

Prace Komisji Geografii Komunikacji PTG

2017, 20(4), 20-36

DOI 10.4467/2543859XPKG.17.022.8028

NATĘŻENIE RUCHU A ZAGOSPODAROWANIE ŁÓDZI – ZARYS PROBLEMATYKI W ŚWIELE DANYCH Z OBSZAROWEGO SYSTEMU STEROWANIA RUCHEM

Traffic intensity vs spatial organization of Łódź – outlines of the issues according to the data of the Local Traffic Control System

Michał Kowalski (1), Szymon Wiśniewski (2)

(1) Instytut Zagospodarowania Środowiska i Polityki Przestrzennej, Wydział Nauk Geograficznych, Uniwersytet Łódzki, ul. Kopcińskiego 31, 90-142 Łódź

e-mail: michal.kowalski@geo.uni.lodz.pl

(2) Instytut Zagospodarowania Środowiska i Polityki Przestrzennej, Wydział Nauk Geograficznych, Uniwersytet Łódzki, ul. Kopcińskiego 31, 90-142 Łódź

e-mail: szymon.wisniewski@geo.uni.lodz.pl

Cytacja:

Kowalski M., Wiśniewski S., 2017, Natężenie ruchu a zagospodarowanie Łodzi – zarys problematyki w świetle danych z Obszarowego Systemu Sterowania Ruchem, *Prace Komisji Geografii Komunikacji Polskiego Towarzystwa Geograficznego*, 20(4), 20-36.

Streszczenie: W niniejszym artykule skupiono się na przedstawieniu natężenia ruchu w Łodzi na tle jej struktury funkcjonalnej. Na potrzeby badań wykorzystano dane z Obszarowego Systemu Sterowania Ruchem (OSSR) i Bazy Danych Obiektów Topograficznych (BDOT). W procedurze badawczej przeprowadzono analizy przestrzenne wykonywane w środowisku ArcMap oraz podstawowe metody badań statystycznych. Artykuł zawiera przegląd lokalnych uwarunkowań mobilności, takich jak sieć drogowo-uliczna, poziom motoryzacji oraz lokalna struktura funkcjonalno-przestrzenna. W oparciu o wspomniany zarys uwarunkowań zaprezentowano wielkości przemieszczeń realizowanych przez pojazdy samochodowe korzystające z tej części sieci dróg miejskich w Łodzi, które są objęte monitoringiem, w rejonie występowania wybranych elementów struktury przestrzennej miasta. Wynikiem badań, poza zaprezentowaniem części zjawiska mobilności, było wykazanie, iż dane z OSSR mogą być wykorzystywane w badaniach geograficznych wskazując jednak na ich niedoskonałość w kontekście szeroko zakrojonych badań nad przemieszczeniami w dość skomplikowanej strukturze dużego miasta.

Słowa kluczowe: mobilność, struktura funkcjonalno-przestrzenna, Obszarowy System Sterowania Ruchem, Łódź

Abstract: This article focuses on presenting traffic in Łódź in the context of functional and spatial structure of the city. The research was based on the data from the Local Traffic Control System (OSSR) and Topographic Objects Database (BDOT). For the analysis ArcMap software and basic statistical methods were used. The article contains an overview of the local determinants of mobility, such as road network, car ownership and local functional and spatial structure. Against this background the authors have presented the traffic near selected elements of the spatial structure in Łódź. The study, along with the presentation part of daily mobility, suggests that OSSR data can be used in geographic research, but in the context of extensive research on complex urban structures they could cause some errors.

Key words: mobility, spatial and functional structure, traffic control system, Łódź

Otrzymano (Received): 10.11.2017

Zaakceptowano (Accepted): 30.12.2017

1. Wstęp

Badania łączące w sobie sprzężenia pomiędzy zagospodarowaniem przestrzennym a komponentami transportowymi w geografii rozwijają się w wielu aspektach. Należą do nich m.in. badania nad dostępnością (Radzimski, 2009; Majewski i Beim, 2008; Gadziński, 2010; Wiśniewski, 2016) oraz nad wpływem infrastruktury na zagospodarowanie (Adamiak i in., 2013; Lechowski, 2016) i zachowania transportowe (Gadziński, Radzimski, 2016). Przedstawiana praca wpisuje się we wskazany nurt badań, jednak kierunek spojrzenia na te zagadnienia jest zgoła inny i bardziej zbliżony do aspektów związanych ze zjawiskiem mobilności (Bronk, 2009) i ruchotwórczością obiektów (Rudnicki, Wojnar, 2009). Przedmiotem badań tu zaprezentowanych jest mobilność w relacji do struktury funkcjonalno-przestrzennej miasta. Przy czym, dotyczy jedynie mobilności mierzonej w przypadku jednej gałęzi – transportu drogowego¹. Obszarem analiz prezentowanych w pracy jest Łódź. Mają one charakter statyczny, a wszelkie dane zostały zebrane w oparciu o obserwacje dokonane w kwietniu 2016 roku.

Głównym celem badania jest zaprezentowanie obciążenia miejskiej sieci drogowo-ulicznej na tle struktury funkcjonalno-przestrzennej Łodzi. Wykorzystano w tym celu dane dotyczące rzeczywistego obciążenia sieci bez uwzględnienia charakteru przemieszczeń w niej obserwowanych, co nieco spłyca ujęcie zagadnienia mobilności, która w literaturze geograficznej obejmuje szerokie spektrum zjawisk zawierających się w przedziale otwartym pomiędzy wielkoskalowym przemieszczaniem się ludzi, towarów, kapitału i informacji, a lokalnymi procesami związanymi z codzienną ruchliwością i poruszaniem się. Wspomniane przepływy charakteryzuje się w wymiarach: czasowym, przestrzennym i motywu (cel podróży rozumiany w sensie: po co? w jakim interesie?). W tym kontekście, badania mają charakter ogólny – holistyczny. Obejmują wszystkie przemieszczenia bez ustalania poszczególnych wymiarów mobilności. Z tego względu przedstawianych wniosków nie należy traktować jako precyzyjnych wskazań, a jedynie jako zagadnienia, będące swoistym przyczynkiem do dalszych analiz sektorowych związanych z ruchotwórczością poszczególnych elementów struktury funkcjonalno-przestrzennej oraz mobilnością w układach miejskich.

Dodatковым celem pracy jest weryfikacja, na ile dane z Obszarowego Systemu Sterowania Ruchem

(OSSR) mogą być przydatne przy prowadzeniu badań z zakresu geografii transportu oraz czy możliwym jest za ich pomocą ukazanie zachowań transportowych użytkowników łódzkich dróg.

2. Źródła i metody badań

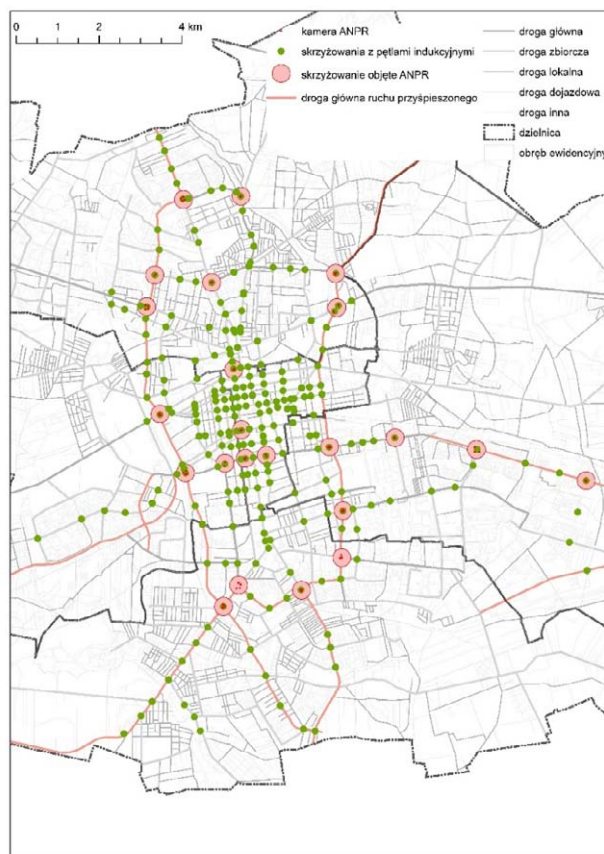
Dane przestrzenne dotyczące charakterystyk wybranych elementów podsystemu drogowo-ulicznego zaczerpnięto z zasobów Bazy Danych Obiektów Topograficznych (BDOT) i portalu OpenStreetMap (OSM). Przedstawione w pracy informacje związane ze wskaźnikami motoryzacji, wielkości i jakości infrastruktury oraz wypadków drogowych zaczerpnięto z baz GUS.

Badania związane z wielkością przemieszczeń w układzie drogowo-ulicznym w Łodzi przeprowadzono w oparciu o dane zebrane przez urządzenia służące detekcji pojazdów – pętle indukcyjne, które pozwalają na gromadzenie informacji o natężeniu ruchu (Birr i in., 2013) w interwałach 15 minutowych. Są to najczęściej spotykane urządzenia, pełniące główną rolę w sterowaniu ruchem². Ich podstawowym zadaniem jest wykrycie nadjeżdżających pojazdów z różnych stron węzłów transportowych (Kulińska i in., 2014), przy czym w Łodzi pętle zamontowane są na dojazdowych pasach ruchu do skrzyżowań. W łódzkim OSSR, wyżej wymienione dane są rejestrowane i przetwarzane przez system SCATS, który umożliwia zarządzanie w czasie rzeczywistym optymalnymi interwałami czasowymi dla sygnalizatorów świetlnych i archiwizację danych pomiarowych (Liu, Cheu, 2004). Służą one zarówno w celu prognostycznym w inżynierii ruchu (Pamuła, 2012) jak i pomiarowym – w celu zobrazowania natężenia ruchu w określonym czasie. Rozmieszczenie skrzyżowań z detektorami (pętlami indukcyjnymi) jest nierównomierne i wyraźnie koncentruje się na obszarze śródmieścia (ryc. 1). Dane przyjęte w badaniu nie zawierają informacji o motywacjach, źródłach i celach podróży osób biorących udział w ruchu. Prezentują jedynie obciążenie na sieci będące w pewien sposób wyrazem wyborów dokonywanych przez użytkowników dróg w danym momencie.

Dane pochodzące z OSSR z racji charakteru detektorów je zbierających, bywają obciążane pewnymi błędami, wynikającymi z lokalnych uwarunkowań (Gajda i in. 2013). Dlatego też, przed przystąpieniem do badań bazę należało poddać weryfikacji, która przebiegała dwuetapowo. Etap pierwszy polegał na

¹ Tarkowski (2016) taką mobilność nazywa mobilnością miejską, rozumianą jako całokształt codziennych przemieszczeń.

² Poza pętlami indukcyjnymi w Łodzi zlokalizowane są także urządzenia umożliwiające wideodetekcję (kamery ANPR ang. *Automatic Numer Plate Recognition*) pełniące rolę uzupełniającą.



Ryc. 1. Monitoring w ramach Obszarowego Systemu Sterowania Ruchem w Łodzi.

Źródło: opracowanie własne.

odrzuconiu danych, które nie miały odzwierciedlenia w rzeczywistym ruchu pojazdów. Pochodziły one z pętli indukcyjnych, które po pierwsze przekazywały informacje o błędnym pomiarze (atrybut: BAD), po drugie uległy zawieszeniu (atrybut: DA), a po trzecie błędnie zliczały przejeżdżające pojazdy, przypisując więcej niż jeden rekord. Łącznie wykluczono z badań 16 skrzyżowań. Etap drugi polegał na uśrednianiu danych. W związku z powyższym wytypowano wszystkie kwietniowe poniedziałki, dla których wartości poddano uśrednianiu. Z racji wcześniejszej procedury odrzucania wartości błędnych, wartości te odnoszą się do średniej z dwóch, trzech lub czterech pomiarów, bądź też stanowią wartość bezwzględną jedyne poprawnego pomiaru, acz w dalszym ciągu mogącego zawierać pewne błędy.

Strukturę funkcjonalno-przestrzenną przedstawiono w oparciu o dane z BDOT, przy czym w kontekście szczegółowych analiz dotyczących zagospodarowania i funkcji obszarów położonych w rejonie skrzyżowań objętych badaniem przyjęto, iż są to tereny w zasięgu izochrony dojazdu samochodem w czasie 1 minuty. W celu wyznaczenia tychże izolinii posłużono się informacjami o dopuszczalnych prędkościach poruszania się na poszczególnych odcinkach sieci drogowej regulowane przez *Ustawę – Pra-*

wo o ruchu drogowym i zarządcę drogi oraz zasoby z bazy OSM. Zasięg izochron został wyznaczony przez narzędzie *Service Area* w ramach rozszerzenia *Network Analyst* w programie ArcMap.

Informacje dotyczące porównań natężenia w rejonach występowania wybranych elementów struktury funkcjonalno-przestrzennej analizowano odnosząc średnią ruchu na skrzyżowaniu, w rejonie którego występuje dane zagospodarowanie, do uśrednionego ruchu na wszystkich skrzyżowaniach.

3. Wybrane uwarunkowania natężenia ruchu samochodowego

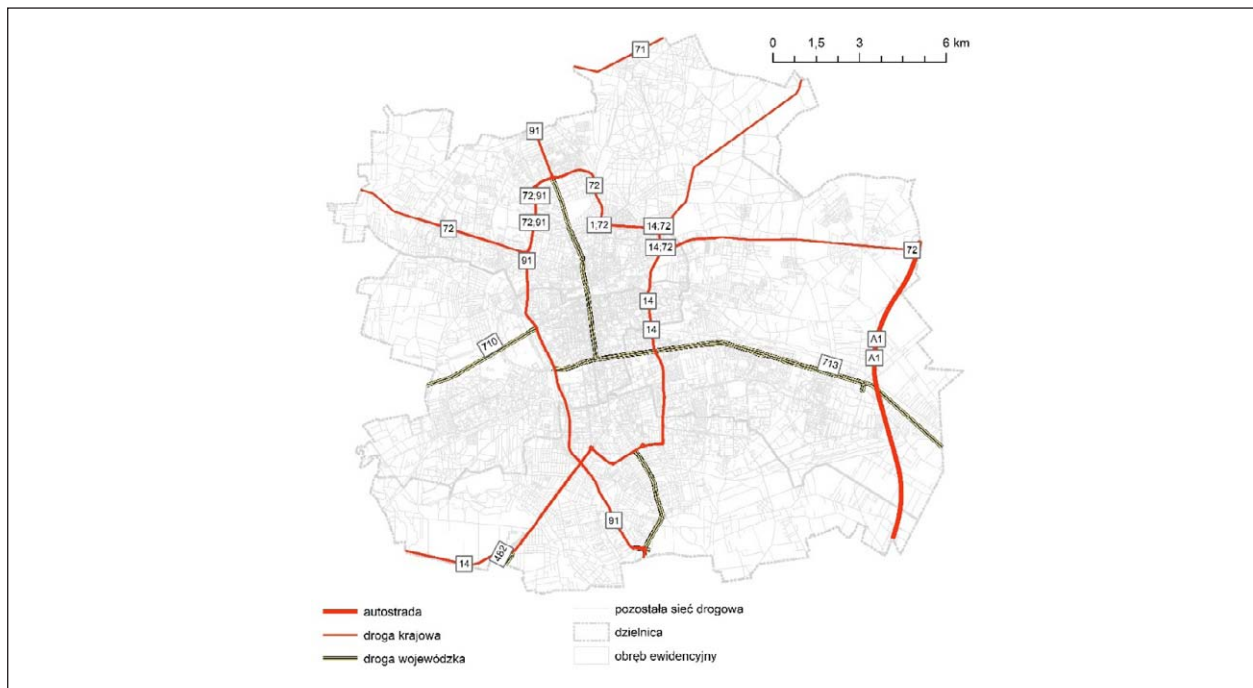
3.1. Sieć drogowo-uliczna

Podsystem układu sieci drogowo-ulicznej według Rozkwitalskiej (1982), jest jednym z dwóch, obok podsystemu komunikacji zbiorowej, elementów systemu komunikacyjnego miasta. W jego skład wchodzi m.in. drogi³ oraz punkty i węzły transportowe. Łódz-

³ W kontekście rozważań dotyczących transportu miejskiego, wyodrębnia się także pojęcie ulicy, która bywa utożsamiana z drogą przeznaczoną dla ruchu oraz postojem pojazdów i dla pieszych wraz z towarzyszącym jej za-

ka sieć drogowo uliczna oparta jest w głównej mierze na sieci dróg krajowych i wojewódzkich (ryc. 2) uzupełnianych przez dość rozbudowaną sieć dróg powiatowych. Drogi gminne mają z reguły charakter

odcinka autostrady A1 (Łódź Północ – Tuszyń) zarządca miejskich dróg podjął decyzję o zakazie ruchu obejmującym tranzyt ciężkimi pojazdami ciężarowymi⁵. Dodatkowym czynnikiem mogącym zmniejszać



Ryc. 2. Łódzka sieć drogowo-uliczna.

Źródło: opracowanie własne.

dróg lokalnych i dojazdowych o wciąż często substandardowej infrastrukturze (ryc. 3). Jak wskazuje Wiśniewski (2016) sieć drogowo-uliczna jest niewystarczająca dla zapewnienia jej użytkownikom dostępności czasowej, która wynikałaby z teoretycznego (unormowanego prawnie i infrastrukturalnie) wyposażenia. Innymi słowy, sieć ta jest przeciążona, przez co rzeczywiste czasy przejazdów po niej są znacznie dłuższe niż wynikałoby to z możliwości, jakie daje infrastruktura i zarządca drogi (ustanawiający lokalne zasady poruszania się po sieci tj. m.in. ograniczenia prędkości).

Miejska sieć drogowo-uliczna w dość istotny sposób została odciążona z ruchu tranzytowego na skutek budowy sieci dróg ekspresowych i autostrad wokół miasta, która otacza je z trzech stron (na północy i wschodzie kolejno autostrady A2 i A1 oraz na południu droga S8)⁴. W obliczu otwarcia w 2016 roku

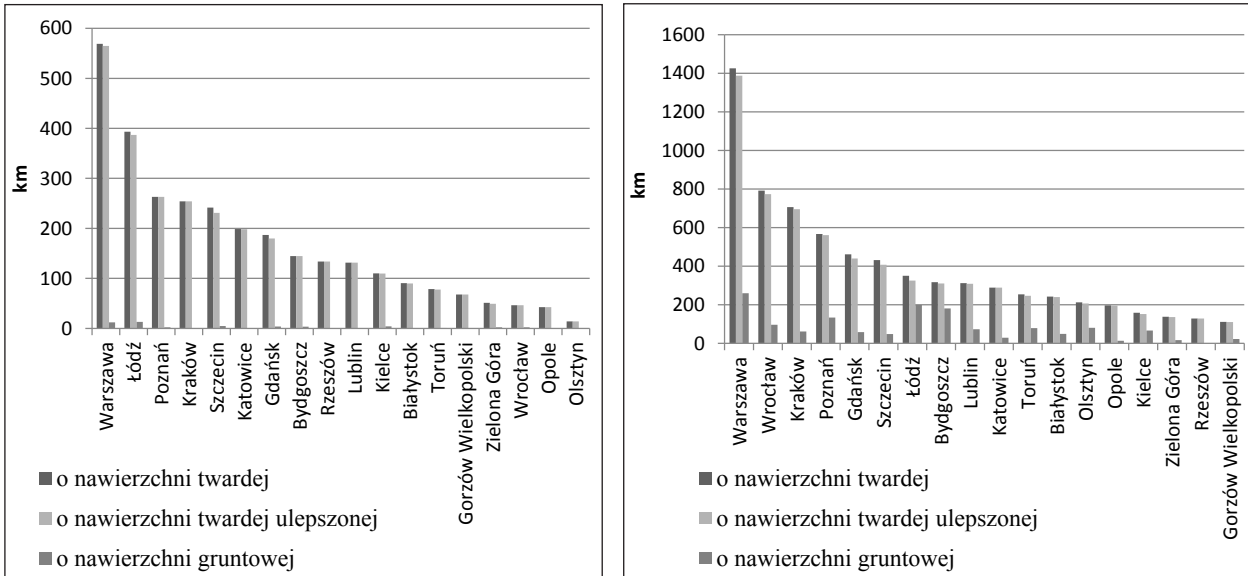
obciążenia łódzkich dróg jest fakt, iż na wspomnianym odcinku autostrady A1 w momencie opracowywania artykułu nie było wdrożonego systemu poboru opłat dla użytkowników samochodów osobowych, co w połączeniu z możliwością sprawniejszego poruszania się po tej drodze stanowi istotną konkurencję dla przewozów realizowanych przez miejską sieć.

Dość znaczącą determinantą zachowań transportowych użytkowników pojazdów osobowych jest dostępność wolnej powierzchni parkingowej. Parkingi w łódzkiej sieci transportowej rozmieszczone są nierównomiernie (ryc. 4) i zauważalna jest koncentracja podaży miejsc parkingowych w śródmieściu oraz na terenach dużych osiedli mieszkaniowych (Retkinia, Widzew, Teofilów i Radogoszcz). Wspomniana charakterystyka rozmieszczenia wydaje się być oczywista i wynika z podaży odpowiadającej popytowi na miejsca parkingowe. Niemniej jednak, jest ona w dalszym ciągu nieadekwatna do potrzeb (Barwiński, Kotas, 2015). Poza parkingami istnieje możliwość pozostawiania pojazdów wzdłuż części ulic, przy czym w obrębie Śródmieścia zorganizowana została płatna strefa parkowania. W łódzkim systemie transportowym nie istnieją zorganizowane węzły integrujące

gospodarowaniem przebiegająca przez teren zabudowy miejskiej (Wyszomirski, 1998). Podoski (1985) do ulicy zalicza cały teren pomiędzy liniami rozgraniczającymi, które najczęściej na terenach zabudowanych stanowią granice nieruchomości przylegające do ulicy.

⁴ W przyszłości planowana jest także budowa drogi ekspresowej S14, która domknie „ring” wokół miasta od strony zachodniej.

⁵ Zakaz nie dotyczy wjazdów docelowych.

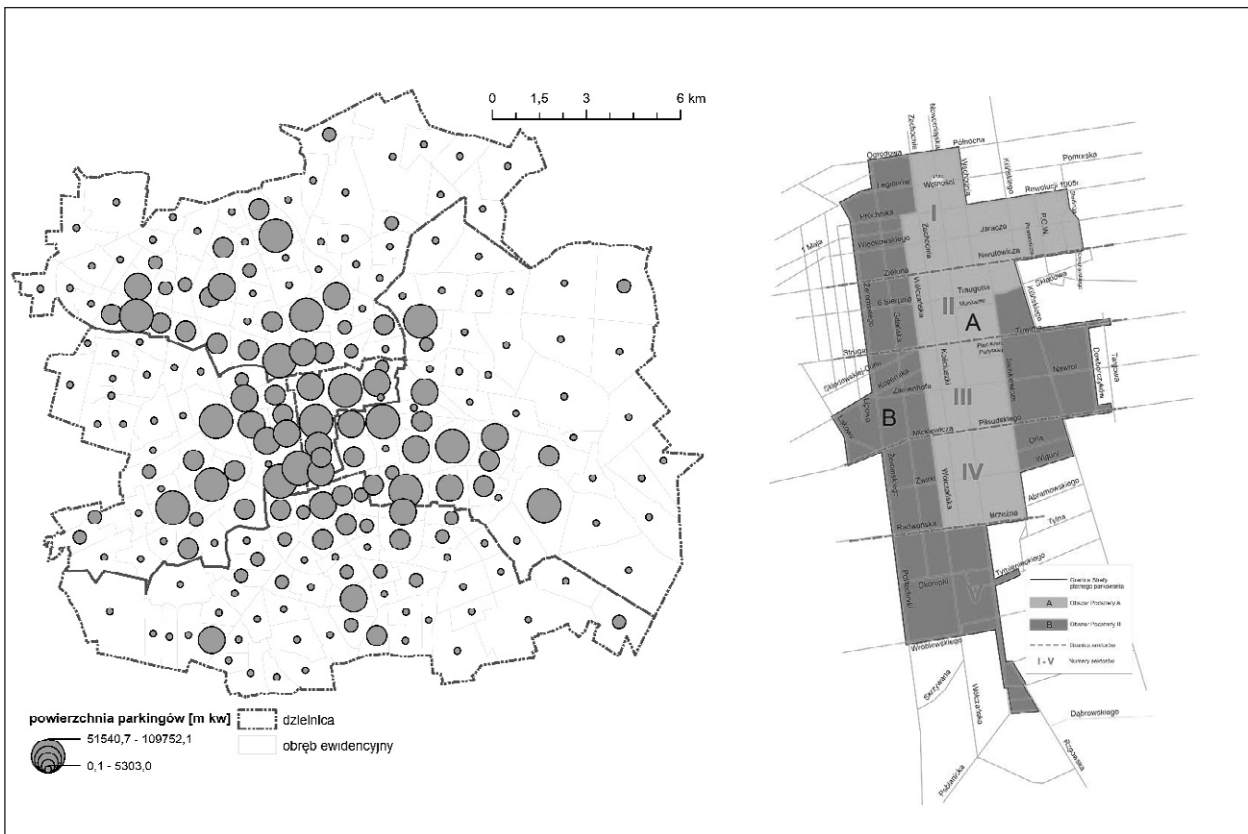


Ryc. 3. Jakość dróg powiatowych (z lewej) i gminnych (z prawej) w miastach wojewódzkich w Polsce w 2016 r.

Źródło: Opracowanie własne na podstawie danych GUS.

transport samochodowy z środkami publicznego transportu (Park & Ride), choć w literaturze spotyka się badania związane z ich potencjalnymi lokalizacjami (wskazujące za optymalne tereny w rejonie

Helenówka, CZMP, zachodniego skraju Retkinii i Zdrowia) (Wiśniewski, 2015) oraz miejscami pełniącymi nieformalnie rolę tego typu obiektów (Kowalski, Wiśniewski, 2017).



Ryc. 4. Parkingi (z lewej) i strefa płatnego parkowania (z prawej) w przestrzeni Łodzi.

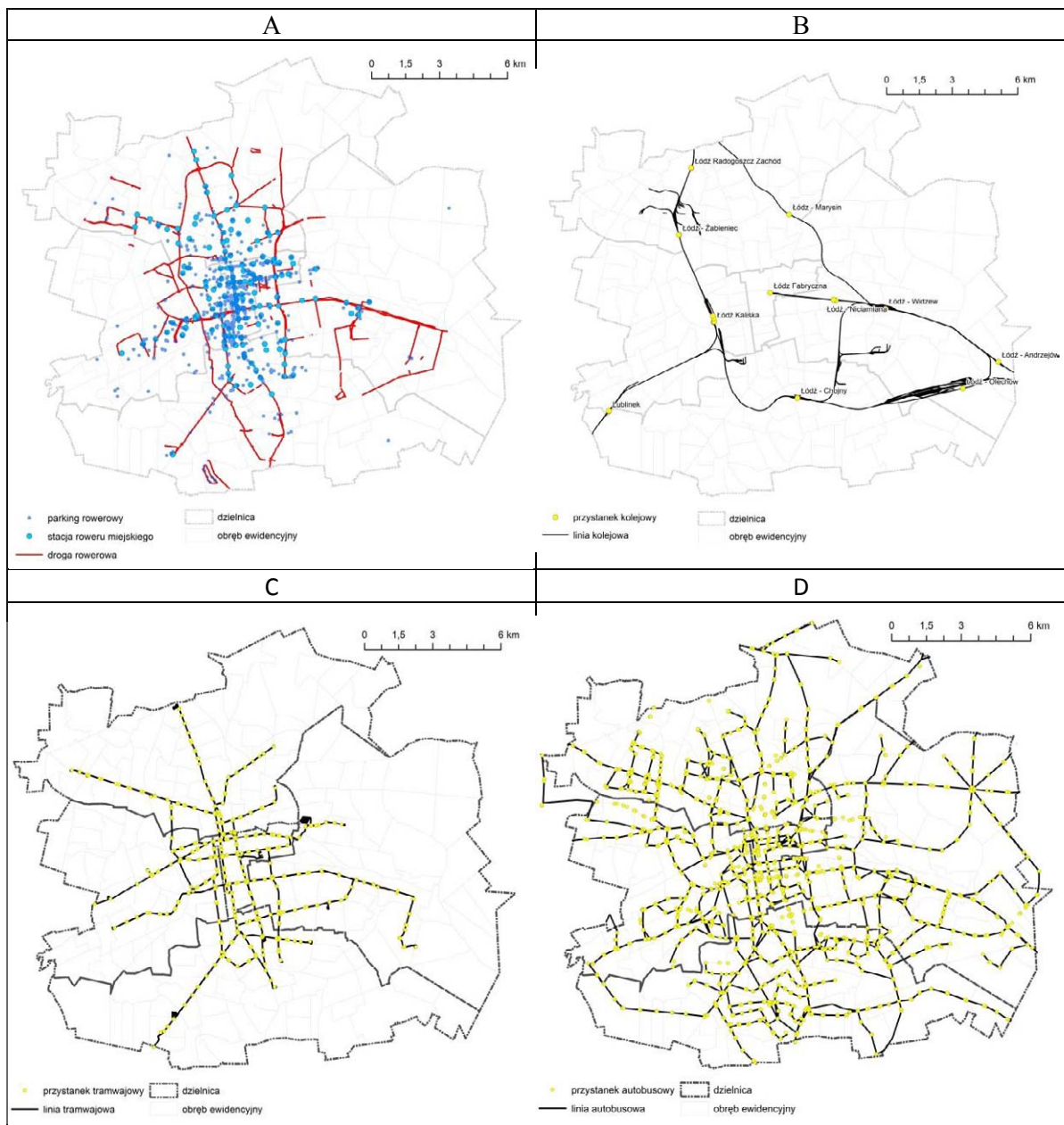
Źródło: Opracowanie własne (z lewej), <http://lodz.spp24.pl/mapa-strefy/> (z prawej).

3.2. Lokalne substytuty transportu samochodowego

Z punktu widzenia analiz obciążenia sieci drogowo-ulicznej niezwykle ważnym jest ustalenie zasięgu oddziaływania substytucyjnych dla samochodu środków transportu. Zaliczyć do nich można: pozostały transport indywidualny (pieszy i rowerowy) oraz transport zbiorowy szynowy (tramwajowy i kolejowy) oraz samochodowy (autobusy).

Infrastruktura transportu pieszego w Łodzi z reguły przybiera kształt zbliżony do przebiegu miejskich alei i ulic. Piesze pokonywanie przestrzeni

z reguły odbywa się na krótkich dystansach, co w kontekście charakteru relacji przestrzennych pomiędzy obciążeniem dróg a strukturą funkcjonalno-przestrzenną obserwowaną w Łodzi ma niewielkie znaczenie. W zakresie transportu rowerowego, obok możliwości przemieszczania się po sieci miejskich dróg przeznaczonych dla ruchu samochodowego możliwe jest także wykorzystywanie w tym celu dróg rowerowych (ryc. 5). W mieście funkcjonuje także publiczny rower miejski, który zwiększa dostępność do tego środka transportu mieszkańcom korzystającym z sieci głównie w rejonie śródmieścia, Retkini i Widzewa.



Ryc. 5. Infrastruktura podsystemów transportowych Łodzi: (A) podsystem transportu rowerowego; (B) podsystem transportu kolejowego; (C) podsystem transportu tramwajowego; (D) podsystem transportu autobusowego.

Źródło: opracowanie własne.

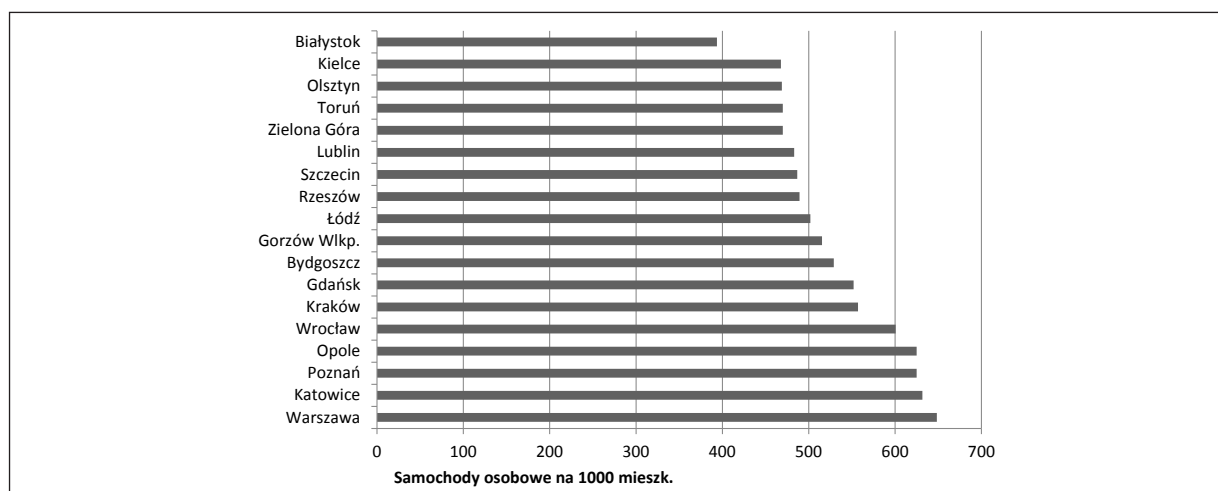
W kontekście analiz wewnętrzniejskich środków transportu publicznego najistotniejszymi wydają się być te, których przewoźnicy świadczą usługi zogniskowane na przewóz osób w obrębie aglomeracji. Należą do nich Łódzka Kolej Aglomeracyjna (ŁKA) oraz Miejskie Przedsiębiorstwo Komunikacji (MPK) świadczące usługi przede wszystkim w zakresie transportu tramwajowego i autobusowego. Jak wskazują Bartosiewicz i Wiśniewski (2016a) ŁKA nie odgrywa i w najbliższym czasie nie będzie odgrywać znaczącej roli w miejskim systemie transportowym. Zgoła inaczej wygląda rola MPK w tymże systemie, gdyż po pierwsze na swój sposób przyczynia się do mniejszej presji na lokalną sieć drogową, zapewniając połączenia z obszarów poddanych silnej presji suburbanizacji (Kowalski, Wiśniewski, 2013) oraz stanowi cenną i jakościowo dobrą alternatywę dla przemieszczeń wewnętrzniejskich (Bartosiewicz, Wiśniewski, 2016b), szczególnie dla mieszkańców Śródmieścia oraz dużych osiedli mieszkaniowych.

3.3. Motoryzacja i zarys zachowań transportowych w Łodzi

Pomimo tego, że jak wykazują Ingram i Liu (1999) oraz Komornicki (2011) wzrost poziomu motoryzacji nie przekłada się bezpośrednio na wzrost ruchu drogowego⁶, poziom rozwoju motoryzacji indywidualnej w mieście jest istotnym czynnikiem wpływającym na obciążenie lokalnej sieci transportowej. Badania Komornickiego (2011) wskazują na wzrost średnich przebiegów pojazdów osobowych w miastach o wysokim poziomie motoryzacji. Jak wskazują wyniki raportu GUS pt. *Badanie pilotażowe zachowań komunikacyjnych ludności w Polsce*:

- średni czas podróży samochodem osobowym mieszkańców województwa łódzkiego wynosi 21 minut w dni powszednie i 15 minut w dni weekendowe;
- 56,4% mieszkańców województwa łódzkiego realizuje swoje potrzeby transportowe korzystając z samochodowego transportu indywidualnego z czego mieszkańcy Łodzi pokonują przeciętnie 16,5 km w trakcie jednej podróży, spędzając pod czas niej 26 minut;
- 62,7% mieszkańców województwa łódzkiego dojeżdża do pracy samochodem⁷;
- 20% osób uczących się w Polsce dojeżdża do szkoły (uczelni) samochodem osobowym⁸;
- 64% dojeżdżających do pracy i szkoły w Polsce wykorzystuje w tym celu samochód osobowy co najmniej 5 razy w tygodniu, 12% 3-4 razy w tygodniu, 5% 1-2 razy w tygodniu i 8% rzadziej niż raz w tygodniu;
- do głównych powodów wyboru samochodu w podróży do pracy i szkoły w Polsce zaliczają się: zbyt duża odległość do najbliższego przystanku/stacji oraz brak odpowiednich połączeń w komunikacji publicznej, a także nieakceptowalny czas przejazdu transportem zbiorowym;
- badania wykazały, iż zaledwie 3% podróżujących samochodem do pracy i szkoły robi to ze względu na komfort podróży.

Poziom motoryzacji w Łodzi jest nieznacznie wyższy od średniej ogólnopolskiej (502 poj/1000 mieszk. przy średniej 495,5 poj/1000 mieszk. i medianie dla powiatów 488 poj/1000 mieszk.) (ryc. 6). Łódź jest czwartym miastem w Polsce pod względem liczby zarejestrowanych pojazdów.



Ryc. 6. Liczba samochodów osobowych na 1000 mieszkańców w miastach wojewódzkich w Polsce w 2016 r.

Źródło: opracowanie własne na podstawie danych GUS.

⁶ Ruch obserwowany na drogach z reguły wzrasta wolniej niż wzrost motoryzacji.

⁷ W całym kraju do pracy dojeżdża blisko 64% (aż 56% jako kierowcy i zaledwie 8% jako pasażerowie).

⁸ Ponad 11% jako kierowcy i blisko 9% jako pasażerowie.

Wyżej wspomniane charakterystyki oraz wiek użytkowanych pojazdów sprawiają, że zjawisko kongestii w układzie drogowo-ulicznym jest dość powszechnie występujące w Łodzi⁹, gdyż w połączeniu, z jakością infrastruktury i środków transportu oraz uwarunkowaniami charakterologicznymi użytkowników samochodów sprzyja występowaniu okresowych zaburzeń systemu wynikającymi z awarii pojazdów oraz wypadków drogowych (tab. 1).

3.4. Struktura funkcjonalno-przestrzenna

Struktura funkcjonalno-przestrzenna miasta to swoisty konglomerat rozmieszczenia i związków przestrzennych skupień form użytkowania ziemi o takiej samej lub współdziałającej w przestrzeni miejskiej funkcji (Liszewski, 2012). Generalnie można stwierdzić za Lamprechtem i Wojnarowską (2013), że struktura przestrzeni zurbanizowanej Łodzi składa się

Tab. 1. Wypadki drogowe w miastach wojewódzkich w Polsce w 2015 r.

Miasto	Wypadki drogowe na 100 tys. ludności	Ofiary śmiertelne na 100 tys. pojazdów	Ofiary śmiertelne na 100 tys. ludności	Ranni na 100 tys. pojazdów
Białystok	51.7	2.0	1.0	113.3
Bydgoszcz	56.0	3.8	2.5	98.3
Gdańsk	109.2	4.2	2.8	195.7
Gorzów Wielkopolski	41.2	5.0	3.2	73.9
Katowice	93.7	5.4	4.3	130.2
Kielce	149.0	8.5	5.0	296.9
Kraków	152.0	3.3	2.2	247.6
Lublin	58.4	7.1	4.4	103.2
Łódź	244.7	4.5	2.7	486.1
Olsztyn	141.3	2.8	1.7	265.6
Opole	126.1	8.6	6.7	186.0
Poznań	56.4	3.3	2.6	76.6
Rzeszów	207.1	4.3	2.7	396.7
Szczecin	137.1	6.2	3.7	265.6
Toruń	21.2	5.8	3.4	36.3
Warszawa	55.1	4.4	3.4	79.1
Wrocław	87.1	1.9	1.4	142.8
Zielona Góra	67.8	10.9	6.5	124.5

Źródło: opracowanie własne na podstawie danych GUS

⁹ W przekazie medialnym Łódź ukazuje się jako najbardziej „zakorkowane” miasto podając statystyki za serwisem korkowo.pl i TomTom Traffic Index. Należy jednak zauważyć, iż metody służące ewaluacji zjawiska kongestii przez wspomniane badania budzą wiele wątpliwości.

z dwóch, wyraźnie wyodrębniających się części: strefy wewnętrznej i zewnętrznej. Pierwsza z nich zlokalizowana w obrębie obwodowej linii kolejowej i charakteryzuje się znacznym zróżnicowaniem

wynikającym z historycznego rozwoju przestrzennego. Najpierw „Łodzi rolniczej”, a następnie starannie zaplanowanego nowego miasta, dynamicznie uprzemysławiającego się XIX-wiecznego ośrodka o wielu elementach charakterystycznych (posiadłości fabryczne), z gwałtownym i nieregulowanym rozwojem przedmieść (Bałuty). Zmiany tej struktury zachodzą dość intensywnie od czasu urynkowania polskiej gospodarki i zmiernają do zwiększenia podaży przestrzeni usługowej i biurowej. Struktura społeczno-przestrzenna łódzkiego Śródmieścia zdominowana jest przez klasę niższą, z niewielkimi enklawami zamieszkałymi przez klasę średnią (Marciniak, 2007). Przy czym w rejonie tym obserwuje się zjawisko gentryfikacji mające miejsce na ogół na małych przestrzeniach (ang. *pocket gentrification*) (Marciniak, Sagan, 2011).

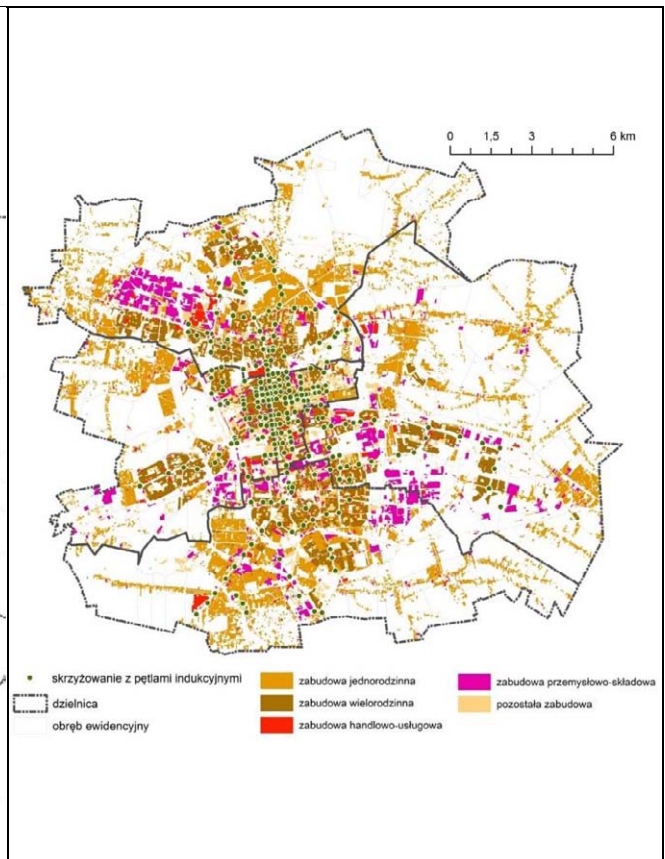
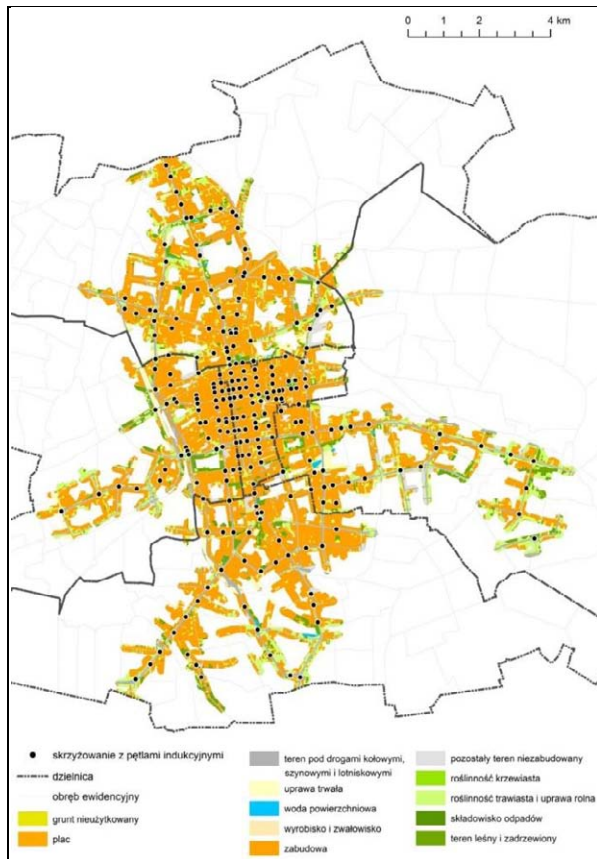
Zewnętrzna część położona jest poza koleją obwodową a jej najistotniejszymi elementami są szybko rozwijające się osiedla mieszkaniowe powstałe w latach 70. i 80. ubiegłego wieku, tereny przemysłowe przybierające charakter rozległych osiedli oraz współcześnie rozwijające się budownictwo mieszkaniowe (Milewska-Osiecka 2010) i tereny przemysłowo-składowe w dużej mierze zajmujące obszary peryferyjne.

Struktura przestrzenna obszaru znajdującego się w bezpośrednim zasięgu urządzeń monitorujących ruch na łódzkich drogach (ryc. 7) charakteryzuje się dominującym udziałem terenów zajętych przez infrastrukturę transportową oraz obszarów zabudowanych (tab. 2). Dodatkowo, należy zwrócić uwagę na dominację obiektów zabudowy mieszkaniowej w rejonie objętym badaniem (ryc. 8).

Tab.2 Pokrycie terenu w rejonie monitorowanym przez OSSR.

Pokrycie terenu	Powierzchnia [tys. m ²]	Udział [%]
grunt nieużytkowany	1170	0,1
plac	20275	1,5
pozostały teren niezabudowany	12309	0,9
roślinność krzewiasta	11	0,0
roślinność trawiasta i uprawa rolna	83662	6,1
teren leśny i zadrzewiony	32817	2,4
teren pod drogami kołowymi, szynowymi i lotniskowymi	721057	52,2
uprawa trwała	14481	1,0
woda powierzchniowa	912	0,1
zabudowa	495486	35,8

Źródło: opracowanie własne.



Ryc. 7. Struktura przestrzenna w izochronie minuty od głównych węzłów w łódzkiej sieci drogowo-ulicznej.

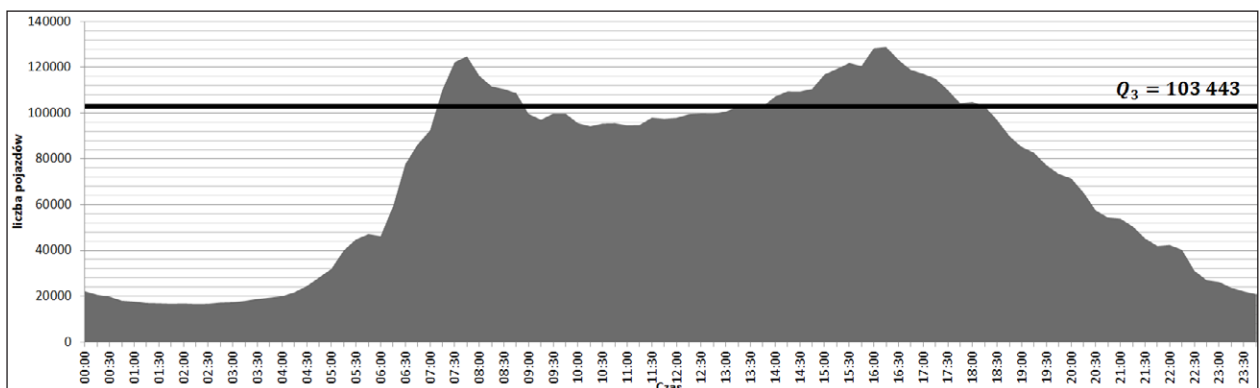
Ryc. 8. Funkcje budynków w Łodzi.

Źródło: opracowanie własne.

Źródło: opracowanie własne.

4. Wyniki

W ruchu samochodowym w dni robocze w Łodzi zauważalne są dwa wyraźne szczyty transportowe¹⁰: poranny i popołudniowy (ryc. 9). Wspomniane szczyty różnią się między sobą długością trwania. Poranny jest krótszy i trwa prawie dwie godziny¹¹, a popołudniowy trwa ponad cztery godziny¹². Przestrzenny rozkład natężenia ruchu na skrzyżowaniach został ukazany na kartodiagramach (ryc. 10).



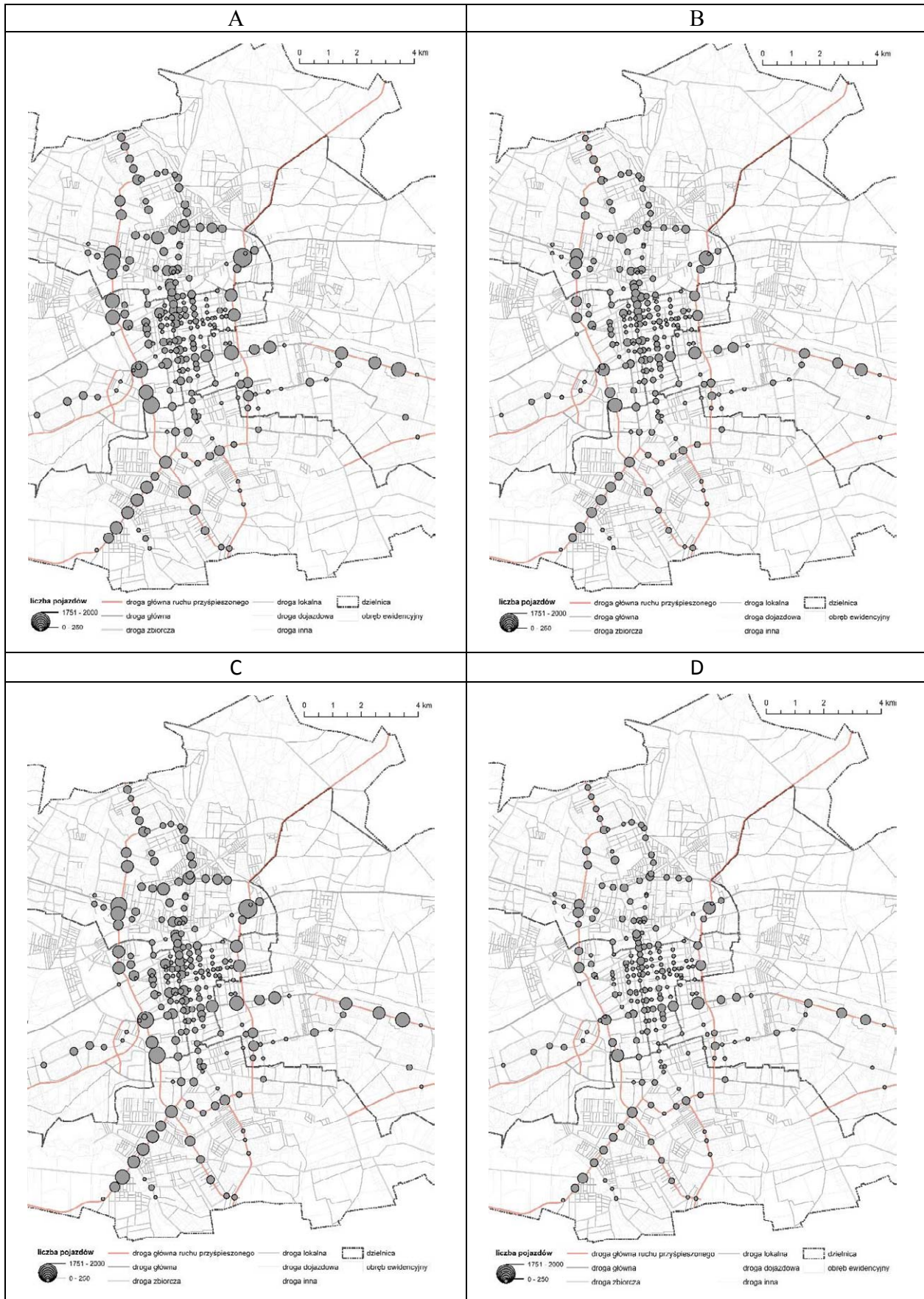
Ryc. 9. Natężenie ruchu w interwałach 15-minutowych na skrzyżowaniach ulic objętych monitorowaniem w ramach łódzkiego obszarowego systemu sterowania ruchem.

Źródło: opracowanie własne.

¹⁰ Do ich wyznaczenia wykorzystano jedną z miar pozycyjnych (trzeci kwartyl).

¹¹ Obserwuje się go w okresie od 7:15 do 9:00 przy czym najwięcej pojazdów (prawie 124,8 tys.) obserwuje się w interwale 15 minut pomiędzy godzinami 7:45 a 8:00.

¹² Od 14:00 do 18:15 Przy wartości maksymalnej (prawie 128,9 pojazdów/15 min) w godzinach 16:15-16:30.



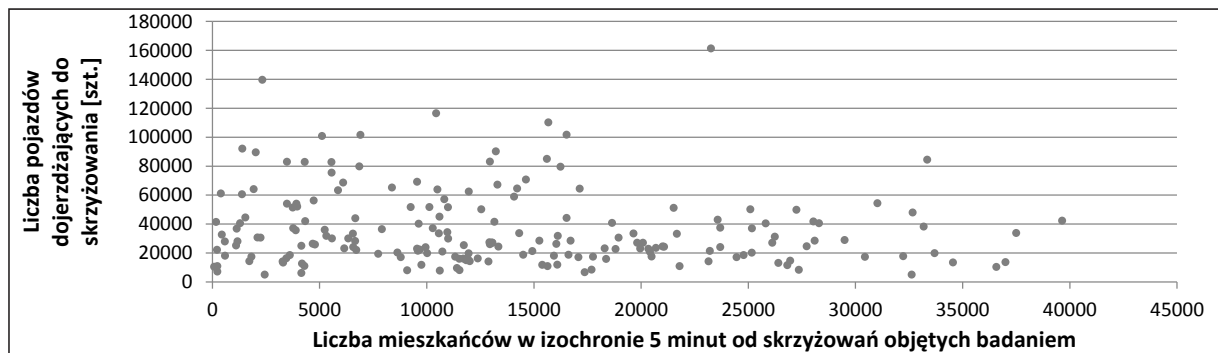
Ryc. 10. Natężenie ruchu na wybranych skrzyżowaniach w Łodzi w interwale 15 min: (A) godz. 7:30-7:45, (B) 10:30-10:45, (C) 16:30-16:45, (D) 19:30-19:45.

Źródło: opracowanie własne.

Z racji na złożoność relacji zachodzących w miejskim systemie transportowym¹³ nie daje się uchwycić zależności pomiędzy wielkością ruchu na skrzyżowaniach a liczbą mieszkańców zamieszkującą w ich bezpośrednim sąsiedztwie (ryc. 11) oraz z ogólną strukturą funkcjonalną (ryc. 12). Na podstawie pomiarów z dużą dozą ostrożności wynikającej ze wspomnianej złożoności daje się zauważyć kilka interesujących sprzężeń pomiędzy strukturą funkcjonalno-przestrzenną analizowaną bardziej szczegółowo a natężeniem ruchu.

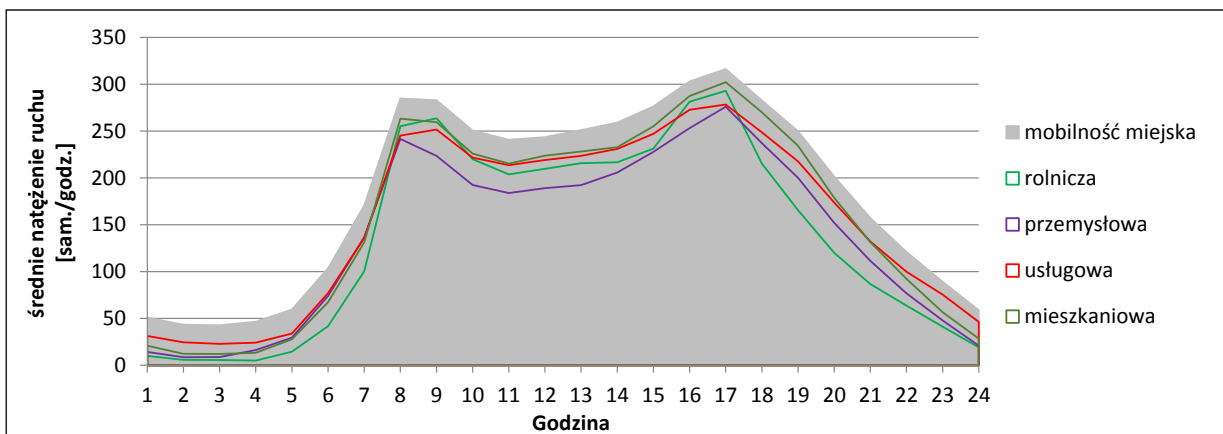
4.1. Natężenie ruchu w rejonie obiektów usługowych

Najbardziej obciążonymi ulicami są drogi wokół budynków ochrony zdrowia (szpitale i zakłady opieki medycznej) oraz obiektów handlowych i handlowo-usługowych (ryc. 13). Tak duże obciążenie dróg wokół szpitali można tłumaczyć charakterystyką ich rozmieszczenia. W Łodzi obiekty te wyraźnie koncentrują się w strefie wewnętrznej w pobliżu głównych arterii transportowych (m.in. rejon trasy W-Z, wzdłuż



Ryc. 11. Natężenie ruchu na łódzkich skrzyżowaniach a liczba mieszkańców w ich pobliżu.

Źródło: opracowanie własne



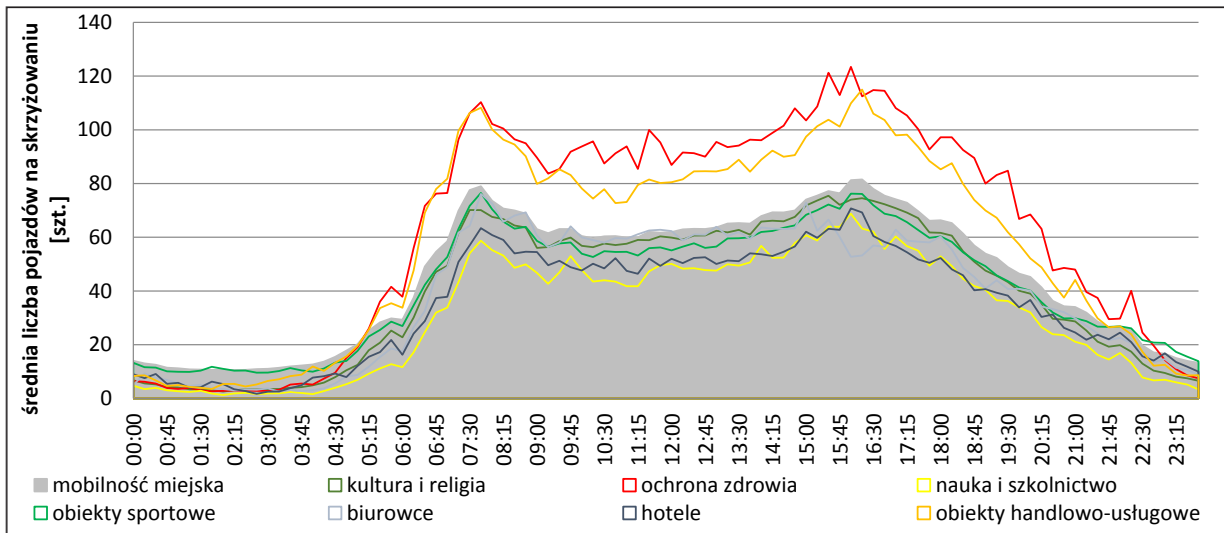
Ryc. 12. Średnie natężenie ruchu na łódzkich skrzyżowaniach a funkcje terenu w ich pobliżu.

Źródło: opracowanie własne.

¹³ Na złożoność relacji największy wpływ mają: ruch tranzytowy (w tym tranzyt wewnątrzmijski) oraz zagospodarowanie i funkcje, które mogą mieć charakter wybitnie ruchotwórczy (miejsca pracy, tereny koncentracji usług i handlu etc.) przy jednoczesnym niewielkim udziale funkcji mieszkaniowej.

pasa w pobliżu ulic Żeromskiego – al. Politechniki, oraz przy alejach tworzących wewnętrzną obwodnicę Łodzi) (Czochoński, 2002) co powoduje ich znaczne obciążenie ruchem tranzytowym.

Obiekty handlowo-usługowe są istotnym generatorem ruchu (Kędroń, 2010; Romanowska, Jamroz,



Ryc. 13. Natężenie ruchu na skrzyżowaniach w rejonie obiektów usługowych.

Źródło: opracowanie własne.

2015). W badaniach nad łódzkim studium przypadku Kowalski i Wiśniewski (2017) wykazali w krótkich okresach obciążenie, wynikające z funkcjonowania jednego tylko centrum handlowego, na poziomie około 50% ogółu przemieszczeń na odcinku drogi krajowej w pobliżu tego typu obiektów. Wspomniana charakterystyka w powiązaniu z faktem, iż jednym z podstawowych wymogów sprawnego funkcjonowania tych obiektów jest dobra dostępność transportowa (i co za nią idzie lokalizacja w sąsiedztwie głównych arterii transportowych oraz stref centralnych miasta) powoduje, iż w ich okolicy obserwuje się znacznie wyższe niż przeciętne natężenie ruchu.

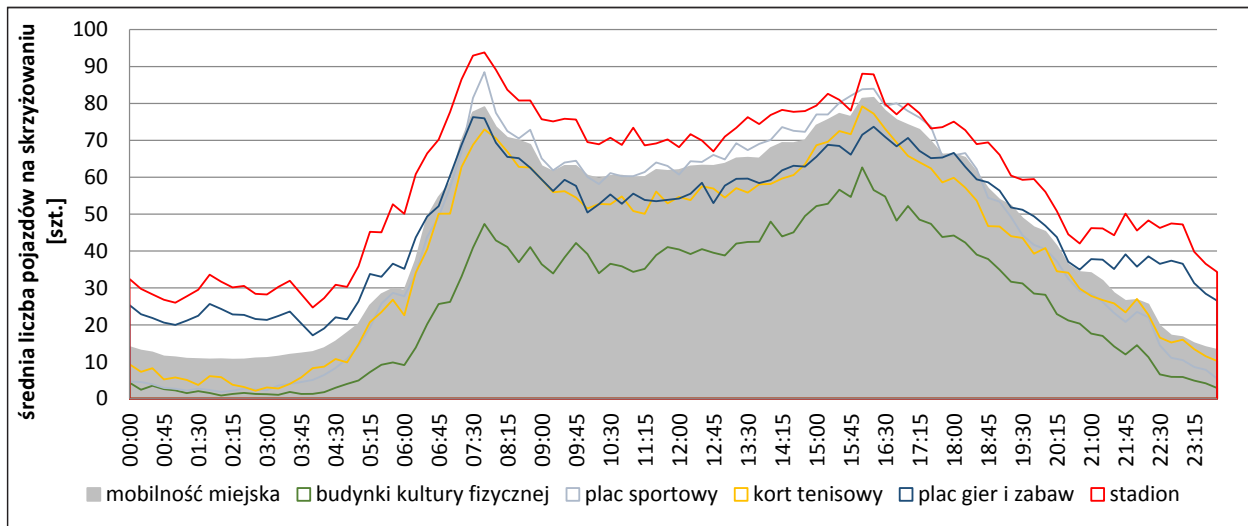
W bezpośrednim otoczeniu pozostałych obiektów usługowych nie obserwuje się wyższych od średniej dla całej Łodzi wskaźników obciążenia sieci drogo-ulicznej. Jest to wynikiem przede wszystkim ich mniejszej koncentracji w rejonie ulic o istotnym znaczeniu tranzytowym. Wyjątkiem są biurowce, które w głównej mierze zlokalizowane są w strefie centralnej miasta (Marciniak, Jakóbczyk-Gryszkiewicz, 2006). Na podstawie badań trudno jednoznacznie wskazać, dlaczego w ich sąsiedztwie nie odnotowuje się znacznego ruchu (tym bardziej, że w łódzkich obiektach biurowych niejednokrotnie zatrudniona jest znaczna liczba pracowników, przez co powinny stanowić istotny generator ruchu) ale można to zjawisko powiązać z dobrze rozwiniętą w ich rejonie infrastrukturą transportu zbiorowego, który stanowi alternatywę dla samochodów.

Ruch pojazdów w pobliżu obiektów sportowych w poniedziałki¹⁴ jest zbliżony do przeciętnego ruchu w mieście. Główny wpływ na to ma dość znaczne rozproszenie tego typu zagospodarowania. Niemniej jednak należy zwrócić uwagę na złożoność problemu związanego z funkcją sportową. Otóż największy ruch obserwowany jest w pobliżu stadionów (ryc. 14). Wspomniane zjawisko należy tłumaczyć tym, iż w Łodzi rozmieszczenie tego typu obiektów, tuż na zapleczu ścisłego centrum miasta (Włodarczyk 2016), silnie związane jest z infrastrukturą transportową predystynowaną do obsługi ruchu międzydzielnicowego, regionalnego a nawet krajowego.

W ruchu wokół obiektów związanych z kulturą i religią można doszukać się prawidłowości związanej z rozmieszczeniem budynków przeznaczonych do sprawowania kultu religijnego (ryc. 15). Ich (poza pewnymi wyjątkami) peryferyjna dziś lokalizacja względem współczesnego układu transportowego (Klima, 2015) powoduje, że ruch wokół tego typu obiektów jest przeciętnie niższy niż na objętych obserwacją skrzyżowaniach w Łodzi.

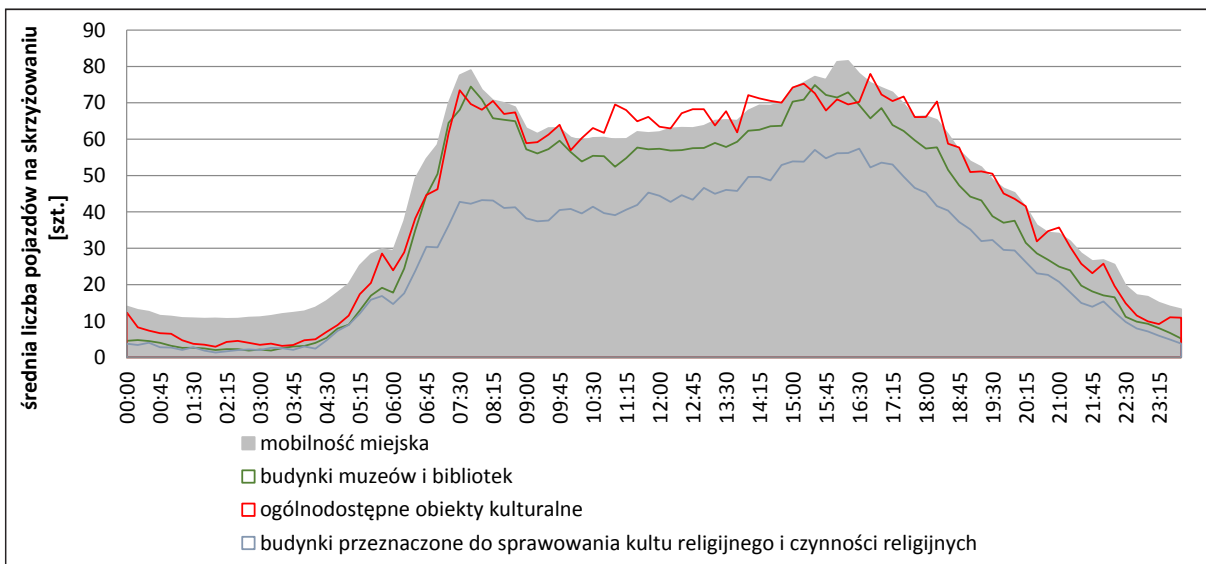
W sąsiedztwie obiektów hotelowych oraz budynków pełniących funkcje szkół i instytucji badawczych pomimo istotnego potencjału ruchotwórczego

¹⁴ Wydaje się zasadne zwrócić uwagę na dzień tygodnia w przypadku dokonywania niniejszych analiz na tle zabudowy sportowej. Jest to istotne zważywszy na fakt, iż większość imprez sportowych w Łodzi odbywa się w weekendy.



Ryc. 14. Natężenie ruchu na skrzyżowaniach w rejonie obiektów sportowych.

Źródło: opracowanie własne.



Ryc. 15. Natężenie ruchu na skrzyżowaniach w rejonie obiektów kultury i religii.

Źródło: opracowanie własne.

(Beim, Rusak, 2006; Rudnicki, Wojnar, 2009) obserwuje się najmniejszy ruch pojazdów samochodowych. Jest to wynikiem ich peryferyjnej (z wyjątkami) względem układu sieci drogowo-ulicznej lokalizacji oraz umiejscowieniu w rejonach sprawniej obsługiwanych przez transport zbiorowy. Wspomniane wyjątki, obiekty zlokalizowane w rejonie trasy W-Z oraz al. Politechniki, zdają się równoważyć przeciętną¹⁵.

¹⁵ Należy zauważyć, że pomimo faktu, iż jedną z determinant cen usług hotelarskich jest położenie (Leśniewska, Napierała 2015), w przypadku Łodzi w Śródmieściu – jednej z najbardziej atrakcyjnych turystycznie przestrzeni miasta, nie zawsze oznacza ono lokalizację w bezpośrednim sąsiedztwie dróg o znaczącym natężeniu ruchu.

4.2. Natężenie ruchu w rejonie obiektów mieszkaniowych

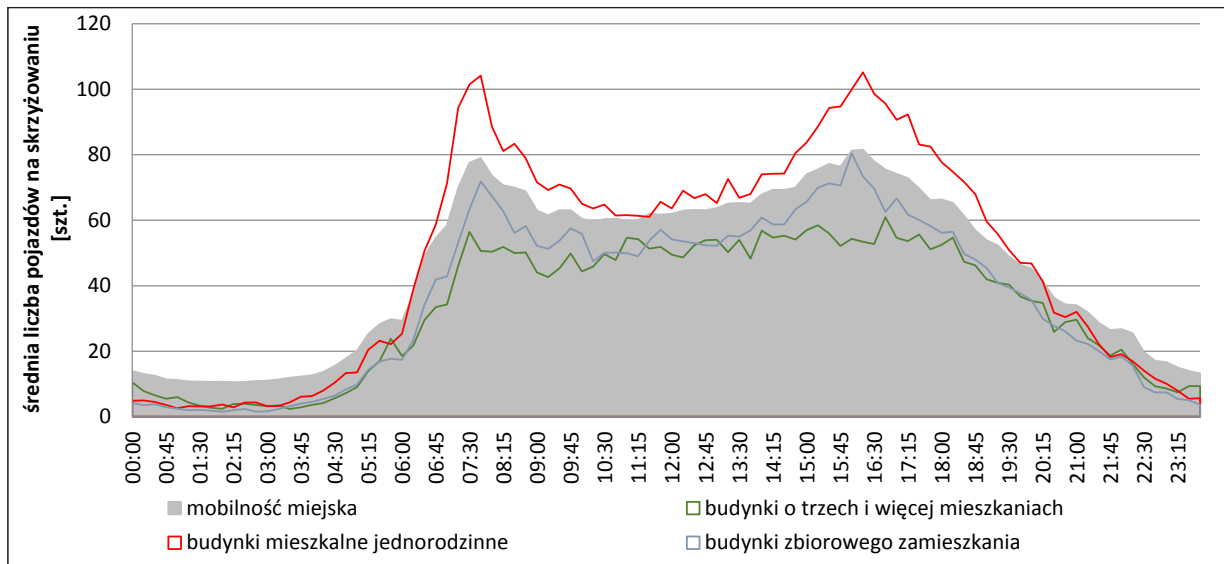
W pobliżu skrzyżowań objętych badaniem zaobserwowano trzy typy obiektów mieszkalnych: budynki jednorodzinne, wielorodzinne (o 3 i więcej mieszkań) i obiekty zbiorowego zamieszkania, do których zaliczają się domy mieszkalne dla ludzi starszych, studentów, dzieci i innych grup społecznych (m. in. domy opieki społecznej, hotele robotnicze, internaty i bursy szkolne, domy studenckie, domy dziecka, domy dla bezdomnych).

Największe natężenie ruchu samochodowego zarejestrowano w rejonach budownictwa jednorod-

dzinnego (ryc. 16), w których obserwuje się znacznie większe natężenie aniżeli ma to miejsce w przypadku miejskiego tła transportowego. Wyniki te znacznie odbiegają od ruchu występującego w miejscach koncentracji pozostałych form budownictwa mieszkaniowego, w tym budownictwa wielorodzinnego. Tłumaczyć to można niedoskonałością metody zastosowanej w badaniu. Przyjęcie, że reprezentatyw-

5. Wnioski

Badania umożliwiły wskazanie szczytów transportowych zarówno w skali całego miasta jak i lokalnie. W efekcie analiz uzyskano ogólne informacje dotyczące charakterystyk obciążeń sieci drogowo-ulicznej w kontekście struktury funkcjonalno-przestrzennej Łodzi, zauważając brak korelacji pomiędzy



Ryc. 16. Natężenie ruchu na skrzyżowaniach w rejonie budynków mieszkaniowych.

Źródło: opracowanie własne

nym dla danej grupy jest pomiar ze skrzyżowania, w którego bezpośrednim zasięgu oddziaływania znajduje się choć jeden obiekt, w przypadku zabudowy jednorodzinnej wydaje się być niemiernodajne. Na potwierdzenie tego można wskazać, że przy drogach w strefach przemysłowych, gdzie z reguły obserwuje się mniejsze obciążenie z racji ich peryferyjności, nie obserwuje się zabudowy jednorodzinnej. Natomiast przy drogach o istotnym znaczeniu tranzytowym występowanie jednego domu jednorodzinego powoduje włączenie obserwacji i uśrednienie jej wyniku do całej zbiorowości domów jednorodzinnych. Ewentualne próby wyjaśniania zjawiska faktem, iż zabudowa jednorodzinna rozwijająca się w strefach podmiejskich (w rejonach o braku lub słabym zorganizowaniu transportu publicznego) wzbudza ruch samochodowy (Parysek, 2016) w analizowanym przypadku jest nieuzasadniona, ponieważ obszar badań nie wkraczał na tereny powstałe w wyniku *urban sprawl*. Wydaje się, że zagadnienie to wymaga dalszych lokalnych badań (np. ukazujących sprzężenie pomiędzy zachowaniami transportowymi a poziomem zamożności jej mieszkańców lub charakterem zabudowy mieszkaniowej), które być może ukążą nowe światło na to zjawisko.

gęstością zaludnienia w rejonach objętych monitoringiem a wielkością natężenia ruchu, oraz wyraźnie obserwowane zwiększone natężenie ruchu w rejonach obiektów handlowych, szpitali, stadionów i zabudowy jednorodzinnej.

Dane pochodzące z OSRR oparte na wskazaniach natężeń w ruchu drogowym mierzonych za pomocą pętli indukcyjnych mają istotną wartość, pomimo trudności związanych z przekształceniem formy ich archiwizowania w systemie SCATS na potrzeby bazy danych wykorzystywanej w powszechnie stosowanych programach służących analizom statystycznym (m. in. MS Excel, STATISTICA itp.), oraz obarczenia ich błędami pomiarowymi wynikającymi z niedoskonałości aparatury pomiarowej. Analizy wykonane na tej podstawie związane z porównaniem natężenia ruchu w przestrzeni o różnicowanej strukturze funkcjonalno-przestrzennej pozwalają na przedstawienie ogólnych wniosków. Wielkość ruchu w strukturze dużego miasta jest w znacznej mierze uwarunkowana rozmieszczeniem stref o różnej funkcji i łączących je elementów infrastruktury drogowej, a także przesłanek wynikających z zachowań transportowych jej użytkowników oraz poziomu motoryzacji. Dlatego też, bez możliwości odseparowania w potokach ru-

chu tej jego części, która związana jest z tranzytem (w tym wewnątrzmijskim), niemożliwym staje się określenie ruchotwórczości obiektów w skali całego miasta. W tym kontekście najistotniejszą wartością zaprezentowanych badań jest ukazanie wielkości przemieszczeń w rejonach występowania danego zagospodarowania i funkcji w skali lokalnej i powiązania ich z rozmieszczeniem względem miejskiej sieci transportowej.

Niniejsza praca wskazuje na istotne braki w zakresie badań nad zachowaniami transportowymi mieszkańców Łodzi. Ich diagnoza jest niezwykle istotna zarówno z punktu widzenia interpretacji zaprezentowanych wyników ale także, a może nawet przede wszystkim, w kreowaniu miejskiej polityki transportowej.

Piśmiennictwo

- Adamiak M., Napierała T., Wiśniewski S., 2013, Regionalna sieć transportowa determinantą lokalizacji centrów logistycznych w województwie łódzkim, *Transport miejski i regionalny*, 9, s. 14-16.
- Badanie pilotażowe zachowań komunikacyjnych ludności w Polsce, etap III – raport końcowy, GUS, 2015.
- Bartosiewicz B., Wiśniewski S., 2016a, Kolej Aglomeracyjna jako element systemu lokalnego transportu zbiorowego w Łodzi [w:] Masierek E. (red.), *Uwarunkowania polityki mieszkaniowej w Polsce i na Ukrainie, Space-Society-Economy*, 18, Wydawnictwo Uniwersytetu Łódzkiego, Łódź, s. 49-65.
- Bartosiewicz B., Wiśniewski S., 2016b, Lokalny transport zbiorowy w Łodzi w świetle badań dostępności, *Prace Komisji Geografii Komunikacji PTG*, 19(2), s. 31-43.
- Barwiński S., Kotas P., 2015, Inteligentne Systemy Transportowe jako narzędzie rozwiązywania problemów komunikacyjnych miast na przykładzie Łodzi, [w:] Grzegorz W. (red.), *Wybrane problemy zarządzania i finansów. Studia przypadków*, Wydawnictwo Uniwersytetu Łódzkiego, Łódź, s. 143-151.
- Beim M., Rusak Z., 2006, Miejskie rowery publiczne w obsłudze transportowej kampusu uniwersyteckiego „Morasko” w Poznaniu, *Transport Miejski i Regionalny*, 12, s. 30-37.
- Birr K., Jamroz K., Kustra W., 2013, Analiza czynników wpływających na prędkość pojazdów transportu zbiorowego na przykładzie Gdańska, *Prace naukowe Politechniki Warszawskiej-Transport*, 96, s. 19-29.
- Bronk H., 2009, Mobilność transportu samochodowego w przewozie ładunków w Polsce, *Zeszyty Naukowe Akademii Morskiej w Szczecinie*, 16(88), s. 18-26.
- Czochoński M., 2002, Ochrona zdrowia i opieka społeczna [w:] Liszewski S. (red.), *Atlas Miasta Łodzi, UMŁ, ŁTN, Łódź, plansza XX*.
- Gadziński J., 2010, Ocena dostępności komunikacyjnej przestrzeni miejskiej na przykładzie Poznania, *Biuletyn Instytutu Geografii i Społeczno-Ekonomicznej i Gospodarki Przestrzennej UAM*, 13, Bogucki Wydawnictwo Naukowe, Poznań.
- Gadziński J., Radzimski A., 2016, The first rapid tram line in Poland: How has it affected travel behaviours, housing choices and satisfaction, and apartment prices?, *Journal of Transport Geography*, 54, s. 451-463.
- Gajda J., Sroka R., Stencel M., Żegleń T., Burnos P., Marszałek Z., 2013, Selektywna klasyfikacja pojazdów samochodowych z wykorzystaniem pętli indukcyjnych, *Publikacja konferencyjna*.
- Ingram K. G., Liu Z., 1999, Vehicles, roads, and road use. Alternative empirical specifications, *Policy Research Working Paper 2036*, The World Bank, Washington DC.
- Kędroń K., 2010, Badanie wielkości ruchu ciężarowego związanego z funkcjonowaniem wielkopowierzchniowych sklepów budowlanych w Krakowie, *Zeszyty Naukowo-Techniczne Stowarzyszenia Inżynierów i Techników Komunikacji w Krakowie. Seria: Materiały Konferencyjne*, 94(153), s. 118-127.
- Klima E., 2015, *Atlas katolickiej Łodzi*, WBAIS PŁ, Łódź.
- Komornicki T., 2011, Przemiany mobilności codziennej Polaków na tle rozwoju motoryzacji, *Prace Geograficzne*, 227, IGiPZ PAN, Warszawa.
- Kowalski M., Wiśniewski S., 2013, Ocena możliwości realizacji transportu zbiorowego przez Miejskie Przedsiębiorstwo Komunikacyjne w Łodzi na terenie kształtującego się Łódzkiego Obszaru Metropolitalnego, *Transport Miejski i Regionalny*, 3, s. 26-32.
- Kowalski M., Wiśniewski S., 2017, Centrum handlowe jako czynnik ruchotwórczy w transporcie samochodowym – przykład Portu Łódź, *Przeegląd Geograficzny*, 89(4), s. 617-639.
- Kulińska E., Rut J., Partyka P., 2014, Ograniczenia zjawiska kongestii z wykorzystaniem elastycznych pasów ruchu, *Logistyka*, 2, s. 26-34.
- Lamprecht M., Wojnarowska A., 2013, The structure of urban space in Łódź [w:] Habrel M., Wojnarowska A. (red.), *Lviv and Łódź at the turn of 20th century. Spatial development and functional structure of urban space*, Wydawnictwo Uniwersytetu Łódzkiego, Łódź, s. 165-191.
- Lechowski Ł., 2016, Wykorzystanie danych z rejestru pozwoleń na budowę do oceny oddziaływania autostrad na ruch budowlany na przykładzie gminy Zgierz, *Prace Komisji Geografii Komunikacji PTG*, 19(2), s. 56-71.
- Leśniewska K., Napierała T., 2015, Location-Based Determinants of Accommodation Prices [w:] Kozak M., Kozak N. (red.), *Tourism Economics: A Practical Perspective*, Cambridge Scholars Publishing, s. 124-139.
- Liszewski S., 2012, Formy i struktury przestrzenne wielkich skupisk miejskich, [w:] Liszewski S. (red.), *Geografia urbanistyczna*, PWN, Warszawa, s. 409-428.
- Liu D., Cheu R. L., 2004, Simulation evaluation of dynamic TRANSYT and SCATS-based signal control logic under

- time varying traffic demand, [w:] Sinha K. C., Fwa T. F., Cheu R. L., Lee D. H. (red.), *Applications of Advanced Technologies in Transportation Engineering*, American Society of Civil Engineers, Pekin, s. 203-207.
- Majewski B., Beim M., 2008, Dostępność komunikacji publicznej w Poznaniu, [w:] Czyż T., Stryjakiewicz T., Churski P. (red.), *Nowe kierunki i metody w analizie regionalnej*, Biuletyn IGSE i GP UAM, Seria: Rozwój Regionalny i Polityka Regionalna, 3, Bogucki Wydawnictwo Naukowe, Poznań.
- Marcińczak S., 2007, The socio-spatial structure of post-socialist Łódź, Poland. Results of national census 2002., *Bulletin of Geography. Socio-economic series*, 8, s. 65-82.
- Marcińczak S., Jakóbczyk-Gryszkiewicz J., 2006, Lokalizacja wewnątrzmijska bezpośrednich inwestycji zagranicznych w Łodzi, *Przegląd Geograficzny*, 78 (4), s. 515-536.
- Marcińczak S., Sagan I., 2011, The socio-spatial restructuring of Łódź, Poland, *Urban Studies*, 48(9), s. 1789-1809.
- Milewska-Osiecka K., 2010, Budownictwo mieszkaniowe aglomeracji łódzkiej (zróżnicowanie i struktura przestrzenna po roku 1994), Wydawnictwo Uniwersytetu Łódzkiego, Łódź.
- Pamuła T., 2012, Prognozowanie natężenia ruchu pojazdów na skrzyżowaniu za pomocą sieci neuronowej, *Zeszyty Naukowe Politechniki Śląskiej, Seria: Transport*, 74, s. 67-74.
- Parysek J., 2016, Dla kogo miasto? Dla ludzi czy dla samochodów?, *Studia Miejskie*, 23, s. 9-27.
- Podoski J., 1985, *Transport w miastach*, Wydawnictwo Komunikacji i Łączności, Warszawa.
- Radzimski A., 2009, Wpływ budownictwa mieszkaniowego na system komunikacji zbiorowej w Poznaniu. Autobusy: technika, eksploatacja, systemy transportowe, 10, s. 14-17.
- Romanowska A., Jamroz K., 2015, Wielkopowierzchniowe obiekty handlowe: zwykłe generatory ruchu czy źródła problemów transportowych?, *Transport miejski i regionalny*, 2, s. 4-13.
- Rozkwitalska C., 1982, *Metody społeczno-ekonomicznej oceny efektywności inwestycji komunikacji miejskiej*, IKS, Warszawa.
- Rudnicki A., Wojnar I., 2009, Ruchotwórczość obiektów hotelowych na przykładzie Krakowa, *Zeszyty Naukowe -Techniczne Stowarzyszenia Inżynierów i Techników Komunikacji w Krakowie. Seria: Materiały Konferencyjne*, 90 (148), s. 197-214.
- Tarkowski M., 2016, Mobilność miejska jako wyzwanie strategicznego programowania rozwoju lokalnego – przykład Gdańsk, *Prace Komisji Geografii Komunikacji PTG*, 19(4), s. 7-18.
- Wiśniewski S., 2015, Lokalizacja parkingów Park and Ride w przestrzeni Łodzi, *Problemy Rozwoju Miast*, 4, s. 37-45.
- Wiśniewski S., 2016, Teoretyczna i rzeczywista wewnętrzna dostępność transportowa Łodzi, *Prace i studia Geograficzne*, 61(3), s. 95-108.
- Włodarczyk B., 2016, Łódź jako arena wielkich wydarzeń sportowych-wybrane przykłady, *Turyzm*, 26(1), s. 51-62.
- Wyszomirski O., 1998, *Transport miejski*, [w:] Rydzkowski W., Wojewódzka-Król K., *Transport*, PWN, Warszawa, s. 220-257.

Akty prawne

Ustawa z dnia 20 czerwca 1997 r. – Prawo o ruchu drogowym. (Dz.U. 1997 nr 98 poz. 602 z późniejszymi zmianami).

Strony internetowe

Strefa płatnego parkowania pojazdów samochodowych na drogach publicznych w Łodzi: <http://lodz.spp24.pl/mapa-strefy>