

WOJCIECH SZYMALSKIdr, Fundacja Instytut na rzecz
Ekorozwoju, ul. Nabełaka 15, lok. 6,
00-743 Warszawa, tel. 795110368,
e-mail: w.szymalski@ine-isd.org.pl

WZBUDZONA MOBILNOŚĆ – PRZYPADK MOSTU I TRASY ŁAZIENKOWSKIEJ W WARSZAWIE¹

Streszczenie: Artykuł przedstawia opis przypadku wystąpienia wzbudzonej mobilności pasażerskiej w układzie multimodalnym. Pretekstem do wystąpienia zjawiska ruchu wzbudzonego jest wprowadzenie na most i Trasę Łazienkowską w Warszawie pasa autobusowego w roku 2009. Posługując się archiwalnymi danymi pomiarowymi dla potoków pasażerskich w transporcie publicznym i ruchu drogowego autor odtwarza zmiany potoków pasażerskich przed i po analizowanej zmianie. Zaproponowana metoda analizy proponuje badanie występowania czterech głównych efektów usprawnienia połączenia komunikacyjnego opisanych w literaturze dotyczącej wzbudzonej mobilności. Potwierdzenie występowania określonego efektu pozwala następnie na podjęcie się jego pomiaru. Eliminacja lub pomiar wszystkich efektów pozwalają ostatecznie stwierdzić, czy w analizowanym przypadku wystąpiło zjawisko wzbudzonego ruchu pasażerskiego i jaka była jego skala. W przypadku utworzenia pasa autobusowego na moście i Trasie Łazienkowskiej w 2009 roku stwierdzono pasażerski ruch wzbudzony w transporcie publicznym autobusowym rządu 1789 osób w godzinie szczytu porannego. Ruch ten pojawił się obok przejęcia części pasażerów samochodów osobowych przez transport publiczny, obok zjawiska zmiany tras komunikacyjnych przez użytkowników systemu oraz obok zjawiska przeniesienia części podróży z godzin pozaszczytowych na godziny szczytu.

Słowa kluczowe: wzbudzona mobilność, studium przypadku, transport publiczny.

Wprowadzenie

Przedmiotem analizy w niniejszym artykule jest zjawisko wzbudzonej mobilności. Mobilność rozumiana jest w literaturze transportowej jako podróżowanie w szeroko rozumianym spektrum wielu różnych środków transportu lub bez ich wykorzystania (m.in. podróże piesze). W zakresie analiz dotyczących mobilności znajdują się poszczególne środki transportu z osobna, ale także tak zwana multimodalność. Pojęcie mobilności oraz multimodalności pozwala na badanie podróży wykonywanych wieloma różnymi środkami transportu lub zjawisk polegających na zmianie środka transportu, między innymi takich, które zachodzą podczas wprowadzania usprawnień dla transportu publicznego w miastach. Takie usprawnienie zostało wprowadzone na moście i Trasie Łazienkowskiej w 2009 roku w Warszawie.

Mobilność i multimodalność często wskazywana jest jako rozszerzenie studiów transportowych związanych z jednym środkiem transportu, w których analizowane są takie zjawiska jak na przykład wzbudzony ruch drogowy. Wzbudzony ruch drogowy (ang.: *induced traffic*), towarzyszący mu wzbudzony popyt na podróże (ang.: *induced travel demand*), zwany także wzbudzoną mobilnością (ang.: *induced mobility*), w wyniku

budowy nowych dróg jest od dawna stosunkowo szeroko dyskutowanym zjawiskiem wśród naukowców zajmujących się transportem. Wydaje się, że w zakresie tego zjawiska większość wniosków została już sformułowana, czego dowodem mogą być ostatnie przeglądy literatury naukowej w tym zakresie. Ten artykuł jest próbą pokazania na konkretnym przykładzie, że istnieje możliwość rozwoju studiów nad zjawiskiem wzbudzonej mobilności oraz istnieją możliwości dokładniejszej jego analizy w formie studiów przypadku, także w układzie multimodalnym.

Ruch wzbudzony w literaturze

Podjeżenia, że zjawisko ruchu wzbudzonego na sieci dróg może występować, były wysuwane już nawet w latach 60. XX wieku i były formułowane głównie przez badaczy rozwoju miast, na przykład Lewisa Mumforda [1]. Podejżenia te były przyczyną podjęcia studiów i określenia zakresu i warunków występowania tego zjawiska, które przedstawili między innymi Olszewski i Suchorzewski [2]. W istocie pierwsze naukowo opisane obserwacje tego zjawiska dotyczyły lat 80. XX wieku [3], a żarliwa dyskusja przetoczyła się przez środowiska naukowe USA czy Wielkiej Brytanii głównie w latach 90. XX wieku. Z początku dotyczyła ona głównie tego, czy faktycznie takie zjawisko występuje. Rozpoczęły ją często cytowane w literaturze pozycje książkowe, do których w szczególności należą prace Anthonego Downsa [4] oraz M.H. Mogridge'a [5]. Wpływ tych publikacji pozwolił wykraczać dyskusji o ruchu wzbudzonym w transporcie drogowym poza sferę dociekań prowadzonych jedynie wśród specjalistów i naukowców. Wprowadziły one na scenę rozważań naukowych szeroko komentowane zjawiska: paradox Downsa-Thopsona oraz twierdzenie Lewisa-Mogridge'a [6][7].

Po tych publikacjach głównymi raportami podającymi dowody lub ich brak na występowanie ruchu wzbudzonego oraz badającymi jego implikacje dla planowania budowy dróg były już w mniejszym stopniu publikacje naukowe, a w większym raporty instytucji rządowych między innymi: SACTRA [8], SACTRA [9], Transport Research Board [10], US DOT [11], US EPA [12]. Dyskusja przekroczyła także granice USA i Wielkiej Brytanii, wkraczając do publikacji organizacji międzynarodowych OECD [13]. Prace OECD dotyczą głównie poszukiwania odpowiedzi na pytanie, czy zjawisko ruchu wzbudzonego występuje, czy nie – badając materiał dowodowy z różnych krajów Europy (Austria, Niemcy, Szwajcaria, Wielka Brytania, Francja, Hiszpania, Szwecja).

Stopniowo dyskusja zaczęła dotyczyć rozważań, czy zjawisko wzbudzonego ruchu i popytu na usługi transportu

¹ ©Transport Miejski i Regionalny, 2023.

drogowego ma wpływ na koszty i korzyści z budowy dróg. W dyskusji prezentowane były często skrajne poglądy, od takich, w których ruch wzbudzony ma niewielkie znaczenie, po takie, w których znaczenie ruchu zbudzonego jest bezdyskusyjne [14]. Studia brytyjskie wskazują, że dyskusji tej może towarzyszyć pewna nierównowaga poglądów, ponieważ prawdopodobnie więcej uwagi i publikacji zostanie poświęconych przypadkom występowania zjawiska niż obserwacji jego braku [15].

Szczególnie dużo publikacji naukowych dotyczących wzbudzonego popytu na ruch drogowy pojawiło się w Stanach Zjednoczonych Ameryki Północnej, gdzie stworzone zostało ekonomiczne podejście do pomiaru zjawiska wzbudzonego popytu, polegające na obliczaniu elastyczności popytu na podróże. Elastyczność tę oblicza się jako iloraz procentu wzrostu przepustowości drogi i procentu wzrostu ruchu po zrealizowaniu rozbudowy drogi. W wielu publikacjach stosowane jest to podejście, w wyniku czego raportowane były i są różne elastyczności wzbudzonego popytu przez licznych autorów: Hymel, Small and Van Dender [16], Concas [17], Rentziou et al. [18], Handy and Boarnet [19], Kockleman, [20], Özuysal and Tanyel [21], Duranton & Turner [22], Hsu & Zhang [23].

W XXI wieku temperatura dyskusji w USA i Wielkiej Brytanii ustabilizowała się, a dowodem tego mogą być publikacje już nie tylko o charakterze naukowym i dyskusyjnym, ale także podsumowującym dotychczasową wiedzę na temat tego zjawiska i jej implikacje, wraz z metodyką ich uwzględnienia w analizach [24][25][14]. Przykładowo, w Wielkiej Brytanii uwzględnienie ruchu wzbudzonego w analizach ekonomicznych dotyczących budowy nowych dróg stało się elementem obowiązkowym [15].

Najnowszy przegląd literatury w tym zakresie przygotowany na zamówienie brytyjskiego Departamentu Transportu przynosi konkluzje w zakresie stanu aktualnej wiedzy na temat zjawiska ruchu zbudzonego oraz informacje o niedostatkach w tym zakresie, które formułuje w następujący sposób: *stosunkowo niewielka jest liczba studiów przypadku ruchu zbudzonego, a w literaturze przeważają badania o charakterze ekonomicznym*. W istocie, w tym przeglądzie literatury zidentyfikowano jedynie cztery studia przypadku, z których tylko jedno uznano za wystarczająco wnikliwe. W efekcie sformułowano wniosek iż: *byłoby korzystnym generalizowanie wniosków z poszczególnych studiów przypadku dla różnych sytuacji inwestycyjnych. Mogłyby być one skategoryzowane według różnych schematów inwestycji lub typów obszarów, lub skali geograficznej. Więcej danych na temat skali inwestycji w stosunku do całej sieci drogowej także byłoby korzystne* oraz *większość literatury na temat ruchu zbudzonego pochodzi spoza Wielkiej Brytanii* [15].

Można zidentyfikować pewną liczbę studiów nad zjawiskiem ruchu wzbudzonego także w polskiej literaturze naukowej. Przedstawiają one raczej próby aplikacji wniosków z międzynarodowej dyskusji nad tym zjawiskiem. Wśród tych prac chyba najważniejszą jest praca Szaraty z 2013 roku [26], w której autor stosuje założenia dotyczące ruchu zbudzonego do modelowania ruchu dla systemu

drogowego Krakowa. Przedstawiony tam przegląd literatury przedmiotu nie zawiera praktycznie pozycji literaturowych polskich autorów w tym zakresie. Sama praca Szaraty, a także inne zidentyfikowane prace jego zespołu [27][28], w większym stopniu zmierzają do spożytkowania istniejących dowodów na ruch wzbudzony uzyskanych poza Polską, do polskiej praktyki modelowania ruchu i analiz ekonomiczno-transportowych. Na tym tle popularnonaukowe opracowanie kilku przypadków ruchu wzbudzonego z Warszawy w postaci serii artykułów „Prawo Lewisa-Mogridge’a w Warszawie” [29], opublikowane przez autora tego artykułu, wyróżnia się, choć nie można mu przypisać niestety w pełni wartości naukowej ze względu na publikację poza czasopismami naukowymi. Jeden z przypadków został opracowany w postaci artykułu naukowego, ale występuje tam raczej w charakterze opisu fenomenu niż opisu ścisłych parametrów ekonomicznych lub transportowych konkretnego przypadku [30].

Warto jednak przytoczyć na tle omówionej literatury zagranicznej i krajowej wnioski z pracy Szaraty [26], które, jak się wydaje, ze względu na ciągły brak nowych studiów nad tematem w Polsce wciąż są aktualne: *O ile możliwe jest ujęcie {podróży wzbudzonych} w zaawansowanych modelach bazujących na aktywnościach podróży, o tyle w przypadku ujęcia czterostadiowego, powszechnie stosowanego w Polsce, nie jest możliwa jego kwantyfikacja oraz: Badania nad zjawiskiem podróży wzbudzonych nie są prowadzone na szeroką skalę i nie stworzono satysfakcjonujących modeli kwantyfikujących to zjawisko*.

Na tle tego przeglądu literatury wydaje się, że w sprawie ruchu wzbudzonego w transporcie drogowym środowisko naukowe powiedziało już bardzo dużo i powoli ciężar dyskusji przesuwa się ku aplikacji wniosków z tej dyskusji.

Pojawiają się jednak badania tego zjawiska sugerujące jego występowanie także w innych środkach transportu, co wiązać należy już nie tylko ze zjawiskiem wzbudzonego ruchu drogowego, ale wzbudzonej mobilności. Hsu i Zang [23] stwierdzili bowiem kilka lat temu, że zjawisko ruchu wzbudzonego występuje także na przykład w przypadku usprawnień systemu szybkich kolei w Japonii. Zostało to potem potwierdzone w innych systemach kolejowych [31][32]. Szarata [33] podjął próbę wykazania, że wzbudzony popyt na podróże wystąpił także w przypadku budowy nowego połączenia tramwajowego w Krakowie. Z kolei Wolańskiemu [34] udało się na podstawie badań opartych na danych z wielu polskich miast potwierdzić, że wzrost pracy przewozowej transportu publicznego w mieście może się wiązać ze wzrostem ruchu pasażerskiego mającym charakter wzbudzonej mobilności. Całkiem nowym podejściem jest także próba stwierdzenia, że zjawisko wzbudzonego popytu może występować także w systemie transportu rowerowego, to znaczy na infrastrukturze przeznaczonej do transportu rowerowego. Taki wniosek w najnowszym artykule wysnuwa zespół pod kierunkiem Fosgerau [35] na podstawie modelowania ruchu w Kopenhadze.

Biorąc pod uwagę powyższe rozważania, przedstawiona w dalszej części artykułu propozycja opisu studium przypadku ruchu wzbudzonego na moście i Trasie Łazienkowskiej

w Warszawie stara się przełamać niektóre utrwalone bariery związane z badaniem zjawiska wzbudzonej mobilności. Opracowanie jest opisem przypadku, co odpowiada na stwierdzone w literaturze niedobór tego typu badań. Analiza bazuje na danych pomiarowych, które w przyszłości mogłyby służyć skwantyfikowaniu zjawiska dla tego konkretnego przypadku w warunkach polskich. Jednocześnie pokazane podejście przełamuje formułę dotychczasowych badań, które zwracały uwagę na ruch wzbudzony jedynie w kontekście jednego rodzaju transportu: drogowego, publicznego lub rowerowego, osobno. Opisując analizowany przypadek, rozważana jest odpowiedź na pytanie, czy zjawisko wzbudzonej mobilności może być stwierdzone niezależnie dla wybranego środka transportu, czy też zawsze należy je badać, biorąc pod uwagę multimodalność?

Zakres opisu przypadku

Analizie poddano wystąpienie indukowanego ruchu pasażerskiego na moście i Trasie Łazienkowskiej po utworzeniu pasa autobusowego w październiku 2009 roku. Trasa i most przez Wisłę w Warszawie zostały wybudowane w latach 70. XX wieku jako połączenie nowych mieszkaniowych dzielnic miasta, takich jak Grochów, Gocław ze śródmieściem. Trasa miała być docelowo fragmentem obwodnicy śródmieścia miasta. Oryginalna Trasa i most Łazienkowski mają przekrój drogowy 2x3 pasy ruchu i na odcinku od ulicy Ostrobramskiej do ulicy Wawelskiej, o długości 4 km, ruch drogowy został poprowadzony bezkolizyjnie. Po moście i Trasie kursują autobusy transportu publicznego. Pas autobusowy został utworzony na całym bezkolizyjnym odcinku tej trasy w postaci wydzielenia 1 pasa ruchu dla wyłącznego ruchu autobusów i pozostawienia 2 pasów ruchu dla pozostałych pojazdów.

Analiza obejmuje także ruch pasażerski na mostach sąsiednich. Z mostem Łazienkowskim sąsiadują bezpośrednio od północy most Poniatowski, a od południa most Siekierkowski. Most Poniatowski ma przekrój drogowy 2x2 pasy ruchu. Środkiem mostu poprowadzona jest linia tramwajowa, a po moście kursują także liczne autobusy komunikacji miejskiej. Most nie posiada pasa autobusowego. Most Siekierkowski ma przekrój drogowy 2x3 pasy ruchu i kursują po nim autobusy transportu publicznego bez infrastruktury typu pas autobusowy.

Zmiana wielkości ruchu pasażerskiego w wyniku utworzenia pasa autobusowego została zbadana pod kątem wystąpienia wzbudzonej mobilności jedynie w kontekście godzin porannych w szczycie (7–8) oraz poza szczytem (do 12). Dane dla wszystkich rodzajów analiz nie były dostępne dla pozostałych godzin. Analizie poddano ruch pasażerski w kierunku do centrum miasta (na zachód). Zwrócono uwagę na okres 3–4 lat przed i po wystąpieniu zmiany komunikacyjnej, porównując ruch pasażerski w obydwu tych okresach. Okres do 5 lat po realizacji zmiany w systemie komunikacyjnym uznaje się w literaturze przedmiotu za czas, w którym występuje wzbudzona mobilność nie wynikająca ze zmian w zagospodarowaniu przestrzennym wywołanych nowymi warunkami transportowymi [15].

Główne założenie analizy

Zgodnie z dotychczasowymi wnioskami z dyskusji naukowej, dotyczącej ruchu wzbudzonego w wyniku usprawnienia połączenia komunikacyjnego, w krótkim okresie mogą wystąpić czworakiego rodzaju skutki w zakresie popytu na podróże na usprawnionym połączeniu:

1. Zmiana środka transportu na ten, który staje się sprawniejszy.
2. Skierowanie podróży na szybszą trasę.
3. Przeniesienie podróży na danej trasie z okresu międzyszczytowego na szczytowy w wyniku poprawy warunków ruchu (warunek dotyczy jedynie sytuacji, w której ruch wzbudzony jest badany dla wybranych godzin i nie może być zastosowany dla badania wzbudzonego ruchu w układzie dobowym lub większych jednostek czasowych).
4. Większa częstotliwość podróży oraz nowe podróże związane z usprawnioną trasą [15].

W istocie jedynie ten czwarty efekt wiąże się z występowaniem wzbudzonej mobilności. Pierwsze trzy wymienione efekty zwracają uwagę na przeniesienie popytu z innej trasy, środka transportu lub w czasie i nie muszą się wiązać z występowaniem nowych podróży.

Ze względu na powyższe wnioski przyjęto główne założenie, że aby stwierdzić występowanie ruchu wzbudzonego, a następnie badać jego charakterystykę, wystarczy wykluczyć wystąpienie trzech poniżej wymienionych skutków utworzenia pasa autobusowego na moście i Trasie Łazienkowskiej w Warszawie:

1. Nowy ruch pasażerski, zarówno samochodami osobowymi, jak i transportem publicznym, który pojawił się na moście w godzinach porannego szczytu (7–8), nie został przekierowany z najbliższych równoległych mostów i dróg, tj.: mostu Poniatowski i mostu Siekierkowski.
2. Nowy ruch pasażerski, zarówno samochodami osobowymi, jak i komunikacją zbiorową w godzinie szczytu porannego (7–8,) nie był wynikiem przesunięcia czasowego podróży pasażerskich na analizowanym połączeniu. Wystarczy wykazać, że ruch pasażerski wzrósł również poza godziną porannego szczytu (do 12).
3. Nowy ruch pasażerski wystąpił mimo przeniesienia podróży pomiędzy środkami transportu na tych samych analizowanych trasach komunikacyjnych, w tym w szczególności na trasie usprawnionej. Nowy ruch wzrósł w całym analizowanym układzie komunikacyjnym, to znaczy wraz z trasami alternatywnymi, i można go przypisać wprowadzonemu usprawnieniu transportowemu.

Źródła danych i ich przygotowanie

Dane zebrane do analizy pochodziły z różnych pomiarów ruchu samochodowego i pasażerskiego wykonanych w Warszawie na analizowanych trasach w latach 2005–2013. Były to następujące zbiory danych:

- Warszawskie Badania Ruchu wykonane w roku 2005, których wyniki są publicznie dostępne [36].

- Pomiary ruchu pasażerskiego w pojazdach komunikacji miejskiej wykonywane corocznie przez Zarząd Transportu Miejskiego na różnych przystankach autobusowych w Warszawie. Pomiary są realizowane przez własnych ankierów (pomiary wzrokowe napełnienia pojazdów odjeżdżających z przystanków). Dane nieprzetworzone zostały pozyskane przez autora w drodze korespondencji z Zarządem Transportu Miejskiego [37].
- Pomiary ruchu pasażerskiego i drogowego będące ewaluacją wprowadzenia pasa autobusowego na moście i Trasie Łazienkowskiej wykonane przez firmę AECOM w 2009 i 2010 roku [38][39].
- Pomiary ruchu samochodowego realizowane na drogach i mostach w latach 2005–2013 przez Zarząd Dróg Miejskich w Warszawie za pomocą automatycznych punktów pomiaru. Dane zostały pozyskane w drodze korespondencji z Zarządem Dróg Miejskich lub z dostępnych publicznie informacji na stronie internetowej tej instytucji [40].

Przetworzenie danych polegało na przygotowaniu zestawień liczby pasażerów autobusów kursujących pomiędzy przystankami na ulicy Łazienkowskiej a mostem oraz najbliższymi mostami równoległymi w latach 2005–2014. Przygotowanie zestawienia wymagało podsumowania otrzymanych od Zarządu Transportu Miejskiego nieobrobionych wyników badań w układzie przystankowym, godzinowym oraz alternatywnych tras.

Potoki ruchu pasażerskiego na moście Łazienkowskim w komunikacji miejskiej zostały odtworzone na podstawie pomiarów napełnienia pojazdów odjeżdżających z przystanku Saska – dla większości autobusów przedostatniego usytuowanego przez wjazdem na most. Pomocniczo dla wybranych autobusów konieczne było użycie danych z przystanku Torwar – pierwszego po zjeździe z mostu. Potoki pasażerskie na moście Siekierkowskim zostały odtworzone na podstawie pomiarów napełnienia pojazdów na przystanku Sanktuarium – pierwszego po zjeździe z mostu. Potoki pasażerskie na moście Poniatowskiego, zarówno w autobusach i tramwajach, zostały odtworzone na podstawie wspomnianych pomiarów na przystanku Rondo Waszyngtona – pierwszym przed wjazdem na most.

Badania ruchu pasażerskiego były prowadzone w różnych miesiącach roku. Ze względu na brak możliwości wykorzystania pomiarów z jednego miesiąca dla wszystkich lokalizacji, uznano że wszelkie pomiary ruchu pasażerskiego wykonywane poza okresem wakacji szkolnych (lipiec, sierpień) są reprezentatywne dla całego roku. Dla niektórych lokalizacji pomiary były wykonywane kilka razy w roku. W takich przypadkach dla całego roku przyjmowano średnią z kilku pomiarów.

W wybranych latach dla pojedynczych linii komunikacyjnych pomiary potoków podróży nie były wykonywane. W takich przypadkach założono, że można uzupełnić brakujące dane, korzystając z pomiarów dla tych samych linii komunikacyjnych pochodzących z lat poprzednich lub

następnych. Przykładowo, w roku 2006 brakowało danych dla linii autobusowych na moście Poniatowskiego, w związku z tym podstawiono w ich miejsce dane z roku 2007. Dla mostu Siekierkowskiego w roku 2006 nie były dostępne dane pomiarowe, a więc zastąpiono je danymi pomiarowymi z roku 2005. Braki wystąpiły jeszcze dla pojedynczych linii w roku 2008 dla mostu Siekierkowskiego, dla roku 2010, 2012 dla mostu Łazienkowskiego oraz dla roku 2010 dla mostu Poniatowskiego.

Wykonano także zestawienia ruchu pasażerskiego w samochodach prywatnych dla wszystkich trzech mostów: Łazienkowskiego, Poniatowskiego i Siekierkowskiego. Założono, że każdy zmierzony w wykorzystanych pomiarach ruchu drogowego samochód przewozi 1,2 pasażera zgodnie z wnioskami z Warszawskiego Badania Ruchu z 2005 roku [37]. Zestawienia te dotyczą ruchu szczytowego oraz układu godzinowego przewozów w godzinach analogicznych do dostępnych danych dla transportu publicznego (od 7 do 12). Zestawienia te wykorzystano do dalszych analiz porównawczych wykonanych w postaci wykresów.

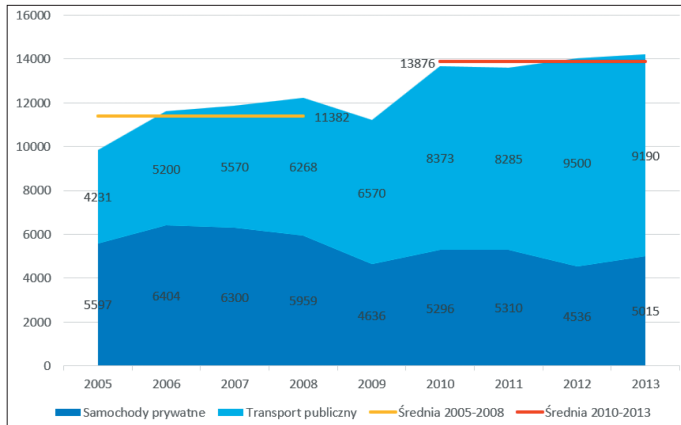
Dane o ruchu pasażerskim w transporcie publicznym i prywatnym niejednokrotnie łączono, uzyskując analizę multimodalną przewozów pasażerskich. Taka analiza powinna pokazać łączną zmianę mobilności na analizowanej części systemu transportowego w wyniku utworzenia pasa autobusowego na moście i Trasie Łazienkowskiej w 2009 roku.

Analizy oparte na danych z kilku mostów oraz dane godzinowe nie wykorzystują informacji dla roku 2009. Jest to związane z faktem, że utworzenie pasa autobusowego wystąpiło w trakcie roku, a posiadane dane z poszczególnych mostów lub dane godzinowe nie dają możliwości przedstawienia jednolitego wyniku dla okresu osobno przed i osobno po zmianie komunikacyjnej.

Wyniki badań

Prezentację wyników rozpoczyna rysunek 1, który przedstawia zmianę ruchu pasażerskiego w transporcie publicznym i samochodach osobowych wyłącznie na moście i Trasie Łazienkowskiej w latach 2006–2013 w godzinie szczytu porannego w kierunku do centrum miasta (na zachód). Wykres pokazuje, iż nastąpił znaczny wzrost ogólnej liczby pasażerów samochodów i autobusów po otwarciu pasa autobusowego w kolejnych latach. Łączna liczba pasażerów przed wprowadzeniem pasa autobusowego w latach 2005–2008 wynosi średnio 11 382 osoby, a po utworzeniu pasa autobusowego w latach 2010–2013 jest wyższa niż przed interwencją i wynosi 13 876 osób. Różnica pomiędzy tymi okresami wynosi 2494 osoby więcej.

Rok 2009 na tym wykresie pokazuje sumaryczne dane z pomiarów wykonanych tuż po otwarciu pasa autobusowego. Widać, że w trakcie tych pomiarów zarejestrowano spadek ogólnej liczby pasażerów w stosunku do okresu przed interwencją. To zjawisko należy przypisać okresowym zakłóceniom w ruchu pojazdów spowodowanym wprowadzeniem pasa autobusowego. Zakłócenia te zostały wyeliminowane w okresie kilku miesięcy od utworzenia pasa.

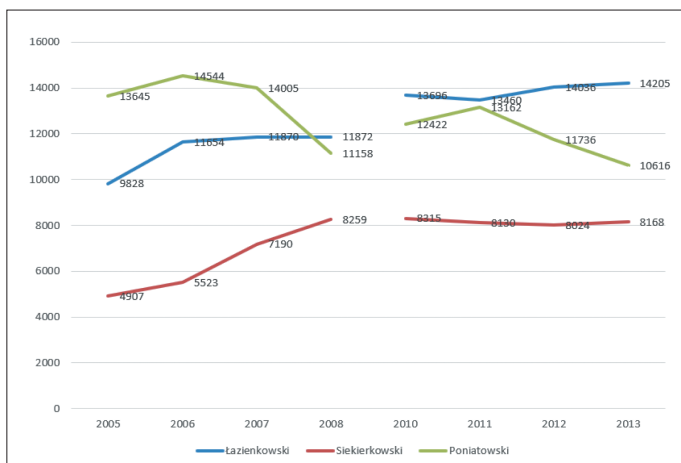


Rys. 1. Sumaryczna liczba pasażerów w transporcie publicznym (jasnoniebieski) i samochodach prywatnych (ciemnoniebieski) na moście i Trasie Łazienkowskiej w latach 2005–2013 oraz średnie liczby pasażerów w okresach przed i po otwarciu pasa autobusowego w roku 2009.

Źródło: opracowanie własne na podstawie [36, 37, 38, 39, 40]

Pokazanie wzrostu ruchu pasażerskiego tylko w transporcie publicznym na analizowanym połączeniu komunikacyjnym, po wprowadzeniu usprawnienia, nie jest wystarczające do stwierdzenia wystąpienia zjawiska wzbudzonej mobilności. Jednak wystąpienie takiego wzrostu w układzie multimodalnym, to znaczy pasażerów transportu publicznego oraz samochodów osobowych jednocześnie, upoważnia do stwierdzenia, że takie zjawisko może wystąpić. Wzrost liczby pasażerów w takim układzie świadczy o tym, że wystąpiło nie tylko przeniesienie pasażerów z jednego środka transportu do drugiego na tej samej trasie, ale mamy do czynienia także z innymi efektami usprawnienia komunikacyjnego. Jednym z takich efektów może być ruch wzbudzony.

Na ile ruch wzbudzony na moście Łazienkowskim wynika jedynie z przeniesienia ruchu z alternatywnych tras komunikacyjnych? Zbadaniu tego efektu służą rysunki 2 oraz 3. Rysunek 2 przedstawia zmiany skumulowanego ruchu pasażerskiego w transporcie zbiorowym i samochodach osobowych na moście i Trasie Łazienkowskiej w latach 2005–2013 w porównaniu do zmian skumulowanego ruchu pasażerskiego na równoległych mostach (Siekierkowski,

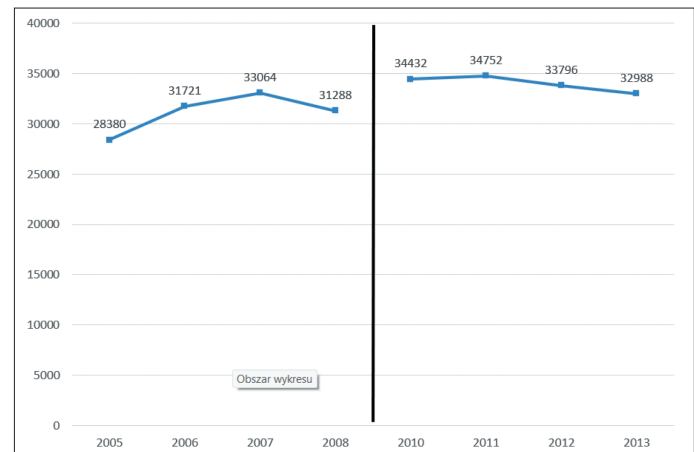


Rys. 2. Zmiany liczby pasażerów w transporcie publicznym oraz samochodach prywatnych osobno na mostach Łazienkowskim, Poniatowskim oraz Siekierkowskim w latach 2005–2008 oraz 2010–2013.

Źródło: Opracowanie własne na podstawie [36, 37, 40]

Poniatowski). Dane dotyczą godziny szczytu porannego oraz kierunku do centrum (na zachód). Z przebiegu wykresu wyraźnie widać, że ruch pasażerski na moście i Trasie Łazienkowskiej nie odbiegał wielkością od ruchu na mostach równoległych. Na tych mostach ruch wzrósł, a potem spadł (most Poniatowski) lub ustabilizował się (most Siekierkowski) po realizacji pasa autobusowego. Wykres pomija dane z roku 2009.

Z kolei rysunek 3 przedstawia skumulowany ruch pasażerski na trzech mostach we wszystkich analizowanych środkach transportu w okresach 2005–2008 oraz 2010–2013, w godzinie szczytu porannego na kierunku do centrum miasta (na zachód). Wykres ten pokazuje wzrost łącznej liczby pasażerów z wartości 31 113 pasażerów – średnio rocznie w ciągu 4 lat poprzedzających – do wartości 33 992 pasażerów – średnio rocznie po realizacji pasa autobusowego. Przed i po zmianie łączna liczba pasażerów na wszystkich trzech przeprawach mostowych wzrosła średnio o 2879 osób rocznie. Wzrost liczby pasażerów jest widoczny, jeśli porównać każdy rok poprzedzający z każdym rokiem następnym po wprowadzeniu pasa. Pozwala to stwierdzić, że pewna część nowego ruchu na moście Łazienkowskim po realizacji przedsięwzięcia może wynikać z nowych podróży – wzrostu mobilności w analizowanych godzinach szczytu.

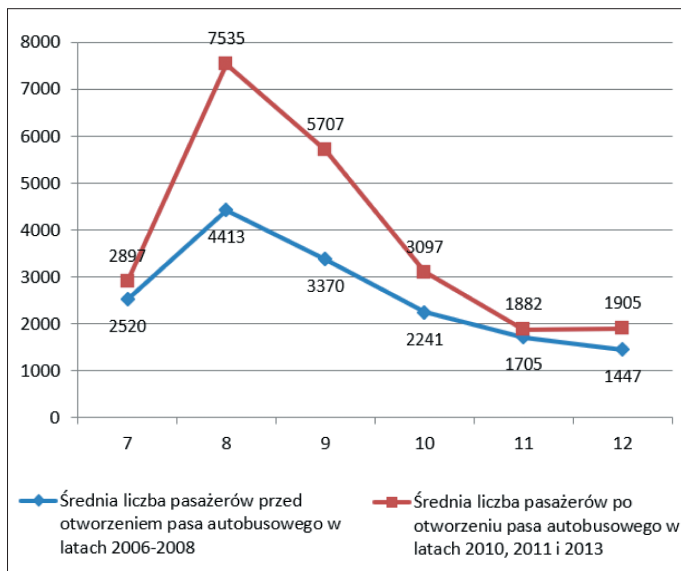


Rys. 3. Zmiana sumarycznej liczby pasażerów w transporcie publicznym i samochodach prywatnych na mostach Łazienkowskim, Poniatowskim i Siekierkowskim łącznie pomiędzy okresami 2005–2008 i 2010–2013.

Źródło: opracowanie własne na podstawie [36, 37, 40]

Warunkiem ostatecznie potwierdzającym występowanie ruchu wzbudzonego będzie wykluczenie przeniesienia podróży pomiędzy godzinami międzyszczytu i godziną szczytu. Pokazaniu tej zmiany służą rysunki 4 i 5. Rysunek 4 przedstawia zmiany ruchu pasażerskiego na moście Łazienkowskim w transporcie publicznym w godzinach od 7 do 12 w kierunku centrum miasta (na zachód). Wykres dotyczy średniej liczby pasażerów przed wprowadzeniem zmiany komunikacyjnej dla lat 2006–2008 oraz średniej liczby pasażerów po wprowadzeniu tej zmiany dla lat 2010–2011 oraz roku 2013. Dane godzinowe dla roku 2012 były niekompletne.

Z przebiegu wykresu wynika, że wzrost ruchu pasażerskiego w autobusach na Trasie Łazienkowskiej i moście

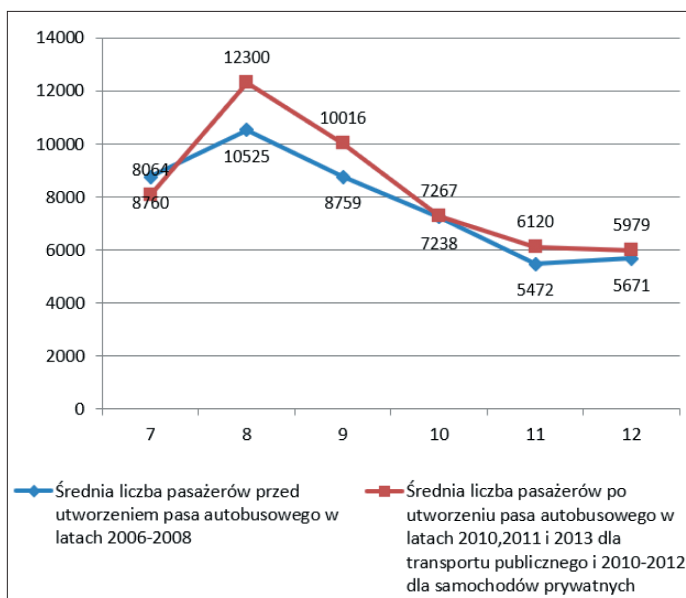


Rys. 4. Porównanie średniego potoku pasażerów w transporcie publicznym na moście i Trasie Łazienkowskiej przed i po wprowadzeniu pasa autobusowego w układzie godzinowym od 7 do 12 rano.

Źródło: Opracowanie własne na podstawie [40].

Łazienkowskim następował w każdej analizowanej godzinie. Jest to argument przemawiający za tym, że dodatkowy ruch pasażerski w godzinach szczytu nie był wynikiem przesunięcia czasu podróży osób z innych godzin. Warto zwrócić uwagę na przebieg wykresu, który wskazuje, że w wyniku zmian komunikacyjnych największy wzrost potoków pasażerskich wystąpił w godzinach 8–9 – około 70%, a wcześniej lub później wzrost przewozów był mniejszy – od 10 do 40%.

Uzupełnieniem rysunku 4 jest rysunek 5, na którym przedstawiono sumaryczną liczbę pasażerów na moście i Trasie Łazienkowskiej w godzinach od 7 do 12 na kierunku do centrum miasta (na zachód) dla transportu publicznego



Rys. 5. Porównanie średniego potoku pasażerów w transporcie publicznym i samochodach prywatnych na moście i Trasie Łazienkowskiej przed i po wprowadzeniu pasa autobusowego w układzie godzinowym od 7 do 12 rano.

Źródło: opracowanie własne na podstawie [37, 40]

oraz samochodów prywatnych. Dla samochodów prywatnych jest to średnia wartość potoków godzinnych dla lat analogicznych, jak w przypadku autobusów.

Z rysunku 5 wynika, że także w układzie dwóch środków transportu ruch pasażerski na moście i Trasie Łazienkowskiej wzrósł w układzie prawie każdej godziny od 7 do 12. Jedynie ruch związany z godziną 7 spadł o 696 osób. Tego ruchu drogowego nie będzie można przypisać do zaobserwowanego zjawiska wzbudzonej mobilności na analizowanym układzie komunikacyjnym.

Wnioski

Przedstawiony materiał dowodowy pozwala stwierdzić, że analizowane usprawnienie transportowe – utworzenie pasa autobusowego na Trasie i moście Łazienkowskim w Warszawie w roku 2009 – wywołało wzrost ruchu pasażerskiego wynikający ze wzbudzonej mobilności. Jest to konsekwencją stwierdzenia, iż wystąpiły wszystkie wynikające z teorii dotyczącej wzbudzonego popytu efekty związane z usprawnieniem połączenia komunikacyjnego. Ich podsumowanie przedstawia tabela 1.

Tabela 1

Podsumowanie efektów zmiany komunikacyjnej w zakresie mobilności osób w wyniku utworzenia buspasa na moście Łazienkowskim w Warszawie w 2009 roku		
Skutek zmiany	Zmiana (osób)	Znaczenie dla ruchu wzbudzonego
Zmiana środka transportu na sprawniejszy	0	Zmiana niższa niż całkowity wzrost liczby pasażerów
Skierowanie podróży na szybszą trasę	0	
Przeniesienie podróży z okresu międzyszczytowego na szczytowy	- 696	Przesunięcie podróży z godziny 7 na 8
Większa częstotliwość podróży	+ 2494	
Sumaryczny ruch zbudzony	+ 1798	Ruch wzbudzony

Stwierdzono wystąpienie efektu zmiany środka transportu. Część pasażerów przeniosła swoje podróże z samochodów prywatnych na autobusy transportu publicznego. Jednak zmiana ta była niższa niż całkowity wzrost ruchu na analizowanej trasie. Średni wzrost ruchu pasażerskiego dla okresu do 4 lat przed i po interwencji wyniósł 2494 osoby.

Stwierdzono wystąpienie efektu zmiany tras komunikacyjnych. Część pasażerów prawdopodobnie przeniosła swoje podróże z mostu Poniatowskiego na most Łazienkowski. Jednak sumaryczna zmiana wielkości ruchu pasażerskiego na trzech sąsiadujących mostach wykazała wzrost liczby przewożonych pasażerów w godzinach szczytu porannego, wyższy niż zmiany wynikające z tego efektu. Wzrost ten wyniósł 2879 osób i był większy niż wzrost ruchu wyłącznie na moście Łazienkowskim.

W bardzo niewielkim zakresie stwierdzono wystąpienie efektu przeniesienia podróży z godzin międzyszczytowych na godziny szczytu na moście Łazienkowskim. Wzrost ruchu w transporcie publicznym wystąpił równomiernie w analizowanych godzinach, ale nieznaczne przeniesienie podróży z godziny 7 na godziny późniejsze nastąpił w ukła-

dzie multimodalnym. Zmiana ta wyniosła 696 osób. Wartość tę należy odjąć od wartości, o jaką wzrosła liczba osób na moście w wyniku utworzenia pasa autobusowego. W wyniku takiego działania otrzymamy wartość 1798 osób, która odpowiada wzbudzonej mobilności na analizowanym układzie komunikacyjnym w wyniku zrealizowanych zmian.

Perspektywy badań wzbudzonej mobilności

Całość zrealizowanego postępowania badawczego pozwala stwierdzić, że możliwe jest w warunkach polskich skonstruowanie studium przypadku inwestycji komunikacyjnej, które pozwala wychwycić fakt wystąpienia oraz skalę wzbudzonej mobilności. Zaproponowana metoda, polegająca na osobnym analizowaniu różnych efektów związanych z ruchem wzbudzonym, wydaje się być dobrym schematem badawczym dla analizowania kolejnych przypadków ruchu wzbudzonego w układzie multimodalnym.

W trakcie realizacji badania zauważono, że powyższe postępowanie może być jeszcze usprawnione i uzupełnione poprzez wprowadzenie następujących elementów:

Analizę czasową przewozów pasażerskich także dla alternatywnych ciągów komunikacyjnych – w tym przypadku mostów Poniatowskiego i Siekierkowskiego. Analiza mogłaby w pełni potwierdzić skalę przesunięć czasowych podróży w całym analizowanym układzie komunikacyjnym.

Poszerzenie geograficznego horyzontu analizy i wzięcie pod uwagę wszystkich mostów w m.st. Warszawie, o ile będą zapewnione dane dla pozostałych mostów o wystarczającej dokładności.

Wprowadzenie analizy porównującej wzrost mobilności oraz przepustowość analizowanego układu drogowego, która prowadziłaby do obliczenia wartości elastyczności popytu w danej sytuacji. Dla analizowanego przypadku wymagałoby to pozyskania danych o taborze realizującym kursy komunikacji miejskiej podczas badań potoków pasażerskich lub wykonania spójnych założeń w tym zakresie.

Wprowadzenie do analizy multimodalnej danych dotyczących ruchu rowerowego na moście Łazienkowskim i pozostałych mostach. Niestety, wykonywane w Warszawie badania ruchu rowerowego nie zawsze monitorowały ruch na analizowanych w tym przypadku mostach. Dla mostu Łazienkowskiego dostępne są wyniki badań ruchu jedynie dla roku 2014 [41], a następnie dopiero od 2019 roku [42]. Poza tym badania ruchu rowerowego prowadzone były zwykle jedynie w układzie dwóch godzin szczytu porannego, przynajmniej do momentu wprowadzenia w wielu lokalizacjach miasta automatów do pomiaru ruchu. Warto zwrócić jednak uwagę, że most i Trasa Łazienkowska aż do 2017 roku nie posiadały dedykowanej infrastruktury rowerowej i ruch rowerowy na tym kierunku wzdłuż trasy był znikomy. W 2014 roku stwierdzono ruch rzędu 45 pojazdów na godzinę w okresie porannego szczytu do śródmieścia, co stanowiło promil szczytowego ruchu w pozostałych środkach transportu w tym okresie [41]. Od 2017 roku ta sytuacja się zmieniła, ale znajduje się ona poza horyzontem czasowym analizowanego w tym miejscu studium przypadku.

Zaproponowana metoda opisu przypadku ruchu wzbudzonego korzysta z dostępnych już wyników pomiarów ruchu drogowego, nie proponując pozyskiwania danych za pomocą nowych metod czy nowych narzędzi. Prowadzi to do wniosku, że istniejące bazy danych, przynajmniej w m.st. Warszawie, mogą być wystarczające do analizowania zjawiska wzbudzonej mobilności, jeśli są uzupełniane regularnie i kompletne. Bazy tworzone lub istniejące należy uzupełniać o dane dotyczące ruchu pasażerskiego we wszystkich możliwych typach środków transportu. Aby stwierdzać i badać kolejne przypadki ruchu wzbudzonego w Polsce, często wystarczy sięgnąć do danych archiwalnych.

Konkludując, należy także stwierdzić, że w pełni poprawna analiza wzbudzonej mobilności powinna być realizowana w układzie multimodalnym. Zastrzeżenie o analizie multimodalnej dotyczy zwłaszcza przypadków wzrostu ruchu w środkach transportu innych niż samochody osobowe. Dla transportu samochodowego nadal można stosować założenie Suchorzewskiego i Olszewskiego [2] brzmiące: *Podróż samochodem jest na tyle atrakcyjna i bardziej wygodna, że – niezależnie od sprawności komunikacji zbiorowej i relacji kosztów – samochód jest użytkowany w stopniu, wynikającym z przepustowości układu i pojemności parkingów.*

Na koniec warto także stwierdzić, że wystąpienie ruchu wzbudzonego na analizowanym układzie komunikacyjnym, powiązaniem z mostem i Trasą Łazienkowską, świadczy o wystąpieniu warunków do doskonałej substytucji pomiędzy transportem realizowanym za pomocą samochodów prywatnych a transportem publicznym. Gdyby udało się stwierdzić tego typu substytucyjność środków transportu w większej liczbie przypadków, mogłoby to posłużyć za podstawę do określenia szczegółowych warunków jej występowania. Następnie można by skonstruować narzędzia służące określeniu tej substytucyjności, nie polegające tylko na badaniu efektów w postaci ruchu wzbudzonego, ale na badaniu innych występujących czynników w otoczeniu układu komunikacyjnego. Postępując w ten sposób, moglibyśmy dojść do sytuacji, w której analiza substytucyjności środków transportu mogłaby być podstawą do przewidywania, czy w danym układzie komunikacyjnym ma szansę wystąpić zjawisko ruchu wzbudzonego także w przypadku innych środków transportu niż samochód osobowy.

Literatura

1. Mumford L., *The Highway and the city*, Secker & Warburg, 1963.
2. Olszewski P., Suchorzewski W., *Samochód w śródmieściu*, WKiŁ, 1983.
3. Holder Ronald W., Stover Vergil G., *Evaluation of Induced Traffic On New Highway Facilities*, Research Report 167-5, Texas Transportation Institute, for the THD and the USDOT, 1992.
4. Downs A., *Stuck in traffic: Coping with Peak-Hour traffic congestion*, Washington, DC. The Bookings institution, 1992.
5. Mogridge M.J.H., *Travel in Towns: Jam Yesterday, Jam Today, Jam Tomorrow?*, MacMillan, 1990.

6. Mogridge M.J.H., Holden D.J., Bird J., Terzis G.C., *The Downs/Thomson paradox and the transportation planning process*, International Journal of Transport Economics/Rivista internazionale di economia dei trasporti, 1987.
7. Lewis D., *Estimating the influence of public policy on road traffic levels in greater London*. J. Transport Econ. Policy, 11, 1997.
8. Trunk Roads and the Generation of Traffic, Standing Advisory Committee on Trunk Road Assessment, UKDoT, HMSO (London; www.roads.detr.gov.uk/roadnetwork), 1994.
9. Transport Investment, Transport Intensity and Economic Growth: Interim Report, Standing Committee on Trunk Road Assessment, Dept. of Environment, Transport and Regions (www.roads.detr.gov.uk/roadnetwork/heta/sactra98.htm), 1997
10. Transportation Research Board, The costs of Sprawl – Revisited: TCRP Report 39, Washington Dc, Federal Transit Administration, 1998.
11. 1999 Status of the Nation's Surface Transportation: Conditions and Performance Report, Washington, DC, 2000.
12. Induced travel: A Review of recent literature with a discussion of policy issues, Washington Dc, US EPA, 2000.
13. Roundtable, Infrastructure-Induced Mobility, OECD, 1995.
14. Litman T., *Generated Travel and Induced Demand: Implications for Transport Planning*, VTPI report, 2017.
15. WSP i Rand EUROPE, Latest evidence on induced travel demand: an evidence review, Department of Transport, GB, 2018.
16. Hymel Kent M., Small K.A., Van Dender K., *Induced demand and rebound effects in road transport*, Transportation Research Part B: Methodological 44 (10), 2010.
17. Concas S., *Highway Capital Expenditures and Induced Vehicle Travel*, Transportation Research, 2013.
18. Rentziou et al., *VMT, energy consumption, and GHG emissions forecasting for passenger transportation*, 2012.
19. Handy S., Boarnet M.G., *Impact of Highway Capacity and Induced Travel on Passenger Vehicle Use and Greenhouse Gas Emissions*; Technical Background Document, California Air Resources Board (www.arb.ca.gov), 2014, at <https://bit.ly/2O4exJA>.
20. Kockelman K., *Traffic Congestion*, Chapter 22, Transportation Engineering Handbook, McGraw Hill (www.mhprofessional.com); 2014 pre-print at www.ce.utexas.edu/prof/kockelman/public_html/congestionchapter.pdf.
21. Özuysal M., Tanyel S., *Induced Travel Demand in Developing Countries: Study of State Highways in Turkey*, Journal of Urban Planning and Development, Vol. 134, No 2, pp. 78–87; 2008, abstract at http://ascelibrary.org/upo/resource/1/jupddm/v134/i2/p78_s1.
22. Duranton G., Turner M., *The Fundamental Law of Road Congestion: Evidence from US Cities*, The American Economic Review, 2011.
23. Hsu W-T., Zhang H., *The fundamental law of highway congestion revisited: Evidence from national expressways in Japan*, Journal of Urban Economics 81, 2014.
24. Gorham R., *Guidebook on induced Travel Demand*, US EPA, Washington, DC, 2002.
25. Gorham R., *Demystifying induced Travel Demand*, Deutsche Gesellschaft für Technische Zusammenarbeit (BTZ) GmbH, Eschborn, 2009.
26. Szarata A., *Modelowanie podróży wzbudzonych oraz tłumionych zmianą stanu infrastruktury transportowej*, Politechnika Krakowska, (fragmenty w eDroga: <https://edroga.pl/inzynieria-ruchu/modelowanie-ruchu-wzbudzonego-w-miastach-cz-i-05094576/poniewaz-klasyczne-podejscie>), 2013.
27. Drabicki A., Szarata A., Kucharski R., *Analiza symulacyjna postulowanych zmian w ciągu III oraz II obwodnicy Krakowa i ich oddziaływania na układ drogowy miasta pod kątem potencjalnego zjawiska ruchu wzbudzonego*, „Transport Miejski i Regionalny”, 2018, nr 7.
28. Drabicki A., Szarata A., *Forecasting the influence of traffic demand elasticity on the effectiveness of road investments – analysis result for the Kraków city ring road system*, Transport Economics and Logistics, Research Journal of the University of Gdańsk, 2018, vol. 80.
29. Szymalski W., *Prawo Lewisa-Mogridge'a w Warszawie* (cykl artykułów), <https://zm.org.pl/?t=lewis-mogridge>, Zielone Mazowsze, Warszawa 2014.
30. Szymalski W., *Lewis-Mogridge position in the cities – the example of Warsaw*, w: Stanisław Kuligowski (2016) *Localities through mobility as an anthropological issue*, Poznańskie Studia Etologiczne 19, Poznań 2016.
31. Byungkwan K., Baek S., Kim J., Lee S., *Empirical Analysis of Induced Travel Effect of High-Speed Rail (Hsr): Case of Honam Hsr in Korea*, Available at SSRN: <https://ssrn.com/abstract=4197709> or <http://dx.doi.org/10.2139/ssrn.4197709>, 2022.
32. Jour He N., Li J., Wang Y., Ma C., *Rail-induced Traffic in China*, doi:10.7307/ptt.v29i5.2235; Promet-Traffic&Transportation, 2017, vol. 29.
33. Szarata A., *Public Transport induces demand estimation with application of Fuzzy Interference System*, 2017.
34. Wolański M., *Skuteczność interwencji publicznej w zakresie mobilności miejskiej*, SGH, Warszawa 2022.
35. Fogerau M., Łukawska M., Paulsen M., Rasmusen, Thomas K., *Bikeability and the induced demand for cycling*, PNAS, 2023, vol. 120, no. 16, <https://doi.org/10.1073/pnas.2220515120>.
36. Monkiewicz S. (red.), *Warszawskie Badanie Ruchu 2005 wraz z opracowaniem modelu ruchu*, BPRW SA, Warszawa, grudzień 2005.
37. *Wyniki badań ruchu pasażerskiego na wybranych przystankach komunikacji miejskiej, 2006–2017*, Zarząd Transportu Miejskiego w Warszawie, niepublikowane, udostępniono autorowi korespondencyjnie.
38. Bednarczyk M., *Efektywność pasa autobusowego na przykładzie Trasy Łazienkowskiej w Warszawie*, prezentacja podczas konferencji „Miasto i Transport”, Warszawa 2011.
39. *Analiza i ocena efektywności wprowadzenia pasa autobusowego w ciągu ulic: Wawelska – Al. Armii Ludowej – Most Łazienkowski – Al. Stanów Zjednoczonych*, AECOM Sp. z o.o., Warszawa 2009.
40. *Wyniki automatycznych pomiarów ruchu drogowego*, Zarząd Dróg Miejskich w Warszawie, Warszawa 2002–2023, www.zdm.waw.pl.
41. *Warszawski Pomiar Ruchu Rowerowego*, Zielone Mazowsze, 2014.
42. *Pomiary Ruchu Rowerowego*, Warszawa 2019, Via Vistula Franek i Sapoń Sp.J.