

# **Pomiar i analiza wykorzystania samochodów osobowych w ruchu miejskim – przypadek aglomeracji białostockiej**

## **Measurement and analysis of the use of cars in city traffic - the case of Białystok urban area**

**Ewa Dobrzyńska**

Politechnika Białostocka, Wydział Zarządzania, Katedra Zarządzania i Inżynierii Produkcji

### **Abstract**

Transport congestion is inherent to the transport system of the urban areas. Congestion increased due to population growth prosperity. This phenomenon also occurs in the city of Białystok, but so far has not been studied and described. This article is a summary of the research program conducted by the author. The analyzes allowed to determine an individual transport development trends in Białystok. These trends seem to be different from those published by other authors dealing with the problems of congestion. Conclusions of the study indicate a different development of individual transport in Białystok.

**Keywords:** transport congestion, vehicle occupancy, urban transport system, Białystok urban area

### **Wstęp**

Kongestia transportowa (czy też nagromadzenie, przeciążenie, skupienie, zatłoczenie popularnie zwane korkiem) to według definicji podanej w Słowniku Pojęć Transportowych SRT Ministerstwa Infrastruktury chroniczne zjawisko większego natężenia ruchu środków transportu od przepustowości wykorzystywanej przez nie infrastruktury. Kongestia jest uważana za zjawisko niepożądane, powodujące zbędne koszty zarówno o charakterze ekonomicznym, jak i społecznym czy ekologicznym. Zjawisko kongestii jest nieodłącznie związane z węzłami transportowy-

mi, których szczególnie zagęszczenie obserwujemy na terenach wysoko zurbanizowanych (aglomeracje miejskie).

Zjawisko kongestii transportowej jest związane z dobrobytem społeczeństwa i niektórymi przejawami tego dobrobytu jak np. liczbą samochodów, szczególnie przypadającą na jedno gospodarstwo domowe. W związku z ogólnoswiatowym wzrostem zamożności społeczeństw i procesami globalizacji zaobserwowano swoisty „import” tego zjawiska – najwcześniej wystąpiło ono w USA, następnie w Europie Zachodniej, a obecnie jest zauważane w krajach szybko rozwijających się jak Chiny czy Indie<sup>1</sup>.

Zjawisko kongestii ze względu na negatywne skutki dla rozwoju społeczeństw było obiektem badań zarówno praktyków, jak i badaczy akademickich. Pierwsze publikacje poświęcone kongestii pojawiły się już w latach sześćdziesiątych dwudziestego wieku w USA, przy czym za jedną z fundamentalnych uważa się pracę Vicky'ego<sup>2</sup>. Wczesne badania dotyczące kongestii wyraźnie koncentrowały się na grupie problemów techniczno-organizacyjnych i czerpały z dorobku nauk technicznych np. inżynierii ruchu. Z biegiem czasu coraz więcej projektów badawczych dotyczyło kosztów ekonomicznych kongestii i korzystało z dorobku nauk ekonomicznych.

Kongestia w transporcie miejskim odnosi się do dużych skupisk miejskich i jej oddziaływanie na mieszkańców ma charakter bezpośredni zarówno w aspekcie nacisku środowiskowego jak i bezpośredniego związanego z traktowaniem mieszkańców jako uczestników ruchu drogowego. Celem autorki publikacji jest przedstawienie wyników badań jednego z aspektów ruchu drogowego związanego ze zjawiskiem kongestii – wykorzystania miejsc w prywatnych pojazdach samochodowych. Badania dotyczą aglomeracji białostockiej i zostały przeprowadzone w latach 2010-2012. Zrealizowany projekt badawczy ma charakter pilotażowy i będzie kontynuowany.

## 1. Kongestia a cele miejskiej polityki transportowej

Polityka transportowa w miastach i aglomeracjach składa się ze zbioru celów, które mogą być względem siebie wykluczające się a ich realizacja może prowadzić

---

<sup>1</sup> np. Gong H., Xinmiao Y., 2011. *Jams Are Just Starting in China*. China Today 60 (8), s. 49-51.

<sup>2</sup> Vickrey W. S., 1969. *Congestion theory and transport investment*. American Economic Review 59 (2), s. 251.

do konfliktów. W rozdziale posłużono się zbiorem celów zaproponowanych przez Maya i Nasha<sup>3</sup>.

Efektywność ekonomiczna – w większości analiz ekonomicznych pojęcie efektywności jest związane z problemami alokacji zasobów. Alokacja zasobów prowadzi jednak do konfliktów, gdyż odbywa się zwykle w celu osiągnięcia celów jednej grupy np. mieszkańców kosztem innej. Asymetrię w zaspokajaniu potrzeb mieszkańców można zmniejszyć poprzez kompensację dla grupy poszkodowanych (przegranych). Efektywność ekonomiczną transportu miejskiego mierzy się zarówno wskaźnikami o pozytywnym oddziaływaniu na populację jak np. krótszy czas podróży, jak i negatywnymi jak wzrost zanieczyszczeń czy hałasu. Efektywność transportu miejskiego nie zawsze może być wyrażona za pomocą wskaźników kosztowych (monetarnych), szczególnie w przypadku oddziaływania transportu na jakość życia (np. wskaźniki związane z bezpieczeństwem czy wypadkami transportowymi). Wskaźniki ekonomiczne w odniesieniu do zjawiska kongestii nie są więc efektywne i nie odzwierciedlają całej złożoności procesu, a mogą jedynie odnosić się do wybranych efektów kongestii.

Ochrona środowiska – celami ochrony środowiska jest redukcja (lub całkowita likwidacja) wpływu środków transportu i infrastruktury transportowej na środowisko zarówno użytkowników tej infrastruktury, jak i mieszkańców z niej nie korzystających. Na poziomie lokalnym nacisk środowiskowy dotyczy takich aspektów, jak hałas, zanieczyszczenie atmosfery, wibracje, oddziaływanie na układ nerwowy mieszkańców, oddziaływanie na faunę i florę, budynki zarówno historyczne jak i współczesne, wykluczenie ze współużytkowania obszarów miejskich. Na niektóre z tych czynników (np. hałas czy zanieczyszczenia) kongestia oddziałuje w sposób bezpośredni, jej wpływ na inne jest trudny do zdefiniowania czy analizy. Wyrażenie tego wpływu w jednostkach monetarnych jest więc utrudnione, chociaż w niektórych krajach dokonuje się takich prób (np. w Niemczech czy Wielkiej Brytanii<sup>4</sup>).

Bezpieczeństwo – celem miejskiej polityki transportowej w dziedzinie bezpieczeństwa jest redukcja zagrożenia życia i zdrowia oraz uszkodzeń własności w rezultacie wypadków transportowych. Bezpieczeństwo ruchu drogowego jest związane z grupą celów środowiskowych. Wpływ kongestii na bezpieczeństwo jest trudny do oceny, gdyż nie prowadzono dokładnych badań w zakresie wzajemnych powiązań pomiędzy poziomem kongestii a liczbą wypadków transportowych.

<sup>3</sup> May A. D., Nash C. A., 1996. *URBAN CONGESTION: A European Perspective on Theory and Practice*. Annual Review Of Energy & The Environment 21(1), s. 239.

<sup>4</sup> Tinch R., 1995. *The Valuation of Environmental Externalities*. London: Dep. Transp.

Dostępność- jest definiowana jako łatwość osiągnięcia celów. Polityka miejska dąży do większej dostępności zarówno samej infrastruktury transportowej, jak i przy jej pomocy celów cząstkowych użytkowników np. dojazdu do określonych lokalizacji czy miejsc<sup>5</sup>. Dostępność jest mierzona w doniesieniu do wymagań mieszkańców związanych z osiągnięciem przez nich miejsc o określonych funkcjach (edukacyjnych, rekreacyjnych, handlowych, kultu religijnego itp.). Dostępność może być również mierzona z perspektywy osób prowadzących działalność gospodarczą, którzy pragną być dostępni zarówno dla pracowników jak i interesantów np. klientów. Kongestia zmniejsza dostępność.

Zrównoważony rozwój – w odniesieniu do transportu miejskiego zrównoważony rozwój jest identyfikowany jako sposób osiągnięcia celów systemu transportu bez długoterminowych skutków środowiskowych lub naruszenia zasobów naturalnych. Celami cząstkowymi zrównoważonego rozwoju są redukcja emisji dwutlenku węgla czy zmniejszenie konsumpcji paliw i zasobów nieodnawialnych (zarówno w odniesieniu do procesów transportu, jak i elementów konstrukcji infrastruktury transportowej czy pojazdów). Kongestia wpływa negatywnie na cele zrównoważonego rozwoju zwiększając zużycie zarówno paliw płynnych, jak i powodując zwiększone zużycie infrastruktury transportowej.

Atrakcyjność ekonomiczna – może być definiowana różnorodnie, w zależności od lokalnych uwarunkowań. Najczęściej jest ona definiowana jako zbiór uwarunkowań służących realizacji założeń polityki miejskiej w zakresie wykorzystania terenu zgodnie z planami zagospodarowania. Strategia transportowa wspomaga rozwój terenów miejskich i określonego ich wykorzystania np. do działalności biznesowej, handlowej czy mieszkalnej. Strategia transportowa dostarcza usług niezbędnych do rozwoju nowych terenów miejskich (lub rewitalizacji już wykorzystywanych). Atrakcyjność ekonomiczna jest bezpośrednio powiązana z dostępnością i ochroną środowiska. Kongestia zmniejsza atrakcyjność poszczególnych regionów miasta do celów gospodarczych, handlowych, rekreacyjnych czy mieszkalnych.

Równość – system transportowy oddziałuje na grupy mieszkańców w różny sposób. Równość zakłada równomierną dystrybucję korzyści z wdrożenia strategii transportowych lub ich zogniskowanie na grupach o specjalnych potrzebach (np. na osobach o niskich dochodach, niepełnosprawnych, starszych czy mieszkających w specyficznych lokalizacjach), jak również równą redystrybucję ewentualnych strat czy utrudnień spowodowanych zarówno przez pojazdy uczestniczące w ruchu, jak i infrastrukturę transportową. . Oddziaływanie kongestii na zasady równości

<sup>5</sup> Jones S. R., 1981. *Accessibility measures: a literature review*. Lab. Rep. 987. Crowthorne, UK: Transp. Road Res. Lab.

korzyści jest wielowymiarowe i nie może być jednoznacznie zdefiniowane czy ocenione.

## **2. Stopień wykorzystania miejsc w samochodach prywatnych – metodyka pomiaru**

Metody pomiaru wykorzystania miejsc w samochodach prywatnych można podzielić na dwie główne kategorie:

- zautomatyzowane,
- ręczne (manualne).

Metody zautomatyzowane posługują się narzędziami telematyki, często wykorzystując już istniejące elementy infrastruktury logistycznej np. systemy monitoringu wizyjnego. Systemy automatycznego monitorowania liczby miejsc zajętych w pojeździe są rozwijane głównie w Stanach Zjednoczonych jako systemy monitorowania i kontroli pojazdów poruszających się wydzielonymi pasami ruchu dla pojazdów z określoną liczbą pasażerów – tzw. pasy High Occupancy Vehicle (HOV) lub High Occupancy Toll (HOT). Systemy automatycznego monitorowania zajętości miejsc w pojeździe można podzielić na dwie kategorie:

- wewnętrzne systemy pojazdu – detektory liczby pasażerów są wbudowane w pojeździe; stanowią one zwykle elementy zintegrowanych systemów monitorowania pojazdów zwanych Vehicle-Infrastructure Integration lub Connected Vehicles Concept; koncepcja czujników wewnętrznych nie wydaje się perspektywiczną i w ciągu najbliższych 10-15 lat nie należy spodziewać się jej wprowadzenia; poważną przeszkodą jest również niekompatybilność tej koncepcji z już istniejącymi pojazdami – zintegrowane systemy monitorowania pojazdów mogą być wprowadzane wyłącznie w pojazdach nowych;
- systemy zewnętrzne – są powiązane z elementami infrastruktury drogowej; wdrażane lub testowane obecnie systemy opierają się na dwóch technologiach – czujników wizyjnych (kamer) i czujników podcierwieni.

W obu przypadkach znacznym wyzwaniem dla systemów jest określenie liczby pasażerów podróżujących na tylnych siedzeniach. W systemach wewnętrznych pojazdów można wykorzystać informacje o aktywacji tylnych poduszek powietrznych, ale jest to możliwe wyłącznie w odniesieniu do pojazdów o nowoczesnej, zaawansowanej konstrukcji.

Systemy automatycznej weryfikacji liczby zajętych miejsc (automated vehicle occupancy verification AVOV) są rozwijane głównie w USA. Za jeden z pierwszych systemów należy uznać system monitorowania rozwijany przez De-

partament Transportu Stanu Georgia od roku 1995<sup>6</sup> we współpracy z Georgia Tech Research Institute w Atlancie. Pierwotnie wykorzystywano czujniki podczerwieni i podczas testów w latach 1995-1998 system wykazywał 95% dokładność w zakresie detekcji pasażerów w pojazdach. Ze względu na praktykę stosowania w samochodach przyciemnionych szyb wymagana jest modyfikacja systemu (czujników). System nie wyszedł poza etap wstępnego opracowania i testów. Uniwersytet Minnesota wspólnie z korporacją Honeywell opracowało system monitorowania stosujący zarówno czujniki podczerwieni jak i czujniki wizyjne (kamery)<sup>7</sup>. System wykazuje duży potencjał rozwojowy, ale wymaga dalszych prac rozwojowych.

Za najbardziej zaawansowany projekt w dziedzinie automatycznej identyfikacji liczby pasażerów w pojeździe należy uznać projekt PATH, realizowany na Uniwersytecie Kalifornijskim i współfinansowany przez stan Kalifornia, Transportation, and Housing Agency, Department of Transportation, the United States Department of Transportation oraz Federal Highway Administration<sup>8</sup>. W odniesieniu do infrastruktury technologicznej autorzy projektu wybrali systemy identyfikacji z czujnikami optycznymi zwielokrotnione w celu poprawnej identyfikacji przy dużych szybkościach pojazdów, charakterystycznych dla ruchu drogowego na autostradach i drogach ekspresowych. System posiadał zaawansowane funkcje pozwalające określić nie tylko dokładną liczbę pasażerów, ale również ich płeć. Automatyczną identyfikację rozszerzono również na określenie rodzaju pojazdu i identyfikację typów pojazdów używanych przez indywidualnych użytkowników. Systemy automatycznej weryfikacji liczby pasażerów w pojazdach nie zostały wdrożone w praktyce zarządzania ruchem drogowym. Głównymi przeszkodami są: wysokie koszty zarówno instalacji, jak i utrzymania;

- mała skuteczność przy bardzo dużych prędkościach poruszających się pojazdów np. na autostradach;
- możliwość detekcji pasażerów wyłącznie przez powierzchnie oszklone – brak możliwości detekcji przez powierzchnie metalowe, z tworzyw sztucznych czy materiałów tekstylnych.

---

<sup>6</sup> *Georgia Vehicle Occupancy System*, Final Report, Georgia Tech Research Institute, Atlanta, Georgia. 1998, oraz W. Daley, *Proposal: HOV Lane Monitoring*, Georgia Tech Research Institute, Atlanta, Georgia. March 2007.

<sup>7</sup> Pavlidis et al., 1999. *Automated Passenger Counting in the HOV Lane*. MN/RC-2000-6, Final Report. Minnesota Department of Transportation, June.

<sup>8</sup> Chan Ch., Bu F., Singa K., Wang H., 2011. *Implementation and Evaluation of Automated Vehicle Occupancy Verification*. California PATH Research Report, UCB-ITS-PRR-2011-04, May.

Za dominującą metodykę pozyskiwania danych o stopniu wykorzystania miejsc w pojazdach należy uznać technologie oparte o bezpośrednie obserwacje dokonywane przez badaczy (obserwatorów). Typowym przykładem pozyskania danych w ramach projektu badawczego mogą być publikacje badaczy nowozelandzkich Sullivana i O'Fallon<sup>9</sup>. Autorzy dokonywali pomiaru poprzez obserwację pojazdów w wybranych miejscach, a następnie wykorzystali dane z innych badań (np. miejskich departamentów transportu).

### 3. Wykorzystanie samochodów prywatnych w wybranych miastach świata

Dane pozyskane w wyniku realizacji programów badawczych prezentowane są w różnych układach i klasyfikacjach, jednakże można wydzielić kilka układów danych wspólnych dla większości badań.

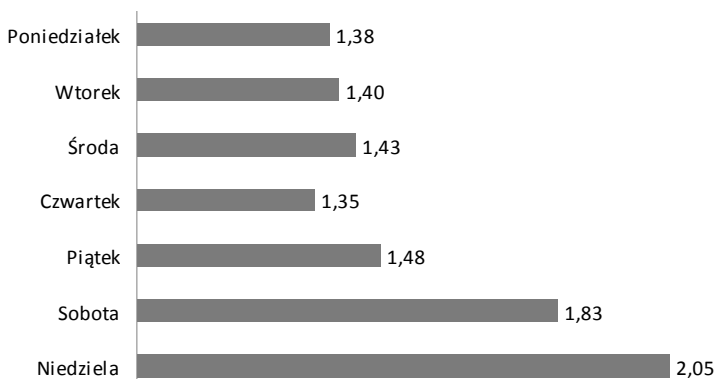
Rozkład tygodniowy i dzienny wykorzystania pojazdów – badacze prezentują pozyskane dane w formie szeregów czasowych, przedstawiając różnice wykorzystania miejsc w pojazdach w różnych układach czasowych.

Rys. 1 prezentuje rozkład wykorzystania miejsc w układzie dni tygodnia dla trzech największych aglomeracji Nowej Zelandii. Wskaźnik wykorzystania miejsc odzwierciedla średnią liczbę pasażerów w pojeździe wliczając kierujących. Dane świadczą o lepszym wykorzystaniu dostępnych miejsc w weekend, przy czym najwyższe wykorzystanie pojazdów jest obserwowane w niedzielę (i jest wyższe niż w sobotę. W dni robocze od poniedziałku do piątku wykorzystanie pojazdów jest niższe i kształtuje się na podobnym poziomie pomiędzy 1,35 a 1,48.

W tabeli 1 przedstawiono podobne dane dla obszaru Wielkiego Manchesteru (Wielka Brytania) w ujęciu historycznym od roku 1984 do 2005. Autorzy raportu zastosowali zróżnicowanie danych według pór dnia, wydzielając dwie strefy czasowe – godziny porannego szczytu oraz godziny przedpołudniowe poza szczytem. Dane nie są kompletne.

---

<sup>9</sup> Sullivan Ch., O'Fallon C., 2003. *Vehicle occupancy in New Zealand's three largest urban areas*. 26th Australasian Transport Research Forum, Wellington, New Zealand, 1-3 October 2003, dokument dostępny w formie elektronicznej.



Źródło: Sullivan Ch., O'Fallon C., 2003. *Vehicle occupancy in New Zealand's three largest urban areas*. 26th Australasian Transport Research Forum, Wellington, New Zealand, 1-3 October 2003, dokument dostępny w formie elektronicznej.

**Rys. 1.** Wykorzystanie miejsc w pojazdach wybranych aglomeracji Nowej Zelandii

**Tabela 1.** Wykorzystanie miejsc w pojazdach aglomeracji Wielkiego Manchesteru (Wielka Brytania)

Rok	Średnie wykorzystanie		% pojazdów wyłącznie z kierowcą	
	godziny szczytu 8.00-9.00	poza szczytem 10.00-12.00	godziny szczytu 8.00-9.00	poza szczytem 10.00-12.00
1984	1,31	-	76	-
1989	1,23	-	81	-
1990	1,24	-	81	-
1991	1,24	-	80	-
1992	1,24	-	80	-
1993	1,24	-	80	-
1994	1,23	1,40	81	69
1995	1,25	1,37	80	69
1996	1,23	1,30	81	74
1997	1,22	1,32	83	72
1998	1,21	1,33	83	73
1999	1,21	1,33	83	72
2000	1,22	1,36	83	71
2002	1,21	1,30	83	75
2004	1,18	1,27	85	76
2005	1,19	1,30	84	74

Źródło: Ellis E., Castle A., Morewood J., Farrer K., Boncinelli R., Wharf J., 2006. *GMTU Report 1138*, Great Manchester Transportation Unit, June, s. 59.



Dane dla obszaru Manchesteru mają charakter przekrojowy, a ich analiza pozwala na sformułowanie następujących wniosków:

- wskaźniki wykorzystania miejsc w pojazdach wykazują zróżnicowanie w zależności od pory dnia, w godzinach porannego szczytu komunikacyjnego są one zawsze gorsze;
- w okresie 1984-2005 nastąpiło pogorszenie wskaźników zarówno średniego wykorzystania pojazdów, jak i wskaźnika procentowego pojazdów wyłącznie z kierującym;
- na początku XXI wieku można zaobserwować stabilizację wskaźników wykorzystania pojazdów na poziomie 1,20-1,30.

Cel podróży – powiązanie wskaźników wykorzystania pojazdów z celem podróży jest możliwe wyłącznie w przypadku kompleksowych badań, finansowanych przez jednostki administracji rządowej czy terytorialnej. Gromadzenie danych jest możliwe wyłącznie przy aktywnej współpracy kierujących pojazdami. Stosuje się dwie podstawowe metody gromadzenia danych: badania ankietowe wśród kierujących (przeważnie jednorazowe) oraz regularna współpraca polegająca na wypełnianiu przez kierujących dokumentów w postaci dziennika, w którym odnotowują dane dotyczące odbywanych podróży. Niekiedy dane są pozyskiwane poprzez porównanie z wynikami badań o charakterze ogólnym dotyczących procesów transportowych (tabela 2). Badania przeprowadzone dla różnych miast (np. aglomeracji Nowej Zelandii oraz ogólne dane dla ruchu pojazdów w Zjednoczonym Królestwie) wykazują dużą zbieżność otrzymanych wskaźników.

Czynniki demograficzne – podobnie jak w przypadku celu podróży, porównanie to jest możliwe wyłącznie przy realizacji dużych projektów badawczych.

W literaturze znanych jest dosłownie kilka realizacji, z których najpełniejszą wydają się rezultaty badań Sullivana i O’Fallon (Tabela 3).

**Tabela 2.** Cel podróży a wskaźniki wykorzystania pojazdów

Cel podróży	Wykorzystanie pojazdu	
	Średnie	% pojazdów wyłącznie z kierującym
Dojazd do pracy	1,2	86
Działalność gospodarcza	1,2	86
Edukacja	2,0	36
Zakupy	1,7	50
Sprawy osobiste	1,4	68
Wypoczynek/rozrywka	1,7	53
Wyjazdy wakacyjne	2,0	40

cd. Tabeli 2.

Inne	2,0	35
Średnia	1,6	61

Źródło: Departament of Transport, *Car occupancy by trip purpose: Great Britain*, 28 July 2011, dokument w formie elektronicznej.

**Tabela 3.** Wpływ czynników demograficznych na wskaźniki wykorzystania pojazdu

Czynnik	Wskaźnik wykorzystania pojazdu
<b>Średni wskaźnik dla całego badania</b>	1,41
<b>Płeć</b>	
Kobiety	1,48
Mężczyźni	1,36
<b>Kryteria etniczne</b>	
Rasy regionu Pacyfiku	1,73
Nowozelandczycy pochodzenia maoryskiego	1,63
Nowozelandczycy pochodzenia europejskiego	1,37
Inni	1,44
<b>Wiek</b>	
15-24	1,49
25-39	1,47
40-59	1,35
60+	1,48

Źródło: Ch. Sullivan, C. O'Fallon, *Vehicle occupancy in New Zealand's three largest urban areas*, 26th Australasian Transport Research Forum, Wellington, New Zealand, 1-3 October 2003, p. 9, dokument w formie elektronicznej.

Dane uwzględniające kryteria demograficzne mogą być podstawą do kształtowania zachowań kierujących pojazdami np. poprzez politykę miasta czy próby oddziaływań na poszczególne grupy ludności za pomocą czynników ekonomicznych czy edukacyjnych. Takie ujęcie danych stwarza możliwość segmentacji populacji miasta czy aglomeracji, co wspomaga kształtowanie pożądaných wzorców zachowań czy przyzwyczajęń. Inne czynniki – poza wymienionymi wcześniej w literaturze przedmiotu można spotkać następujące kryteria klasyfikacji i zestawień danych dotyczących stopnia wykorzystania pojazdów:

- rodzaj gospodarstwa domowego (osoby samotne, małżeństwa z dziećmi bezdzietne itp.);
- liczba osób w gospodarstwie domowym;
- liczba pojazdów w gospodarstwie domowym;
- średnia dochodów w rodzinie;

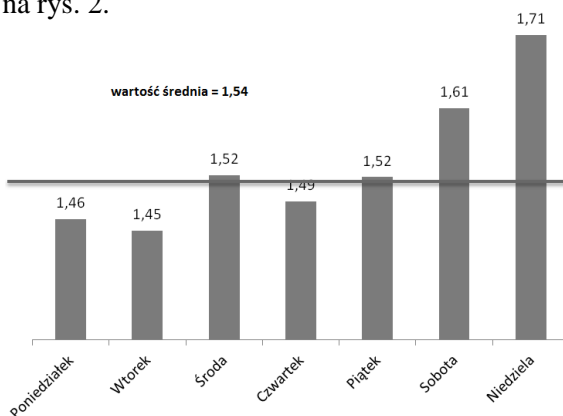
- rodzaj zawodu wykonywanego przez kierującego.

### 3. Aglomeracja białostocka – wybrane wskaźniki wykorzystania pojazdów

Metodyka gromadzenia danych – podstawową metodyką była bezpośrednia obserwacja, dokonywana przez ankierów. Miejsca obserwacji położone na terenie aglomeracji białostockiej były wybierane w ten sposób, aby zminimalizować występowanie błędów klasyfikacji celów podróży. Wybrane zostały miejsca położone na wyjazdach z osiedli mieszkaniowych, a dalszy kierunek podróży był skierowany w stronę centrum miasta. W miarę możliwości punkty obserwacji były tak dobrane, aby w ich pobliżu nie występowały obiekty jednoznacznie determinujące cel podróży (np. szkoły czy przedszkola, obiekty handlowe, sakralne itp.). Obserwacje były dokonywane w cyklach półgodzinnych w ok. 20 wybranych lokalizacjach. Dane wykorzystane w artykule dotyczą okresu maj-czerwiec 2011 r. Dane pozyskane na podstawie obserwacji ankierów zostały przedstawione w dwóch układach, dominujących w opracowaniach opisujących problemy miejskiej kongestii:

- wskaźnik średniej liczby osób w pojeździe;
- wskaźnik pojazdów z kierowcą jako jedyną podróżującą osobą, wyrażany zwykle procentowym wskaźnikiem liczby pojazdów jedynie z kierowcą do całkowitej liczby pojazdów.

Wskaźnik średniej liczby osób w pojeździe i jego zmienność w ciągu tygodnia przedstawiono na rys. 2.



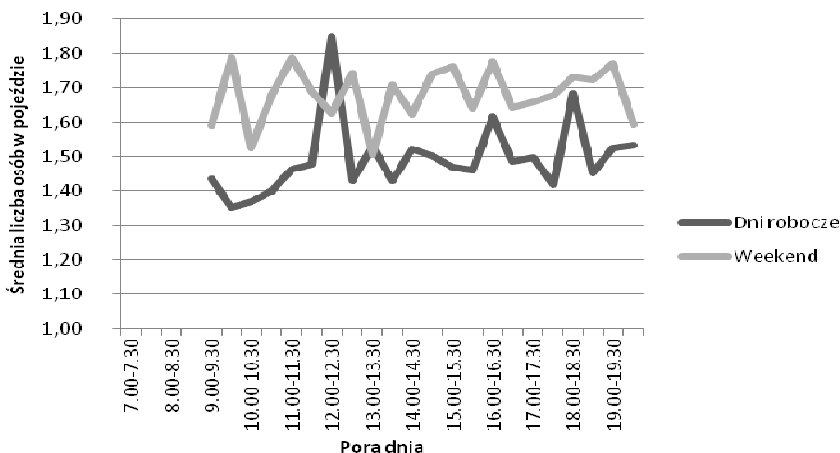
Źródło: badania własne maj-czerwiec 2011 r.

**Rys. 2.** Zmiany wskaźnika średniej liczby osób w pojeździe w ujęciu tygodniowym

Wskaźnik średniej liczby osób w pojeździe wykazuje zmienność w okresie tygodnia od 1,45 we wtorki do 1,71 w niedzielę. Podobnie jak w przypadku badań aglomeracji Europy Zachodniej zauważa się różnice pomiędzy wartością tego wskaźnika w dni robocze od poniedziałku do piątku i weekend (soboty i niedziele). Różnica pomiędzy dniami roboczymi i weekendami nie jest jednak tak znacząca jak w przypadku aglomeracji zachodnich. W dni robocze najniższy wskaźnik liczby pasażerów przypadających na jeden pojazd przypada na wtorek, co jest zgodne z obserwacjami innych badaczy. W weekend najwyższa średnia liczba pasażerów jest obserwowana w niedzielę, w której wartość wskaźnika jest najwyższa ze wszystkich obserwowanych dni.

Zmienność wskaźnika średniej liczby pasażerów w pojeździe w ujęciu tygodniowym jest podobna do innych aglomeracji świata, co potwierdza wspólne tendencje rozwoju transportu indywidualnego. Zmienność wskaźnika jest jednak w przypadku Białegostoku mniejsza – amplituda zmienności w dni robocze i weekend jest zauważalnie mniejsza.

Zaobserwowane różnice spowodowały wprowadzenie zróżnicowania zagregowanych danych i ich podziału na dni tygodnia i weekendowe. Dalsza analiza danych była ukierunkowana na różnice wskaźnika w cyklu dziennym. Zestawienie danych według dwóch kryteriów: pory dnia oraz dni tygodnia przedstawia rys. 3.



Źródło: badania własne maj-czerwiec 2011 r.

**Rys. 3.** Zmiany wskaźnika średniej liczby osób w pojeździe w ujęciu dziennym

W aglomeracji białostockiej odnotowano niewielkie wahania wartości wskaźnika średniej liczby podróżujących w pojeździe w czasie dnia. Również różnice

zmienności tego wskaźnika dla dni roboczych i weekendu są niewielkie. Postępującą zasadą grupowania danych zaproponowaną przez Sullivana i O'Fallona w tabeli 4 przedstawiono wskaźnik średniej liczby pasażerów w pojeździe w różnych porach dnia.

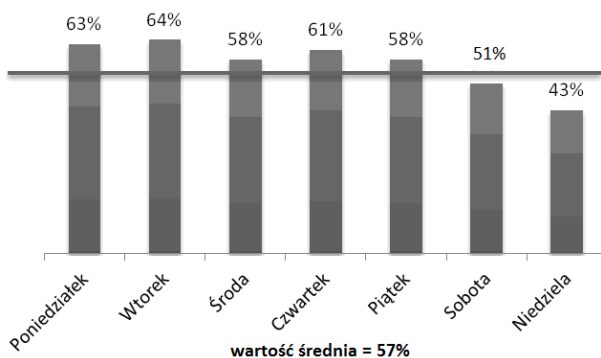
**Tabela 4.** Średnia liczba pasażerów w różnych porach dnia

Pora dnia	Dni robocze	Weekend
do 7:30	1,46	b/d
7:30 – 9:30	1,47	1,54
9:30 – 15:00	1,48	1,67
15:00 – 18:30	1,52	1,70
18:30 i później	1.50	1,70

Źródło: badania własne maj-czerwiec 2011 r.

Obserwacje poczynione w aglomeracji białostockiej wykazują małą zmienność wskaźnika liczby pasażerów w pojeździe – różnice zarówno w ciągu dni roboczych jak i weekendu są małe. Nie zaobserwowano znaczącego obniżenia tego wskaźnika w porze dojazdów czy powrotów ze szkoły, co jest charakterystyczne dla innych aglomeracji (w Nowej Zelandii dla trzech największych aglomeracji wskaźnik ten w porze do godziny 7:30 wynosi zaledwie 1,17).

Wskaźnik liczby pojazdów wyłącznie z osobą kierującą należy uznać za pochodny w stosunku do wskaźnika średniej liczby podróżujących w pojeździe. Wartości tego wskaźnika dla aglomeracji białostockiej w ujęciu tygodniowym przedstawiono na rys. 4.



Źródło: badania własne maj-czerwiec 2011 r.

**Rys. 4.** Zmienność wskaźnika liczby pojazdów wyłącznie z kierowcą

Dokonane analizy wskaźnika pojazdów wyłącznie z kierującym nie poszerzyły wiedzy o procesach kongestii, potwierdzając jedynie wcześniejsze spostrzeżenia.

## Zakończenie

Porównując uzyskane wyniki dla aglomeracji białostockiej z innymi badaniami opublikowanymi w literaturze przedmiotu a odnoszącymi się do metropolii świata należy podkreślić odmienną wybranych aspektów tendencji rozwoju indywidualnego transportu miejskiego. Średni wskaźnik liczby pasażerów w pojeździe wynosi 1,54. Jest on niższy niż w przypadku innych miast. Porównując jego wartość do danych historycznych Wielkiego Manchesteru należy zauważyć, że w roku 1984 wyniósł on 1,41, a następnie w ciągu 20 lat ustabilizował się na poziomie 1,20. W większości publikacji średnia wartość tego wskaźnika wynosi ok. 1,20 i prawdopodobnie do tej wartości będzie zdążać jego wartość również w Białymstoku. Oznacza to dalszy wzrost kongestii w mieście.

W aglomeracji białostockiej nie zaobserwowano zmian wartości wskaźnika liczby zajętych miejsc w pojeździe w ujęciu dziennym – wartość ta w dni robocze zmieniała się od 1,46 do 1,52. Obserwowana w aglomeracjach światowych silna zmienność tego wskaźnika, jak również jego zależność od pory dnia, w Białymstoku jest niezauważalna. Spostrzeżenie to odnosi się również do weekendu.

W Białymstoku nie występuje zjawisko niskiego wykorzystania miejsc w pojazdach w porze porannej (dojazdy do pracy) oraz popołudniowej (powroty). W aglomeracjach światowych wykorzystanie pojazdu w dni robocze jest zwykle większe niż w weekendy – zjawisko to zaobserwowano również w aglomeracji białostockiej, ale różnice te nie są aż tak duże.

Przeprowadzone badania oraz wnioski z nich świadczą o specyfice systemu komunikacyjnego aglomeracji białostockiej oraz roli transportu osobowego indywidualnego. Konieczne są dalsze ukierunkowane badania zmierzające do wyjaśnienia czynników wpływających na zachowanie właścicieli i pasażerów pojazdów samochodowych. Identyfikacja tych czynników pozwoli zmienić zachowanie uczestników ruchu, co może wpłynąć na niektóre niekorzystne zjawiska występujące na terenie aglomeracji np. zjawisko kongestii. Ostatecznym celem badań powinno być opracowanie strategii rozwoju transportu na terenie aglomeracji białostockiej uwzględniającej specyfikę rozwoju systemów transportu miejskiego Białegostoku, co wpływa na odmienną trendów rozwojowych również jego podsystemu transportu indywidualnego.

## Piśmiennictwo

1. Chan Ch., Bu F., Singa K., Wang H., 2011. *Implementation and Evaluation of Automated Vehicle Occupancy Verification*. California PATH Research Report, UCB-ITS-PRR-2011-04.,
2. Daley W., 2007. *Proposal: HOV Lane Monitoring*. Georgia Tech Research Institute, Atlanta, Georgia.
3. *Georgia Vehicle Occupancy System, Final Report*. Georgia Tech Research Institute, Atlanta Georgia. 1998.
4. Gong H., Xinmiao Y., 2011. *Jams Are Just Starting in China*. China Today 60 (8).
5. Jones S.R., 1981. *Accessibility measures: a literature review*. Lab. Rep. 987. Crowthorne, UK: Transp. Road Res. Lab.
6. May A. D., Nash C. A., 1996, *URBAN CONGESTION: A European Perspective on Theory and Practice*. Annual Review Of Energy & The Environment 21(1).
7. Pavlidis et al. 1999. *Automated Passenger Counting in the HOV Lane*. MN/RC-2000-6, Final Report. Minnesota Department of Transportation.
8. Sullivan Ch., O'Fallon C., 2003. *Vehicle occupancy in New Zealand's three largest urban areas*. 26th Australasian Transport Research Forum, Wellington, New Zealand,
9. Tinch R., 1995. *The Valuation of Environmental Externalities*. London: Dep. Transp.
10. Vickrey W. S., 1969. *Congestion theory and transport investment*. American Economic Review 59 (2).