

KRZYSZTOF FRANCUZ

mgr inż., Zarząd Infrastruktury Komunalnej i Transportu w Krakowie, 31-586 Kraków, ul. Centralna 53, tel. +48 12 616 74 51, e-mail: kzrancuz@zikit.krakow.pl

ADAM WIŚNIEWSKI

mgr inż., Zarząd Infrastruktury Komunalnej i Transportu w Krakowie, 31-586 Kraków, ul. Centralna 53, tel. +48 12 616 74 51, e-mail: awisniowski@zikit.krakow.pl

PIOTR DERA

mgr inż., Zarząd Infrastruktury Komunalnej i Transportu w Krakowie, 31-586 Kraków, ul. Centralna 53, tel. +48 12 616 74 45, e-mail: pdera@zikit.krakow.pl

ANALIZA WPROWADZONYCH ZMIAN W TRANSPORCIE ZBIOROWYM W KRAKOWIE Z UWZGLĘDNIENIEM WYKORZYSTANIA OPROGRAMOWANIA MAKROSYMULACYJNEGO¹

Streszczenie. Dynamika rozwoju miast w Polsce, a zwłaszcza Krakowa, prowadzi do zmian w relacjach przemieszczeń pasażerskich. Powyższe wywołuje konieczność dostosowywania układów komunikacyjnych do zmieniających się potrzeb przewozowych. Uwzględniając fakt, że zmiany w układzie linii dla pasażerów wywołują uciążliwości, należy dążyć do wykorzystania nowoczesnych narzędzi symulacyjnych np. pakietu VISUM w celu oceny wprowadzanych zmian czy ich optymalizacji. W artykule opisano, czym kierowano się przy wprowadzaniu zmian, uwzględniając przykładowe wykorzystanie pakietu VISUM.

Słowa kluczowe: transport pasażerski, transport zbiorowy, obsługa pasażerska

Wprowadzenie

Poprzednia zmiana układu linii transportu zbiorowego w Krakowie miała miejsce w 1999 roku. Ze względu na ciągle zmiany urbanistyczne miasta, powstawanie nowych osiedli, centrów handlowych czy zmiany zachowań komunikacyjnych mieszkańców, szacuje się, że co ok. 10 lat powinno przeprowadzać się istotne zmiany w funkcjonowaniu komunikacji miejskiej, aby dostosowywać układ linii transportu zbiorowego do zmiany występujących potrzeb.

Zarząd Infrastruktury Komunalnej i Transportu w Krakowie będący organizatorem transportu zbiorowego w 2011 roku ogłosił przetarg na opracowanie „Studium remarszrutyzacji układu linii transportu miejskiego w Krakowie”. Wykonawca – Stowarzyszenie Inżynierów i Techników Komunikacji RP oddział w Krakowie wraz z Politechniką Krakowską – przedstawił 4 warianty układu linii tramwajowych i autobusowych w Krakowie oraz wariant rekomendowany do wprowadzenia jako ten, który po przeprowadzeniu analiz symulacyjnych otrzymał najwyższą ocenę wielokryterialną. Zakładał on, że pojazdy transportu zbiorowego na głównych ciągach w Krakowie kursowałyby z częstotliwością 6 i 12 min. Linie obsługujące peryferyjne obszary miasta zatrzymywałyby się z indywidualną częstotliwością będącą wielokrotnością cyfry 6.

Przełanki i zasady tworzenia nowego układu linii transportu zbiorowego

Głównym założeniem przy tworzeniu nowego układu linii transportu zbiorowego w Krakowie było zwiększenie liczby oraz udziału podróży odbywanych transportem zbiorowym, a co za tym idzie zwiększenie liczby pasażerów korzystających z transportu miejskiego na obszarze Krakowa i całej aglomeracji. Nie bez znaczenia była także potrzeba zapewnienia obsługi transportowej mieszkańców na podstawie aktualnej więzby ruchu uwzględniającej nową zabudowę mieszkaniową, zmiany lokalizacji miejsc pracy, edukacji czy handlu [1].

Polityka Transportowa dla Miasta Krakowa na lata 2007–2015 przyjęta uchwałą Rady Miasta Krakowa nr XVIII/225/07 z dnia 4 lipca 2007 roku zaleca: „Racjonalizację układu linii i rozkładów jazdy, w dostosowywaniu do aktualnych i potencjalnych potrzeb, uwzględniająca między innymi lepsze wykorzystanie transportu szynowego i eliminację konkurencyjności z liniami autobusowym”. [2] Nowy układ linii transportu zbiorowego w Krakowie zakładał więc większe niż dotychczas wykorzystanie tramwaju jako podstawowego środka podróży, natomiast linie autobusowe miały obsługiwać rejonów pozbawione dostępu do traktacji tramwajowej oraz pełnić funkcję dowozową do linii tramwajowych. Szkielet komunikacyjny został oparty na liniach magistralnych kursujących z dużą częstotliwością, dzięki czemu możliwe jest skrócenie czasu oczekiwania na przesiadkę.

Przy planowaniu nowych układów komunikacyjnych należy dążyć do jak najlepszego dopasowania układu linii komunikacji miejskiej do występujących przemieszczeń pasażerów. Dzięki tworzeniu linii o dużej częstotliwości oraz linii łączących punkty, między którymi występują największe potoki pasażerskie, dąży się do minimalizacji całkowitego czasu podróży. Poprzez możliwie jak najlepsze łączenie obszarów, które są źródłami i celami podróży dla przemieszczeń, występujących obligatoryjnie, minimalizuje się także liczbę przesiadek, które czekają na pasażerów w trakcie realizacji podróży.

Wprowadzenie tzw. małej marszrutyzacji

Przygotowane opracowanie „Studium remarszrutyzacji układu linii transportu miejskiego w Krakowie” oraz zaproponowany w nim rekomendowany do wprowadzenia

¹ © Transport Miejski i Regionalny, 2013. Wkład autorów w publikację: K. Francuz 30%, A. Wiśniowski 30%, P. Dera 40%.

wariant układu linii transportu zbiorowego w Krakowie pociągałyby za sobą konieczność zwiększenia nakładów finansowych na funkcjonowanie miejskiego transportu zbiorowego w Krakowie, co wobec ograniczonych środków na funkcjonowanie publicznego transportu zbiorowego i braku rezerw w budżecie miasta nie było możliwe.

W listopadzie 2012 roku planowane było oddanie do użytkowania nowego torowiska tramwajowego do pętli „Czerwone Maki” na Ruczaju, dlatego też zespół specjalistów Zarządu Infrastruktury Komunalnej i Transportu w Krakowie musiał przygotować propozycję nowego układu linii tramwajowych i autobusowych potocznie zwany małą marszrutyzacją, biorąc przy tym pod uwagę wielkość posiadanych środków finansowych przeznaczonych na komunikację miejską w Krakowie. Przygotowane opracowanie przez zespół SITK i Politechnikę Krakowską było podstawą wprowadzonej od dnia 17 listopada 2012 r. korekty marszrut linii komunikacyjnych, której głównym celem było lepsze dostosowanie oferty komunikacji miejskiej do występujących zbadanych potrzeb przewoźowych, które zmieniły się na przestrzeni ostatnich lat (nowe osiedla i zabudowa mieszkaniowa, zakłady pracy, uczelnie i zmiany ich lokalizacji itp.). Wprowadzone zmiany uwzględniały: występujące ograniczenia układu sieci tramwajowej takie jak m.in. ograniczenia przepustowości poszczególnych ciągów tramwajowych, przystanków końcowych, konieczność zachowania odpowiedniej wielkości łącznej oferty przewoźowej na poszczególnych ciągach komunikacyjnych czy wreszcie zgłaszane uwagi mieszkańców do projektu studium remarszrutyzacji.

Układ linii komunikacji miejskiej wprowadzony 17 listopada 2012 r.

W tabelach 1 i 2 zestawiono liczbę linii tramwajowych i autobusowych przed wprowadzeniem zmian w listopadzie 2012 r. oraz po wprowadzeniu małej marszrutyzacji.

Tabela 1

Liczba linii tramwajowych przed i po wprowadzeniu małej marszrutyzacji			
Grupa linii	Częstotliwość (szczyt/poza)	Liczba linii przed zmianą	Liczba linii po zmianach
magistralne	5/10	0	2
	10	10	8
szczytowe	10/20	2	2
pomocnicze	20	12	10
pomocnicze szczytowe	20/0	2	0
Suma		26	22

Źródło: opracowanie własne

Przed wprowadzeniem małej marszrutyzacji w Krakowie funkcjonowało 26 linii tramwajowych. 10 z nich kursowało z częstotliwością 10 min przez cały dzień, 2 linie – z częstotliwością 10 min w godzinach szczytu oraz 20 min poza godzinami szczytu, 12 linii realizowały kursy co 20 min przez cały dzień, a 2 były uruchamiane tylko w godzinach szczytu i kursowały z częstotliwością 20 min.

Po wprowadzeniu małej marszrutyzacji liczba linii zmniejszyła się do 22, ale nie oznacza to, że obsługa trakcją tramwajowa się pogorszyła, wręcz przeciwnie. Zostało uruchomionych 10 linii magistralnych, w tym 2 kursujące z częstotliwością 5 min w godzinach szczytu i 10 min poza godzinami szczytu oraz 8 linii kursujących co 10 min przez cały dzień. Ponadto 2 linie kursują z częstotliwością 10 min w godzinach szczytu i 20 min poza godzinami szczytu. 10 linii tramwajowych uruchamianych jest z częstotliwością 20 min przez cały dzień.

Tabela 2

Liczba linii autobusowych przed i po wprowadzeniu małej marszrutyzacji				
Grupa linii		Rodzaj numeracji	Liczba linii przed zmianą	Liczba linii po zmianach
miejskie	zwykłe	1xx	68	63
	pomocnicze i uzupełniające	4xx	7	8
	przyspieszone	5xx	5	5
aglomeracyjne	zwykłe	2xx	63	63
	przyspieszone	3xx	2	2
Suma			145	141

Źródło: opracowanie własne

Liczba linii autobusowych po wprowadzeniu małej marszrutyzacji istotnie się nie zmieniła. Przed 17 listopada 2012 r. w Krakowie i aglomeracji funkcjonowało 145 linii, po wprowadzeniu nowego układu – 141. Istotny jest jednak fakt, że zostały utworzone linie lub grupy linii, których trasy się pokrywają, tworząc dużą częstotliwość kursowania. Dla przykładu linie 129/429 i 502 kursują w godzinach szczytu co ok. 7,5 min, linie 139/439 w godzinach porannego szczytu co ok. 6 min, w godzinach popołudniowego szczytu co ok. 7,5 min, linie 182/482 co ok. 12 min w godzinach szczytu, linie 112/162/412 co ok. 10 min, a uwzględniając inne linie, pokrywające się na znacznych odcinkach z ww. liniami na newralgicznych ciągach, częstotliwość kurowania w danych relacjach osiąga wartość poniżej 5 min.

Porównanie pracy przewoźowej na liniach tramwajowych i autobusowych

W tabeli 3 przedstawiono porównanie pracy przewoźowej wykonywanej przez pojazdy komunikacji miejskiej w Krakowie przed i po wprowadzeniu małej marszrutyzacji.

Tabela 3

Porównanie pracy przewoźowej na liniach komunikacji miejskiej przed i po wprowadzeniu małej marszrutyzacji			
	Plan na 2012 rok	Mała marszrutyzacja (plan na 2013 rok)	Różnica
Linie miejskie (zwykłe, przyspieszone, nocne, Tele-bus) [mln wozokm]	22, 2	21, 8	-0,4 (-1,66%)
Linie aglomeracyjne (zwykłe, nocne) [mln wozokm]	12, 1	12, 4	0,3 (+2,82%)
Linie autobusowe ogółem [mln wozokm]	34, 2	34, 2	-0,027 (-0,08%)
Linie tramwajowe [mln pockm]	14, 1	14, 2	0,1 (+0,51%)

Źródło: opracowanie własne

Wielkość rocznej pracy przewozowej wykonywanej zarówno na liniach tramwajowych, jak i autobusowych po wprowadzeniu małej marszrutyzacji nieznacznie się zmieniła. Na liniach autobusowych miejskich roczna praca przewozowa spadła o ok. 1,66%, jednak zwiększyła się na liniach aglomeracyjnych 2,82%. Wiąże się to częściowo z tym, że część pracy z linii miejskich przejęły linie aglomeracyjne. Zlikwidowana została linia 192 kursująca tylko na odcinku miejskim, a jednocześnie została zwiększona częstotliwość kursowania linii aglomeracyjnej 292 i do jej obsługi został skierowany tabor wielkopojemny. Linia 203 od Tyńca została wydłużona do nowej pętli Czerwone Maki, w zamian została zlikwidowana linia 156 obsługująca Skotniki.

Roczna praca przewozowa w trakcji tramwajowej zwiększyła się tylko o ok. 0,5%, jednak została poprawiona oferta przewozowa w okresach, kiedy z komunikacji miejskiej korzysta z największej pasażerów, czyli w tzw. szczytach komunikacyjnych kosztem ograniczenia liczby kursów w sobotnie wieczory i święta, co przed wprowadzeniem spotykało się z pewnym oporem miejskiego operatora.

Roczne koszty funkcjonowania miejskiego transportu zbiorowego w Krakowie

W tabeli 4 przedstawiono porównanie rocznych kosztów funkcjonowania miejskiego transportu zbiorowego przed i po wprowadzeniu małej marszrutyzacji.

Tabela 4

Porównanie rocznych kosztów funkcjonowania miejskiego transportu zbiorowego przed i po wprowadzeniu małej marszrutyzacji			
Rodzaj komunikacji	Plan na 2012 rok [mln zł]	Mała marszrutyzacja (plan na 2013 rok) [mln zł]	Różnica
Linie miejskie (zwykłe, przyspieszone, nocne, TeleBus)	155,47	152,89	-2,58
Linie aglomeracyjne (zwykłe, nocne)	67,55	69,45	1,90
Linie tramwajowe	156,77	157,58	0,81
SUMA	379,79	379,92	0,13 (+ 0,03 %)

Źródło: opracowanie własne

Porównanie rocznych kosztów funkcjonowania komunikacji miejskiej w Krakowie zostało określone na podstawie stawek przewozowych obowiązujących w roku 2012. Koszt jednego pociągokilometra [pockm] kształtował się na poziomie 11,10 zł netto, natomiast jednego wozokilometra [wzkm] – 7,01 zł netto. Prywatny przewoźnik – firma Mobilis sp. z o.o. w roku 2012 świadczyła usługi przewozowe po stawce 5,80 zł netto za wozokilometr wykonany autobusem standardowym oraz 6,63 zł netto za wozokilometr autobusu wielkopojemnego.

Należy jednak pamiętać, że na rok 2013 stawki przewozowe zostały zwaloryzowane. W związku z powyższym, mimo takiego zaplanowania nowego układu linii, aby roczne koszty funkcjonowania komunikacji miejskiej w Krakowie znacznie nie wzrosły, to z budżetu Krakowa w roku 2013 trzeba będzie wygospodarować ok. 410 mln zł, przy ok. 380 mln zł w roku 2012. Stawki przewozowe bowiem

na rok 2013 wzrosły o ok. 5% dla trakcji tramwajowej oraz ok. 10% dla trakcji autobusowej i wynoszą: 11,65 zł netto za pociągokilometr i 7,72 zł netto za wozokilometr. U prywatnego przewoźnika (Mobilis sp. z o.o.) stawki wzrosły do 6,32 zł netto dla autobusu standardowego i 7,23 zł dla autobusu wielkopojemnego.

Widać więc, że wprowadzone zmiany w układzie linii nie miały właściwie żadnego wpływu na koszty funkcjonowania komunikacji miejskiej w Krakowie, a wartość z tabeli 5,1 mówiąca, że koszty wzrosły o 0,03% mieści się w zakresie błędów i innych nieprzewidzianych kosztów (organizacja dodatkowej komunikacji w związku z imprezami czy zmiana pracy przewozowej wynikająca z remontów awarii itp.).

Analiza makrosymulacyjna nowego układu linii KMK

Analiza makrosymulacyjna wykonana została w programie VISUM firmy PTV. Model wykorzystywany przez organizatora transportu publicznego, na którym wykonywano symulacje, został przekazany przez wykonawcę opracowania [1]. Rozważane warianty były modelowane w programie, dzięki czemu możliwe było porównywanie wpływu poszczególnych propozycji układu linii na rozkład potoków pasażerskich.

Ocena wariantów dokonywana była z wykorzystaniem podstawowych parametrów sieci takich jak średni czas podróży, średni czas oczekiwania na przesiadkę czy liczba przesiadek przy uwzględnieniu wielkości pracy przewozowej poszczególnych wariantów. Należy mieć na uwadze, że prezentowane dane przedstawiają globalne wyniki dla całej sieci komunikacyjnej, biorąc pod uwagę wszystkie linie i ogół realizowanych podróży. Oczywistym jest, że dla części pasażerów czas podróży uległ skróceniu, a dla innych wydłużeniu, istotnym jest wpływ zmian na przejazdy komunikacją miejską w Krakowie w skali całego miasta. Nie został wykonany podział zadań przewozowych dla nowego układu linii. Model symulacyjny, w którym analizowane są zmiany przebiegów linii, musi być oparty na częstotliwościach, a przy takim podejściu różnice w udziale podróży komunikacją zbiorową nie są miarodajne. W tabelach 5 oraz 6 przedstawiono podstawowe wyniki przeprowadzonej analizy w programie makrosymulacyjnym VISUM (dla godziny szczytowej)

W wyniku symulacji m.in. określono, że średni czasu podróży skrócił się o 9 sekund. To niby nie wiele, ale w skali roku dla wszystkich podróży odbywających się w granicach administracyjnych Krakowa (ok. 345 mln) daje oszczędność w zakresie kosztów społecznych o wartości przekracza-

Tabela 5

Porównanie wybranych wyników rozkładu ruchu w programie VISUM		
Parametr	Przed zmianą układu	Po zmianie układu linii
Średni czas podróży	26 min	25 min 51 s
Średni czas jazdy pojazdami	18 min 37 s	18 min 29 s
Średni czas oczekiwania na przesiadkę	58 s	56 s
Udział przesiadek	17,22%	19,02%
Całkowita liczba przesiadek	11 155	12 321
Liczba wszystkich przejazdów	75 923	77 097

Źródło: opracowanie własne

Tabela 6

Porównanie wyników rozkładu ruchu w programie VISUM dotyczących przesiadek w godzinie szczytowej				
Parametr	Przed		Po	
	Liczba	Udział [%]	Liczba	Udział [%]
Liczba wszystkich podróży	64 767	100	64 775	100
Liczba podróży bez przesiadek	54 356	83,92	53 511	82,61
Liczba podróży z 1 przesiadką	9 712	15,00	10 264	15,85
Liczba podróży z 2 przesiadkami	656	1,01	946	1,46
Liczba podróży z więcej niż 2 przesiadkami	43	0,07	54	0,08

Źródło: opracowanie własne

jącej 26 mln zł. Wynik ten uwzględnia koszt czasu pasażera transportu publicznego znajdujący się w Księdze Niebieskiej dla sektora transportu publicznego, który dla roku 2013 wynosi 32,08 zł/h.

Różnica w liczbie podróży, mimo nie wykonywania podziału zadań przewozowych w nowym układzie, wynika ze zwiększenia dostępności komunikacji miejskiej w Krakowie, która przejawiała się zrealizowaniem podróży w połączeniach, które nie były możliwe w poprzednim układzie.

Wzrost liczby podróży wykonywanych z przesiadkami nie jest znaczący. Przy założeniu braku zmiany liczby wszystkich wykonywanych podróży komunikacją zbiorową, dla jakiego wykonany został model symulacyjny, po wprowadzeniu nowego układu udział podróży bezprzesiadkowych uległ zmniejszeniu jedynie o 1,3%.

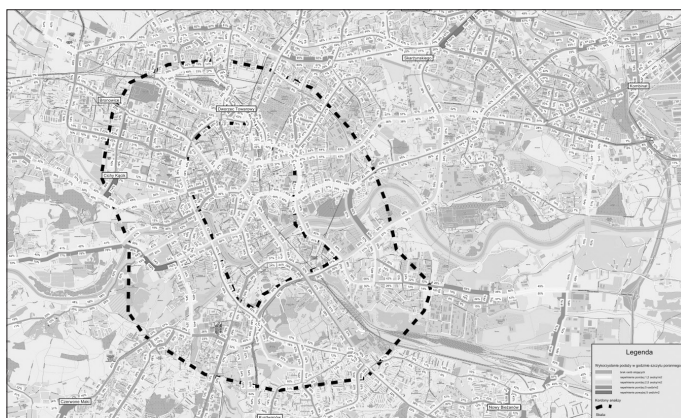
Dzięki wprowadzonym zmianom przebiegów linii tramwajowych obsługę taborem niskopodłogowym lub niskowejsściowym zyskały odcinki, na których dotychczas kursował jedynie tabor tramwajowy wysokowejsściowy, takie jak: Aleja Pokoju, aleja Andersa, ulica Broniewskiego oraz ulica ks. Janczarza – dzięki linii 14, ulica Rakowicka – poprzez linię 2 (której częstotliwość została zwiększona do 10 minut), a także aleja 3 Maja – za pośrednictwem linii 8. Wartym uwagi jest tekst, że ciągi komunikacyjne obsługiwane dotychczas taborem z elementami niskiej podłogi nie zostały pozbawione obsługi pociągami charakteryzującymi się udogodnieniami dla osób z ograniczeniami ruchowymi.

Działania podejmowane przy kształtowaniu układu linii i rozdziału taboru mają na celu zapewnienie obsługi tramwajami niskopodłogowymi oraz niskowejsściowymi jak największego obszaru Krakowa, a nie tylko wybranych dzielnic. Kursowanie linii o ww. charakterystyce jest związane z rozdziałem taboru na poszczególne linie przy jednoczesnym uwzględnieniu ograniczeń (wynikają one z faktu, że na niektóre odcinki sieci dany typ taboru nie może być kierowany), który zapewnia obsługę każdego ciągu komunikacyjnego przynajmniej jedną linią, do obsługi której skierowany jest tabor posiadający powierzchnię podłogi na możliwie najbardziej zbliżonym poziomie do peronu przystankowego.

Wykorzystanie podaży w nowym układzie linii komunikacyjnych

Od 01.02.2014 r. zostanie w Krakowie rozszerzona Strefa Płatnego Parkowania. W związku z tym prognozuje się zwiększony popyt na usługi transportu publicznego w ob-

szarze samej strefy, jak i na jej obrzeżach. Przeprowadzona została kordonowa analiza rezerwy podaży miejsc w pojazdach w dwóch obszarach z wykorzystaniem pakietu symulacyjnego VISUM. Jeden z nich został przyjęty w granicach nowej strefy płatnego parkowania (SPP), drugi zaś kordon został przyjęty w oddaleniu o ok. 2 km od pierwszego z nich. Granica kordonu zewnętrznego wynikała również z zasięgu sieci tramwajowej Krakowa, opierając się na założeniach Polityki Transportowej miasta traktującej ten środek transportu jako podstawowy w obsłudze komunikacyjnej Krakowa. Na rysunku 1 przedstawione zostały granice przyjętych kordonów wraz z wynikami wykorzystania podaży na poszczególnych ciągach komunikacyjnych w godzinie porannego szczytu komunikacyjnego.



Rys. 1. Wykorzystanie podaży w pojazdach KMK w godzinie porannego szczytu komunikacyjnego

Wyznaczono podaż dla dwóch scenariuszy. W pierwszym z nich przyjęto standardy napelnienia w pojazdach w Krakowie, czyli maksymalne napelnienie wynoszące 5 osób/m². Drugi wariant przedstawia podaż uwzględniającą nominalną pojemność pojazdów wynikającą z ich specyfikacji technicznych. Oba zostały przedstawione w tabeli 7.

Przyjmując standard maksymalnego napelnienia pojazdów do 5 osób/m² wykorzystanie podaży w podróżach do centrum miasta spoza obszaru docelowej Strefy Płatnego Parkowania, jest na poziomie 43%, co daje rezerwę miejsc w środkach transportu zbiorowego na poziomie około 27 500 miejsc.

Przy założeniu maksymalnego napelnienia równego pojemności nominalnej pojazdów, wynikającej z ich specyfikacji technicznych, wykorzystanie podaży w podróżach do centrum miasta spoza obszaru docelowej Strefy Płatnego Parkowania jest na poziomie 30%, co daje rezerwę miejsc w środkach transportu zbiorowego na poziomie około 48 000 miejsc.

Należy mieć na uwadze, że powyższe wyniki są wartościami uzyskanymi z modelu makrosymulacyjnego wykonanego w programie VISUM. Wszystkie wartości ujęte na mapach przedstawiają uśrednione potoki pasażerskie na poszczególnych ciągach komunikacyjnych w godzinie szczytu porannego (7:00–8:00). Sporadyczne sytuacje, w których niektóre kursy charakteryzują się napelnieniem zbliżonym do 100% są uśredniane z liniami o mniejszym

Analiza rezerw podaży w pojazdach Komunikacji Miejskiej w Krakowie									
Godzina szczytu porannego		Standard do 5 osób/m ²				Pojemność nominalna			
Kierunek	Kordon	Popyt	Podaż	Różnica (podaż-popyt)	Wykorzystanie podaży [%]	Popyt	Podaż	Różnica (podaż-popyt)	Wykorzystanie podaży [%]
Łącznie obydwie kierunki	SPP	35 762	97 020	61 258	37	35 762	138 596	102 834	26
	SPP + ok. 2 km	31 559	109 698	78 139	29	31 559	156 706	125 147	20
Do centrum	SPP	21 078	48 510	27 432	43	21 078	69 298	48 220	30
	SPP + ok. 2 km	19 638	54 877	35 239	36	19 638	78 393	58 755	25
Z centrum	SPP	14 684	48 510	33 826	30	14 684	69 298	54 614	21
	SPP + ok. 2 km	11 921	54 821	42 900	22	11 921	78 313	66 392	15

Źródło: opracowanie własne

napętnieniu. Dzięki temu otrzymujemy informację o średnim wykorzystaniu podaży na ciągach komunikacyjnych, a nie na poszczególnych liniach.

Przykład wykorzystania pakietu VISUM przy podejmowaniu decyzji o wprowadzaniu zmian

Zarząd Infrastruktury Komunalnej i Transportu, projektując nową sieć połączeń komunikacji miejskiej w postaci tzw. małej marszrutyzacji, opierał się na wiedzy i doświadczeniu specjalistów projektujących zmiany, posiłkujących się wynikami symulacji i analiz otrzymanych z programu VISUM. Na podstawie wyników analiz symulacyjnych podjęta została decyzja o zmianie linii 8², która to decyzja wywołała wiele kontrowersji wśród niektórych środowisk. Decyzja ta była jednak podyktowana szczegółowymi analizami m.in. wykorzystującymi kierunki przemieszczania się pasażerów (tzw. więźba ruchu).

Odcinek pomiędzy Bronowicami a Teatrem Bagatela jest jednym z najbardziej obciążonych ciągów tramwajowych w Krakowie. Według wyników badań potoków pasażerskich i więźby podróży opracowanej przez autorów „Studium remarszrutyzacji” największe zapotrzebowanie na bezpośrednie połączenie z Bronowicami występuje do Nowej Huty, Nowego Bieżanowa i Kurdwanowa, natomiast dużo mniejsza liczba pasażerów dojeżdża do Bronowic z rejonu Borku Fałęckiego, czyli po starej trasie linii 8.

Przed remarszrutyzacją do Bronowic, w trakcie szczytów komunikacyjnych, dojeżdżało 30 pociągów tramwajowych w ciągu godziny. Było to maksimum przepustowości, jaką mogło przyjąć torowisko, a szczególnie skrzyżowanie ul. Królewskiej, Karmelickiej i alei Trzech Wieszców. Każdy dodatkowy pociąg na tym ciągu spowodowałby zator i paraliż komunikacyjny. Po wprowadzeniu zmian do Bronowic w trakcie szczytów komunikacyjnych dojeżdża 27 pociągów tramwajowych. Pierwsze obserwacje napętnienia na tym odcinku, po wprowadzeniu zmian, pokazały, że zmniejszenie liczby składów o 3 przy jednoczesnym skierowaniu większego taboru do obsługi linii 24 nie wpłynęło na pogorszenie komfortu podróży polegającego na znacznym wzroście napętnienia w pociągach tramwajowych.



Rys. 2. Liczba podróży realizowanych przez pasażerów w godzinie szczytu porannego i popołudniowego pomiędzy Bronowicami, Cichym Kącem a Kurdwanowem, Bieżanowem i Borkiem Fałęckim

Przygotowując reformę komunikacyjną, ZIKiT musiał zdecydować, z jakiego połączenia z Bronowicami zrezygnować, gdyż utrzymanie wszystkich linii, przy wprowadzeniu dodatkowych kursów tramwaju numer 24, spowodowałoby znacznie przeciążenie układu komunikacyjnego. Do tego celu wykorzystano program symulacyjny VISUM, a analizie poddano każdą linię z osobna.

W wyniku badań okazało się, że to właśnie linia 8 przewoziła najmniejszą liczbę pasażerów na całej trasie (Borek Fałęcki – Bronowice Małe). Owszem napętnienie tramwaju numer 8 na całej pierwotnej trasie było znaczne, jednak większość pasażerów (ok. 90 proc.) poruszała się albo z Borka Fałęckiego do centrum miasta (w tym momencie takie połączenie zapewnia linia 8), albo z Bronowic do centrum i Podgórze (w tym momencie taką podróż można zrealizować linią 13). Tylko niewielki, bo przeszło dwa razy mniejszy niż z Kurdwanowa i Nowego Bieżanowa, odsetek pasażerów podróżował bezpośrednio pomiędzy Borkiem Fałęckim i Bronowicami.

Wprowadzone korekty do nowego układu linii w Krakowie w wyniku monitorowania konsekwencji zmian

Od pierwszych dni od wprowadzenia nowego układu linii komunikacji miejskiej w Krakowie monitorowane jest funkcjonowanie transportu zbiorowego przez Zarząd Infrastruktury Komunalnej i Transportu w Krakowie. Do

² Wielu mieszkańców Krakowa zadawało pytanie, dlaczego linia 8 w nowym układzie linii nie jeździ do Bronowic.

7 grudnia 2012 roku uruchomiona została specjalna infolinia na którą mogli dzwonić pasażerowie z uwagami, sugestiami i propozycjami dotyczącymi nowego układu linii. Na podstawie własnych obserwacji, sygnałów od pasażerów, a także od operatorów świadczących usługi przewozowe, Zarząd Infrastruktury Komunalnej i Transportu w Krakowie już w grudniu i styczniu wprowadził korekty mające na celu jeszcze lepsze dostosowanie oferty przewozowej komunikacji miejskiej w Krakowie do występujących potrzeb. Zmiany dotyczyły między innymi:

- zmiany taboru kierowanego do obsługi linii: 3, 13, 21, 24, 112, 412, 502;
- połączenia linii 121 i 193 w jedną linię;
- uruchomienia dodatkowych kursów na liniach: 13, 122, 183 – zmiany te wynikały głównie z konieczności lepszego dopasowania rozkładu do potrzeb pasażerów;
- uruchomienia kursu wariantowego (szkolnego) na linii 132;
- poprawa koordynacji rozkładów jazdy na liniach kursujących wspólnymi ciągami;
- korekty pojedynczych kursów na liniach tramwajowych i autobusowych, szczególnie w godzinach porannych i wieczornych, mające na celu poprawę przesiadek pomiędzy liniami.

W celu kompleksowego sprawdzenia funkcjonowania komunikacji miejskiej w Krakowie od 9 kwietnia br. firma wyłoniona w drodze postępowania przetargowego na zlecenie Zarządu Infrastruktury Komunalnej i Transportu w Krakowie, rozpoczęła przeprowadzanie pomiarów napełnień wybranych linii tramwajowych i autobusowych. Po otrzymaniu wyników od wykonawcy badań zostaną one poddane analizom i jeśli zajdzie taka potrzeba w miarę posiadanych możliwości (technicznych, finansowych i taborowych), będzie można jeszcze dokonać pewnych korekt polegających na zmianie częstotliwości kursowania, zmianie taboru obsługującego poszczególne linie lub korekt rozkładów jazdy.

Podsumowanie

Dzięki wykorzystaniu przed wprowadzeniem zmian na liniach komunikacji miejskiej w Krakowie oprogramowania symulacyjnego VISUM, wykorzystując przygotowany do tego celu model funkcjonowania komunikacji miejskiej w Krakowie, można było przed wdrożeniem wykonać wstępną ocenę projektowanych rozwiązań. Uzyskano dzięki takiemu podejściu ograniczenie negatywnych skutków dla pasażerów korzystających na co dzień z komunikacji, dla których tak znaczne zmiany wiązały się z obawą o możliwość zrealizowania podróży, a przede wszystkim koszty z tym związane.

Warto również nadmienić, że to nie program układu nowe marszruty czy tworzy rozkład, a jedynie stanowi narzędzie, które specjalistom umiejącym z niego korzystać daje możliwość dokonywania obiektywnych ocen (w oparciu o realne wartości, a nie tylko przecucia) pro-

jektowanych rozwiązań. Ważne jest więc, aby zmiany w komunikacji miejskiej były projektowane przez ludzi znających dobrze miasto oraz realia funkcjonowania komunikacji miejskiej, charakteryzujących się dużym doświadczeniem, co może zagwarantować, że nowe marszruty linii będą przemyślane i uwzględnią konsekwencje zarówno dla mieszkańców, jak również dla całego systemu transportu publicznego. Tylko takie podejście gwarantuje, że wykorzystanie narzędzi symulacyjnych do oceny projektowanych rozwiązań będzie miarodajne, a efekt najlepszy.

Nie do przecenienia jest również fakt, że analizy otrzymane dzięki symulacji z wykorzystaniem specjalistycznego oprogramowania stanowią doskonałą formę obrony, a zarazem uzasadnienia wprowadzonych czy planowanych do wprowadzenia zmian. Przekonano się, że w przypadku negocjowania i podważania zmian przez różne grupy osób, po przedstawieniu wyników otrzymanych analiz z programu VISUM przeciwnicy zmian tracili swoją argumentację.

Wyniki symulacji stanowić również mogą element dyskusji nad ewentualnym wprowadzeniem zmian w układzie linii, będąc doskonałym narzędziem przy prezentowaniu argumentacji np. w trakcie konsultacji społecznych czy prezentowaniu decydom zmian, zwłaszcza że mogą one być również przedstawiane w formie graficznej, przyjaznej dla niespecjalistów.

Reasumując – dzięki wykorzystaniu nowoczesnych programów symulacyjnych minimalizuje się negatywne skutki projektowanych zmian poprzez testowanie ich nie na żywym organizmie, jakim jest miasto i jego mieszkańcy, ale na stworzonym modelu.

Literatura

1. Bauer M. z zespołem, „Studium remarszrutyżacji układu linii transportu miejskiego w Krakowie”, Politechnika Krakowska oraz Stowarzyszenie Inżynierów i Techników Komunikacji RP Oddział w Krakowie, Kraków 2011.
2. Uchwała Rady Miasta Krakowa nr XVIII/225/07 z dnia 4 lipca 2007, w sprawie przyjęcia Polityki Transportowej dla Miasta Krakowa na lata 2007–2015.
3. Księga Niebieska, Sektor Transportu Publicznego, Warszawa, grudzień 2008.
4. Visum 12 User Manual, PTV AG 2011.
5. Uchwała Nr XXI/229/11 Rady Miasta Krakowa z dnia 6 lipca 2011 r. w sprawie ustalenia strefy płatnego parkowania, ustalenia opłat za parkowanie pojazdów samochodowych na drogach publicznych w strefie płatnego parkowania, wprowadzenie opłaty abonamentowej dla niektórych użytkowników dróg oraz sposobu pobierania tych opłat (wraz z późniejszymi zmianami tj. Uchwałą Nr XXIV/318/11 Rady Miasta Krakowa z dnia 14 września 2011 r. w sprawie zmiany uchwały Nr XXI/229/11 Rady Miasta Krakowa z dnia 6 lipca 2011 r.).