

# **Analiza wielkości parkingów Park and Ride zlokalizowanych w obszarach metropolitarnych**

**Andrzej Szarata**

*Katedra Systemów Komunikacyjnych, Wydział Inżynierii Lądowej,  
Politechnika Krakowska, e-mail: aszarata@pk.edu.pl*

**Streszczenie:** Celem niniejszego artykułu jest ocena wielkości popytu na podróże w systemie Park and Ride (P&R), które pozwolą na weryfikację założeń funkcjonalnych dotyczących budowy tego typu parkingów. Proponowane podejście będzie bazować na ocenie poszczególnych lokalizacji w aspekcie powiązań z układem komunikacji zbiorowej, atrakcyjności położenia oraz zagospodarowania przestrzennego przyległego obszaru. W toku analizy zostanie wyznaczona liczba podróży odbywanych z wykorzystaniem systemu P&R. Przykład aplikacji modelu będzie wykonany w oparciu o symulacyjny model transportowy aglomeracji warszawskiej.

**Słowa kluczowe:** modelowanie podróży, system Park and Ride, podział zadań przewozowych

## **1. Wprowadzenie**

Parkingi Park & Ride (P&R) mają w swojej istocie zachęcić kierowców samochodów osobowych do zmiany zachowań komunikacyjnych poprzez przesiadkę na środki komunikacji publicznej. Parkingi tego typu nie mogą powstawać i być właściwie wykorzystane bez kompleksowej strategii zrównoważonego transportu. Wg założeń tej strategii, działania planistyczne prowadzi się w dwóch kierunkach: po jednej stronie zwiększenie atrakcyjności transportu publicznego i indywidualnego niezmotoryzowanego, a po drugiej stronie zmniejszenie atrakcyjności dojeżdżania do celu samochodami. Obydwa warunki muszą być ze sobą ściśle powiązane i należy pamiętać, że spełnienie pierwszego z nich wymaga bardziej kompleksowych i kosztownych działań. Środki transportu mające stanowić alternatywę dla samochodu muszą być atrakcyjne, szybkie oraz bezpieczne. Zazwyczaj jednak działania w stronę zrównoważonego transportu przeprowadzane są w obszarach, w których ruch samochodowy jest na tyle duży, że konieczne są dodatkowe środki przyspieszania komunikacji miejskiej. Parkingi Park & Ride muszą być lokowane w rozsądnych punktach na obrzeżach miast (na granicy obszarów obciążonych kongestią transportową) i dopiero wtedy mogą zachęcić do przesiadki na transport publiczny, który znacznie bardziej efektywny w obszarach śródmiejskich. W ramach artykułu zostanie omówiona procedura wyznaczania udziału podróży P&R oraz wyznaczania wielkości parkingów przesiadkowych.

## **2. Koszt uogólniony podróży**

Modelowanie kosztu uogólnionego jest narzędziem często wykorzystywanym w planowaniu układów komunikacyjnych (np. [1], [2], [8]), w badaniu względnej atrakcyjności poszczególnych środków lokomocji i w konsekwencji – do modelowania

podziału zadań przewozowych. Model kosztu uogólnionego uwzględnia wszystkie koszty, jakie musi ponieść użytkownik, aby pokonać drogę ze źródła do celu podróży. Obejmuje on, w zależności od wybranego środka transportu, zarówno koszty eksploatacyjne jak i koszty czasu podróży z uwzględnieniem stopnia uciążliwości poszczególnych etapów podróży, wyrażone bądź w formie finansowej, czasowej lub w innej formie wartości ekwiwalentnych. Porównanie wartości kosztu uogólnionego podróży samochodem osobowym oraz w systemie P&R wskaże na preferencje w wyborze środka transportu. Formuła kosztu uogólnionego dla podróży P&R może również wykazać, jakie zmiany w komponentach kosztowych są konieczne, by zachęcić potencjalnych użytkowników do korzystania z systemu. W analizie parkingów P&R koniecznym będzie uwzględnienie kosztów trzech możliwych sposobów podróżowania: samochodem osobowym, komunikacją zbiorową i systemem Park and Ride.

### 2.1. Wyznaczenie formuły kosztu uogólnionego podróży samochodem osobowym

Koszt jazdy samochodem osobowym będzie obejmował koszty związane z eksploatacją pojazdu, koszty parkowania w śródmieściu oraz ekwiwalent uciążliwości podróży. Analizując podróż samochodem osobowym należy uwzględnić następujące etapy: *czas dojścia do samochodu osobowego* – czas potrzebny na dojście z domu do miejsca garażowania samochodu oraz jego uruchomienia, *czas jazdy* – czas potrzebny na dojazd z miejsca garażowania do celu podróży, *czas poszukiwania miejsca postojowego* – czas potrzebny na znalezienie wolnego miejsca w pobliżu celu podróży oraz *czas odejścia* – czas potrzebny na dojście z miejsca postoju do celu podróży. Do pełnego opisu podróży należy uwzględnić koszty eksploatacyjne samochodu osobowego, uzależnione od odległości podróży i jednostkowego kosztu eksploatacyjnego, koszty związane z parkowaniem w śródmieściu oraz czas podróży uwzględniający różną uciążliwość poszczególnych jej etapów. Uogólniony koszt podróży samochodem osobowym może być opisany równaniem [6]:

$$K_{jso} = K_e \cdot L + K_p + [1,21 \cdot t_{dso} + 1,00 \cdot t_{jso} + 1,80 \cdot t_{szmp} + 1,10 \cdot t_{odso}] \cdot k \quad (1)$$

gdzie:  $K_{jso}$  - uogólniony koszt podróży samochodem osobowym [zł];

$K_e$  - koszty eksploatacyjne pojazdu [zł/km];

$L$  - odległość między źródłem a celem podróży [km];

$K_p$  - koszt parkowania w śródmieściu [zł].

$t_{dso}$  - czas dojścia do samochodu osobowego [min];

$t_{jso}$  - czas jazdy samochodem osobowym [min];

$t_{szmp}$  - czas poszukiwania miejsca parkingowego [min];

$t_{odso}$  - czas odejścia z miejsca pozostawienia samochodu do celu podróży [min];

$k$  - jednostkowy koszt czasu podróży [zł/min].

### 2.2. Wyznaczenie formuły kosztu uogólnionego podróży komunikacją zbiorową

Koszt uogólniony podróży komunikacją zbiorową będzie obejmował koszty związane z wykupieniem biletu jednorazowego lub udziału abonamentu przypadającego na jedną podróż, oraz kosztów czasu podróży, wyrażonych ekwiwalentem uciążliwości podróży (przyjęto wagę dla subiektywnego czasu podróży odpowiadającą przeciętnym warunkom napełnienia pojazdu komunikacji zbiorowej). Koszt podróży komunikacją zbiorową można określić następująco [5]:

$$K_{jkz} = K_b + [1,50 \cdot t_{dkz} + (0,6 + 0,2 \cdot t_{okz}) \cdot t_{okz} + 1,50 \cdot t_{jkz} + 1,20 \cdot t_{odkz}] \cdot k \quad (2)$$

gdzie:  $K_{jkz}$  - uogólniony koszt podróży środkami komunikacji zbiorowej [zł];  
 $K_b$  - koszt biletu lub udziału abonamentu przypadającego na jedną podróż [zł];  
 $t_{dkz}$  - czas dojścia do przystanku komunikacji zbiorowej [min];  
 $t_{okz}$  - czas oczekiwania na pojazd komunikacji zbiorowej [min];  
 $t_{jkz}$  - czas jazdy pojazdem komunikacji zbiorowej [min];  
 $t_{odkz}$  - czas odejścia z przystanku komunikacji zbiorowej [min];  
 $k$  - jednostkowy koszt czasu podróży [zł/min];

### 2.3. Wyznaczenie formuły kosztu uogólnionego podróży Park and Ride

Koszt uogólniony podróży w systemie P&R uwzględnia nie tylko koszty eksploatacyjne samochodu (koszt paliwa, ubezpieczenia czy koszty serwisowe) oraz opłaty za korzystanie ze środków komunikacji zbiorowej (koszt biletu lub udział kosztu abonamentu, przypadający na jedną podróż), ale również koszt czasu poświęconego na poszczególne etapy podróży. Podstawowym elementem wartości kosztu uogólnionego jest wskaźnik uciążliwości [6]. Element ten składa się z wartości czasów podróży z uwzględnieniem względnej uciążliwości poszczególnych etapów pokonanych przez użytkownika na drodze źródło – cel. Analizując czas podróży w systemie Park & Ride należy uwzględnić następujące etapy podróży: *czas dojścia do samochodu osobowego* – jest to czas od wyjścia z domu do momentu uruchomienia silnika; *czas jazdy samochodem osobowym* – jest to czas potrzebny na dojazd z garażu (lub parkingu przed domem) do parkingu P&R, *czas przesiadki wraz z czasem oczekiwania* – to łączny czas znalezienia miejsca postojowego na parkingu, zamknięcia pojazdu i dojścia do przystanku komunikacji zbiorowej (przyjęto, że przystanki znajdują się w bezpośrednim sąsiedztwie P&R), *czas jazdy komunikacją zbiorową* - to czas od wejścia do opuszczenia pojazdu (może pojawić się potrzeba przesiadki na inną linię komunikacji zbiorowej, wtedy należy uwzględnić dodatkowy czas przesiadki) oraz *czas odejścia* to czas na dojście z przystanku do celu podróży [6].

$$K_{P\&R} = K_{jso}^{doP\&R} + K_{jkz}^{zP\&R} + [1,21 \cdot t_{dso} + 1,00 \cdot t_{jso} + 2,00 \cdot t_{okz} + 1,50 \cdot t_{jkz} + 1,20 \cdot t_{odkz}] \cdot k \quad (3)$$

gdzie:

$K_{P\&R}$  – uogólniony koszt podróży w systemie P&R [zł];

$K_{jso}^{doP\&R}$  - koszt jazdy samochodem osobowym do parkingu P&R [zł];

$$K_{jso}^{doP\&R} = K_{ekspl} \cdot l_{ij} \quad (4)$$

$K_{ekspl}$  - koszt eksploatacyjny samochodu [zł/km];

$l_{ij}$  - odległość z celu podróży położonego w rejonie  $i$  do parkingu P&R w rejonie  $j$  [km]

$K_{jkz}^{zP\&R}$  – koszt jazdy środkami komunikacji zbiorowej z parkingu Park and Ride do celu podróży i obejmuje koszt biletu (w obie strony) oraz ewentualnej dopłaty za korzystanie z systemu Park and Ride [zł];

### 2.4. Analiza kosztu uogólnionego podróży

Przedstawione formuły pozwalają określić koszt podróży dla analizowanych środków transportu. Podstawowym parametrem koniecznym do zastosowania modelu jest czas

podróży wyznaczony dla tych środków transportu. Został on określony na podstawie makrosymulacji komputerowej programem VISUM dla modelu transportowego aglomeracji warszawskiej [7] w godzinie szczytu porannego. Do określenia kosztu uogólnionego podróży, potrzebne są czasy przejazdu komunikacją indywidualną i zbiorową oraz odległości z celu podróży do parkingu P&R, a następnie z parkingu do śródmieścia. Często zdarza się, że dostępny model transportowy wykazuje znaczące różnice w czasach podróży, uzyskane czasy zaleca się poddać weryfikacji przy wykorzystaniu planerów podróży (np. [3], [4]). Ponieważ w analizie uwzględnia się wiele rejonów mogących obciążyć dany parking przesiadkowy, przyjęcie jednej wartości średniej dla czasu podróży czy odległości z tych rejonów, mogłoby wpłynąć na jakość wyników (zbyt duże rozproszenie wartości czasu i odległości). Aby zmniejszyć dyspersję danych wejściowych, proponuje się podział rejonów przypisanych do danego parkingu na dwie strefy skupione wokół kwantyli 25 (dla strefy pierwszej) i 75 (dla strefy drugiej) odległości z tych rejonów do parkingu. Następnie, do dalszych obliczeń przyjmuje się uśredniony czas przejazdu i uśrednione odległości z rejonów położonych w obu strefach do umownego rejonu stanowiącego cel podróży. Wydaje się, że przyjęte podejście polegające na uśrednieniu czasów i odległości dla rejonów z obszaru ciężarów poszczególnych parkingów P&R wraz z weryfikacją czasów w planerze podróży, przyczyni się do zmniejszenia ewentualnych niedokładności modelu w ostatecznym wyniku.

Po wyznaczeniu czasów podróży poszczególnymi środkami transportu przystąpiono do obliczenia wartości kosztu uogólnionego podróży. Do określenia kosztu uogólnionego przyjęto następujące założenia:

- koszt jazdy samochodem osobowym – przyjęto na poziomie oficjalnej stawki w instytucjach państwowych dla samochodu osobowego, odpowiadającej kwocie 0,95 zł/km. Wartość ta uwzględnia zarówno koszty korzystania z samochodu zależne od przejechanego dystansu (w modelu uwzględnia się odległości pomiędzy rejonami źródłowymi i docelowymi),
- opłata za korzystanie z systemu P&R – koszt korzystania z parkingów ogranicza się wyłącznie do pokrycia kosztów podróży komunikacją zbiorową,
- wartość czasu – w analizach komunikacyjnych przyjmuje się wartość czasu jako połowę stawki średniego wynagrodzenia za pracę (dla Warszawy tę wartość oszacowano na 40 zł/godz., uwzględnia to udział różnych motywacji podróży),
- poszczególne komponenty czasu podróży zostały przyjęte jako wartości uśrednione, zgodne z : czas dojścia i odejścia z przystanku (parkingu) – 6 min, czas dojścia do samochodu osobowego – 4 min, czas szukania miejsca postojowego na parkingu P&R – 5 min. Wartości te zostały skorygowane przez właściwe współczynniki, odzwierciedlające uciążliwości poszczególnych etapów podróży w postaci wag przedstawionych w formułach kosztu,
- koszt parkowania w mieście – ceny za godzinę parkowania mają charakter progresywny. W przypadku średniego czasu parkowania na poziomie 10 godzin, koszt parkowania wynosi 31,8 zł (wartość parkowania została wyznaczona na podstawie maksymalnych stawek opłat za parkowanie), jednakże aby uwzględnić posiadaczy abonamentu oraz parkujących bezpłatnie (np. na parkingach pracowniczych) do analiz przyjęto wartość zryczałtowaną, odpowiadającą 50% kosztu parkowania: 15,9 zł,
- czas podróży od źródła do celu (umownie przyjętego punktu w śródmieściu) dla poszczególnych środków transportu został określony na podstawie symulacji programem VISUM i zweryfikowany programem do planowania podróży,

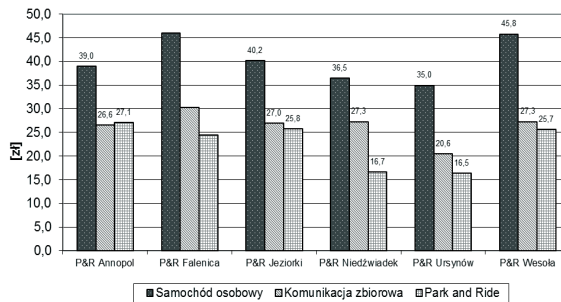
- w przypadku podróży odbywanych w systemie Park and Ride należy uwzględnić czas potrzebny na zaparkowanie pojazdu, przejście na przystanek (stację kolejową) i czas oczekiwania na pojazd komunikacji zbiorowej. Założono, że łączny czas przesiadki i oczekiwania na środek transportu zbiorowego będzie wynosił 10 minut (zwiększy to łączny czas przejazdu z obszaru ciężarów do centrum miasta). Przyjęta wartość czasu oczekiwania jest właściwa dla każdej z częstotliwości kursowania pojazdów komunikacji zbiorowej. W przypadku dużych interwałów międzypojazdowych pasażer zna ich rozkład i stara się być na przystanku przed odjazdem; w przypadku małych interwałów, pasażer nie musi znać dokładnego rozkładu i przyjęta wartość 10 min jest wielkością akceptowalną [5].

## 2.5. Aplikacja przedstawionej procedury

Do celów analizy wybrano planowane parkingi przesiadkowe położone w aglomeracji warszawskiej. Analizie poddano łącznie 6 lokalizacji: Anopol, Falenica, Jeziorki, Niedźwiadek, Ursynów i Wesola. W celu określenia potoku pojazdów, który może korzystać z analizowanych parkingów przesiadkowych, dokonano wydzielenia rejonów komunikacyjnych na te, z których możliwe będzie rozpoczęcie podróży w systemie P&R. Dla każdego parkingu zaznaczono potencjalny obszar ciężarów składający się z rejonów komunikacyjnych będących miejscowościami w zasięgu wpływu aglomeracji warszawskiej (rejonów wlotowe). Brano również pod uwagę kilka rejonów miejskich które z racji odległego położenia w stosunku do śródmieścia oraz funkcjonującego szybkiego połączenia komunikacją zbiorową również mogą generować podróże w systemie P&R.

Przypisując poszczególne rejonu do wpływu konkretnych parkingów P&R uwzględniano również sposób podłączenia rejonu do sieci drogowej – ulicznej w modelu transportowym. Ponieważ w opracowaniu uwzględniono, poza analizowanymi lokalizacjami parkingi już funkcjonujące, mogło się okazać, że wybrane rejonu będą mogły obciążać więcej niż jeden parking. Z tego powodu oszacowano stopień przynależności danego rejonu do parkingu. Jest to istotne z powodu konieczności uwzględnienia w dalszych analizach przynależności do właściwych rejonów zarówno potoku pasażerskiego jak i potoku pojazdów. Kolejny etap to określenie zasięgu obszaru będącego potencjalnym celem podróży. Obszar ten obejmował łącznie 87 rejonów komunikacyjnych zlokalizowanych w śródmieściu – ograniczone ulicami: Koszykową, Żelazną, Solidarności i Wisłą. Przyjęto, że dla każdego z parkingów P&R cele podróży będą położone w tym obszarze. W przypadku rejonów mogących obciążyć parkingi przesiadkowe, przyjęto dla każdego z parkingów obszary, ustalone zgodnie z następującymi założeniami:

- dla każdego parkingu brano pod uwagę obszar, z którego mieszkańcy potencjalnie mogą korzystać z parkingu. Dodatkowo założono, że wloty zewnętrzne do miasta zlokalizowane w obszarze ciężarów parkingu również będą obciążały dany parking,
- przy wyznaczaniu stref ciężarów poszczególnych parkingów brano pod uwagę poziom obsługi komunikacją zbiorową. W przypadku braku obsługi danego fragmentu obszaru ciężarów metrem lub tramwajem założono, że cały ten fragment będzie obciążał dany parking. W przypadku występowania linii tramwajowej lub metra założono, że dla obszarów gdzie średnia odległość dojazdu do przystanku nie przekracza 500 m, obszary te nie będą wchodziły w strefę ciężarów parkingu. Takiego założenia nie robiono w przypadku przystanków kolejowych,
- dla wspólnych obszarów ciężarów 2 lub 3 parkingów przyjęto szacunkowo procentowe udziały obciążenia przez dany obszar konkretnych parkingów.



Rys. 1. Wyznaczony koszt uogólniony podróży różnymi środkami transportu dla analizowanych lokalizacji parkingów przesiadkowych.

W większości przypadków, koszt jazdy w systemie P&R jest najniższy w porównaniu do komunikacji zbiorowej i indywidualnej. Powodowane jest to faktem, iż system P&R może być traktowany jako bardzo efektywny sposób podróżowania, gdyż w sposób optymalny wykorzystuje zalety każdego ze środków transportu nie ujawniając ich wad: w obszarach podmiejskich o stosunkowo niskim zatłoczeniu komunikacyjnym, samochód osobowy stanowi najszybszy środek transportu, a w obszarach miejskich, metro i kolej zdecydowanie przeważają w efektywności funkcjonalnej.

### 3. Wyznaczenie udziału podróży realizowanych w systemie Park & Ride oraz wielkości parkingów

Klasyczne modele podziału zadań przewozowych oparte są na wynikach badań ruchu zawierających stwierdzone preferencje użytkowników. Są to najbardziej wiarygodne dane, pozwalające stworzyć model bliski rzeczywistym decyzjom. Można również opracować model bazujący na wynikach ankiet stanowiących deklarowane preferencje. Bazując na odpowiedziach ekspertów wartościujących iloraz kosztu uogólnionego podróży opracowano modele wydzielające podróże odbywane w systemie Park and Ride (na etapie ankietowana, w celu zmniejszenia uzyskanego rozrzutu wykorzystano elementy techniki delfickiej) [6]. W tradycyjnych modelach podziału zadań przewozowych, w celu wydzielenia podróży odbywanych samochodem osobowym stosuje się iloraz czasu jazdy środkami komunikacji zbiorowej do czasu jazdy samochodem osobowym. Jednakże wielkość stosowanych czasów nie uwzględnia wpływu subiektywnych odczuć użytkowników związanych z wartościowaniem takich elementów podróży jak czas oczekiwania czy czas przesiadki. Podstawą do określenia udziału poszczególnych środków transportu w proponowanym podejściu, będzie wartość kosztu uogólnionego podróży, uwzględniająca wszystkie etapy odbywanej podróży wraz z ich wartościowaniem. Multimodalny model podziału zadań przewozowych będzie uwzględniał podróże odbywane środkami komunikacji zbiorowej (w tym przypadku odnosi się do osób mających możliwość wyboru środka transportu), samochodem osobowym i w systemie Park and Ride (wzory 1,2,3). Udział podróży realizowanych poszczególnymi środkami transportu można wyznaczyć wg następujących zależności [6]:

$$u_{ki} = \left( 65,19\Delta_s^{0,11} \right) 100\% \quad (4)$$

$$u_{SO}^{P\&R} = -0,3\Delta_{so/P\&R}^2 + 2,4\Delta_{so/P\&R} + 0,17a + 0,82 \quad (5)$$

$$u_{KZ}^{P\&R} = -0,03a + 0,2a\Delta_{kz/P\&R} + 72,6\Delta_{kz/P\&R} - 12,9e^a - 34,9\ln(a) - 33,5 \quad (6)$$



gdzie:

$u_{ki}$  – udział komunikacji indywidualnej w podróży (udział komunikacji zbiorowej będzie stanowił dopełnienie do 100%)

$\Delta_s$  - iloraz kosztów uogólnionych podróży: komunikacją zbiorową do komunikacji indywidualnej,

$\Delta_{so/P\&R}$  - iloraz kosztów uogólnionych podróży: komunikacją indywidualną do P&R,

$\Delta_{kz/P\&R}$  - iloraz kosztów uogólnionych podróży: komunikacją zbiorową do P&R,

$a$  – atrakcyjność danej lokalizacji P&R. Ponieważ na chęć zmiany środka transportu ma wpływ wiele czynników, parametr  $a$  opisuje lokalne uwarunkowania danego parkingu przesiadkowego (np. lokalizacja i dojazd do parkingu, sposób powiązania z układem drogowym i układem komunikacji zbiorowej, komfort przesiadki itp.). Jest to wartość przyjmowana na zasadzie eksperckiej, z przedziału 1-10, przy czym 1 oznacza najgorszą atrakcyjność, 10 – najlepszą.

Na podstawie powyższych zależności określono udział poszczególnych sposobów podróżowania, co stanowiło podstawę do wyznaczenia oczekiwanej pojemności parkingów. Przy pomocy programu VISUM dokonano agregacji potoków pasażerskich zmierzających z obszaru ciężarów do śródmieścia, dla poszczególnych parkingów przesiadkowych. Proces agregacji polegał na sumowaniu potencjałów ruchotwórczych dla przyjętych rejonów docelowych. Część potoku pojazdów i pasażerów może być przejęta przez funkcjonujące parkingi przesiadkowe. W celu wydzielenia podróżnych korzystających z P&R założono, że parking napęlnia się w ciągu 2 godzin, średnie napęlnienie samochodu osobowego to 1,3 pasażera / samochód oraz zwiększono pojemność parkingów o 30% aby ułatwić znalezienie miejsca parkingowego. Wyniki analiz zestawiono w tabl.1

Tabela 1. Wyznaczone pojemności parkingów P&R oraz potencjalna liczba użytkowników.

Parking P&R	Potencjalna liczba użytkowników	Sugerowana pojemność parkingów P&R
Annopol	146	190
Falenica	68	90
Jeziorki	55	70
Niedźwiadek	190	250
Ursynów	195	250
Wesoła	97	125

Oszacowana liczba użytkowników pochodzi z modelu symulacyjnego aglomeracji warszawskiej i jest wynikiem zastosowania przedstawionej procedury obliczeniowej. Dwa z badanych parkingów już funkcjonują i dla nich sprawdzono średnie wartości napęlnień. Okazuje się, że parking Ursynów charakteryzuje się przeciętnym napęlnieniem 160 pojazdów (wartość modelowana to 195) natomiast na parkingu Niedźwiadek parkuje ~180 samochodów (wartość modelowana to 190).

#### 4. Podsumowanie

W artykule przedstawiono procedurę wyznaczania liczby użytkowników P&R prowadzącą do określenia wielkości parkingów przesiadkowych. Jako przykład posłużyły tu analizy prowadzone dla wybranych parkingów w aglomeracji warszawskiej. Wyznaczony koszt uogólniony podróży obrazuje relacje jakie występują między analizowanymi środkami transportu w Warszawie i uwypukla korzyści jakie mogą być osiągnięte w podróżowaniu komunikacją zbiorową i w systemie P&R. Należy podkreślić, że otrzymane wielkości parkingów są bardzo zróżnicowane i wynikają nie z dostępnej

powierzchni czy zewnętrznych ograniczeń, lecz z możliwych potoków pasażerskich definiowanych w macierzy podróży.

Uzyskane wyniki bazują na modelu symulacyjnym i z tego powodu powinny być traktowane jako orientacyjne, pomocne przy wyznaczaniu pojemności parkingów na etapie prac planistycznych i projektowych. Z pewnością do procedury jak i przyjętych założeń wejściowych można mieć zastrzeżenia, ale należy podkreślić, że brak jest innej metody pozwalającej wstępnie oszacować pojemności parkingów.

## Literatura

- 1 Basu D., Maitra B., Development of generalized cost model for private car trip makers under traffic information. *Journal of the Indian Institute of Science*, vol. 86, No 6, (2006) 681-693.
- 2 Batarce M., Ivaldi M., Urban travel demand model with endogenous congestion, *Transportation Research Part A: Policy and Practice*, Volume 59, (2014) 331–345.
- 3 Planer podróży: [www.iplaner.pl](http://www.iplaner.pl)
- 4 Planer podróży: [www.jakdojade.pl](http://www.jakdojade.pl)
- 5 Rudnicki A. Jakość Komunikacji miejskiej. *Zeszyty Naukowo - Techniczne Oddziału SITK w Krakowie*, Zeszyt 71, Kraków 1999.
- 6 Szarata A. „Ocena efektywności funkcjonalnej parkingów przesiadkowych (P+R)”, rozprawa doktorska, Politechnika Krakowska, Kraków, październik 2005.
- 7 Warszawskie Badanie Ruchu 2005 wraz z opracowaniem modelu ruchu, Raport I - Podział obszaru badania na rejony komunikacyjne, BPRW SA, Warszawa, grudzień 2004
- 8 Yuquin F., Junquiang L., Zhong-Yu X., Guie Z., Yi H., Route Choice Model Considering Generalized Travel Cost Based on Game Theory. *Mathematical Problems in Engineering*, Volume 2013 (2013).

## The procedure of capacity estimation for P&R car parks located within metropolitan areas

Andrzej Szarata

*Department Transportation Systems, Faculty of Civil Engineering,  
Cracow University of Technology, [aszarata@pk.edu.pl](mailto:aszarata@pk.edu.pl)*

**Abstract:** The main purpose of the paper is to estimate P&R demand, which can be useful in estimation of its capacity. The proposed approach is based on the assessment of parking location in terms of connections with public transport system, attractiveness of the location and spatial development of surroundings. Within the analysis, the number of Park and Ride trips was estimated. The proposed approach has been applied to six planned locations of Park and Ride system in Warsaw agglomeration and the analyses were conducted on a simulation model of the whole agglomeration.

**Keywords:** demand modelling, Park and Ride, modal split estimation