest lokalizacja czterech przystanków komunikacji miejskiej (Dworzec Główny, Dworzec Główny Zachód, Dworzec Główny Wschód oraz Dworzec Główny Tunnel) umożliwiające podróż zarówno tramwajami jak i autobusami publicznego transportu zbiorowego do znakomitej większości miejsc w Krakowie. Ponadto specyfika historycznego centrum miasta i lokalizacja wielu miejsc pracy i nauki sprawia, że część pasażerów kończy tutaj swoją podróż.



Rys. 3. Przebieg linii SKA2 oraz lokalizacja przystanków (źródło: opracowanie własne na podstawie <http://krakow.jakdojade.pl/>).

3.3. Oferta czasowa linii SKA2

Kolejnym aspektem oferty publicznego transportu zbiorowego jest czas przejazdu. Oprócz częstotliwości realizowanych kursów, jest on kluczowym elementem funkcjonalności środków transportu, a w konsekwencji czego ma wpływ na popularność danego środka lub

konkretnej oferowanej pasażerom linii komunikacyjnej. Dlatego też organizator publicznego transportu zbiorowego, wspólnie z przewoźnikami powinien zadbać o komfort podróży pasażerów na płaszczyźnie wieloaspektowej, zamiast skupiać się na wybranych detalach.

Na trasie między Krakowem i Miechowem transport publiczny zapewniają przewoźnicy kolejowi i drogowi. Tabela 4 przedstawia ofertę czasową – czas jazdy – przewoźników kolejowych na przestrzeni lat. Rzeczywisty czas jazdy pociągiem osobowym waha się w przedziale 32 – 46 minut (w zależności od liczby obsługiwanych przystanków) i zazwyczaj jest on zbliżony z czasem rozkładowym. Czas rozkładowy przejazdu pociągów pospiesznych kategorii IC i TLK wynosi 27 – 31 minut. Z kolei przewoźnicy drogowi oferują realizację swych usług w czasie od 48 do 69 minut. Należy jednak pamiętać, że transport kolejowy, w przeciwieństwie do drogowego nie jest wrażliwy na wahania natężenia ruchu, a ponadto dzięki infrastrukturze dwutorowej występującej na całej długości analizowanego odcinka, ruch kolejowy jest stabilny i nienarażony na opóźnienia występujące w innej części sieci. Przewoźnicy drogowi zaś mają do dyspozycji wydzieloną infrastrukturę tylko na niewielkim odcinku trasy przejazdu (al. 29 Listopada od wlotu Stwojsza/skrzyżowania z Kamienną do skrzyżowania ze Żmudzka, co daje około 1,07 km lub 950 m w zależności od kierunku jazdy). Ponadto są oni zmuszeni z korzystania z drogi krajowej 7, która przez wysokie natężenie ruchu oraz gęstość skrzyżowań, jest podatna na tworzenie się zatorów i kongestii drogowej. Rzeczywisty czas przejazdu może zatem odbiegać od rozkładowego i być silnie zależnym od pory dnia (szczytu komunikacyjnego). Warto zauważyć, że w ciągu ostatnich lat wyraźnie skrócił się czas jazdy pociągów wszystkich kategorii, dzięki modernizacji linii kolejowej oraz obsługi nowoczesnymi składami EZT. Można też zauważyć, że liczba połączeń wzrosła – w przypadku obsługi pociągami osobowymi jest to związane z faktem uruchomienia Szybkiej Kolei Aglomeracyjnej, z kolei część pociągów do Wrocławia została skierowana z linii 133, będącej we wciąż przedłużającej się modernizacji, na linię 8, stąd można zaobserwować więcej połączeń pospiesznych.

Tab. 4. Oferta czasowa pociągów transportu kolejowego na odcinku Kraków – Miechów (źródło: opracowanie własne na podstawie Sieciowego Rozkładu Jazdy Pociągów – zbiory własne)

Rodzaj pociągu		Rok		
		2010	2015	2016
Pospieszne (TLK, IR)	Czas min [min]	29	29	27
	Czas max [min]	32	45	31
	Liczba połączeń	13	10	15
Osobowe (R, Os.)	Czas min [min]	45	42	32
	Czas max [min]	48	47	46
	Liczba połączeń	11	11	19

Przewozy kolejowe obsługiwane są taborem wielkopojemnym. Pociągi osobowe realizują rozkład jazdy z użyciem elektrycznych zespołów trakcyjnych, pospieszne zaś najczęściej składami wagonowymi, rzadziej zespołami trakcyjnymi przystosowanymi do połączeń dalekobieżnych. Ich pojemność nominalna sięga kilkuset pasażerów. Przewoźnicy drogowi obsługują połączenia niewielkimi busami przystosowanymi do przewozu przeciętnie 20 – 30 pasażerów. Stanowi to w pewnym sensie uzasadnienie tak dużej różnicy w trakcie realizacji kursów. Transport drogowy odbywa się z częstotliwością ok. 10 minut w równych odstępach czasu od godzin porannych do wieczornych. Rozkład pociągów pasażerskich jest nierównomierny. Kolej oferuje większą podaż usług w czasie szczytów komunikacyjnych (odstęp między kursami przyjmuje nieraz wartości poniżej 30 minut), zaś poza nimi odstęp między kolejnymi połączeniami rośnie nawet do 2 godzin. Należy jednak dodać, że kursy dowożące i odwożące pa-

sażerów są realizowane w godzinach wczesnoporannych i późnowieczornych, podczas gdy pozostali przewoźnicy pozostają nieaktywni w tych porach.

3.4. Integracja taryfowa

Dobrze zbudowaną sieć połączeń publicznego transportu zbiorowego wieńczy jeden wspólny bilet. Ciężko zachęcić potencjalnego pasażera, jeśli zarządca komunikacji nie oferuje zgrabnej skomunikowanej siatki połączeń bądź sieć ta obciążona jest niezrozumiałą lub co gorsza, niejednorodną taryfą. Jednakże zarówno organizator Komunikacji Miejskiej w Krakowie (Zarząd Infrastruktury Komunalnej i Transportu), jak i przewoźnicy kolejowych regionalnych, w tym aglomeracyjnych (Urząd Marszałkowski Województwa Małopolskiego) troszczy się o realne spłylenie zawitych przepisów taryfy przewozowej.

Ważną zaletą poruszania się komunikacją miejską po terenie aglomeracji krakowskiej jest fakt, że pasażer może przemieszczać się na podstawie jednego zintegrowanego biletu dzięki porozumieniu międzygminnemu miasta Krakowa i 15 gmin, które wchodzi w skład aglomeracji. Skutkiem tego jest jednolita polityka transportu publicznego realizowana na tym obszarze. Przeciętny pasażer może zatem korzystać zarówno z autobusów podmiejskich (tzw. aglomeracyjnych), jak i tramwajów oraz autobusów miejskich, wykonujących przewozy wewnątrz Krakowa. [18]

W przypadku przewozów koleją aglomeracyjną obowiązują odrębne przepisy taryfowe. Przewoźnik Koleje Małopolskie oferuje zróżnicowane bilety odcinkowe, czasowe, a także okresowe. Nie są one powiązane z innymi środkami transportu. Od tej reguły istnieją jednak pewne odstępstwa. Zarówno w pociągach Kolei Małopolskich, jak i Przewozów Regionalnych istnieje możliwość nabycia biletów zintegrowanych z komunikacją miejską w Krakowie. Co więcej, w pociągach obsługiwanych zarówno przez przewoźnika Koleje Małopolskie, jak i Przewozy Regionalne honoruje się jednocześnie bilety zakupione u obu operatorów obowiązujące wewnątrz obszaru obowiązywania tzw. Małopolskiej Taryfy Aglomeracyjnej. Jest on ograniczony stacjami Trzebinia, Chrzanów, Tarnów, Sędziszów, Kalwaria Zebrzydowska Lanckorona oraz Zator [19]. Obszar ten w całości znajduje się wewnątrz aglomeracji krakowskiej. Rozwiązanie to jest ułatwieniem dla mieszkańców aglomeracji, bowiem mogą oni poruszać się pociągami obu spółek bez konieczności nabywania osobnych (indywidualnych, jednorazowych) biletów.

4. PRZEWOZY PASAŻERSKIE NA LINII SKA2 KRAKÓW – MIECHÓW

Przewoźnik Koleje Małopolskie, na zlecenie Urzędu Marszałkowskiego Województwa Małopolskiego, jest zobowiązany wykonywać pomiary napełnienia pojazdów, corocznie na każdej linii. Ponieważ uruchomienie linii miało miejsce w grudniu 2015 roku, jak dotąd tylko jeden raz udało się zrealizować pomiary na tym ciągu komunikacyjnym [20]. Trudno zatem będzie zestawić dane porównawcze, warto jednak przybliżyć kilka czynników charakteryzujących tę linię.

Okresy największego popytu występują w czasie szczytu porannego w kursach do Krakowa i popołudniowego szczytu w kursach z Krakowa. Okres poranny charakteryzuje się jednak znacznie węższą ramą czasową, co przełożyło się na bardzo wysoki popyt na oferowane kursy. Stąd też wysyłanie przez przewoźnika taboru w trakcji podwójnej (przewieziono 365 pasażerów) na najbardziej popularny kurs. Skutkuje to jednak faktem nadpodaży pojemności taboru przy realizacji kursów w innych porach dnia. Badania wykazały, że średni dobowy przewóz podróżnych uplasował się na pozycji 2351 osób. To prawie trzykrotnie mniej, niż na linii SKA1 [21], jednakże do Miechowa realizowanych jest zaledwie 15 pociągów (oraz 4 pociągi Przewozów Regionalnych, nieuwjęte w badaniu). Przekłada się to na

średnie zaopatrzenie pociągu wynoszące 46 osób/pojazd, większe niż na pierwszej linii. Średnia odległość pomiędzy przystankami wynosi 4,030 km, co przy prędkości szlakowej wynoszącej 110 – 120 km/h na większości trasy, pozwala uzyskać średnią prędkość handlową na poziomie przekraczającym 60 km/h. Niska gęstość zaludnienia w rejonie oddziaływania linii nie wymaga budowy nowych przystanków (poza Krakowem), dzięki czemu utrzymanie niskiego czasu podróży jest niezagrożone. W ciągu typowego dnia roboczego czas pracy wszystkich składów na służbie wynosi 78:42 wzh, w czasie którym wykonywanych jest 1533,170 wzm.

W Tabeli 5 ujęto szczegółowo analizę podsumowującą dla dnia roboczego wszystkich pociągów kursujących na trasie Kraków – Miechów (- Sędziszów) uruchamianych przez Koleje Małopolskie w ramach badania potoków pasażerskich przeprowadzonych w kwietniu 2016 roku.

Tab. 5. Analiza podsumowująca na linii SKA2 dla dnia roboczego (źródło: opracowanie własne na podstawie [20])

Rodzaj analizy	Jednostka	Ogółem dla:			Średnia dla kierunku
		kierunku Sędziszów	kierunku Kraków	linii	
Liczba przewiezionych pasażerów	[pas]	1 097,50	1 253,50	2 351,00	1 175,50
Średnia liczba przewiezionych pasażerów	[pas]	73,17	83,57	156,73	78,37
Średnie napelnienie pojazdu	[pas]	43,23	49,52		46,37
Średnie wykorzystanie miejsc siedzących	[%]	24,40	26,70		25,55
Średnie wykorzystanie miejsc ogółem	[%]	11,10	12,22		11,66
Maksymalna liczba wsiadających	[pas]	144,50	75,00	144,50	
Maksymalna liczba wysiadających	[pas]	44,50	306,50	306,50	
Minimalna liczba wsiadających	[pas]	0,00	0,00	0,00	
Minimalna liczba wysiadających	[pas]	0,00	0,00	0,00	
Maksymalny potok międzyprzystankowy	[pas]	144,50	314,50	314,50	
Minimalny potok międzyprzystankowy	[pas]	3,00	3,50	3,00	
Maksymalne wykorzystanie podaży	[%]	45,16	67,14	67,14	
Minimalne wykorzystanie podaży	[%]	0,86	1,02	0,86	
Wykonanych pasażerokilometrów	[paskm]	33 538,78	45 375,96	81 274,74	40 637,37
Średnia prędkość komunikacyjna	[km/h]	61,49	63,29		62,39
Średnia odległość podróży pasażera	[km]	32,35	33,21		32,78
Praca przewozowa	[pasgodz]	581,97	740,14	1 322,11	661,05
Średni czas przejazdu pasażera	[min]	31,67	31,58		31,62
Średnia liczba pasażerów na 1 km trasy	[pas/km]	47,56	53,67		50,62

Tabela 6 ukazuje zestawienie liczby przewiezionych pasażerów zebranych ze wszystkich kursów zrealizowanych w dniu roboczym.

Przedstawione dane jednoznacznie wskazują na charakter dowozowy linii, w którym występuje bardzo niewielka liczba potoków pasażerskich na innych relacjach niż z/do Krakowa Głównego. Ponadto należy zauważyć relatywnie wysokie napelnienie pociągów wyjeżdżających i wjeżdżających do Miechowa od strony Sędziszowa, choć na tym odcinku realizowanych jest tylko 5 kursów.

Tab. 6. Dobowa liczba przewiezionych pasażerów na linii SKA2 dla dnia roboczego (źródło: opracowanie własne na podstawie [20])

Kierunek: Miechów (Sędziszów)				
Przystanek	Wsiadających	Wysiadających	Napelnienie	Średni czas
1	1 034	0	1 034	0,00
2	19	22	1 030	6,33
3	4	24	1 010	4,73
4	2	78	934	3,80
5	3	126	811	2,90
6	1	77	734	2,83
7	4	50	688	3,03
8	5	74	619	3,43
9	9	107	521	2,73
10	1	31	446	3,14
11	2	13	435	3,39
12	3	58	380	3,21
13	8	291	142	3,97
Suma	1 091	949	-	43,02
Kierunek: Kraków				
Przystanek	Wsiadających	Wysiadających	Napelnienie	Średni czas
13	265	18	592	-
12	51	8	634	3,70
11	18	2	637	3,07
10	30	1	666	3,14
9	101	10	771	3,37
8	74	4	824	2,36
7	45	6	863	3,39
6	63	0	926	3,00
5	118	2	1 058	3,43
4	83	2	1 118	3,00
3	22	4	1 136	3,57
2	26	20	1 142	4,64
1	0	1163	0	6,17
Suma	894	1238	-	42,85

5. DALSZY ROZWÓJ KOLEI AGLOMERACYJNEJ

Rozwój sprawnej kolei aglomeracyjnej i kolei miejskiej będącej jej częścią należy postawić na pierwszym miejscu wśród inwestycji infrastrukturalno-transportowych na szczeblu wojewódzkim. Dlatego też należy opracować długookresowy plan inwestycyjny podnoszący konkurencyjność kolei w ujęciu czasowym, jak również przepustowość szlaków, a ponadto stworzyć plan przewozów miejskich, aglomeracyjnych oraz regionalnych poza stolicą województwa (np. w subregionie tarnowskim), a także na styku województw (jak choćby po linii nr 62 przebiegającej przez Olkusz). Przypomnieć należy, że w obecnym momencie trwa realizacja bądź postępowania administracyjne z następującymi inwestycjami:

- budowa linii kolejowej nr 624 Kraków Zabłocie – Kraków Bonarka,
- budowa zaplecza technicznego Kolei Małopolskich na stacji postojowej Kraków Główny Zachód,
- rozbudowa linii kolejowej nr 91 Kraków Główny Osobowy – Medyka na odcinku Kraków Główny Osobowy – Kraków Bieżanów poprzez dobudowę dodatkowych torów,
- modernizacja linii kolejowej nr 133 Dąbrowa Górnicza Ząbkowice – Kraków Główny Osobowy mająca na celu m.in. podniesienie prędkości szlakowej do 160 km/h.

Mówiąc o kompleksowych usługach przewozu kolejami nie można zapominać o pozostałych liniach kolejowych, niekoniecznie wiodących do stolicy województwa. Chcąc przyciągnąć potencjalnego pasażera, będącego jak dotąd użytkownikiem dróg, należy za-

chęć go poprzez wszystkie formy konkurencyjności. Niemniej, największą wadą obecnie jest gęstość sieci kolejowej oraz jej stan techniczny. O ile budowa nowych linii wymaga gigantycznych nakładów pieniężnych, o tyle modernizacja obecnych ciągów jest możliwa do realizacji. Aby zapewnić sprawny transport o charakterze regionalnym niezbędnym jest podniesienie parametrów jezdnych na takich liniach jak np. 93, 94, 96, 97, 98, 99.

Drugim istotnym elementem jest rozwój kolei miejskiej. W tym celu konieczne jest zagęszczenie przystanków osobowych dla linii SKA wraz z infrastrukturą towarzyszącą, taką jak parkingi Park&Ride na obrzeżach miasta, stacje roweru miejskiego oraz integracja z komunikacją miejską. Oddanie do użytku takich przystanków jak Kraków Bronowice, czy Kraków Grzegórzki w połączeniu z często kursującymi pociągami może być na tyle ciepło przyjęte przez mieszkańców, że zmieni się podział zadań przewozowych wśród oferowanych środków transportu.

PODSUMOWANIE

Rozwój Szybkiej Kolei Aglomeracyjnej w Krakowie jest niewątpliwie sukcesem prowadzonej polityki transportowej nie tylko miasta, ale i całego województwa małopolskiego. Skutkiem zmiany przewoźnika, taboru, zwiększeniu liczby kursów i ujednoliceniu częstotliwości odjazdów, frekwencja w pierwszej linii SKA wzrosła czterokrotnie w niespełna pół roku. Przy kolejnych pomiarach, które odbyły się po 11 miesiącach od przejścia połączenia, zanotowano dalszy wzrost liczby pasażerów. Zanotowano także fakt, iż parking P&R przy stacji Wieliczka Park osiąga całkowite zapelnienie, a ponadto w okolicach przystanków Wieliczka Bogucice, Kraków Bieżanów Drożdżownia i Kraków Bieżanów powstały „nieformalne” parkingi, gdzie podróżni zostawiają swoje samochody przed przesiadką do pociągu. Po 3 miesiącach od otwarcia linii do Miechowa i Sędziszowa dołożono dodatkowe kursy i zakwalifikowano tabor o większej pojemności do realizacji kursów. Po niespełna 11 miesiącach władze Słomnik zdecydowały się wybudować parking dla podróżnych. Jednakże to dopiero początek prac – nadal raczkująca jest oferta na linii SKA2, takt połączeń, integracja z innymi formami transportu. Pozostaje mieć nadzieję, że po oddaniu do użytku łącznicy kolejowej, linia przedłużona zostanie do Kalwarii Zebrzydowskiej lub Wadowic, natomiast rozkład jazdy będzie podobny do znanego już z pierwszej linii.

Na chwilę obecną, nie mając podstaw do porównania zestawień napelnienia pociągów zarówno już po uruchomieniu SKA, jak i przed wejściem na rynek Kolei Małopolskich, trudno jednoznacznie ocenić sukces tego połączenia. Niemniej jednak, mając na uwadze szybki rozwój linii SKA1 oraz oddanie w niedługim czasie łącznicy kolejowej, będącej podstawą do wydłużenia SKA2, można stwierdzić, że kolejne lata będą obfitowały w nowych pasażerów. Stworzenie i utrzymanie wieloaspektowej konkurencyjności połączenia do Miechowa i na dalszych odcinkach, do Sędziszowa, o którym mowa była w rozdziale 2, jest receptą na jego sukces.

BIBLIOGRAFIA

- Madeyski M., Lisowska E., Marzec J., *Wstęp do nauki o transporcie*, Szkoła Główna Planowania i Statystyki, Warszawa 1971, str. 10.
- Ciastoń A., *Koleje aglomeracyjne i regionalne w Europie*, Technika Transportu Szynowego 10/2007.
- Krakowski Obszar Metropolitalny*, Urząd Statystyczny w Krakowie, Kraków 2013.
- Wesołowski J., *Miasto w ruchu. Przewodnik po dobrych praktykach w organizowaniu transportu miejskiego*, Instytut Spraw Obywatelskich, Łódź 2008, ISBN 978-83-926007-0-1.
- Kasprzak M., *O zrównoważonym transporcie w Polsce i na świecie*, luty 2012, dostęp: 26.08.2015, <http://zielony-transport.blogspot.com/2012/02/podzia-modalny.html>.
- BIAŁA KSIEGA: *Plan utworzenia jednolitego europejskiego obszaru transportu – dążenie do osiągnięcia konkurencyjnego i zasobooszczędnego systemu transportu*, marzec 2011, dostęp: 17.08.2015, <http://eur-lex.europa.eu/LexUriServ/LexUriServ.do?uri=COM:2011:0144:FIN:PL:PDF>.
- Eurostat, *Modal split of passenger transport - % in total inland passenger-km*, dostęp: 04.10.2016, http://appsso.eurostat.ec.europa.eu/nui/show.do?dataset=tran_hv_psmo&lang=en.
- Kompleksowe Badania Ruchu w Krakowie 2013*, dostęp: 04.10.2016, <http://krakow.pl/zalacznik/154821>.
- Ogólnopolska Baza Kolejowa, *Linia Warszawa Zachodnia – Kraków Główny Osobowy (8)*, dostęp: 03.11.2016, <https://www.bazakolejowa.pl/index.php?dzial=linie&id=293&od=1&do=211&ed=0&okno=historia>.
- Regulamin przydzielania tras pociągów i korzystania z przydzielonych tras pociągów przez licencjonowanych przewoźników kolejowych w ramach rozkładu jazdy pociągów 2015/2016*, załącznik 1: Wykaz linii kolejowych zarządzanych przez PKP Polskie Linie Kolejowe S.A., PKP Polskie Linie Kolejowe S.A., Warszawa 2015.
- Aktualizacja Wstępnego Studium Wykonalności Szybkiej Kolei Aglomeracyjnej (SKA) w Aglomeracji Krakowskiej*, wersja 1.80, Urząd Marszałkowski Województwa Małopolskiego, Kraków 2011.
- Wstępne studium wykonalności Szybkiej Kolei Aglomeracyjnej (SKA) w Aglomeracji Krakowskiej*, wersja 3, Urząd Marszałkowski Województwa Małopolskiego, Kraków 2007.
- Studium rozwoju systemu transportu miasta Krakowa w tym budowy metra*, Urząd Miasta Krakowa, Kraków 2016.
- Ciastoń-Ciulkin A., Pashkevich A., *Znaczenie oferty przewozowej w kształtowaniu ruchu pasażerskiego na przykładzie kolejowej linii aglomeracyjnej na trasie Kraków Główny – Wieliczka Rynek Kopalnia*. Zeszyty Naukowo-Techniczne SITK "Nowoczesne technologie i systemy zarządzania w transporcie szynowym Cześć II Sterowanie ruchem kolejowym, Transport szynowy", nr. 3(107), 2015, str. 17-32.
- TEMS - The European Platform on Mobility Management Modal Split Tool*, marzec 2016, dostęp: 08.05.2016, http://www.epomm.eu/tems/result_city.phtml?city=151&map=1.
- Generalny Pomiar Ruchu w 2010 roku, tablica 2: Średni dobowy ruch (SDR) w 2010 roku, Generalna Dyrekcja Dróg Krajowych i Autostrad, Warszawa 2011.
- Generalny Pomiar Ruchu w 2015 roku, tablica 2: Średni dobowy ruch roczny (SDRR) w punktach pomiarowych w 2015 roku na drogach krajowych, Generalna Dyrekcja Dróg Krajowych i Autostrad, Warszawa 2016.
- Uchwała Nr XXI/231/11 Rady Miasta Krakowa z dnia 6 lipca 2011 r.* (z późniejszymi zmianami).
- Warunki taryfowe oferty pozataryfowej „Małopolska Taryfa Aglomeracyjna”, malopolskiekoleje.pl, 15.01.2016, [dostęp: 10.05.2016].
- Koterbicki M., Nowak M., Pashkevich A., Ciastoń-Ciulkin A., *Pomiar napelnienia w pociągach Kolei Małopolskich na trasie Kraków Główny – Sędziszów*. Raport końcowy, Koło Naukowe Logistyki TiLOG, Kraków 2016 (nieopublikowany).
- Koterbicki M., Nowak M., Pashkevich A., Ciastoń-Ciulkin A., *Pomiar napelnienia w pociągach Kolei Małopolskich na trasie Kraków Lotnisko/Airport – Wieliczka Rynek-Kopalnia*. Raport końcowy, Koło Naukowe Logistyki TiLOG, Kraków 2016 (nieopublikowany).

ANALYSIS OF PASSENGER TRAFFIC AND TRANSPORT SUPPLY PROVIDED BY AGGLOMERATION RAILWAY: THE CASE STUDY OF LINE KRAKOW - MIECHÓW

Abstract

Taking into account the increasing mobility of agglomeration citizens as well as the tradition to use an individual transport as a basic mode of transport, there is an amount of problems including among others the overload of road network. The common phenomenon of congestion starts to be a reason for the promotion of public transport among urban residents with the aim to increase its popularity. In such situation one of the most rational choice of transport modes to travel from suburban areas to the city center and back will be a railway.

An effective tool to develop and to popularize the suburban railway is a number of measures to cope with the competitiveness of other modes of transport and, in particular, of individual transport. This article describes different forms of competitiveness as well as integration with other modes of transport. After the brief presentation of suburban railway history in the central part of Lesser Poland Voivodeship and statistics from the last years, an attempt is made to suggest directions of development for the rail transport in the region based on the successful example of the reorganized connection Kraków Lotnisko – Wieliczka Rynek-Kopalnia.

Autorzy:

Michał Nowak – Koło Naukowe Logistyki TiLOG przy Zakładzie Transportu Politechniki Krakowskiej, ul. Warszawska 24, 31-155 Kraków, e-mail: nowakmichal@wp.eu

Mirosław Koterbicki – Koło Naukowe Logistyki TiLOG przy Zakładzie Transportu Politechniki Krakowskiej, ul. Warszawska 24, 31-155 Kraków, e-mail: mirosław.koterbicki@gmail.com

dr inż. **Anton Pashkevich** – Politechnika Krakowska, ul. Warszawska 24, 31-155 Kraków, e-mail: apashkevich@pk.edu.pl