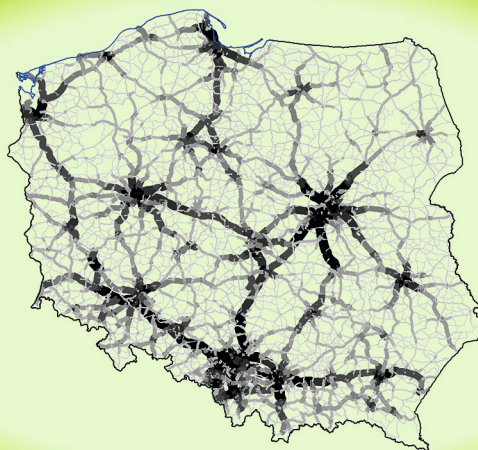


Piotr Rosik, Tomasz Komornicki,  
Sławomir Goliszek, Przemysław Śleszyński,  
Andrzej Szarata, Barbara Szejgiec-Kolenda,  
Wojciech Pomianowski, Karol Kowalczyk

KOMPLEKSOWE MODELOWANIE OSOBOWEGO  
RUCHU DROGOWEGO W POLSCE  
UWARUNKOWANIA NA POZIOMIE GMINNYM



Warszawa  
2018

Instytut Geografii i Przestrzennego Zagospodarowania  
Polska Akademia Nauk



## PRACE GEOGRAFICZNE

255. Bednarek-Szczepańska M., Dmochowska-Dudek K., 2017, *Syndrom NIMBY na obszarach wiejskich w Polsce. Uwarunkowania i specyfika konfliktów wokół lokalizacji niechcianych inwestycji*, 149 s., 71 ryc., 17 tab.
256. Korcelli-Olejniczak E., Kozłowski S., Bierzyński A., Piotrowski F., 2017, *Region Metropolitalny Warszawy – studia miast średniej wielkości*, 128 s., 26 ryc., 13 tab., 26 fot.
257. Taylor Z., Ciechański A., 2017, *Deregulacja i przekształcenia przedsiębiorstw transportu lądowego w Polsce na tle polityki spójności UE*, 270 s., 42 ryc., 34 tab.
258. Rosik P., Pomianowski W., Goliszek S., Stępiak M., Kowalczyk K., Guzik R., Kołoś A., Komornicki T., 2017, *Multimodalna dostępność transportem publicznym gmin w Polsce (MULTIMODACC)*, 303 s., 166 ryc., 41 tab.
259. Matuszkiewicz J.M., Solon J., Kowalska A., Wolski J., Affek A., Degórski M., Grabińska B., Kozłowska A., Plit J., Pawlicki R.W., 2017, *Historyczne zmiany pokrywy leśnej na pograniczu mazursko-kurpiowskim w aspekcie rozwoju zrównoważonego krajobrazu*, 402 s. + 1 wklejka, 182 ryc., 63 tab.
260. Śleszyński P., Bański J., Degórski M., Komornicki T., *Delimitacja Obszarów Strategicznej Interwencji państwa: obszarów wzrostu i obszarów problemowych*, 2017, 296 s., 72 ryc., 18 tab.
261. Stępiak M., Wiśniewski R., Goliszek S., Marcińczak S., *Dostępność przestrzenna do usług publicznych w Polsce*, 2017, 356 s., 141 ryc., 52 tab.
262. Degórska B., *Urbanizacja przestrzenna terenów wiejskich na obszarze metropolitalnym Warszawy. Kontekst ekologiczno-krajobrazowy*, 2017, 175 s., 53 ryc., 10 tab.
263. Kuchcik M., *Warunki termiczne w Polsce na przełomie XX i XXI wieku i ich wpływ na umieralność*, 2017, 279 s., 98 ryc., 52 tab.
264. Chmielewski T.J., Śleszyński P., Chmielewski Sz., Kułak A., *Ekologiczne i fizjonomiczne koszty bezładu przestrzennego*, 2018, 128 s.
265. Kaczmarek H., *Ewolucja strefy brzegowej nizinnych zaporowych zbiorników wodnych w warunkach dużych wahań poziomu wody na przykładzie Zbiornika Jezior-sko na Warcie*, 2018, 132 s., 58 ryc., 6 tab.
266. *Studia nad regionalizacją fizycznogeograficzną Polski*, pod red. M. Kistowskiego, U. Mygi-Piątek, J. Solona, 2018, 278 s., 86 ryc., 19 tab.



INSTYTUT GEOGRAFII I PRZESTRZENNEGO ZAGOSPODAROWANIA  
IM. STANISŁAWA LESZCZYCKIEGO  
POLSKA AKADEMIA NAUK

PRACE GEOGRAFICZNE NR 267

GEOGRAPHICAL STUDIES

No. 267

COMPREHENSIVE MODELLING  
OF PASSENGER ROAD TRAFFIC IN POLAND –  
THE MUNICIPALITY LEVEL ASPECTS

INSTYTUT GEOGRAFII I PRZESTRZENNEGO ZAGOSPODAROWANIA  
IM. STANISŁAWA LESZCZYCKIEGO  
POLSKA AKADEMIA NAUK

Piotr Rosik, Tomasz Komornicki,  
Sławomir Goliszek, Przemysław Śleszyński,  
Andrzej Szarata, Barbara Szejgiec-Kolenda,  
Wojciech Pomianowski, Karol Kowalczyk

KOMPLEKSOWE MODELOWANIE OSOBOWEGO  
RUCHU DROGOWEGO W POLSCE.  
UWARUNKOWANIA NA POZIOMIE GMINNYM



WARSZAWA 2018

## KOMITET REDAKCYJNY

REDAKTOR: Grzegorz Węclawowicz  
CZŁONKOWIE: Jerzy Grzeszczak, Barbara Krawczyk  
Jan Matuszkiewicz, Jerzy J. Parysek

## RADA REDAKCYJNA

Bolesław Domański, Adam Kotarba, Jan Łoboda  
Andrzej Richling, Jan S. Kowalski, Andrzej Lisowski  
Eamonn Judge, Lydia Coudroy

Recenzja: Jędrzej Jan Gadziński, Andrzej Rudnicki

Publikacja została przygotowana w ramach grantu badawczego pt.: *Kompleksowe modelowanie osobowego ruchu drogowego w Polsce wraz z identyfikacją jego lokalnych uwarunkowań społeczno-ekonomicznych*, przyznanego na podstawie decyzji nr DEC-2012/05/B/HS4/04147 sfinansowanego ze środków Narodowego Centrum Nauki



## ADRES REDAKCJI PRAC GEOGRAFICZNYCH

IGiPZ PAN  
ul. Twarda 51/55, 00–818 Warszawa

Zgłoszenie pracy do druku jest jednoznaczne z wyrażeniem zgody  
na opublikowanie w wersji papierowej i elektronicznej

Opracowanie redakcyjne i techniczne: Ewa Jankowska

© Copyright by Instytut Geografii i Przestrzennego Zagospodarowania  
im. Stanisława Leszczyckiego, Polska Akademia Nauk, Warszawa 2018

PL ISSN 0373–6547  
ISBN 978–83–61590–98–9

Łamanie wykonano w IGiPZ PAN  
ul. Twarda 51/55, 00–818 Warszawa

Druk i oprawa: Drukarnia Klimiuk  
ul. Zwierzyniecka 8A, 00–719 Warszawa

## SPIS TREŚCI

1. Wstęp .....	7
1.1. Cele pracy .....	7
1.2. Przedmiot badania oraz zakres czasowy i przestrzenny .....	9
1.3. Źródła danych .....	10
1.4. Definicje podstawowych pojęć .....	11
1.5. Struktura opracowania i schemat procedury badawczej .....	13
2. Determinanty popytu w transporcie indywidualnym – przegląd badań .....	15
2.1. Struktura przestrzenna. Układ centrum-peryferie .....	15
2.2. Cechy społeczno-ekonomiczne i demograficzne gospodarstwa domowego .....	20
2.3. Jakość sieci drogowej i transportu publicznego .....	23
2.4. Sytuacja związana z podróżą, w tym motywacja podróży .....	24
2.5. Klasyfikacja determinant popytu w transporcie indywidualnym .....	29
3. Przestrzenne uwarunkowania poziomu motoryzacji w Polsce .....	31
3.1. Zróżnicowanie przestrzenne poziomu motoryzacji .....	31
3.2. Gęstość sieci osadniczej oraz układ centrum-peryferie a poziom motoryzacji .....	33
3.3. Cechy społeczno-ekonomiczne a poziom motoryzacji .....	41
3.4. Struktura demograficzna a poziom motoryzacji .....	44
3.5. Jakość sieci transportu publicznego a poziom motoryzacji .....	48
3.5.1. Sieć połączeń autobusowych .....	48
3.5.2. Sieć połączeń kolejowych .....	51
4. Model bazowy. Procedura badawcza – założenia i rezultaty .....	57
4.1. Procedura badawcza .....	57
4.1.1. Założenia wstępne .....	57
4.1.2. Sieciowe dane wejściowe i klasyfikacja sieci drogowej .....	60
4.1.3. Rejony transportowe wewnętrzne .....	61
4.1.4. Podział zadań przewozowych, napelnienie pojazdów i praca przewozowa .....	62
4.2. Budowa i kalibracja modelu bazowego wewnętrznego .....	63
4.2.1. Założenia symulacji .....	63
4.2.2. Model prędkości ruchu .....	64
4.2.3. Opór przestrzeni .....	74
4.2.4. Rezultaty modelu bazowego wewnętrznego .....	77
4.3. Budowa i kalibracja modelu bazowego z ruchem zewnętrznym i opłatami autostradowymi .....	79
4.3.1. Założenia symulacji .....	79
4.3.2. Podział ruchu zewnętrznego .....	79
4.3.3. Opłaty autostradowe .....	90
4.3.4. Rezultaty modelu bazowego z ruchem zewnętrznym i opłatami autostradowymi .....	91
5. Modele jednomotywacyjne. Rozmieszczenie atrakcji, opór przestrzeni i podział modalny w Polsce .....	95
5.1. Motywacje i klasyfikacja podróży .....	95

5.2. Założenia symulacji w modelach jednomotywacyjnych.....	98
5.3. Dojazdy do pracy.....	101
5.3.1. Rozmieszczenie atrakcji, opór przestrzeni i podział modalny .....	101
5.3.2. Rozkład ruchu w modelu dojazdów do pracy (COM).....	112
5.4. Wyjazdy na zakupy.....	116
5.4.1. Rozmieszczenie atrakcji, opór przestrzeni i podział modalny .....	116
5.4.2. Rozkład ruchu w modelu wyjazdów na zakupy (CH).....	119
5.5. Dojazdy do szkoły wyższej.....	121
5.5.1. Rozmieszczenie atrakcji, opór przestrzeni i podział modalny .....	121
5.5.2. Rozkład ruchu w modelu dojazdów do szkoły wyższej (EDU).....	124
5.6. Podróże służbowe.....	127
5.6.1. Rozmieszczenie atrakcji, opór przestrzeni i podział modalny .....	127
5.6.2. Rozkład ruchu w modelu podróży służbowych (BIZ) .....	130
5.7. Odwiedziny krewnych i znajomych.....	133
5.7.1. Rozmieszczenie atrakcji, opór przestrzeni i podział modalny .....	133
5.7.2. Rozkład ruchu w modelu odwiedzin krewnych i znajomych (VFR) .....	140
5.8. Podróże turystyczne.....	143
5.8.1. Rozmieszczenie atrakcji, opór przestrzeni i podział modalny .....	143
5.8.2. Rozkład ruchu w modelu podróży turystycznych (TUR).....	148
5.9. Wnioski z modeli jednomotywacyjnych .....	150
6. Model wielomotywacyjny .....	155
6.1. Łączne przebiegi samochodów a udziały motywacji.....	155
6.2. Model wielomotywacyjny – założenia.....	160
6.3. Model wielomotywacyjny – rezultaty.....	163
7. Implikacje przestrzenne – przesłanki do dalszych badań.....	169
7.1. Podział modalny.....	169
7.2. Wyniki Generalnego Pomiaru Ruchu z 2015 r.....	175
7.3. Badanie terenowe – najważniejsze wnioski .....	180
7.3.1. Założenia badania terenowego .....	180
7.3.2. Najważniejsze rezultaty badania terenowego .....	182
8. Wnioski.....	185
8.1. Wnioski empiryczne .....	185
8.2. Wnioski prognostyczne (trendy).....	192
8.3. Dyskusja metodyczna .....	194
8.4. Rekomendacje dla polityki transportowej.....	195
Literatura .....	196
Aneks statystyczny .....	206
Comprehensive modelling of passenger road traffic in Poland – the municipality level aspects – Summary.....	238

# 1. WSTĘP

## 1.1. CELE PRACY

Modelowanie osobowego ruchu drogowego na poziomie krajowym w Polsce nie było jak dotąd przedmiotem pogłębionych analiz przestrzennych. Wynika to przede wszystkim z niedostatku kompleksowych badań ruchu obejmujących cały kraj. Większość analiz wykonywanych na bazie kilkudziesięciu prób (ankietowane gospodarstwa domowe i użytkownicy sieci) realizowane jest na poziomie miast lub aglomeracji, a w ostatnich latach – również na poziomie poszczególnych województw. Z kolei tzw. Krajowy Model Ruchu (2007) opracowano w oparciu o Generalny Pomiar Ruchu 2005 na kilkudziesięciu tzw. punktach kontrolnych, tylko na sieci dróg krajowych, w tym na przejściach granicznych. Jest to zatem model bardzo uproszczony i z tego powodu niewystarczający do rosnących potrzeb w tym zakresie.

Równocześnie w ostatnich dwóch dekadach obserwowany jest gwałtowny wzrost motoryzacji. Powoduje to coraz większe obciążenie sieci drogowej, a tym samym konieczność bardziej racjonalnego i efektywnego jej planowania i użytkowania. Wraz z podnoszeniem się poziomu motoryzacji coraz trudniej jest także mówić o prostej zależności pomiędzy liczbą posiadanych samochodów, a poziomem ich wykorzystania. Oznacza to, że istnieje poważna potrzeba badań nad modelowaniem ruchu na poziomie krajowym. Jego lepsze rozpoznanie powinno przyczynić się do bardziej efektywnego planowania sieci transportowych różnych szczebli. Może też mieć praktyczne znaczenie w planowaniu przestrzennym (prawidłowa lokalizacja określonych generatorów ruchu, w tym usług pożytku publicznego) oraz w opracowywaniu i wprowadzaniu systemów opłat drogowych.

Niezależnie od wymienionych funkcji użytecznych wyniki modelowania ruchu drogowego mają istotny wymiar poznawczy o znaczeniu wykraczającym poza problematykę transportową. Pozwalają na lepsze diagnozowanie stanu polskiej przestrzeni, rozumianej w kategoriach gospodarki przepływów (Castells 1998). Dają możliwość identyfikowania obszarów o szczególnym (mniejszym lub większym) potencjale ruchotwórczym, a tym samym mogą służyć do weryfikacji rozkładów terytorialnych zmiennych demograficznych, społecznych i ekonomicznych.

W niniejszym opracowaniu podjęto się próby modelowania osobowego ruchu drogowego na podstawie wtórnych danych statystycznych obrazujących powiązania i przepływy społeczno-ekonomiczne. Sposób wykorzystania tych informacji był zależny od ich dostępności na odpowiednio niskim poziomie dezagregacji przestrzennej (gminy). Tam gdzie było to możliwe wykorzystano dane macierzowe (obrazujące rzeczywiste relacje każdej jednostki z wszystkimi pozostałymi). W innych przypadkach oparto się na danych w układzie produkcja-atrakcja (różne zmienne obrazujące oba elementy, które decydują o wielkości



ruchu). Tak rozumiane, lokalne uwarunkowania społeczno-ekonomiczne, jak i powiązania funkcjonalne, były jak dotąd często pomijane dla celów prognozowania ruchu na poziomie regionalnym lub krajowym. Prognozy wykonywano najczęściej w oparciu o analizy dotychczasowych trendów oraz przepustowość sieci. W efekcie były one oderwane od szerszego kontekstu społecznego i gospodarczego. Nie uwzględniały przemian zachodzących w przestrzeni kraju, takich jak migracje i koncentracja potencjału gospodarczego w metropoliach. Dynamika tych procesów powoduje, że integracja badań ruchu i szeroko rozumianych analiz społeczno-ekonomicznych stała się konieczna dla prowadzenia polityki transportowej oraz polityki regionalnej (budowa i modernizacja sieci infrastrukturalnych jako narzędzie pobudzania rozwoju w układzie terytorialnym). Niniejsza publikacja jest jedną z pierwszych prób odpowiedzi na to wyzwanie.

**Celem opracowania** jest zatem rozwinięcie modelowania ruchu na obszar całej Polski, w szczegółowej skali przestrzennej (duża liczba rejonów transportowych na poziomie gminnym) z wykorzystaniem danych wtórnych wskazujących na lokalne uwarunkowania związane ze strukturą przestrzenną i społeczno-ekonomiczną oraz z układem powiązań funkcjonalnych.

Z głównego celu opracowania wynikają bardziej szczegółowe cele poznawcze, metodyczne oraz aplikacyjne. **Celem poznawczym** jest identyfikacja czynników mających wpływ na rozkład i natężenie ruchu pojazdów osobowych. Identyfikacja ta pozwala na wydzielenie tych odcinków sieci lub obszarów kraju, dla których lokalne uwarunkowania społeczno-ekonomiczne, a także specyficzne połączenia funkcjonalne decydują o odmiennym od obliczonego, i możliwie najbardziej dopasowanego do rzeczywistego, rozkładu ruchu na sieci zamiejskich dróg krajowych i wojewódzkich w Polsce w 2010 r. Czynniki mające wpływ na odmienne zachowania uczestników ruchu zostały zidentyfikowane na podstawie analizy determinant posiadania i rzeczywistego wykorzystania samochodu, a także czynników związanych z siecią transportową i strukturą przestrzenną.

**Celem metodycznym** było zaproponowanie metodyki badawczej dla prognozowania ruchu dla całego kraju na sieci zamiejskich dróg krajowych i wojewódzkich w postaci modelu (akronim KoMaR), czyli dodatkowego narzędzia ułatwiającego wykorzystanie dostępnych wtórnych danych, zarówno w ujęciu produkcji-atrakcji (potencjałów ruchotwórczych) jak i danych macierzowych, a także modelu prędkości ruchu uwzględniającego szereg czynników mających wpływ na prędkość pojazdów. Jest to równocześnie **cel aplikacyjny**, gdyż powstały model powinien mieć zastosowanie w praktyce prognozowania ruchu i planowania sieci transportowych.

Wyróżniono również szereg **uzupełniających celów metodycznych** o mniejszym znaczeniu koncepcyjno-teoretycznym, ale istotnych z punktu widzenia całości projektu. Jest to m.in. testowanie potencjalnego rozkładu ruchu na sieci dróg krajowych i wojewódzkich w ujęciu pojedynczych motywacji podróży, a także agregacja tych motywacji w postaci modelu wielomotywacyjnego. Ponadto w ramach badań terenowych wyznaczono również na wybranych odcinkach sieci tzw. wachlarze obsługi odcinka, polegające na określeniu źródeł podróży kierowców podróżujących na danym fragmencie drogi krajowej lub wojewódzkiej.

Oddawane do rąk czytelnika opracowanie jest efektem końcowym prac badawczych realizowanych w ramach grantu naukowego pt.: *Kompleksowe modelowanie osobowego ruchu drogowego w Polsce wraz z identyfikacją jego lokalnych*

*uwarunkowań społeczno-ekonomicznych* (akronim projektu **KoMaR PL**) realizowanego w Instytucie Geografii i Przestrzennego Zagospodarowania PAN (IGiPZ PAN) w latach 2013-2016. Projekt został sfinansowany ze środków Narodowego Centrum Nauki przyznanych na podstawie decyzji nr DEC-2012/05/B/HS4/04147.

Realizacja opisanych wyżej celów badania nastąpiła dzięki integracji metodyki oraz dorobku nauk geograficznych, ekonomicznych i inżynierskich. Umożliwił to interdyscyplinarny zespół badawczy złożony z pracowników IGiPZ PAN oraz Politechniki Krakowskiej.

## 1.2. PRZEDMIOT BADANIA ORAZ ZAKRES CZASOWY I PRZESTRZENNY

**Przedmiotem badania** jest zróżnicowanie przestrzenne mobilności ludności w tej jej części, która dotyczy motoryzacji indywidualnej, przy czym umownie za motoryzację indywidualną uważa się w niniejszym opracowaniu podróże wykonywane z wykorzystaniem samochodów osobowych. Przedmiotem badania jest zatem w konsekwencji natężenie ruchu na sieci zamiejskich dróg krajowych i wojewódzkich w ujęciu modelowym i rzeczywistym, a konkretnie natężenie pojazdów oznaczonych w ramach Generalnego Pomiaru Ruchu symbolem (c), tj. samochody osobowe (do 9 miejsc z kierowcą), mikrobusy, pickupy i samochody kempingowe, z przyczepą, lub bez. Autorzy mają świadomość, że uwzględniane mikrobusy należą, podobnie jak autobusy, do transportu zbiorowego, niemniej trudno byłoby je wydzielić z badania (są w tej samej kategorii co samochody osobowe). Z drugiej strony w badaniu nie uwzględniano rowerów (w ramach GPR symbol a) oraz motocykli (należących do zmotoryzowanego ruchu indywidualnego), motorowerów (skuterów) oraz quadów (w ramach GPR symbol b).

**Zakres czasowy** badania został określony na rok 2010, zgodnie z przeprowadzonym Generalnym Pomiarom Ruchu (GPR) na sieci zamiejskich dróg krajowych i wojewódzkich. Duża część materiału statystycznego, przede wszystkim dane w układzie produkcja-atrakcja, również odnosi się do roku 2010. W przypadku danych macierzowych uzyskanych dla dojazdów do pracy oraz wymeldowań i zameldowań (ruch w motywacji odwiedzin znajomych i krewnych), dostępność danych wymagała pewnego przesunięcia czasowego. W przypadku dojazdów do pracy był to rok 2011 r., a dla macierzy wymeldowań i zameldowań – średnia z lat 2006 i 2009 r. Ponadto we wnioskach końcowych odniesiono się również do wyników Generalnego Pomiaru Ruchu z 2015 r.

**Zakres przestrzenny** badania dotyczy sieci drogowej na obszarze całego terytorium Polski (przede wszystkim sieci dróg krajowych i wojewódzkich, ale uwzględniono również ważniejsze odcinki dróg lokalnych, tj. powiatowych i gminnych). Punktem odniesienia do analizy porównawczej ruchu modelowanego i ruchu rzeczywistego (GPR2010) była sieć zamiejskich dróg krajowych i wojewódzkich na której wykonano Generalny Pomiar Ruchu. Oznacza to, że całość projektu została opracowana na sieci drogowej ukształtowanej w roku 2010. W procesie kalibracji i oceny jakości modelu, wykorzystano punkty pomiarowe zgodne z GPR 2010.

W badaniu uwzględniono 2321 rejonów transportowych (rejonów wewnętrznych). Liczba rejonów transportowych nie jest równoznaczna z liczbą gmin ze względu na agregację jaka miała miejsce wówczas gdy dwie gminy (miejska i wiejska) miały siedzibę (Zarząd Gminy) w tej samej miejscowości (por. Rosik 2012). Miejscowość ta stawała się punktem węzłowym. Ponadto uwzględniono ruch pojazdów osobowych na wyodrębnionych 62 punktach granicznych (rejonach zewnętrznych).

### 1.3. ŹRÓDŁA DANYCH

**Źródła danych** wykorzystane w niniejszym opracowaniu można podzielić na (w przypadku części danych podstawą ich wydzielenia jako osobnej kategorii był ich zakres tematyczny np. dane dotyczące mobilności; wzięto również pod uwagę specyfikę danych, tj. dane sieciowe, pozostałe dane przestrzenne, lub sposób ich pozyskania – dane z badań terenowych):

- dane o charakterze sieciowym (sieć drogowa, model prędkości ruchu i dane o natężeniu ruchu pojazdów osobowych),
- pozostałe dane przestrzenne (w odniesieniu do rejonów transportowych oraz danych macierzowych będących podstawą do opracowania więzby ruchu),
- dane dotyczące mobilności ludności (dane z dostępnych badań ruchu),
- dane z badania terenowego (wykonanego w ramach projektu).

Źródłem większości danych o determinantach potencjałów ruchotwórczych, a także danych macierzowych (na podstawie, których powstała więzba ruchu) był Główny Urząd Statystyczny. Dodatkową informacją dla celów zdefiniowania kształtu funkcji oporu przestrzeni oraz potencjałów ruchotwórczych były badania ruchu na poziomie krajowym, regionalnym oraz aglomeracyjnym.

**Dane sieciowe** w postaci sieci dróg krajowych i wojewódzkich oraz kluczowych dróg powiatowych i gminnych (łącznie 14 069 odcinków) zostały pozyskane w ramach baz IGiPZ PAN rozwijanych w ostatnich latach. Wcześniejszy model prędkości ruchu opracowany w IGiPZ PAN, został zmodyfikowany na potrzeby niniejszego opracowania.

Badanie **natężenia ruchu** na sieci zamiejskich dróg krajowych i wojewódzkich z wyłączeniem miast na prawach powiatu jest opracowywane i przeprowadzane przez firmę „Transprojekt-Warszawa” Sp. z o.o. na zlecenie Generalnej Dyrekcji Dróg Krajowych i Autostrad w cyklu pięcioletnim (od 1970 r. do ostatniego badania z 2015 r.). Ze względu na fakt, iż wszystkie obliczenia w projekcie zostały wykonane w 2015 r., gdy jeszcze nie były znane wyniki badania z 2015 r., wykorzystano do symulacji dane z 2010 r. dotyczące kategorii pojazdów osobowych określonych w ramach GPR2010 jako samochody osobowe i mikrobusy.

Tabela 1.1. Charakter oraz źródła danych

	<b>Charakter danych</b>	<b>Źródło danych</b>
Dane o charakterze sieciowym	sieć drogowa, model prędkości ruchu	IGiPZ PAN
	natężenie ruchu samochodów osobowych	Generalny Pomiar Ruchu (2010)
Dane przestrzenne	dane o potencjałach ruchotwórczych (dla większości motywacji podróży jako produkcja-atrakcja, a dla migracji – macierz wymeldowań i zameldowań)	GUS (Bank Danych Lokalnych); Badania ruchu na poziomie krajowym, regionalnym oraz aglomeracyjnym
	dostępność potencjałowa w transporcie indywidualnym	IGiPZ PAN
Mobilność ludności	dane o funkcji oporu przestrzeni	badania ruchu na poziomie krajowym, regionalnym oraz aglomeracyjnym
	więźba ruchu dla danych macierzowych (dojazdy do pracy)	GUS
	dane o krajowym ruchu turystycznym	GUS

#### 1.4. DEFINICJE PODSTAWOWYCH POJĘĆ

Specyfika podejmowanej tematyki nawiązująca wprost do inżynierii transportu oraz potencjalny krąg czytelników, wymagają by na wstępie przedstawić podstawowe definicje terminów wykorzystywanych w pracy. Większość pojęć została zaczerpnięta bezpośrednio lub z niewielkimi modyfikacjami z referatu *Słownictwo kompleksowych badań i modelowania potoków ruchu* (Krych 2010). Niektóre terminy zostały dodane, inne uzupełniono, zgodnie z wymogami niniejszego opracowania. Należy zaznaczyć, że wykorzystywane terminy nie są wiążąco uzgodnione w środowisku naukowym. Definicje podano w kolejności alfabetycznej:

**Atrakcyjność celu podróży** – pojęcie określające potencjał atrakcji ruchu.

**Cel podróży** – punkt końcowy podróży identyfikowany jako węzeł odbioru ruchu.

**Funkcja oporu odcinka** – funkcja wyznaczająca opór odcinków na trasie transportowej między węzłami transportowymi rozpoczęcia i zakończenia podróży dla potrzeb modelowania rozkładu ruchu w sieci transportowej. Opór odcinka dla potoku ruchu oznacza zdefiniowany związek pomiędzy natężeniem ruchu a czasem przejazdu odcinka.

**Funkcja oporu przestrzeni** – funkcja matematyczna w transportowym modelu grawitacyjnym uwzględniająca koszt transportu w formie wykładnika oporu przestrzeni, obrazująca związek pomiędzy liczbą podróży a odległością rejonów transportowych.

**Generalny Pomiar Ruchu (GPR2010)** – pomiar ruchu wykonany na istniejącej sieci dróg krajowych z wyjątkiem tych odcinków, dla których zarządcami są prezydenci miast na prawach powiatu, zwaną siecią dróg krajowych;

w opracowaniu pod pojęciem GPR2010 rozumie się również pomiar ruchu na drogach wojewódzkich w 2010 roku, który został wykonywany na istniejącej sieci tych dróg, z wyjątkiem tych odcinków, które znajdują się w miastach na prawach powiatu i nie są administrowane przez Zarządy Dróg Wojewódzkich.

**Kompleksowe badania ruchu (KBR)** – badanie zachowań komunikacyjnych w wyodrębnionej jednostce terytorialnej określonej jako obszar KBR obejmujące ruch generowany przez mieszkańców i pojazdy obszaru zawartego w jej granicach i ruch absorbowany (pozostała część ruchu osób i pojazdów korzystających z układu transportowego zawartego w jego granicach).

**Macierz O-D (Origin-Destination; Więźba ruchu)** – kwadratowa macierz matematyczna o wymiarach odpowiadających liczbie rejonów transportowych, zawierająca wielkości liczby podróży pomiędzy wszystkimi parami rejonów transportowych w takim układzie w którym każdy wiersz i kolumna przyporządkowane są do określonego rejonu w jednakowym porządku, suma w wierszach odpowiada potencjałowi produkcji podróży a suma natężeń w kolumnach – potencjałowi atrakcji podróży.

**Model prędkości ruchu** – zdefiniowany w opracowaniu model określający przy wykorzystaniu funkcji oporu odcinka oraz innych czynników wpływających na ograniczenie prędkości (liczba ludności w buforze odcinka, istnienie obszaru zabudowanego oraz spadki terenu) prędkość pojazdów na danym odcinku trasy transportowej.

**Motywacja podróży** – określenie powodu podróży za pomocą potrzeb (w opracowaniu zdefiniowano sześć motywacji podróży: dojazdy do pracy, dojazdy do szkoły wyższej, wyjazdy na zakupy, podróże biznesowe, odwiedziny krewnych i znajomych, podróże turystyczne).

**Potencjały (czynniki) ruchotwórcze** – czynniki demograficzne i społeczno-ekonomiczne oraz cechy zagospodarowania przestrzennego i dostępu do układów transportowych składające się na określone decyzje transportowe i zachowania transportowe.

**Produkcja (atrakcja) ruchu** – komponent popytowej struktury transportu określony przez łączną liczbę podróży generowanych (**potencjał produkcji**) lub absorbowanych (**potencjał atrakcji ruchu**) w węzłach sieci transportowej przypisanych do wydzielonej jednostki terytorialnej oraz wyodrębnionych w jej obrębie i otoczeniu rejonów transportowych.

**Rejony transportowe** – wyodrębnione dla potrzeb budowy modelu potoków ruchu i jego zastosowań obszary w wydzielonej jednostce terytorialnej (rejony wewnętrzne) oraz poza jej obrębem (jako rejony zewnętrzne) w taki sposób, żeby dla każdego źródła i celu podróży przypisać można było odpowiedni identyfikator rejonu transportowego, a każdemu rejonowi transportowemu można było w modelu układu transportowego przypisać węzły sieci transportowej (węzły rozpoczęcia i zakończenia podróży) (w opracowaniu węzłami sieci transportowej są węzły drogowe zlokalizowane w pobliżu centrum miejscowości będącej siedzibą gminy).

**Rozkład ruchu w sieci transportowej** – komponent popytowej struktury transportu obejmujący opis natężeń ruchu dla wszystkich połączeń w zdefiniowanej sieci transportowej lub w jej wybranych segmentach.

**Ruch pojazdów osobowych** – ruch pojazdów określonych symbolem kategorii c w Wytycznych pomiaru ruchu na drogach wojewódzkich do których zalicza się następujące grupy pojazdów: samochody osobowe (do 9 miejsc z kierowcą) oraz mikrobusy z przyczepą lub bez (pojazdy przystosowane do przewozu osób, posiadające do 20 miejsc łącznie z kierowcą).

**Ruch tranzytowy** – część potoku ruchu w sieci transportowej wydzielonej jednostki terytorialnej, którego wektor transportowy nie zawiera węzłów transportowych rozpoczęcia i zakończenia podróży w granicach jej obszaru.

**Ruch wewnętrzny** – potok ruchu, którego wektor transportowy zawiera w sieci transportowej węzły rozpoczęcia i zakończenia podróży wewnątrz wydzielonej jednostki terytorialnej.

**Ruch zewnętrzny** – potok ruchu docelowego, ruchu źródłowego i ruchu tranzytowego w sieci transportowej wydzielonej jednostki terytorialnej.

**Ruch zewnętrzny docelowy** – potok ruchu, którego wektor transportowy wyprowadzony jest spoza wydzielonej jednostki terytorialnej (jako zbioru węzłów rozpoczęcia podróży) i skierowany do zawartego wewnątrz niej obszaru (jako zbioru węzłów zakończenia podróży).

**Ruch zewnętrzny źródłowy** – potok ruchu, którego wektor transportowy skierowany jest poza wydzieloną jednostkę terytorialną (jako zbioru węzłów zakończenia podróży) a wyprowadzony z zawartego wewnątrz niej obszaru (jako zbioru węzłów rozpoczęcia podróży).

**Trasa transportowa** – segment sieci transportowej opisany poprzez wyspecyfikowane od początkowego przez pośrednie do końcowego węzły sieci transportowej połączone między sobą odcinkami międzywęzłowymi, którym przypisać można potok ruchu o jednej, określonej wartości natężenia ruchu lub jedną określoną wartość pracy transportowej (w opracowaniu termin stosowany zamiennie z terminem „ścieżka podróży”).

**Wektor transportowy** – połączenie dwóch węzłów sieci transportowej.

**Węzły sieci transportowej** – elementy punktowe sieci transportowej. Wśród węzłów sieci transportowej wyróżnić można **węzły rozpoczęcia i zakończenia podróży**, a także **węzły transferowe**. W modelowaniu układu transportowego węzły rozpoczęcia i zakończenia podróży stanowią odwzorowanie dostępu do układu transportowego odpowiednio z i do rejonów transportowych. Pozostałe węzły (transferowe) stanowią podstawę modelowego odwzorowania tras transportowych i wektorów transportowych jako atrybuty modelu układu transportowego.

**Źródło podróży** – punkt początkowy podróży identyfikowany jako węzeł rozpoczęcia podróży.

## 1.5. STRUKTURA OPRACOWANIA I SCHEMAT PROCEDURY BADAWCZEJ

Struktura pracy odpowiada założeniom badawczym. We **wstępie** określono cele pracy, przedmiot badania, zakres czasowy i przestrzenny, źródła danych, a także przedstawiono definicje pojęć podstawowych.



Generalnie praca składa się z trzech w pewnym sensie niezależnych części.

W **pierwszej części** (rozdziały drugi i trzeci) dyskusja dotyczy głównie poziomu motoryzacji (autorskie badanie empiryczne na poziomie powiatowym w Polsce w rozdziale trzecim), a także teoretycznych uwarunkowań determinant posiadania i wykorzystania samochodu osobowego (przegląd literatury przedmiotu, głównie badań realizowanych poza Polską, w rozdziale drugim). Szczegółowo – w **rozdziale drugim** – dokonano przeglądu literatury przedmiotu dotyczącego determinant popytu w transporcie indywidualnym oraz podjęto się próby ich klasyfikacji. W kolejnych podrozdziałach opisano poszczególne determinanty, do których należą: struktura przestrzenna, cechy społeczno-ekonomiczne i demograficzne gospodarstwa domowego, jakość sieci drogowej i transportu publicznego, a także sytuacja związana z podróżą, w tym motywacja podróży. W **rozdziale trzecim** podjęto próbę określenia przestrzennych uwarunkowań poziomu motoryzacji w Polsce, konsekwentnie odnosząc się do wyszczególnionych w rozdziale drugim determinant popytu w transporcie indywidualnym.

**Część druga** stanowi najbardziej obszerny fragment pracy. Są to rozdziały czwarty, piąty i szósty, w których przedstawiono najpierw założenia (rozdział czwarty), a następnie wyniki autorskiego badania bazującego na modelu grawitacyjnym i wykonanego z wykorzystaniem oprogramowania PTV VISUM, polegającego na budowie z wykorzystaniem danych wtórnych, w pierwszej kolejności modeli jednomotywacyjnych (rozdział piąty), a następnie modelu wielomotywacyjnego (rozdział szósty). Szczegółowo – w **rozdziale czwartym** przedstawiono założenia wstępne procedury badawczej oraz założenia i rezultaty modelu bazowego wewnętrznego oraz modelu bazowego z ruchem zewnętrznym i opłatami autostradowymi. W **rozdziale piątym** podjęto próbę wielokryterialnej klasyfikacji podróży i opisano założenia modeli jednomotywacyjnych dla: dojazdów do pracy, dojazdów do szkoły wyższej, wyjazdów na zakupy, podróży służbowych, odwiedzin znajomych i krewnych oraz podróży turystycznych. Dla każdej z motywacji podjęto próbę analizy rozmieszczenia produkcji i atrakcji, oporu przestrzeni oraz podziału modalnego, by w dalszej kolejności określić na tej podstawie rozkład ruchu na sieci i dopasowanie modelu. W **rozdziale szóstym** przedstawiono założenia i rezultaty modelu wielomotywacyjnego.

**Część trzecia** pracy czyli **rozdział siódmy** ma również charakter głównie empiryczny i nawiązuje częściowo do wyników badania zrealizowanego w części drugiej pracy, jednak nie przeprowadzono w niej oddzielnych symulacji w modelu grawitacyjnym. W rozdziale siódmym opisano, bazując m.in. na wynikach badania dostępności multimodalnej i transportem indywidualnym na poziomie gminnym, zróżnicowanie przestrzenne w podziale modalnym, przedstawiono wyniki Generalnego Pomiaru Ruchu z 2015 r. oraz najważniejsze wnioski z badania terenowego przeprowadzonego w ramach studium przypadku na wybranych dziesięciu odcinkach dróg krajowych i wojewódzkich.

Publikację kończą **wnioski** o charakterze empirycznym, metodycznym i aplikacyjnym, a także nawiązujące do przeprowadzonego w 2015 roku (czyli już po zakończeniu zasadniczego badania) Generalnego Pomiaru Ruchu.

Całość publikacji, po **spisie literatury**, zamyka **aneks statystyczny** zawierający dodatkowe rezultaty badania.



## 2. DETERMINANTY POPYTU W TRANSPORCIE INDYWIDUALNYM – PRZEGLĄD BADAŃ

Literatura przedmiotu z dziedziny geografii transportu oraz socjologii transportu, poświęcona czynnikom mającym wpływ na mobilność transportem indywidualnym, ze szczególnym uwzględnieniem czynników przestrzennych jest bardzo bogata (m.in. Moseley 1979; Downes 1980; Button i in. 1982; Potrykowski, Taylor 1982; de Jong 1990; Ingram, Liu 1999; Taylor 1999; Dargay 2001; Meurs, Haaijer 2001; Ewert, Prskawetz 2002; Kaufmann 2002; Choo, Mokhtarian 2004; Kaufmann i in. 2004; Polk 2004; Whelan 2007; Matas, Raymond 2008; Maat, Timmermans 2009; Acker van, Witlox 2010; Frändberg, Vilhelmson 2011; Komornicki 2011).

Generalnie mobilność transportem indywidualnym jest determinowana wieloma czynnikami. Czynniki te można podzielić na:

- strukturę przestrzenną (układ centrum-peryferie),
- cechy społeczno-ekonomiczne i demograficzne gospodarstwa domowego,
- jakość sieci drogowej i transportu publicznego,
- sytuację związaną z podróżą, w tym motywację podróży.

### 2.1. STRUKTURA PRZESTRZENNA. UKŁAD CENTRUM-PERYFERIE

W niniejszym opracowaniu podstawowym problemem badawczym jest rola struktury przestrzennej, w tym lokalnych uwarunkowań, w kształtowaniu się mobilności związanej z użytkowaniem samochodu osobowego. Z tego względu czynniki determinujące posiadanie i wykorzystanie samochodu rozpoczęto właśnie od analizy struktury przestrzennej. Przyjęta kolejność analizy wynika nie tyle z istotności czynników, co z potrzeb opracowania.

Do czynników związanych ze **strukturą przestrzenną** należą:

- struktura osadnicza,
- poziom peryferyjności przestrzennej,
- potencjał produkcji ruchu względem potencjału atrakcji ruchu.

**Struktura osadnicza.** Struktura osadnicza wpływa na transport osobowy poprzez poziom urbanizacji, który jest czynnikiem determinującym zarówno poziom peryferyjności, potencjał produkcji i atrakcji ruchu, jak i jakość sieci transportowych. Występują tu zresztą sprzężenia zwrotne, gdyż sieć transportowa jest silnym atraktorem dla lokalizacji funkcji różnego typu, w tym także osadnictwa mieszkaniowego.

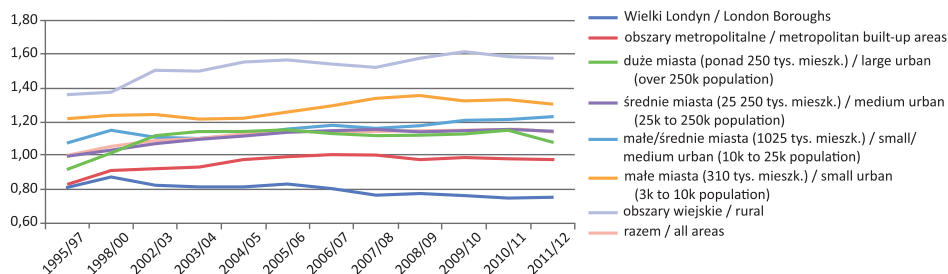
W przypadku poziomu urbanizacji istotne są dwie kwestie: typowo osadnicze i społeczno-ekonomiczne. W pierwszym przypadku chodzi o intensywność użytkowania i zagospodarowania przestrzennego oraz fundamentalny wpływ tego

na ruch drogowy, związany z większą liczbą użytkowników dróg i natężeniem ruchu. Gęstsza i bardziej skoncentrowana sieć osadnicza warunkuje też większą opłacalność transportu publicznego. Równocześnie osadnictwo rozproszone nie sprzyja efektywności ekonomicznej, gdyż transport publiczny nie jest w stanie racjonalnie obsłużyć wszystkich lokalizacji. Powoduje to wzrost motoryzacji indywidualnej na przedmieściach. W przypadku silnych procesów *urban sprawl*, prowadzi to do narastającej kongestii drogowej w strefach dojazdów do pracy i rosnących kosztów obsługi transportu (Śleszyński 2012). W drugim przypadku (czynnik społeczno-ekonomiczny związany z poziomem urbanizacji) istotny jest fakt, że mieszkańcy miast charakteryzują się wyższym dochodem, co wiąże się z większą skłonnością do posiadania własnego samochodu i wyższą wyceną czasu podróży, w tym dojazdów do pracy (Ingram, Liu 1999). Jednak im gęstsza sieć osadnicza (miasta) tym generalnie często większa kongestia oraz wyższa jakość sieci transportu publicznego, co skłania zarówno do zmniejszenia stopnia wykorzystania posiadanego samochodu, jak i ma wpływ na generalnie niższy poziom motoryzacji (szczególnie w dużych miastach) (Whelan 2007).

Szczegółowe statystyki w powyższym względzie przynosi *National Travel Survey*, czyli wykonywane corocznie przez Ministerstwo Transportu w Wielkiej Brytanii badanie ruchu. Badanie jest ankietą przeprowadzaną w gospodarstwach domowych, mającą na celu monitorowanie długoterminowych trendów w podróżach oraz informowanie o rozwoju polityki. Jest ponadto głównym źródłem danych na temat osobistych wzorców podróży mieszkańców Anglii (<https://www.gov.uk/government/collections/national-travel-survey-statistics>). Badanie gromadzi informacje o tym, jak, dlaczego, kiedy i gdzie podróżują ludzie, a także o czynnikach wpływających na podróż. W ramach badania respondenci pytani są m.in. o liczbę samochodów osobowych w gospodarstwie domowym, średnioroczny dystans pokonywany według środka transportu oraz w poszczególnych motywacjach podróży. Wyniki przedstawiane są m.in. w podziale odnoszącym się do gęstości sieci osadniczej, przy czym wyodrębniony jest Wielki Londyn, obszary metropolitalne, miasta w przedziałach według liczby mieszkańców oraz obszary wiejskie (ryc. 2.1–2.3).

Wnioski z *National Travel Survey* są następujące. Po pierwsze, różnice w poziomie motoryzacji między obszarami metropolitalnymi, w tym w szczególności Wielkim Londynem, a obszarami wiejskimi, rosną, w wyniku czego liczba samochodów osobowych na obszarach wiejskich jest już dwukrotnie wyższa niż na obszarach miejskich (ryc. 2.1).

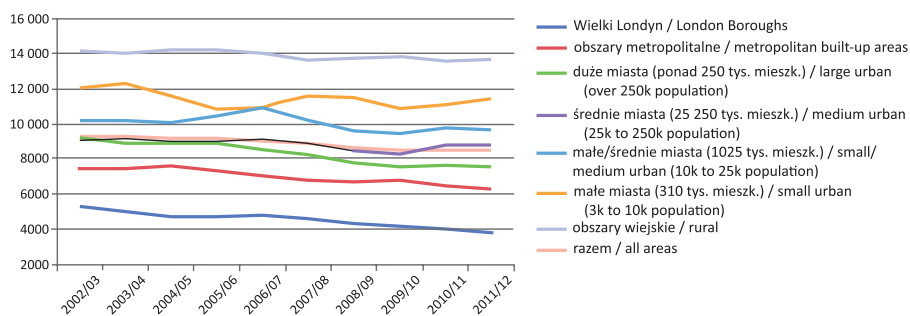
Po drugie, średnioroczny dystans pokonywany na obszarach wiejskich jest również ponad dwukrotnie wyższy niż w Wielkim Londynie, przy czym biorąc pod uwagę dystans pokonywany z wykorzystaniem samochodu różnica ta jest już ponad trzykrotna! W ostatniej dekadzie na obszarach wiejskich dystans pokonywany przez kierowcę samochodu utrzymywał się na stałym poziomie, natomiast małał w obszarach metropolitalnych, a przede wszystkim w Wielkim Londynie (ryc. 2.2). Udział samochodu w pracy przewozowej wzrasta wraz ze zmniejszaniem się gęstości sieci osadniczej (ryc. 2.3).



Ryc. 2.1. Liczba samochodów osobowych w gospodarstwie domowym według miejsca zamieszkania w Wielkiej Brytanii w latach 1995-2012

Fig. 2.1. Number of passenger cars per household by place of residence in Great Britain in the years 1995-2012

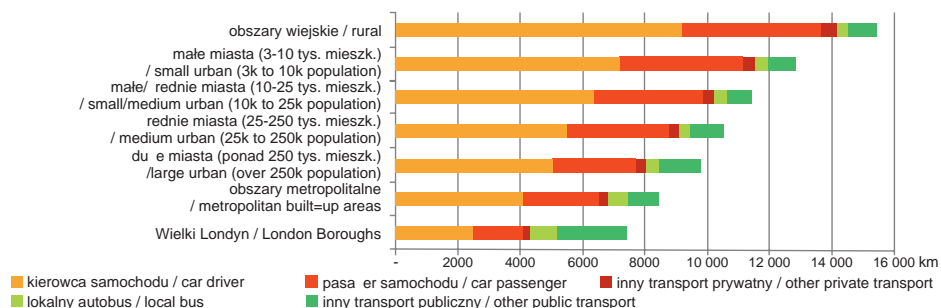
Źródło / Source: National Travel Survey



Ryc. 2.2. Średnioroczny dystans pokonywany w samochodzie według miejsca zamieszkania w latach 2002-2012 (w km/os.)

Fig. 2.2. Average annual distance travelled by a household car by place of residence in the years 2002-2012 (kilometres per person)

Źródło / Source: National Travel Survey

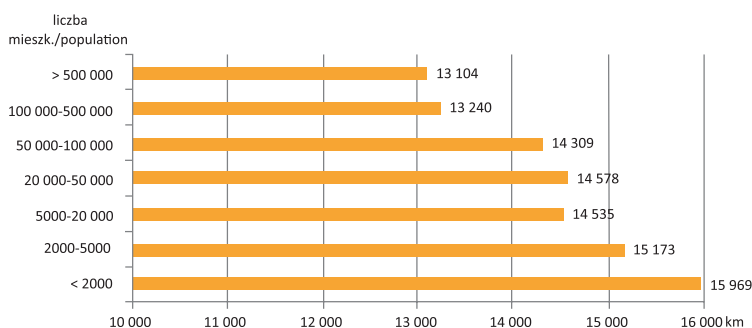


Ryc. 2.3. Średnioroczny dystans pokonywany według środka transportu i miejsca zamieszkania w Wielkiej Brytanii w 2010/2011 r.

Fig. 2.3. Average annual distance travelled by mode of transport and by place of residence in Great Britain as of 2010/2011

Źródło / Source: National Travel Survey

Niższe przebiegi samochodów w obszarach silnie zurbanizowanych niż na terenach wiejskich potwierdzają rezultaty szeregu badań ruchu wykonywanych w krajach zachodniej Europy. Nie są to już jednak tak spektakularne różnice jak w badaniach ruchu w Wielkiej Brytanii. Jak wskazuje Menes (2014), powołując się na analizy przebiegów pojazdów w zależności od miejsca zamieszkania kierowcy w Szwajcarii i Francji najniższe średnioroczne przebiegi (ok. 12 tys. km) charakteryzują aglomeracje, podczas gdy na terenach wiejskich są odpowiednio wyższe (nawet ponad 14 tys. km). W Niemczech podobne wyniki (od ok. 13 tys. km w miastach ponad 500-tysięcznych do prawie 16 tys. km na słabo zaludnionych obszarach) użytko w ramach wykonanego w 2008 r. badania *Mobilität in Deutschland 2008*.



Ryc. 2.4. Różnice w rocznych przebiegach samochodów osobowych (w km) w Niemczech według wielkości jednostki statystycznej (w tys. mieszk.)

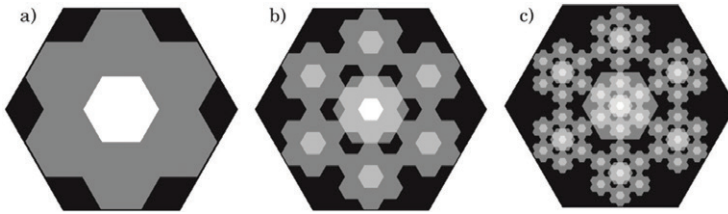
Fig. 2.4 Differences in the annual private car mileages (in km) in Germany according to the magnitude of the statistical unit (in '000 of inhabitants)

Zródło / Source: *Mobilität in Deutschland* (2008)

Reasumując można przyjąć, że w krajach wysoko rozwiniętych wysoki poziom gęstości zaludnienia oraz położenie w obrębie największych metropolii są destymulantami wykorzystania samochodu osobowego w podróżach codziennych. Jednocześnie różnice pomiędzy tymi krajami (Wielka Brytania / Niemcy) dowodzą, że duże znaczenie mają także inne czynniki społeczno-gospodarcze.

**Poziom peryferyjności przestrzennej.** Związana z gęstością osadniczą oraz policentrycznością sieci miast w danym kraju peryferyjność przestrzenna jest odwrotnością dostępności transportowej. Wysoki poziom peryferyjności, a co się z tym wiąże – słaba dostępność determinuje potrzebę wykonania podróży (Whelan 2007). Przy niskiej dostępności do miejsc pracy oraz usług, np. na obszarach wiejskich zachodzi potrzeba wykorzystywania własnego samochodu (Taylor 1999). Ponadto zamieszkiwanie z dala od większych ośrodków usługowych powoduje konieczność udania się tam w celu dokonania zakupów, skorzystania z pomocy lekarza, załatwienia spraw urzędowych, itd.

Peryferyjność występuje w różnych skalach przestrzennych: od poziomu makro-, przez mezo- do mikro-; z tymże poziom makro- może być rozumiany zarówno w sensie globalnym, kontynentalnym, międzynarodowym (grupa państw), krajowym, a nawet makroregionalnym i regionalnym, a poziomy mezo- i mikro- są uściśleniem poziomu peryferyjności na niższych skalach przestrzennych względem zdefiniowanego poziomu makro-. Każdorazowo model centrum-peryferie można analizować w układzie centrum, semiperyferie i peryferie, zgodnie z modelem przedstawionym na rycinie 2.5.



Ryc. 2.5. Teoretyczny model przestrzennej dystrybucji rdzenia (kolor biały), semiperyferii (kolor szary) oraz peryferii (kolor czarny) na poziomie makro- (a), mezo- (b) i mikro (c)

Fig. 2.5. Theoretical model of the spatial distribution of the core (white), semi-periphery (grey), and periphery (black) at the macro- (a), meso- (b) and micro- (c) levels

Źródło / Source: Halás (2014)

W badaniach peryferyjności szczególne zastosowanie mają analizy dostępności przestrzennej, będące przedmiotem bardzo wielu studiów. Ich omówienie w literaturze polskiej zawierają m.in. prace Komornickiego i in. (2010), Rosika (2012) oraz Śleszyńskiego (2014). W opracowaniu poziom peryferyjności został scharakteryzowany m.in. poprzez wskaźnik dostępności potencjałowej rozwinięty w IGiPZ PAN (Rosik 2012).

Należy zaznaczyć, że opisane wyżej badania wykonane w krajach Europy Zachodniej potwierdzają, że wykorzystanie samochodu na terenach peryferyjnych jest relatywnie wysokie. Warunkiem istnienia tej prawidłowości jest jednak szeroki dostęp gospodarstw domowych do tego środka transportu. Sytuacja taka może nie mieć miejsca, jeżeli obszary peryferyjne pozostają bardzo silnie upośledzone pod względem ekonomicznym (koszty zakupu i eksploatacji samochodu ograniczają jego wykorzystanie) lub mają poważnie zachwianą strukturę demograficzną (zaawansowany proces starzenia ludności, wykluczający część populacji z fizycznej możliwości korzystania z aut prywatnych). Dlatego ocena czynnika peryferyjności przestrzennej musi być dokonywana równocześnie z cechami gospodarstw domowych (patrz rozdział 2.2.).

**Potencjał produkcji ruchu względem potencjału atrakcji ruchu.** Kluczowa jest tutaj lokalizacja miejsca zamieszkania (potencjał produkcji ruchu) względem zbioru celów podróży (potencjał atrakcji ruchu). Potencjał (zarówno produkcji jak i atrakcji) może być bardzo zróżnicowany w zależności nie tylko od cech ilościowych (determinowanych głównie gęstością sieci osadniczej i pośrednio również poziomem peryferyjności przestrzennej), ale również cech jakościowych. Przykładowo pracownicy są skłonni dojeżdżać do pracy na dłuższe dystanse w przypadku otrzymywania wyższego wynagrodzenia w miejscu pracy (Ewert, Prskawetz 2002; Maat, Timmermans 2009). Z kolei osoby mieszkające w atrakcyjnych lokalizacjach są mniej skłonne do wykonywania podróży samochodem w celach rekreacyjnych i turystycznych. Są to jednak osoby często bardziej zamożne oraz mobilne (Meurs, Haaijer 2001; Ewert, Prskawetz 2002).

**Wnioski.** Wraz ze wzrostem gęstości sieci osadniczej oraz intensywności użytkowania rośnie kongestia oraz wzrasta jakość transportu publicznego. Skutkuje to zmniejszeniem stopnia wykorzystania posiadanego samochodu, jak i ma wpływ na generalnie niższy poziom motoryzacji. Jest to szczególnie widoczne w dużych miastach krajów rozwiniętych. Z kolei na peryferyjnie położonych obszarach wiejskich brak alternatywnych środków transportu, a także dłuższe dystanse do

celów podróży skutkują zarówno wyższym poziomem motoryzacji jak i również relatywnie wyższymi przebiegami samochodów. Sytuacja taka może nie mieć miejsca w strefach skrajnej marginalizacji ekonomicznej lub bardzo zaburzonej struktury demograficznej. Peryferie można określać na różnych poziomach przestrzennych, co ma znaczenie również w kontekście odległości od miejsc pracy, rozumianych zarówno w sensie ilościowym (liczba) jak i jakościowym (wysokość wynagrodzenia).

## 2.2. CECHY SPOŁECZNO-EKONOMICZNE I DEMOGRAFICZNE GOSPODARSTWA DOMOWEGO

Do **cech społeczno-ekonomicznych i demograficznych gospodarstwa domowego** mających wpływ na rzeczywiste wykorzystanie samochodu należą czynniki (por. Menes 2014):

- ekonomiczne,
- demograficzne,
- socjologiczne.

**Czynniki ekonomiczne.** Do tej kategorii czynników wymienić należy przede wszystkim **dochód gospodarstwa domowego** w kontekście zarówno elastyczności dochodowej popytu na samochody prywatne oraz paliwo (strona popytowa), jak też koszt zakupu samochodu oraz paliwa (strona podażowa).

Przeciętny **dochód gospodarstwa domowego** (na poziomie krajowym, regionalnym lub lokalnym) powinien być odniesiony do aktualnych cen parku samochodowego. Kluczowa, przede wszystkim w krajach słabo rozwiniętych, jest tzw. **elastyczność dochodowa popytu** w kontekście **zakupu samochodu prywatnego**. Czynnikiem ten traci na znaczeniu przy analizie zróżnicowań międzyregionalnych w krajach wysoko rozwiniętych przy zbliżaniu się do poziomu nasycenia (Dargay 2001; Button i in. 1982; Ingram, Liu 1999; Komornicki 2011). Należy zaznaczyć, że posiadanie własnego samochodu (dostęp do samochodu) mierzone **wskaznikiem (poziomem) motoryzacji**, jest czynnikiem koniecznym choć niewystarczającym do rzeczywistego wykorzystania samochodu (de Jong 1990; Acker Van, Wiltox 2010). W krajach wysoko rozwiniętych tylko bardzo nieliczna grupa mieszkańców nie może pozwolić sobie na zakup relatywnie taniego samochodu, a brak pojazdu w gospodarstwie domowym związany jest głównie z występowaniem czynników natury socjologicznej.

Przeciętny dochód gospodarstwa domowego, jest natomiast nadal istotny również w krajach wysoko rozwiniętych w kontekście **elastyczności dochodowej popytu na paliwo**, przede wszystkim w warunkach długookresowych tendencji wzrostowych cen paliw. Jest to czynnik zróżnicowany w zależności od struktury przestrzennej i ważniejszy w dużych i cierpiących na kongestię miastach. Istnieje bowiem wyraźny związek pomiędzy prędkością jazdy a kosztem jednostkowym pokonania określonej odległości (Ubysz 2008; Rosik i in. 2012). Szczególnie wysokie koszty paliwa wydają się być w zestawieniu z kosztami parkingowymi, jeżeli takie w ruchu aglomeracyjnym pojawiają się w centrach dużych miast. Z kolei w ośrodkach wiejskich ze względu na braki w transporcie publicznym, samochód jest często jedynym możliwym środkiem transportu, a koszty spalania przy braku kongestii są odpowiednio niższe (Matas, Raymond 2008). Przy przeciętnym

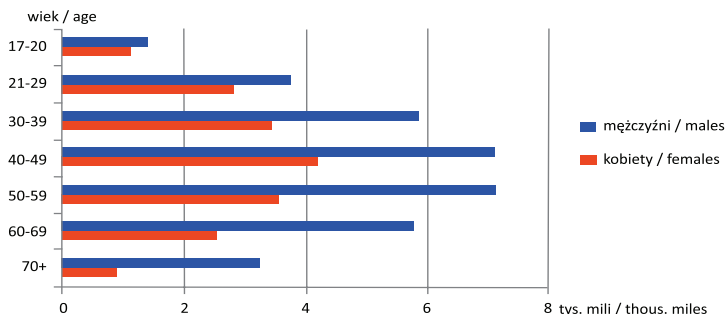


użytkowaniu pojazdu koszt paliwa zdecydowanie dominuje w **kosztach eksploatacji samochodu**. Do kosztu paliwa dochodzi jednak również koszt utrzymania, ubezpieczenia oraz napraw pojazdów (Whelan 2007). Przykładowo w Wielkiej Brytanii koszty te wzrosły kilkukrotnie od końca lat 80-tych, przede wszystkim koszty ubezpieczenia (wzrost ponad 5-krotny) oraz utrzymania pojazdów (wzrost 4-krotny, podobnie jak paliwa). Trendy te wystąpiły przy jednoczesnym utrzymywaniu się ceny zakupu samochodu na mniej więcej stałym poziomie. To wszystko sprawia, że nie tylko samo posiadanie pojazdów, ale również łączny przebieg pojazdu jest bardzo skorelowany z dochodem jego właściciela. W Wielkiej Brytanii w 2013 r. osoby o najwyższym dochodzie wykazywały przeciętne przebiegi rzędu 12,5 tys. km rocznie, podczas gdy osoby o najniższym dochodzie wykonywały jedynie 4,4 tys. km (*Understanding the drivers...* 2015). Tym samym zakłada się, że w regionach gdzie udział starszych pojazdów jest szczególnie wysoki, koszty napraw są również relatywnie wyższe, co może skutkować mniejszą skłonnością do odbywania podróży i niższym przebiegiem. Wskazuje się również na potrzebę uwzględnienia w analizach regionalnych różnicowań w zakresie ogólnych kosztów życia (Whelan 2007).

W Polsce w ostatnim okresie analizy zależności między dochodem i innymi uwarunkowaniami popytu na nowe samochody były dziełem zespołu z Uniwersytetu Adama Mickiewicza w Poznaniu (Kudłak i in. 2017; Kisiała i in. 2017; Stryjakiewicz i in. 2017). W studiach tych wykazano m.in., że: *do pozacenowych czynników kształtujących popyt na nowe samochody w Polsce należy zaliczyć przede wszystkim poziom zamożności potencjalnych konsumentów. Uzupełniającą rolę odgrywały: sytuacja demograficzna, poziom rozwoju lokalnego oraz poziom zaspokojenia potrzeb motoryzacyjnych* (Kudłak i in. 2017).

**Czynniki demograficzne. Struktura demograficzna**, w tym wielkość i struktura gospodarstw domowych, wiek, płeć, liczba osób w wieku produkcyjnym, udział małżeństw posiadających dzieci oraz liczba dzieci mają wpływ zarówno na posiadanie jak i rzeczywiste użytkowanie samochodu (Matas, Raymond 2008; Whelan 2007; Ewert, Prskawetz 2002). **Wiek**. Posiadanie uprawnień do kierowania samochodem (prawo jazdy) determinowane jest przede wszystkim wiekiem kierowcy. Wraz ze wzrostem wieku, rośnie również liczba samochodów w gospodarstwie domowym (Button i in. 1982). Zakłada się, że więcej rodzin z dziećmi oraz większa liczba dzieci w rodzinie (wyższy współczynnik dzietności) tym wyższe wykorzystanie samochodu, m.in. ze względu na potrzebę podwożenia dzieci do szkoły. Wraz z dorastaniem dzieci wzrasta również liczba samochodów, ponieważ osoba dotąd wychowująca małe dzieci może wrócić do pracy (Komornicki 2011). Z kolei „po 60-stce” im wyższy przeciętny wiek w gospodarstwie domowym tym niższe wykorzystanie samochodu. Osoby starsze na emeryturze skłonne są do sprzedaży drugiego samochodu, ale tempo spadku liczby samochodów jest niższe niż wcześniejszy przyrost (Downes 1980; Ewert, Prskawetz 2002; Polk 2004). **Płeć**. Tradycyjnie wykorzystanie samochodu wśród kobiet jest znacznie niższe, niż wśród mężczyzn. Jest to uwarunkowane kulturowo, aczkolwiek w ostatnich dekadach różnica między płciami w tym względzie ulega zatarciu, szczególnie w młodym pokoleniu. W Wielkiej Brytanii w 2013 r. przeciętne roczne wykorzystanie samochodu w zależności od wieku i płci pokazuje zdecydowanie największe przebiegi wśród mężczyzn w wieku 40-60 lat. Największe różnice między płciami są charakterystyczne dla osób starszych, wśród najmłodszych są prawie niewidoczne (ryc. 2.6) (*Understanding the drivers...* 2015).





Ryc. 2.6. Roczne użytkowanie samochodu jako kierowca w podziale na płeć i przedziały wiekowe w Wielkiej Brytanii w 2013 r.

Fig. 2.6. Car driver distance travelled per person per year by age and gender in Great Britain in 2013

Źródło / Source: *Understanding the drivers...* (2015)

**Czynniki socjologiczne.** Do czynników natury socjologicznej należą prestiż i pozycja społeczna, styl życia, a także przyzwyczajenia, nawyki, potrzeby i doświadczenia związane z podróżowaniem. **Prestiż i pozycja społeczna** określane są, szczególnie w krajach charakteryzujących się niższym przeciętnym dochodem, poprzez posiadanie samochodu i wykorzystywanie go do okazywania tożsamości właściciela pojazdu (Komornicki 2003, 2011; Hagman 2006). Z kolei czynnik **stylu życia** jest istotny szczególnie w młodym pokoleniu mieszkańców dużych miast. W krajach wysokorozwiniętych zauważalna stała się w tych grupach społecznych tendencja do nieposiadania samochodu (Choo, Mokhtarian 2004; Frändberg, Vilhelmson 2011). Zmiana stylu życia młodych ludzi w wielu krajach zachodniej Europy skutkuje zmniejszaniem się wskaźnika motoryzacji oraz wykorzystania samochodu w ostatnich latach. Jednak jak dotąd trudno wykazać jak dużą rolę w zmianie przyzwyczajeń młodych ludzi miał kryzys finansowy, brak stabilności życiowej, trudności ze znalezieniem stabilnej pracy oraz pośrednio również wysokie ceny paliw. Przykładowo w Stanach Zjednoczonych (które znacznie szybciej niż kraje europejskie „odbiły się” z kryzysu finansowego) już w 2015 r. nastąpiło znaczne odbicie w zakresie przeciętnych rocznych przebiegów samochodów na 1 mieszkańca. Znacząco również wzrosła sprzedaż nowych samochodów (<http://www.treehugger.com/cars/whatever-happened-peak-car.html>; [http://www.fhwa.dot.gov/policyinformation/travel\\_monitoring/15aug-tvt/page2.cfm](http://www.fhwa.dot.gov/policyinformation/travel_monitoring/15aug-tvt/page2.cfm)). Ponadto dużą rolę pełnią **przyzwyczajenia, nawyki, potrzeby, doświadczenia** związane z podróżowaniem (np. potrzeba pracy w czasie podróży), które wiążą się również z sytuacją związaną konkretną z podróżą, w tym z motywacją podróży.

Przemiany w zakresie socjologicznych uwarunkowań mobilności mogą ulec przyspieszeniu wraz rozwojem ekonomii współużytkowania (*sharing economy*), której istotnym składnikiem może być współwykorzystywanie pojazdów (usługi typu Uber i BlablaCar, ale także *car pooling* i sponsorowane wypożyczalnie na terenach peryferyjnych – Rauhut, Komornicki 2015). W nielicznych dotąd badaniach potwierdzono, że *car sharing* redukuje ogólne przebiegi aut osobowych (Clewlow 2016). Z drugiej strony wiele innych form ekonomii współdzielenia stymuluje większą mobilność (np. w turystyce), co może niwelować efekt zmniejszonych przebiegów. Próby terytorializacji wskaźników odnośnie *sharing*

*economy* w literaturze przedmiotu są nieliczne. Szacunki dla Europy pokazują, że odsetek mieszkańców, którzy korzystali z usług tego typu waha się od zaledwie 2% na Cyprze do ok. 35% we Francji i w Irlandii (Munkoe 2017). Te same badania dowodzą zróżnicowań według grup wiekowych, wskazując, że z usług tego typu najczęściej korzystają osoby w wieku 25-39 lat. Odsetek jest zdecydowanie mniejszy w grupie powyżej 55 lat. Może to stanowić przesłankę do stwierdzenia, że usługi typu *sharing economy* będą mniej popularne w regionach o zachwianej strukturze wiekowej (zamieszkałych poprzez większy odsetek ludności w wieku poprodukcyjnym). Szacunki takie wymagają jednak ostrożności, jeżeli mają mieć charakter prognostyczny. Można oczekiwać, że obecni użytkownicy usług współdzielonych (innovatorzy) pozostaną nimi także kiedy przesuną się do starszych grup wiekowych.

**Wnioski.** Dochód w gospodarstwie domowym oraz elastyczność dochodowa popytu w kontekście zakupu samochodu prywatnego ma silny wpływ na poziom motoryzacji. Z kolei elastyczność dochodowa popytu względem zakupu paliwa ma wpływ na rzeczywiste wykorzystanie samochodu. Oprócz kosztu paliwa, pozostałe koszty eksploatacyjne mają coraz większe znaczenie. Najwyższymi przebiegami pojazdów charakteryzują się osoby w wieku produkcyjnym, przede wszystkim po 30-tym roku życia. Osoby w wieku przedprodukcyjnym nie posiadają uprawnień do kierowania samochodami, a osoby w wieku poprodukcyjnym, wraz z ubieganiem lat coraz mniej korzystają z posiadanych pojazdów. Kobiety jeżdżą mniej niż mężczyźni, ale w młodym pokoleniu różnice w tym względzie są prawie niewidoczne. W krajach wysoko rozwiniętych coraz mniejsze znaczenie ma prestiż i pozycja społeczna jaką daje posiadanie samochodu, a coraz większą rolę pełni styl życia „bez samochodu”. Generalnie zróżnicowanie społeczno-ekonomiczne i demograficzne (przede wszystkim w zakresie płci i wieku) ludności ma wpływ na wysokość poziomu motoryzacji oraz stopień wykorzystania samochodów. Ponadto dotychczasowe badania nie pozwalają na jednoznaczną ocenę wpływu *sharing economy* na roczne przebiegi samochodów osobowych.

### 2.3. JAKOŚĆ SIECI DROGOWEJ I TRANSPORTU PUBLICZNEGO

Podstawowe znaczenie na wybór samochodu jako środka transportu, również w ujęciu przestrzennym, mają czynniki związane z siecią transportową, do których należą:

- jakość sieci drogowej,
- jakość transportu publicznego.

**Jakość sieci drogowej** można interpretować tradycyjnie jako udział sieci drogowej dróg wyższej kategorii (w tym przede wszystkim bezkolizyjnych dróg dwujezdniowych) w łącznej sieci, a także – jako liczbę i jakość obiektów liniowych i punktowych infrastruktury drogowej (ogólna gęstość sieci drogowej, liczba węzłów drogowych, parkingów, stan nawierzchni, szerokość jezdni itd.). Z punktu widzenia rozkładu ruchu należy zaznaczyć, że wraz z rozwojem sieci autostrad następuje wyraźna koncentracja ruchu na tych drogach. Przykładowo w Wielkiej Brytanii w porównaniu do 1993 r. nastąpił do 2013 r. wzrost ruchu na tej kategorii dróg aż o 47%, przy jedynie 18% wzroście ruchu na całej sieci drogowej i śladowym wzroście na drogach w miastach (*Understanding the drivers...* 2015). Istotny jest również sposób **zarządzania siecią** (Meurs, Haaijer 2001). Przykładowo powiat lub

gmina o rozwiniętej sieci ścieżek rowerowych i chodników może być uważany za ten, w którym mieszkańcy są bardziej skłonni wykonywać podróże piesze i rowerowe. Z kolei w miastach o dobrej dostępności miejsc parkingowych zwiększa się skłonność do wykorzystania samochodu, ale już rozbudowany system *park&ride* służy wykorzystaniu w podróżach różnych środków transportu.

Na **jakość transportu publicznego** mają wpływ takie czynniki jak: jakość taboru, częstotliwość kursowania, bezpośredniość (możliwość wykonania podróży bez przesiadki), wysokość ceny, poziom usług, bezpieczeństwo, komfort, planowość, niezawodność oraz elastyczność. Kluczowa i ściśle powiązana z innymi czynnikami, w tym przede wszystkim sytuacją związaną z podróżą, a także strukturą przestrzenną, jest bliskość/dostępność źródła i celu podróży do najbliższej stacji/przystanku i jej/jego charakter/węzłowość. Jakość transportu publicznego jest szczególnie istotna w obszarach metropolitalnych, gdzie, jeżeli wysoka, ogranicza zarówno posiadanie jak i korzystanie z własnego samochodu. Przykładowo, według badań w Hiszpanii redukcja poziomu motoryzacji w warunkach dobrze rozwiniętego transportu publicznego nawet o 12% (Meurs, Haaijer 2001; Matas, Raymond 2008). Pojawienie się nowych inwestycji infrastrukturalnych lub usprawnienie warunków podróży może prowadzić do pojawienia się zjawiska **ruchu wzbudzonego** realizowanego środkami transportu zbiorowego. Ruch wzbudzony dotyczy podróży, które w stanie pierwotnym (bez inwestycji) były odrzucane z powodu nieakceptowanych warunków podróży (Szarata 2012).

**Wnioski.** Różnice przestrzenne w jakości sieci drogowej i sieci transportu publicznego, a także w sposobie zarządzania tymi sieciami mogą mieć znaczny wpływ na decyzje podejmowane przez użytkowników tych sieci dotyczące wyboru środka transportu. Wzrost jakości transportu publicznego sprzyja przesunięciu modalnemu i rezygnacji z samochodu, szczególnie w ujęciu wewnątrz- i międzyaglomeracyjnym. Na obszarach peryferyjnych czynnik ten wydaje się mieć mniejsze znaczenie.

## 2.4. SYTUACJA ZWIĄZANA Z PODRÓŻĄ, W TYM MOTYWACJA PODRÓŻY

**Sytuacja związana z podróżą** ma znaczący wpływ na wybór środka transportu. Jest to szczególnie istotne przy **podróżach długich**, tzn. takich, które są relatywnie rzadkimi wydarzeniami, przynajmniej w porównaniu do podróży wykonywanych codziennie, a ich długość wynosi przynajmniej 50-100 km<sup>1</sup>. Jednak ze względu na pokonywane odległości stanowią znaczny udział w pracy przewozowej (nawet 30-50%) (Rohr i in. 2010; Rich, Mabit 2011).

Do czynników związanych z podróżą należą (por. Rosik, Kowalczyk 2015):

<sup>1</sup> Problemem jest również fakt, iż próg różnicujący podróże krótkie i długie może być postawiony, w sensie dystansu, zarówno na 20 km (jak w badaniach ruchu we Włoszech), do aż 200 km (jak w analogicznych badaniach w Belgii) (Zimmer, Schmied 2008). W badaniach transportowych wykonywanych w Wielkiej Brytanii w ramach *National Traffic Survey* dystans ten wynosi od 50 mil (83 km) (*Office for National Statistics* 1998), a najczęściej wykorzystywany w badaniach jest próg 100 km (badania transportowe wykonywane na poziomie europejskim w ramach projektu DATELINE lub na poziomie krajowym np. w Szwecji; *Swedish Institute for Transport and Communication Analysis* 2003).

- uogólniony koszt podróży (dystans, czas, koszt, a także pozostałe elementy, takie jak m.in. bezpieczeństwo i komfort)
- motywacja podróży,
- pozostałe czynniki (pora dnia/roku, wielkość zabieranego bagażu, liczba podróżujących osób, ich cechy, np. wiek i ewentualna niepełnosprawność, potrzeba wykorzystania pojazdu w miejscu docelowym oraz warunki pogodowe).

**Uogólniony koszt podróży.** Najważniejszymi czynnikami wyboru środka transportu są dwie preferencje: cena i czas podróży. Przy tym czas można także sprowadzić do wartości pieniężnych. Pokonanie danej odległości i poniesienie związanych z tym kosztów finansowych w oczywisty sposób jest zróżnicowane dla osób o różnym statusie majątkowym.

Wychodząc od mikroekonomicznej teorii maksymalizacji użyteczności (osiągania maksymalnych korzyści z dokonanego wyboru) i podejścia równoważnego w postaci minimalizacji „nie-użyteczności”, funkcja użyteczności może przyjąć postać tzw. **kosztu uogólnionego**, w którym istotnymi elementami są składniki kosztu podróży, składniki czasu podróży oraz koszt jednostkowy czasu podróży (Żurkowski 2009):

$$G = \sum_{m=1}^M c_m + \left( \sum_{n=1}^N \alpha_n t_n \right) h_r \quad 2.1$$

gdzie:

G – koszt uogólniony,

$c_m$  – składniki kosztu podróży (np. opłata za przejazd autostradą, koszty paliwa itd.),

M – liczba składników kosztu podróży,  $m = 1, 2, \dots, M$ ,

$\alpha_n$  – współczynnik,

$t_n$  – czas podróży,

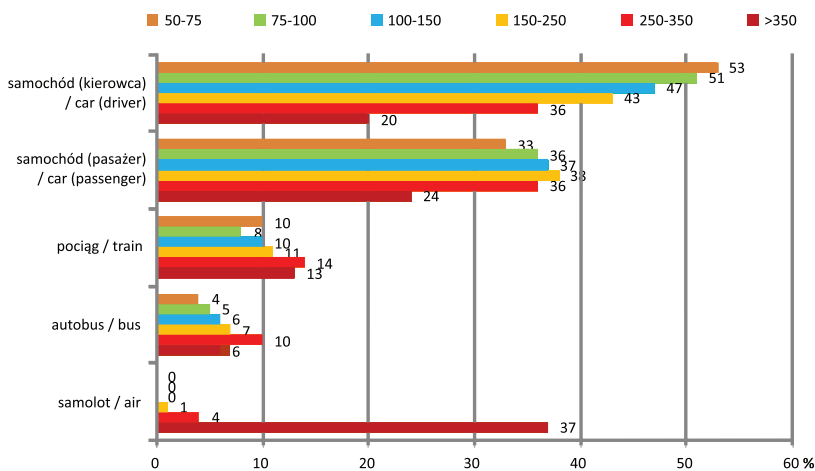
N – liczba składników czasu podróży,  $n = 1, 2, \dots, N$ ,

$h_r$  – koszt jednostkowy czasu podróжного r.

Podróż samochodem ma tą zaletę, że jest możliwa od drzwi do drzwi (*door-to-door*) z wyjątkiem podróży do stref o ograniczonym ruchu drogowym, co daje duże oszczędności czasowe w relacji do transportu publicznego. Jest to szczególnie ważne w podróżach krótkich. Kluczowym elementem uogólnionego kosztu podróży jest koszt jednostkowy czasu podróжного, a co się z tym wiąże **wartość czasu podróży**. Wartość czasu zależy od wielu czynników, z których najczęściej badanymi w literaturze przedmiotu są m.in.: długość podróży i gałąź transportu, motywacja podróży, a także dochód, wiek, płeć i wykształcenie podróжного (szerzej w: Rosik, Kowalczyk 2015 oraz Śleszyński 2014).

Uogólniając wartość czasu podróży samochodem i pociągiem jest do siebie zbliżona i znacznie niższa od wyceny wartości czasu podróży samolotem. W podróżach prywatnych wycena jest ponad dwukrotnie niższa niż w podróżach służbowych. Dla biznesmenów czas jest jedną z najważniejszych determinant wyboru środka transportu, podczas gdy dla pozostałych grup podróжных inne czynniki (takie jak m.in. koszt) mają również kluczowy wpływ na decyzje wyboru usługi transportowej.

Generalnie wraz z wydłużającym się dystansem podróży rola samochodu osobowego maleje. Z badań prowadzonych w Wielkiej Brytanii wynika, że udział samochodu osobowego w pracy przewozowej spada z 86% udziału dla podróży 50-75 mil do jedynie 44% przy podróżach powyżej 350 mil. Ponadto zwiększa się również napełnienie pojazdu. Dla podróży powyżej 250 mil średnie napełnienie zaczyna przekraczać 2 osoby (ryc. 2.7).



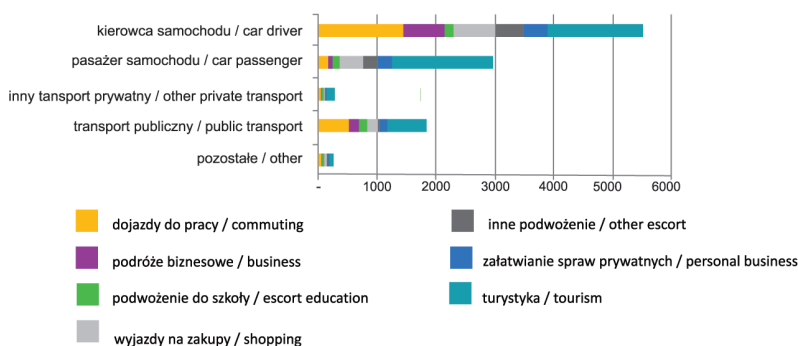
Ryc. 2.7. Praca przewozowa według środków transportu w zależności od długości podróży w Wielkiej Brytanii (2002-2006)

Fig. 2.7. Transport volume according to transport means, depending upon the length of travel in the United Kingdom (2002-2006)

Źródło / Source: Rosik i Kowalczyk (2015) na podstawie Rohr i in. (2010)

Koszty paliwa w relacji do kosztów biletów w transporcie publicznym są jednym z kluczowych czynników decydujących o podjęciu decyzji dotyczącej podróży. W przypadku podróży uwzględniających odcinki płatne do kosztu należy doliczyć opłatę autostradową. Inne składniki kosztu podróży samochodem, tak jak obowiązujące w wybranych dużych miastach świata (np. Londyn lub Singapur) opłaty za wjazd do centrum, czy też znacznie bardziej rozpowszechnione strefy płatnego parkowania mają również duże znaczenie. Koszty parkingowe są szczególnie istotne dla mieszkańców aglomeracji. Przykładowo według badań prowadzonych w Montrealu wzrost godzinowych opłat parkingowych o 1\$ skutkuje wzrostem o 5% udziału transportu publicznego w dojazdach do pracy (Zahabi i in. 2012). Ponadto podróż samochodem może oznaczać niższe bezpieczeństwo i ryzyko wypadku (w szczególności na drogach jednojezdniowych). Większość czynników związanych z uogólnionym kosztem podróży ma jednak charakter aprzestrzenny i w dużej części subiektywny. Wyjątkiem są strefy płatnego parkowania oraz opłaty autostradowe skutkujące mniejszym udziałem podróży samochodem w przypadku miejsc pracy w centrum miast (strefy płatnego parkowania) lub w wybranych relacjach międzyaglomeracyjnych i dojazdach do miast (przy tym opłaty autostradowe mogą mieć istotny wpływ na wybór nie tylko środka transportu, ale także samej trasy, co może mieć istotne znaczenie z punktu widzenia modelowania ruchu na poszczególnych odcinkach).

**Motywacja podróży.** Struktura podróży długich wykonywanych samochodem osobowym wskazuje, że najczęstszą motywacją (w sensie pracy przewozowej) są podróże turystyczne, a w dalszej kolejności – odwiedziny znajomych i krewnych, podróże biznesowe oraz wykonywane na długie dystanse – dojazdy do pracy. Wszystkie wyżej wymienione typy podróży są analizowane w części empirycznej niniejszego opracowania. W świetle badań Dargaya i Clarka (2012) dominującym środkiem transportu w podróżach długich realizowanych w Wielkiej Brytanii w latach 2002-2006 był samochód osobowy, i to niezależnie od motywacji podróży, przy czym jego udział wahał się od 74 do 84% i był najwyższy w przypadku odwiedzin znajomych i krewnych, a najniższy dla dojazdów do pracy. W przypadku tych ostatnich ważną kwestią są kwestie związane z uogólnionym kosztem (np. koszty paliwa, opłaty parkingowe itd.), a także możliwością wykonywania pracy w czasie trwania podróży.



Ryc. 2.8. Przeciętny dystans wykonywany w podróżach według motywacji podróży i środka transportu w Wielkiej Brytanii w 2010 r.

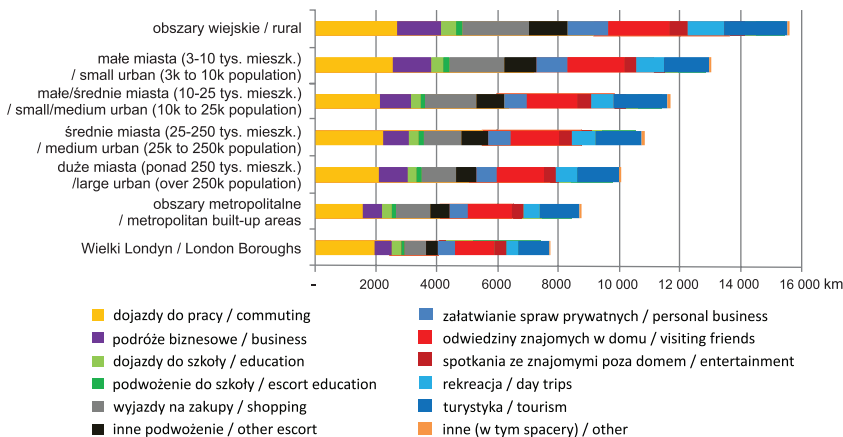
Fig. 2.8. Average annual distance travelled by trip purpose and mean of travel in Great Britain in 2010

Źródło / Source: *National Travel Survey*

Jeżeli analizować wszystkie podróże w kontekście pokonywanego dystansu, szczególnie interesujące z punktu widzenia celów niniejszego opracowania są średnioroczne dystanse pokonywane przez kierowcę samochodu prywatnego w poszczególnych motywacjach podróży. Niestety w badaniu przeprowadzonym w Wielkiej Brytanii podróże turystyczne i odwiedziny krewnych i znajomych kwalifikują się do jednej grupy, której udział w pracy eksploatacyjnej w 2010 r. jest najwyższy (29,5% przeciętnego przebiegu kierowcy pojazdu). Kolejną motywacją podróży są dojazdy do pracy (26,1%), wyjazdy na zakupy (12,9%) i podróże biznesowe (12,7%) (ryc. 2.8).

W przypadku poszczególnych motywacji można mówić o różnym wpływie struktury przestrzennej na potrzebę wykonywania podróży. Przykładowo w Wielkiej Brytanii różnica w pokonywanym dystansie dla motywacji (zsumowanych dla wszystkich środków transportu) między Wielkim Londynem a obszarami wiejskimi jest widoczna we wszystkich motywacjach, ale szczególnie duża jest dla wyjazdów na zakupy oraz podróży turystycznych i rekreacyjnych. Z kolei zaskakująco niska jest różnica w dystansie pokonywanym w dojazdach do pracy (ryc. 2.9).





Ryc. 2.9. Średnioroczny dystans pokonywany w poszczególnych motywacjach podróży według miejsca zamieszkania w Wielkiej Brytanii w 2010/11 r. (w km)

Fig. 2.9. Average annual distance travelled for particular trip purposes by place of residence in Great Britain as of 2010-2011 (in km)

Źródło: *National Travel Survey*

W przypadku **wyjazdów na zakupy** wzrost we wszystkich grupach wiekowych liczby ludzi wykonujących zakupy przez internet skutkuje w ostatnim okresie, przede wszystkim w miastach, spadkiem zapotrzebowania na wykonywanie wyjazdów na zakupy, w tym przede wszystkim wyjazdów do centrów handlowych (por. *Understanding the drivers...* 2015). Osobną kwestią jest podejmowanie **podróży wielomotywacyjnych** lub też wielolokalizacyjnych, w przypadku których znacznie bardziej komfortowe jest wykorzystywanie samochodu niż pozostałych środków transportu.

**Pozostałe czynniki (pora dnia/roku, wielkość zabieranego bagażu, liczba podróżujących osób, potrzeba wykorzystanie pojazdu w mieście docelowym oraz warunki pogodowe).** W warunkach kongestii występującej w godzinach szczytu rannego i popołudniowego (przede wszystkim w miastach i aglomeracjach), a także w poszczególne dni w roku związane z nasilonym ruchem weekendowym, świątecznym lub sezonem urlopowym komfort podróży samochodem jest niższy, co może wpływać na wybór alternatywnego środka transportu. Z kolei zwiększona ilość bagażu, wzrost liczby osób (do nawet 4-5) podróżujących razem, podróżowanie z małymi dziećmi lub osobami niepełnosprawnymi oraz złe warunki atmosferyczne mogą skutkować ograniczonymi możliwościami wyboru poza samochodem prywatnym. Jednak z drugiej strony, przy dalszym wzroście liczby osób możliwe jest wykorzystanie alternatywnych środków transportu (np. pociąg lub autobus), a przy ekstremalnie złych warunkach atmosferycznych (w szczególności zimą) znacznie wzrasta ryzyko wypadku oraz spada komfort podróży samochodem.

**Wnioski.** Uogólniony koszt podróży wynika z wartości czasu podróży oraz kosztów podróży samochodem (m.in. kosztów paliwa) w relacji do kosztów podróży transportem publicznym (koszty biletów). Z oczywistych względów w ujęciu relacyjnym, kierunkowym różnice mogą być widoczne i wynikać z jakości



sieci drogowej lub np. kolejowej i co się z tym wiąże – różnic w uzyskiwanych prędkościach przez poszczególne środki transportu (por. Rosik, Kowalczyk 2015). Na poziomie poszczególnych miast i aglomeracji kluczowe są też takie składniki kosztu uogólnionego, jak np. opłaty parkingowe. Uogólniając, im dłuższa podróż i im wyższe koszty pozapaliwowe (opłaty autostradowe, koszty parkingowe itd.) tym niższa skłonność do wykorzystania samochodu prywatnego jako środka transportu w danej podróży. Kluczowa z punktu widzenia celów niniejszego opracowania struktura poszczególnych motywacji w ogólnym dystansie pokonywanym przez kierowcę pojazdu skłania do wniosków, że (przynajmniej w Wielkiej Brytanii) podróże długie w postaci podróży turystycznych, odwiedzin znajomych i krewnych oraz podróży biznesowych mogą stanowić nawet do 50% pracy eksploatacyjnej, podczas gdy pozostała część jest w znacznym stopniu „wypełniona” dojazdami do pracy oraz, w dalszej kolejności, wyjazdami na zakupy oraz wyjazdami i podwożeniem do szkół. Struktura motywacji podróży różni się w zależności od gęstości struktury osadniczej. Na obszarach wiejskich znacznie wyższy niż w miastach jest udział wyjazdów na zakupy. Na decyzję dotyczącą samochodu jako środka transportu w danej podróży mają wpływ również pozostałe czynniki, takie jak: pora dnia/roku, wielkość zabieranego bagażu, liczba i cechy podróżujących osób, potrzeba wykorzystania pojazdu w mieście docelowym oraz warunki pogodowe.

## **2.5. KLASYFIKACJA DETERMINANT POPYTU W TRANSPORCIE INDYWIDUALNYM**

Na podstawie przedstawionej klasyfikacji można wyodrębnić cztery grupy determinant popytu w transporcie indywidualnym w postaci struktury przestrzennej, cech społeczno-ekonomicznych i demograficznych gospodarstwa domowego, jakości sieci drogowej i transportu publicznego, a także sytuacji związanej z podróżą, w tym motywacji podróży (tab. 2.1).

Należy mieć na względzie, że siła oddziaływania determinant opisanych w literaturze przedmiotu może być różna w różnych krajach. Dodatkowo na pewnych obszarach mogą się pojawiać czynniki, które w innych miejscach nie odgrywają żadnej roli. W efekcie potencjalnie możliwa jest sytuacja, że pewne prawidłowości zaobserwowane np. w Wielkiej Brytanii lub Niemczech mogą nie występować w Polsce. W rozdziale trzecim dokonano weryfikacji znaczenia niektórych z nich w warunkach polskich.

Tabela 2.1. Determinanty popytu w transporcie indywidualnym

Struktura przestrzenna	Cechy społeczno-ekonomiczne i demograficzne gospodarstwa domowego	Jakość sieci drogowej i transportu publicznego	Sytuacja związana z podróżą, w tym motywacja podróży
<p>1. <b>Struktura osadnicza</b></p> <p>2. <b>Poziom peryferyjności przestrzennej</b></p> <p>3. <b>Potencjał produkcji ruchu względem potencjału atrakcji ruchu</b></p>	<p>1. <b>Czynniki ekonomiczne:</b>  – dochód,  – elastyczność dochodowa popytu,  – koszt zakupu samochodu,  – koszt paliwa,  – koszty eksploatacyjne (utrzymania, ubezpieczenia i napraw pojazdów).</p> <p>2. <b>Czynniki demograficzne:</b>  – struktura demograficzna (np. liczba osób pracujących, liczba dzieci itd.),  – wiek,  – płeć.</p> <p>3. <b>Czynniki socjologiczne:</b>  – prestiż i pozycja społeczna,  – styl życia,  – przyzwyczajenia, nawyki, potrzeby, doświadczenia.</p>	<p>1. <b>Jakość sieci drogowej:</b>  – udział sieci drogowej dróg wyższej kategorii (w tym bezkolizyjnych dróg dwujezdniowych) w łącznej sieci,  – liczba i jakość obiektów liniowych i punktowych infrastruktury drogowej</p> <ul style="list-style-type: none"> <li>• ogólna gęstość sieci drogowej,</li> <li>• liczba węzłów drogowych,</li> <li>• liczba miejsc parkingowych,</li> <li>• stan nawierzchni,</li> <li>• szerokość jezdni.</li> </ul> <p>2. <b>Jakość transportu publicznego:</b>  – jakość taboru,  – częstotliwość kursowania,  – bezpośredniość (możliwość wykonania podróży bez przesiadki)  – wysokość ceny,  – poziom usług,  – bezpieczeństwo,  – komfort,  – planowość,  – niezawodność,  – elastyczność,  – bliskość/dostępność źródła i celu podróży do najbliższej stacji/przystanku i jej/jego charakter/węzłowość.</p>	<p>1. <b>Uogólniony koszt podróży:</b>  – czas podróży, w tym wartość czasu podróży,  – koszt podróży,</p> <ul style="list-style-type: none"> <li>• koszty parkingowe,</li> <li>• koszty paliwa,</li> <li>• opłaty autostradowe,</li> <li>• pozostałe koszty stałe,</li> </ul> <p>– pozostałe elementy uogólnionego kosztu:</p> <ul style="list-style-type: none"> <li>• bezpieczeństwo,</li> <li>• komfort,</li> <li>• inne.</li> </ul> <p>2. <b>Motywacja podróży:</b>  – podróże krótkie*:  <ul style="list-style-type: none"> <li>• dojazdy do pracy,</li> <li>• wyjazdy na zakupy,</li> <li>• wyjazdy do szkoły,</li> </ul> – podróże długie*:  <ul style="list-style-type: none"> <li>• podróże biznesowe,</li> <li>• odwiedziny znajomych i krewnych</li> <li>• podróże turystyczne,</li> </ul> – podróże wielomotywacyjne.</p> <p>3. <b>Pozostałe czynniki:</b>  – pora dnia/tygodnia/roku,  – wielkość zabieranego bagażu,  – liczba i cechy podróżujących osób (np. niepełnosprawność),  – potrzeba wykorzystanie pojazdu w mieście docelowym,  – warunki pogodowe.</p>

\*Podział motywacji podróży na krótkie i długie jest umowny (szerzej w dalszej części opracowania)

Źródło: opracowanie własne z wykorzystaniem pracy: Rosik i Kowalczyk (2015).

### 3. PRZESTRZENNE UWARUNKOWANIA POZIOMU MOTORYZACJI W POLSCE

W rozdziale 2 wskazano, że do czynników związanych ze strukturą przestrzenną mających wpływ na poziom motoryzacji oraz rzeczywiste wykorzystanie samochodu należą: gęstość sieci osadniczej, poziom peryferyjności przestrzennej oraz potencjał produkcji ruchu względem potencjału atrakcji ruchu. W kontekście typologii powiatów pod kątem determinant popytu w transporcie indywidualnym wybrano dwie pierwsze zmienne, tj. gęstość sieci osadniczej oraz poziom peryferyjności przestrzennej. Lokalizację produkcji względem atrakcji opisano szerzej w rozdziale poświęconym motywacji podróży. Przegląd czynników warunkujących popyt w transporcie indywidualnym poprzedzono analizą zróżnicowania przestrzennego poziomu motoryzacji.

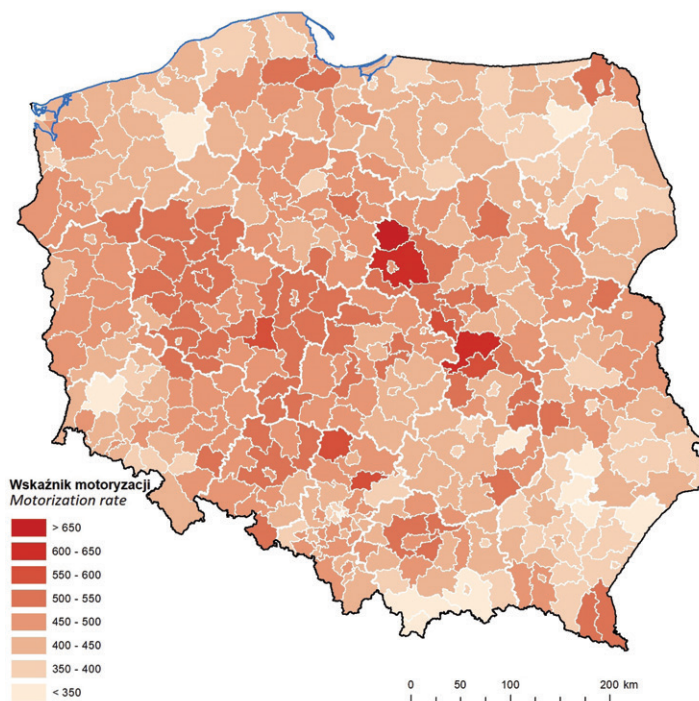
#### 3.1. ZRÓŻNICOWANIE PRZESTRZENNE POZIOMU MOTORYZACJI

Na poziomie krajowym w wielu gospodarkach europejskich w latach 2000. następował proces spowalniania wzrostu wskaźnika motoryzacji, a w niektórych krajach, np. w Wielkiej Brytanii druga połowa pierwszej dekady XXI wieku przyniosła w wyniku m.in. kryzysu finansowego i wysokich cen paliw, a także długookresowych zmian socjologicznych, lekki spadek poziomu motoryzacji, a także pracy eksploatacyjnej (rzeczywistego wykorzystania) samochodów. Spadała głównie liczba podróży wykonywanych samochodem (w latach 1995-2013 zmniejszenie o 12%) (por. *Understanding the drivers...*). W USA w okresie między końcem 2007 r. a 2015 r. łączna praca eksploatacyjna pojazdów (pojazdodmiles) pozostała na podobnym poziomie (by ponownie rosnąć szybko dopiero w 2015 r.) (<http://www.advisorperspectives.com/dshort/charts/indicators/miles-traveled.html?miles-traveled.gif>).

Na tym tle Polska po 1989 r. jest krajem charakteryzującym się największą dynamiką rozwoju motoryzacji, a w pierwszej dekadzie XXI wieku była jednym z tych krajów UE, w którym nastąpiło wyraźne przesunięcie modalne w kierunku motoryzacji indywidualnej (por. Rosik, Kowalczyk 2015). Szereg przyczyn gwałtownego rozwoju motoryzacji w Polsce opisano w pracy Komornickiego (2011). Udział samochodu osobowego sięgnął w naszym kraju w 2010 r. aż 87,2% pracy przewozowej w transporcie pasażerskim (w EU27 jedynie Litwa cechowała wyższą wartość wskaźnika). Poziom motoryzacji osiągnął w 2010 r. wartość 451 samochodów osobowych/1000 mieszkańców i tylko nieznacznie odbiegał od średniej dla EU27 (477) (*EU transport in figures 2012*). Co więcej w latach 2010-2014 w świetle danych GUS poziom motoryzacji wzrósł w Polsce z 447,4 do 519,9 sam.osob./100 mieszk. i tym samym Polska pod tym względem już przekroczyła średnią dla Unii Europejskiej. Jeżeli nawet dane GUS obarczone są błędem z powodu niewyrejestrowania pojazdów (według ostatnich dostępnych danych za 2003 r., około 1/4 pojazdów została zarejestrowana 20 i więcej lat temu), a według większości kompleksowych badań ruchu poziom motoryzacji

nie przekracza 350 poj./1000 mieszkańców, to silny wzrost motoryzacji jest bezsporny. Z drugiej strony przeszacowanie dotyczy głównie lat 1990. Obecnie przebieg wyrejestrorywania jest bardziej pod kontrolą. Dlatego poziom przeszacowania powinien raczej maleć niż rosnać.

Punktem wyjścia do dalszych rozważań jest zróżnicowanie przestrzenne wskaźnika motoryzacji w 2010 r. Dane o pojazdach samochodowych i ciągnikach, motorowerach oraz pojazdach bezsilnikowych zarejestrowanych według stanu w dniu 31 XII prezentowane są od 2009 r. według Centralnej Ewidencji Pojazdów i Kierowców (CEPiK) prowadzonej przez resort odpowiedzialny za sprawy administracji (aktualnie w marcu 2016 r. Ministerstwo Spraw Wewnętrznych i Administracji). Według Banku Danych Lokalnych GUS, dane nie obejmują pojazdów wyrejestrorywanych, a do 2010 r. – również pojazdów posiadających pozwolenie czasowe wydawane w końcu danego roku.



Ryc. 3.1. Wskaźnik motoryzacji w 2010 r. Liczba samochodów osobowych na tys. mieszk.

Fig. 3.1. Car ownership rate (2010). Number of passenger cars per 1000 inhabitants

Źródło / Source: opracowanie własne według danych GUS

Zróżnicowanie poziomu motoryzacji przedstawia ryc. 3.1. Zauważalny jest ponadprzeciętny poziom motoryzacji w Sopocie oraz powiatach zachodniej i południowej części województwa mazowieckiego (sierpecki, płocki i grójecki), gdzie poziom motoryzacji w 2010 r. przekroczył 600 samochodów osobowych na tysiąc mieszkańców. W przypadku powiatu grójeckiego można tłumaczyć to dużym zapotrzebowaniem na pojazdy przez sadowników. Z kolei Sopot oraz Płock

to miasta charakteryzujące się relatywnie wysokim dochodem mieszkańców lub wysokim przeciętnym wynagrodzeniem. Ponadprzeciętne wartości wskaźnika cechują środkową Polskę, w tym przede wszystkim Wielkopolskę (charakteryzującą się szczególnie wysokim napływem pojazdów używanych po wejściu Polski do Unii Europejskiej, por. Komornicki 2011) oraz część województw łódzkiego i opolskiego. Generalnie w Polsce zachodniej poziom motoryzacji jest nieco wyższy niż we wschodniej Polsce. Najniższa wartość wskaźnika (poniżej 350) cechuje północno-wschodnią oraz południowo-wschodnią Polskę, a także Podhale i niektóre powiaty w całym kraju (szczecinecki, bolesławiecki, Grudziądz, Świnoujście, Chorzów oraz Świętochłowice).

Generalnie zróżnicowania przestrzenne poziomu motoryzacji w Polsce są obecnie mniejsze niż dawniej (nie odzwierciedlają już w tak dużym stopniu zamożności poszczególnych regionów). Pewne zafałszowanie zróżnicowań terytorialnych wynika także z faktu nierejestrowania części migracji wewnętrznych. Powoduje to niedoszacowanie poziomu motoryzacji w dużych metropoliach oraz przeszacowanie na terenach peryferyjnych.

### 3.2. GĘSTOŚĆ SIECI OSADNICZEJ ORAZ UKŁAD CENTRUM-PERYFERIE A POZIOM MOTORYZACJI

Gęstość sieci osadniczej może być rozumiana w sensie poziomu urbanizacji, ogólnej liczby mieszkańców danej jednostki lub gęstości zabudowy lub zaludnienia. W badaniach mobilności prowadzonych w Wielkiej Brytanii oraz Niemczech w celu oceny zróżnicowań przestrzennych posiadania oraz użytkowania samochodu dzieli się zazwyczaj obszar badawczy na kategorie miast, według liczby mieszkańców (Wielka Brytania) lub jednostki statystyczne, również według liczby ludności (Niemcy). Podział miast stosuje również GUS (*Miasta w liczbach 2010, 2012*), przy czym miastami dużymi są w tym przypadku te powyżej 100 tys. mieszk. i dla tych miast stosuje się jedynie dwie klasy rozróżnienia (druga klasa to miasta powyżej 200 tys. mieszk.). W badaniach mobilności w Wielkiej Brytanii dodatkowo wyróżnia się miasta powyżej 250 tys., obszary metropolitalne i Wielki Londyn, a w Niemczech – miasta powyżej 500 tys. mieszk. Interesującym jest, że w Wielkiej Brytanii bardzo szeroka jest kategoria miast określanych jako małe/średnie (25-250 tys. mieszk.) (tab. 3.1).

Zastosowanie wyżej wymienionej metody podziału według liczby ludności miasta lub jednostki statystycznej na poziomie powiatowym w Polsce jest utrudnione ze względu na fakt bardzo dużego zróżnicowania powierzchni powiatów (od 13 km<sup>2</sup> dla miasta Świętochłowice do 2975 km<sup>2</sup> dla powiatu białostockiego) (ryc. 3.2).

Istnieje wiele metod umożliwiających analizę sieci osadniczej, związaną z jej właściwościami wpływającymi na procesy społeczno-ekonomiczne, a mającymi znaczenie także dla mobilności i modelowania ruchu drogowego. Dotyczy to zwłaszcza parametrów związanych z koncentracją i rozproszeniem obiektów osadniczych, a także pochodnymi dotyczącymi populacji mieszkańców. Przegląd tych zagadnień zawiera praca Gołachowski i in. (1974), a omówienie metod analizy w aspekcie transportowym podręcznik Potrykowskiego i Taylora (1982). Zaproponowano też szereg wskaźników, dotyczących pomiaru struktury

osadniczej w skali lokalnej (Śleszyński 2013). Spośród wielu wskaźników, do celów opracowania wybrano wskaźnik gęstości zaludnienia. Wskaźnik ten jest podstawowy i najbardziej chyba użyteczny w przypadku potrzeby ogólnego rozpoznania sytuacji osadniczej w danej gminie (powiecie). Jego zaletą jest niewątpliwie prostota konstrukcyjna i interpretacyjna. Generalnie gęstość zaludnienia oznacza stopień intensywności użytkowania, gdyż pewna liczba mieszkańców na danej jednostce powierzchni implikuje mniej więcej proporcjonalne zapotrzebowanie na różnego rodzaju infrastrukturę, jest powodem ruchu transportowego, itd. Z powyższych względów podjęto decyzję o wyborze gęstości zaludnienia jako zmiennej warunkującej gęstość sieci osadniczej, mając świadomość, że w przypadku rozległych obszarowo powiatów może to zakłamywać rzeczywistość.

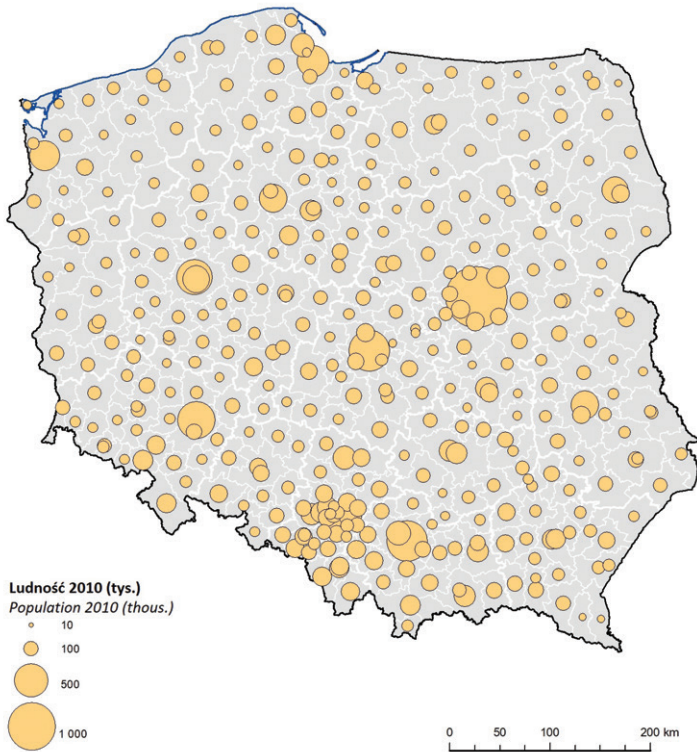
Tabela 3.1. Miasta według liczby mieszkańców

	Klasy według podziału GUS	Podział według liczby mieszkańców (w tys.)	Liczba miast w Polsce (31.12.2010)	Wielka Brytania	Niemcy
Miasta małe	Klasa I	<5	316	3-10	2-5
	Klasa II	5-10	186		10-25 (małe/średnie)
	Klasa III	10-20	180	20-50	
Miasta średnie	Klasa IV	20-50	135	25-250 (średnie)	50-100
	Klasa V	50-100	47		100-500
Miasta duże	Klasa VI	100-200	22	>250 (duże)	>500
	Klasa VII	>200	17	obszary metropolitalne Wielki Londyn	

Źródło: opracowanie własne z wykorzystaniem: *Miasta w liczbach 2010* (2012), *National Travel Survey* oraz *Mobilität in Deutschland 2008*

Wskaźnik gęstości zaludnienia według powiatów został określony jako **POP DEN** (*Population Density*) (ryc. 3.3). Rozkład przestrzenny gęstości zaludnienia jest silnie uwarunkowany historycznie. Liczba ludności przypadająca na jednostkę powierzchni jest szczególnie wysoka na obszarze trójkąta, którego podstawą jest południowa granica Polski a wierzchołkiem – Trójmiasto. Uszczegółowiając można dookreślić, że podstawa tego trójkąta jest bardzo szeroka i uwzględnia również obszary wyższej gęstości zaludnienia w południowych częściach granicy zachodniej i wschodniej (województwa dolnośląskie i podkarpackie oraz południową część województw lubelskiego). Do tego układu należy dodać punktowe ośrodki wyższej gęstości w postaci miast i aglomeracji oraz rozległą równoleżnikową strefę podwyższonej gęstości zaludnienia w Polsce południowej (Komornicki, Śleszyński 2009). Większe obszary niższej gęstości zaludnienia to pas od środkowego pomorza przez północną Wielkopolskę po północną część województwa lubuskiego, następnie północno-wschodnia Polska oraz pas powiatów przygranicznych w północno-wschodniej części województwa lubelskiego. Układ ten jest dobrze rozpoznany w literaturze i ma cechy dużej trwałości historycznej.





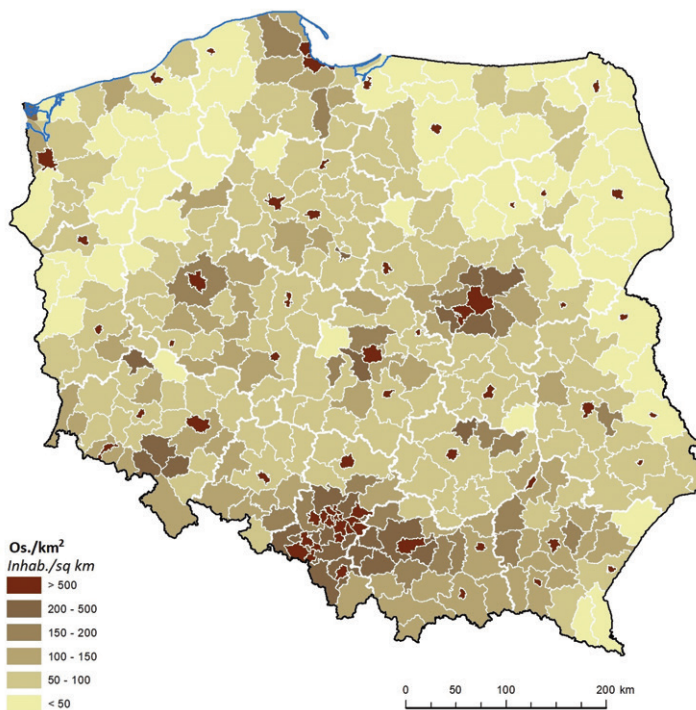
Ryc. 3.2. Liczba ludności według powiatów w 2010 r.

Fig. 3.2. Population in poviats (counties) (2010)

Źródło / source: opracowanie własne według danych GUS

Dla dalszego wywodu istotne jest nawiązanie do cech struktury przestrzennej osadnictwa związanej z poziomem peryferyjności. Jak wskazuje Halás (2014) układy centrum-peryferie występują na dowolnych skalach przestrzennych od poziomu mikro, przez mezo do makro. Zakładając, że gęstość zaludnienia i cechy sieci osadniczej różnicuje peryferyjność na poziomie lokalnym i subregionalnym (np. między sąsiadującymi powiatami różniącymi się znacznie pod kątem gęstości zaludnienia), na poziomie regionalnym i krajowym wymagane są nowe wskaźniki oparte na zmianach dostępności transportowej. Na poziomie regionalnym kluczowa jest dostępność do miasta wojewódzkich oraz wybranych dużych miast regionu.





Ryc. 3.3. Gęstość zaludnienia według powiatów (miesz./km<sup>2</sup>) (POPDEN)

Fig. 3.3. Population density in poviats (counties) (people per sq. km) (POPDEN)

Źródło / source: opracowanie własne według Banku Danych Lokalnych

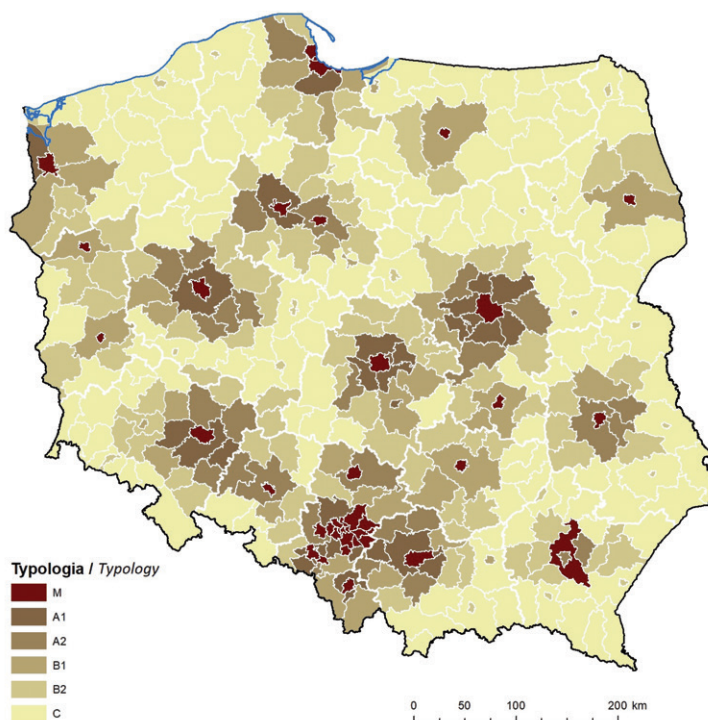
W niniejszym opracowaniu wykorzystano metodologię rozwiniętą przez Komornickiego i Śleszyńskiego (2009) dokonując typologii powiatów według zasięgów oddziaływania w podziale na:

- M – rdzenie ośrodków miejskich będących stolicami województw (łącznie 18, w tym po 2 w województwach lubuskim i kujawsko-pomorskim) lub grupy miast tworzących konurbacje (Trójmiasto, katowicką i rybnicką), a także wybrane ośrodki nie mające statusu miasta wojewódzkiego, ale charakteryzujące się dużą liczbą mieszkańców (>150 tys. w 2010 r.), tj. Częstochowa, Radom oraz Bielsko-Biała;
- A1 – dobrze dostępna strefa najsilniejszego oddziaływania (strefa podmiejska), dla której jest charakterystyczna koncentracja cech miejskich przy jednocześnie relatywnie dobrej dostępności transportowej;
- A2 – strefa potencjalnego oddziaływania (potencjalna strefa podmiejska), dla której nie ma szczególnej koncentracji cech miejskich, ale występuje relatywnie dobra dostępność transportowa, co może w przyszłości (badanie było wykonywane w 2009 r.) służyć procesom suburbanizacyjnym i rozpraszaniu zabudowy;
- B1 – słabo dostępna strefa zewnętrzna cechująca się koncentracją cech miejskich przy słabszej dostępności transportowej obszaru;
- B2 – potencjalna strefa zewnętrzna o zadowalających parametrach dostępności ale bez cech miejskich;

- C – strefa peryferyjna o słabej dostępności transportowej do wybranych ośrodków rdzeniowych.

W porównaniu do metodologii proponowanej przez Komornickiego i Śleszyńskiego (2009) wprowadzono istotną zmianę w postaci agregacji z poziomu gminnego na poziom powiatowy, co było uzasadnione dostosowaniem do jednolitego podziału powiatowego. Ponadto podwyższono kategorię o jeden poziom dla każdego z miast na prawach powiatu zlokalizowanym poza zidentyfikowanymi miastami rdzeniowymi. Na mapie (ryc. 3.4) nazwy typów z oryginalnej delimitacji zmieniono na wartości liczbowe (M–6, A1–5, A2–4, B1–3, B2–2 i C–1) i wartości liczbowe służyły do dalszych obliczeń.

Uzyskany wskaźnik nazwano **CPPREG** (*Core Periphery Pattern at the REGIONal level*) (ryc. 3.4). Rozkład przestrzenny w układzie rdzeń–peryferie na poziomie regionalnym jest zdeterminowany przede wszystkim lokalizacją zdefiniowanych miast rdzeniowych. Szczególnie duża ich liczba występuje w Polsce w obrębie tzw. Heksagonu o wierzchołkach w Trójmieście, Warszawie, Krakowie, Katowicach, Wrocławiu i Poznaniu. Jest to struktura przestrzenna odpowiadająca w ogólnym zarysie metropolii sieciowej proponowanej w KPZK 2030 (por. Korcelli i in. 2010). Nieznacznie poza łącznikami Heksagonu w linii prostej między wyżej wymienionymi



Ryc. 3.4. Układ centrum-peryferie na poziomie regionalnym (CPPREG). Typologia powiatów według zasięgów oddziaływania

Fig. 3.4. Core-periphery pattern at the regional level (CPPREG). The typology of counties according to the influence reaches

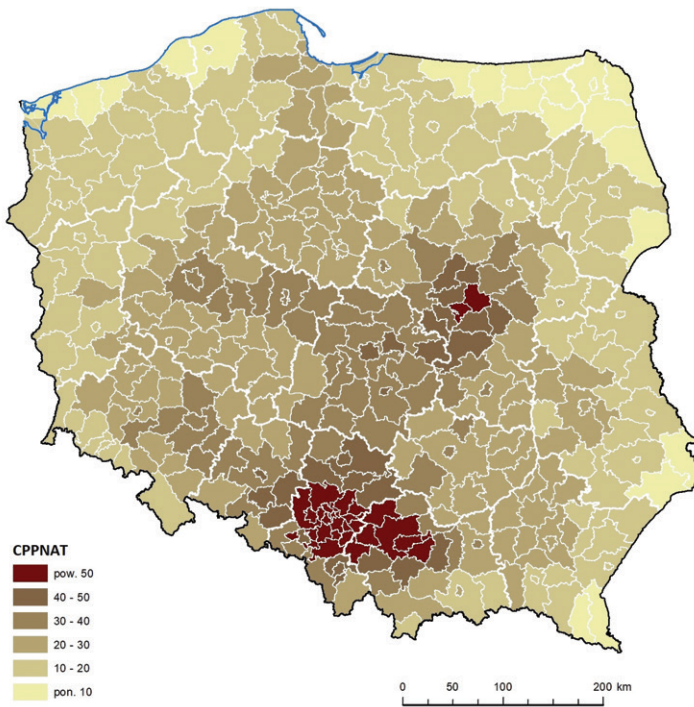
Źródło / Source: opracowanie własne na podstawie: Komornicki i Śleszyński (2009)

miastami znalazły się, konurbacja rybnicka i Bielsko-Biała, a także Olsztyn, Radom i Kielce. W dalszej odległości od Heksagonu lokalizuje się jedynie sześć miast rdzeniowych, po stronie zachodniej – Szczecin, Gorzów Wielkopolski i Zielona Góra, a także po stronie wschodniej – Białystok, Lublin oraz Rzeszów. W układzie regionalnym peryferie mają zarówno charakter wewnętrzny (te zlokalizowane wewnątrz Heksagonu), jak i zewnętrzny (poza Heksagonem). Do wewnętrznych peryferii należą przede wszystkim powiaty leżące wzdłuż granic województw w strefie środkowej Polski północnej i w centralnej Polsce, z wyjątkiem takich miast jak: Kalisz, Konin, Włocławek i Płock. Charakterystyczne jest, że część peryferii wewnętrznych na niższym poziomie agregacji (poziom gminny) lub na poziomie rejonów statystycznych również cechuje relatywnie niższa gęstość zaludnienia.

Peryferie zewnętrzne to m.in. zwarty obszar północnej Wielkopolski i Środkowego Pomorza (z wyłączeniem Koszalina i Słupska), zachodnia część województwa lubuskiego i dolnośląskiego, obszary przygraniczne (z wyjątkiem środkowej części południowej granicy Polski) oraz obszar położony na wschód od Heksagonu, z wyjątkiem miast wojewódzkich i ich otoczenia, a także kilkunastu mniejszych miast na prawach powiatu (ryc. 3.4).

Na poziomie krajowym podstawowym wskaźnikiem określającym układ rdzeń-peryferie jest wskaźnik dostępności drogowej opracowany z wykorzystaniem modelu potencjału. Wskaźnik ten zakłada, że dostępność do ludności spada wraz z wydłużaniem się czasu podróży z miejsca produkcji (liczba ludności jednostki) do miejsca atrakcji (również liczba ludności jednostki). Wskaźnik wyliczony dla 2010 r. jest jednym ze wskaźników służących kompleksowemu systemowi monitoringu dostępności (por. Rosik, Stępiak 2015; Komornicki i in. 2018). Czasy podróży obliczono z wykorzystaniem modelu prędkości ruchu opisanego w Śleszyński (2015). Wykorzystano dane na poziomie gminnym a następnie dokonano agregacji na potrzeby niniejszego opracowania na poziom powiatowy. Uzyskany wskaźnik nazwano **CPPNAT** (*Core Periphery Pattern at the NATional level*).

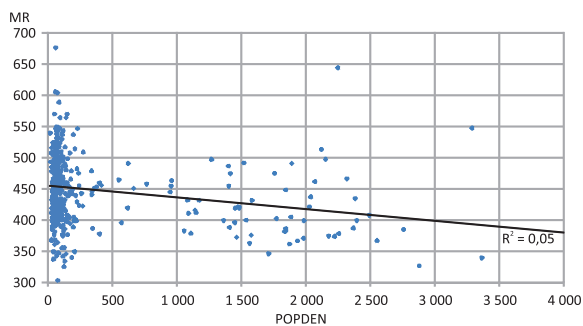
Rozkład przestrzenny wskaźnika odznacza się dwoma biegunami najlepszej dostępności w rejonach Krakowa – konurbacji górnośląskiej oraz Warszawy i Łodzi. Biegun południowy ma zdecydowanie bardziej zwarty charakter i jest rozległy przestrzennie. Obszary dwóch biegunów łączy pas powiatów o wyższej wartości wskaźnika nawiązujący do przebiegu dróg S8/DK1 (w mniejszym stopniu widoczny jest również po wschodniej stronie w niektórych powiatach efekt oddanych odcinków S7/DK7). Ponadto analogiczne pasy lepszej dostępności występują pomiędzy Łodzią a Poznaniem (efekt autostrady A2) oraz między konurbacją górnośląską a Wrocławiem (efekt autostrady A4). W szerszym układzie strefa o wyższych wartościach wskaźnika obejmuje sześciokąt, którego wierzchołkami są Warszawa, Kraków, Katowice, Wrocław, Poznań i Gdańsk. Wynika to częściowo z charakteru metody potencjału, nadreprezentującej (dowartościowującej) obszary centralne analizy. Z drugiej strony jest to jednak w pewien sposób cecha korzystna z punktu widzenia oceny praktycznej, gdyż wskazuje na korzystne położenie układów osadniczo-transportowych. Sześciokąt otaczają obszary peryferyjne o wskaźniku stopniowo malejącym ku granicy zachodniej, wschodniej i północnej oraz w kierunku wybrzeża Bałtyku (poza regionem Zatoki Gdańskiej). Najbardziej peryferyjna w skali kraju okazuje się być Polska północno-wschodnia, z biegunem – skrajem peryferyjności w postaci Suwalszczyzny (ryc. 3.5).



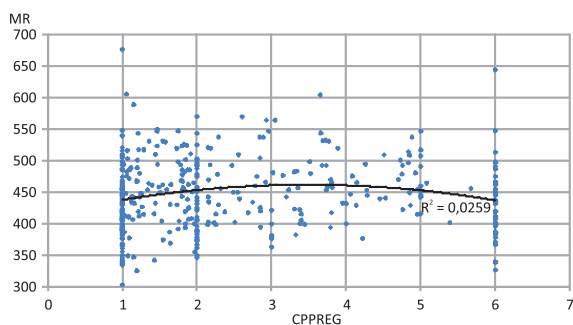
Ryc. 3.5. Układ centrum-peryferie na poziomie krajowym (CPPNAT). Krajowa, drogowa dostępność potencjałowa

Fig. 3.5. Core-periphery pattern at the national level (CPPNAT). National road potential accessibility (RoAI)

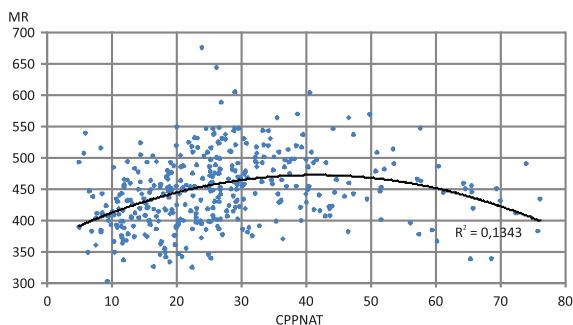
Nakładając na siebie trzy skale peryferyjności (lokalna, regionalna oraz krajowa), z której każda została określona inną metodą badawczą, uzyskujemy elementy wspólne charakteryzujące obszar rdzeniowy oraz peryferyjność na wszystkich poziomach analizy. Równocześnie jednak każdy z tych zbiorów charakteryzuje własną specyfiką układu centrum-peryferie. Dalsze badanie ma na celu wykazanie czy w grupach powiatów odpowiadających poszczególnym klasom/przedziałom/typom na każdym z poziomów analizy peryferyjności istnieje korelacja z poziomem motoryzacji oraz czy dla któregoś z typów powiatów zaobserwowano związek między wysokością poziomu motoryzacji a czynnikami ekonomicznymi oraz demograficznymi, takimi jak dochód (wynagrodzenie) oraz struktura demograficzna (wiek). Liczba powiatów dla poszczególnych kategorii dla każdego ze wskaźników jest stosunkowo zróżnicowana (najmniejsza liczba powiatów to 20, największa – 144) (tab. 3.2).



Ryc. 3.6. Gęstość zaludnienia według powiatów (miesz./km<sup>2</sup>) (POP DEN) a poziom motoryzacji (MR; sam. osob./1000 mieszk.)  
 Fig. 3.6. Population density in poviats (counties) (people per sq. km) (POP DEN) and motorization rate (passenger cars per 1000 population)



Ryc. 3.7. Układ centrum-peryferie na poziomie regionalnym (CPPREG) a poziom motoryzacji (MR; sam.osob./1000 mieszk.)  
 Fig. 3.7. Core-periphery pattern at the regional level (CPPREG) and motorization rate (MR; passenger cars per 1000 population)



Ryc. 3.8. Układ centrum-peryferie na poziomie krajowym (CPPNAT) a poziom motoryzacji (MR; sam.osob./1000 mieszk.)  
 Fig. 3.8. Core-periphery pattern at the national level (CPPNAT) and motorization rate (MR; passenger cars per 1000 population)

Na rycinach 3.6-3.8 przedstawiono relacje między trzema wskaźnikami peryferyjności (POP DEN, CPPREG i CPPNAT) a poziomem motoryzacji. Współczynniki determinacji są dalekie od zadawalających. Na każdym poziomie peryferyjności dla dowolnego wskaźnika istnieją powiaty o wysokim jak i niskim poziomie motoryzacji. Zastosowanie regresji wielomianowej dla wskaźników CPPREG i CPPNAT (przy bardzo niskich wartościach współczynnika determinacji) pozwala wnioskować, że najwyższym wskaźnikiem motoryzacji charakteryzują się obszary będące „zapleczem” największych ośrodków, tzn. te oddalone od rdzenia, ale jednocześnie znajdujące się w takiej odległości, że możliwe są częste podróże do dużych miast, w postaci dojazdów do pracy i usług. Na poziomie krajowym (wskaźnik CPPNAT) widać, że niskie poziomy motoryzacji



dotyczą zarówno najlepiej dostępnego w skali kraju Górnego Śląska, jak też najbardziej peryferyjnych obszarów przygranicznych (ryc. 3.8).

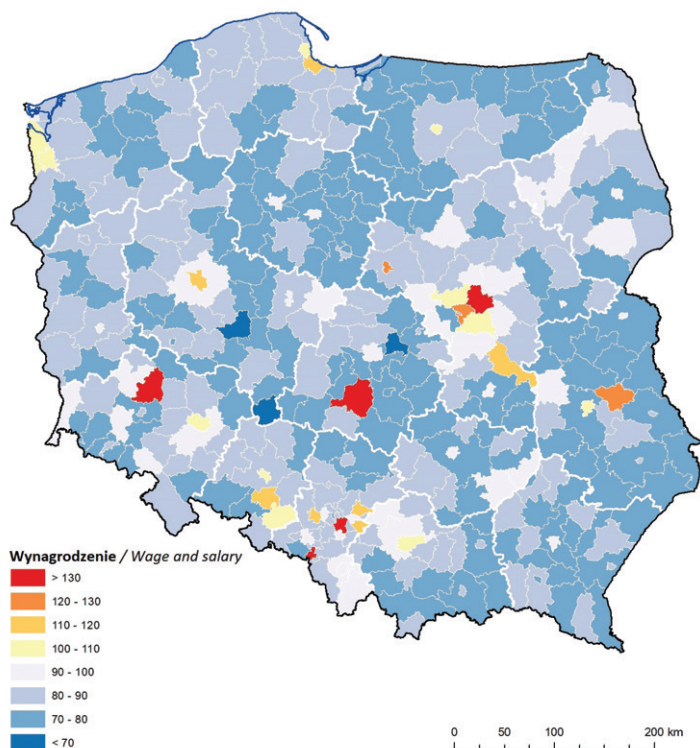
Tabela 3.2. Liczba powiatów dla poszczególnych kategorii/przedziałów dla wskaźników POPDEN, CPPREG i CPPNAT

POPDEN		CPPREG		CPPNAT	
Mieszk./ km <sup>2</sup>	Liczba powiatów	Nazwa kategorii	Liczba powiatów	Wielkość wskaźnika	Liczba powiatów
>500	65	M (6)	39	>50	30
200-500	26	A1 (5)	28	40-50	27
150-200	20	A2 (4)	29	30-40	61
100-150	63	B1 (3)	39	20-30	128
50-100	144	B2 (2)	103	10-20	110
<50	61	C (1)	141	<10	23

**Wnioski z analizy trzech poziomów peryferyjności.** Na podstawie przeprowadzonej analizy empirycznej trudno jednoznacznie ocenić wpływ gęstości zaludnienia oraz położenia w układzie centrum-peryferie na poziomie regionalnym i krajowym na wielkości wskaźnika motoryzacji. Można wnioskować, że poziom motoryzacji jest nieznacznie niższy od średniej w rdzeniach dużych aglomeracji (wniosek analogiczny do znanego z literatury przedmiotu). Z kolei obszary peryferyjne w Polsce są bardzo zróżnicowane, zarówno na poziomie regionalnym jak i krajowym i trudno wyrokować, wzorem dowodów empirycznych z krajów zachodniej Europy, że na obszarach wiejskich mieszkańców cechuje wyższy poziom motoryzacji. Może to wynikać z niejednorodności społeczno-ekonomicznej polskich peryferii, a także z przeszacowania liczby ludności obszarów peryferyjnych w Polsce. Należy kontynuować badania na poziomie gminnym lub nawet poziomie rejonów spisowych. Niestety brak jest wiarygodnych danych dotyczących wskaźnika motoryzacji na poziomie lokalnym. Postuluje się zatem przeprowadzenie szeroko zakrojonych badań ankietowych uwzględniających obszary wiejskie w Polsce.

### 3.3. CECHY SPOŁECZNO-EKONOMICZNE A POZIOM MOTORYZACJI

Zakładając podobne ceny paliwa w całym kraju, jednym z podstawowych czynników ekonomicznych warunkujących poziom motoryzacji, jest dochód gospodarstwa domowego. Jak wskazano wcześniej, czynnik ten traci na znaczeniu przy analizie zróżnicowań międzyregionalnych w krajach wysoko rozwiniętych.



Ryc. 3.9. Przeciętne miesięczne wynagrodzenia brutto w relacji do średniej krajowej (Polska=100) w 2010 r.

Fig. 3.9. Average montly gross wages and salaries (Poland = 100) (2010)

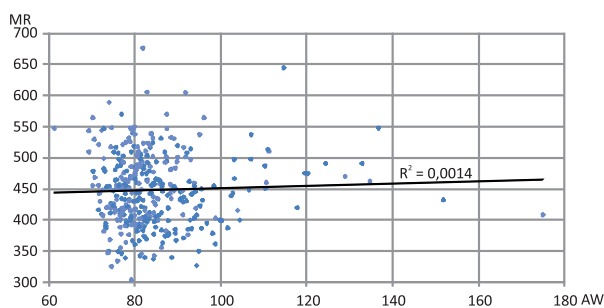
W analizie ze względu na dostępność danych na poziomie powiatowym uwzględniono, mając świadomość wszystkich wad takiego rozwiązania, zamiast dochodu rozporządzalnego, przeciętny poziom wynagrodzeń brutto. W Polsce w 2010 r. dochód mierzony przeciętnym wynagrodzeniem brutto (bez podmiotów gospodarczych o liczbie pracujących do 9 osób) był najwyższy w powiecie lubińskim (175% średniej krajowej, głównie za sprawą KGHM Polska Miedź SA), a także w mieście Jastrzębie-Zdrój (prawie 152% średniej krajowej, siedziba Jastrzębskiej Spółki Węglowej SA). Wynagrodzenia powyżej 120% średniej krajowej cechują również Warszawę, powiat bełchatowski, Katowice, powiat łęczyński, pruszkowski oraz Płock. W większości przypadków powiaty te są siedzibą dużych spółek, głównie Skarbu Państwa. Na rozległym obszarze kraju przeciętne wynagrodzenie wahało się pomiędzy 70 a 90% średniej krajowej, co oznaczało wysokość wynagrodzenia brutto w przedziale 2405-3092 zł (średnia krajowa w 2010 r. wyniosła 3435 zł). Wynagrodzenie porównywalne ze średnią krajową odnotowano w największych aglomeracjach, wybranych miastach na prawach powiatu oraz poszczególnych powiatach w różnych częściach kraju. Należy zaznaczyć, że dane dotyczące wynagrodzeń obejmują tylko część pracujących. Nie dotyczą m.in. rolników indywidualnych oraz pracujących w zakładach poniżej 9 pracujących. Takie braki w pewien sposób działają jednak na korzyść tego



wskaźnika z punktu widzenia celów opracowania. Indywidualny samochodowy ruch osobowy dotyczy bowiem w znacznej części dojazdów do pracy, a te są generowane głównie poprzez pracę najemną. Nie dotyczy ona w zasadzie rolnictwa indywidualnego oraz w mniejszym stopniu małych przedsiębiorstw, działających głównie na lokalnych rynkach (ryc. 3.9).

Analiza współzależności między przeciętnym miesięcznym wynagrodzeniem brutto a poziomem motoryzacji dla wszystkich powiatów wskazuje na duże zróżnicowanie poziomu motoryzacji w każdej z grup „dochodowych”. W „najbogatszym” powiecie lubińskim wskaźnik jest na relatywnie niskim poziomie, podczas gdy w znacznie mniej zamożnym powiecie sierpeckim jest on najwyższy w kraju (ryc. 3.10).

Pewną słabą zależność można zaobserwować dla powiatów „rdzeniowych” o bardzo wysokiej gęstości zaludnienia (wskaźnik POPDEN), w grupie których rzeczywiście wyższe przeciętne wynagrodzenie oznacza zazwyczaj wyższy poziom motoryzacji. Duże miasta są zatem tą grupą powiatów, dla których istnieje relacja między dochodem a liczbą posiadanych samochodów. Warto jednak zaznaczyć, że dla powiatów otaczających rdzenie już takiej relacji nie zaobserwowano. Podobnie również w grupach powiatów o mniejszej gęstości zaludnienia stwierdzono brak zależności między wysokością wynagrodzenia a poziomem motoryzacji (prezentacja wyników w aneksie statystycznym).



Ryc. 3.10. Przeciętne miesięczne wynagrodzenia brutto (AW; 100=średnia krajowa) a poziom motoryzacji (MR; sam. osob./1000 mieszk.)

Fig. 3.10. Average monthly gross wages (AW; Poland = 100) and motorization rate (MR; passenger cars per 1000 population)

W przypadku kolejnego wskaźnika CPPREG pokazującego układ rdzeń-peryferie na poziomie regionalnym wskazano, podobnie jak przy gęstości zaludnienia, pozytywną zależność między wynagrodzeniem a poziomem motoryzacji w grupie powiatów „rdzeniowych”, w tym przypadku współczynnik determinacji  $R^2$  wyniósł prawie 0,4. W przypadku pozostałych grup powiatów, trudno mówić o większej relacji. W każdej z grup peryferyjności znajdują się powiaty o wysokim, jak i niskim poziomie wskaźnika motoryzacji. Istnieje za to korelacja z poziomem wynagrodzeń, tzn. im bardziej peryferyjny powiat, tym niższe przeciętne wynagrodzenia brutto (prezentacja wyników w aneksie statystycznym).

Z kolei wskaźnik peryferyjności na poziomie krajowym (CPPNAT) wydaje się najsłabiej określać zależności między poziomami wynagrodzeń i motoryzacji. Nawet w grupie najlepiej dostępnych powiatów rdzenia zależność ta jest mniej widoczna, niż przy wskaźnikach POPDEN lub CPPREG. Peryferie krajowe charakteryzujące się zazwyczaj niższym wynagrodzeniem cechuje duże zróżnicowanie w zakresie wskaźnika motoryzacji (prezentacja wyników w aneksie statystycznym).

**Wnioski.** Pewna słaba zależność statystyczna między poziomami wynagrodzeń a motoryzacji została zaobserwowana jedynie dla powiatów rdzeniowych, w największym stopniu dla rdzenia zdefiniowanego na poziomie regionalnym z wykorzystaniem wskaźnika CPPREG. W przypadku pozostałych grup powiatów, w tym powiatów peryferyjnych, charakteryzujących się relatywnie niskim poziomem wynagrodzeń, są to grupy o dużym zróżnicowaniu poziomu motoryzacji. Potwierdza to wcześniejsze tezy (m.in. Komornicki 2011), że sam poziom motoryzacji przestał być w Polsce zależny od poziomu dochodów. Nie oznacza to jednak, że dochody nie determinują stopnia wykorzystania pojazdów osobowych.

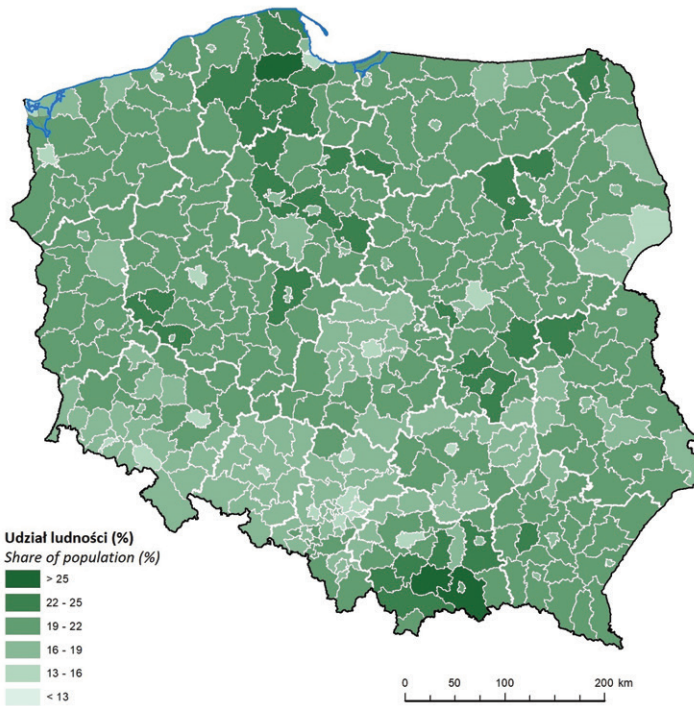
### 3.4. STRUKTURA DEMOGRAFICZNA A POZIOM MOTORYZACJI

Jak wskazano wcześniej, posiadanie uprawnień do kierowania samochodem (prawo jazdy) determinowane jest przede wszystkim wiekiem kierowcy. Z tego względu naturalnym powinien być niższy poziom motoryzacji w powiatach cechujących się ponadprzeciętnym **udziałem liczby ludności w wieku przedprodukcyjnym**. Do tradycyjnych regionów o relatywnie dużym udziale młodych ludzi należą m.in. znaczne obszary w województwach małopolskim (w tym Podhale) i podkarpackim oraz Kaszuby. Z drugiej strony, w zasadzie we wszystkich dużych miastach udział ludzi w wieku przedprodukcyjnym jest znacznie niższy od średniej krajowej (ryc. 3.11).

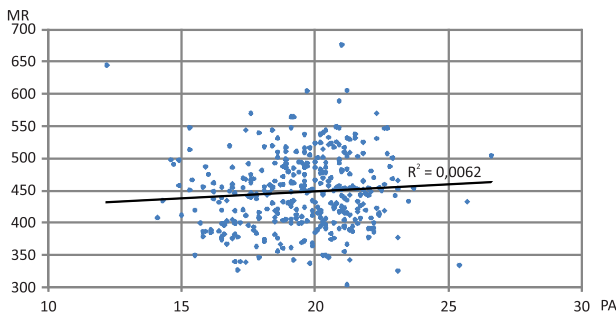
Istnieją powiaty, w których wskazana relacja między poziomem motoryzacji a udziałem liczby ludności w wieku przedprodukcyjnym jest zachowana. Przykładowo w Sopocie, gdzie wysokiemu poziomowi motoryzacji towarzyszy najniższy w kraju udział ludności w wieku przedprodukcyjnym (jedynie 12,2%) oraz w powiecie nowosądeckim, gdzie niski poziom motoryzacji koresponduje z wysokim, ponad 25%-owym udziałem mieszkańców w wieku przedprodukcyjnym. Jednak w przypadku pozostałych powiatów tak wyraźnej zależności nie zaobserwowano (ryc. 3.12).

Zróżnicowanie powiatów na grupy w zależności od poziomu gęstości zaludnienia (wskaźnik POPDEN) daje ciekawe rezultaty. Po pierwsze, w grupie powiatów najgęściej zaludnionych (głównie duże miasta) wzrost udziału mieszkańców młodych wiąże się najczęściej ze spadkiem poziomu motoryzacji (choć przy relatywnie niskich wartościach współczynnika determinacji). Jednak w kolejnej grupie powiatów (jednostki zazwyczaj okalające duże miasta znajdujące się na obszarze aglomeracji) występuje zgoła odmienna tendencja. Dla tych powiatów, gdzie większy jest udział ludności w wieku przedprodukcyjnym, mieszkańcy skłonni są posiadać większą liczbę samochodów. Wy tłumaczenie powyższego zjawiska może być następujące. O ile w miastach, gdzie rozwinięty jest zazwyczaj transport publiczny, młodzi ludzie mogą (oczywiście od pewnego wieku) sami podróżować do szkoły, o tyle na terenach podmiejskich są oni już znacznie częściej odwożeni przez jednego z rodziców, co determinuje potrzebę utrzymywania dwóch pojazdów w rodzinie. W pozostałych grupach peryferyjnych powiatów nie wykazano związku między poziomem motoryzacji a udziałem ludności w wieku przedprodukcyjnym (prezentacja wyników w aneksie statystycznym). Jest znamienne, że analogiczna tendencja przeciwnych zależności w rdzeniu i jego otoczeniu dla relacji między poziomem motoryzacji a udziałem mieszkańców w wieku przedprodukcyjnym jest również widoczna dla grup powiatów przy zastosowaniu wskaźnika CPPREG. I ponownie, poza rdzeniem i jego otoczeniem

w pozostałych grupach powiatów peryferyjnych nie wykazano żadnych prawidłowości (prezentacja wyników w aneksie statystycznym). Z kolei dla wskaźnika centrum-peryferie na poziomie krajowym (CPPNAT) nie zdefiniowano żadnej z grup powiatów, dla której można byłoby wykazać zależność między poziomem motoryzacji a udziałem ludności w wieku przedprodukcyjnym (prezentacja wyników w aneksie statystycznym).



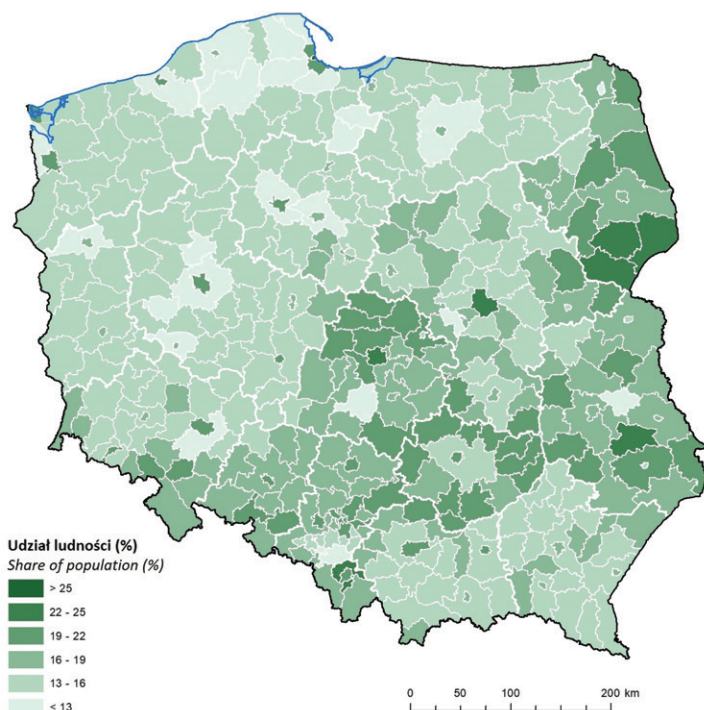
Ryc. 3.11. Udział ludności w wieku przedprodukcyjnym (w % ogółu mieszkańców)  
Fig 3.11. Share of population at pre-working age (% of population)



Ryc. 3.12. Udział ludności w wieku przedprodukcyjnym (PA; %) a poziom motoryzacji (MR; sam.osob./1000 mieszk.)

Fig. 3.12. Share of population at pre-working age (PA; %) and motorization rate (MR; passenger cars per 1000 population)

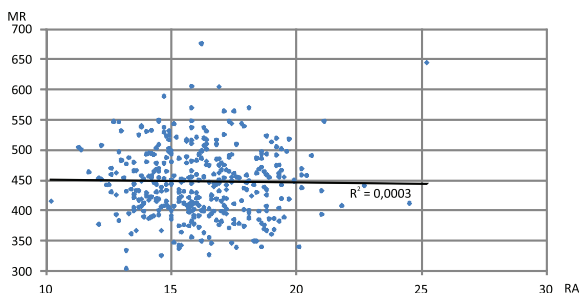
Udział ludności w wieku poprodukcyjnym jest szczególnie wysoki na obszarze byłego Królestwa Kongresowego. W przypadku udziału **ludności w wieku poprodukcyjnym** sytuacja powinna wyglądać podobnie jak dla analizy ludności w wieku przedprodukcyjnym. Osoby starsze na emeryturze, szczególnie osoby w podeszłym wieku, powinny być skłonne, zarówno ze względów ekonomicznych jak i zdrowotnych, najpierw do sprzedaży drugiego, a w dalszych latach – nawet jedynego samochodu. I rzeczywiście na południowym Podlasiu charakteryzującym się najwyższym (obok Sopotu, Warszawy i Łodzi) udziałem osób starszych, wskaźnik motoryzacji jest relatywnie niski. Z drugiej strony podmiejskie powiaty kartuski i gdański o bardzo niskim udziale osób w wieku poprodukcyjnym cechuje wysoki poziom motoryzacji. Nie jest to jednak reguła i dla całej populacji taka zależność nie występuje (ryc. 3.13).



Ryc. 3.13. Udział ludności w wieku poprodukcyjnym (w % ogółu mieszkańców)  
Fig 3.13. Share of population at post-working age (% of population)

W dużych miastach, czyli powiatach charakteryzujących się dużą gęstością zaludnienia (wskaźnik POPDEN), wysokiemu poziomowi motoryzacji towarzyszy wzrost udziału liczby ludności w wieku poprodukcyjnym. Tym samym zachodzi odwrotna tendencja od tej teoretycznej, tj. im więcej osób starszych, tym więcej samochodów. Zależność ta nie jest jednak tak wyraźna, a częściowo wynika ona ze specyfiki Warszawy i Sopotu, gdzie dużemu udziałowi ludzi starszych towarzyszy relatywnie wysoki poziom motoryzacji. Podobne wyniki uzyskano dla grupy rdzeniowych powiatów we wskaźniku CPPREG (prezentacja

wyników w aneksie statystycznym). W kolejnej grupie powiatów, tj. w otoczeniu miast badana relacja bardziej przypomina tą, którą podpowiada teoria, wzrostowi udziału osób starszych towarzyszy spadek poziomu motoryzacji (prezentacja wyników w aneksie statystycznym). Wskaźnik centrum-peryferie na poziomie krajowym (CPPNAT) dla żadnej z grup powiatów nie wskazał zależności między poziomem motoryzacji a udziałem ludności w wieku poprodukcyjnym (prezentacja wyników w aneksie statystycznym).



Ryc. 3.14. Udział ludności w wieku poprodukcyjnym (RA; %) a poziom motoryzacji (MR; sam.osob./1000 mieszk.)

Fig. 3.14. Share of population at post-working age (RA; %) and motorization rate (MR; passenger cars per 1000 population)

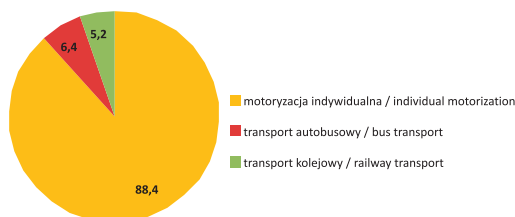
W odniesieniu do różnic w wykorzystaniu samochodów przez kobiety i mężczyzn można stwierdzić, że dostęp i użytkowanie samochodu wśród kobiet jest generalnie w większości krajów znacznie niższe niż wśród mężczyzn. W młodym pokoleniu różnica ta ulega jednak zatarciu. W Polsce najbardziej sfeminizowanym powiatem jest Łódź (120 kobiet na 100 mężczyzn), ale do czołówki należy również Sopot (116), w którym poziom motoryzacji jest bardzo wysoki. Autorzy zdecydowali się po wstępnej analizie problemu by nie badać dogłębniej tego zjawiska, które wymagałoby szeroko zakrojonych badań ankietowych w gospodarstwach domowych.

**Wnioski. Udział liczby ludności w wieku przed- i poprodukcyjnym.** Podobnie jak w przypadku dochodu mierzonego wynagrodzeniem brutto, także struktura demograficzna (w sensie udziału liczby ludności w wieku przed- i poprodukcyjnym) nie jest najważniejszym czynnikiem mającym wpływ na poziom motoryzacji. Wskazano jedynie, że w dużych miastach wyższy udział liczby ludności w wieku przedprodukcyjnym idzie w parze z niższym poziomem motoryzacji, a na terenach podmiejskich następuje sytuacja odwrotna – im więcej dzieci i młodzieży tym więcej pojazdów. Dla osób starszych wykresy ukazują odmienne tendencje. W dużych miastach wyższy udział osób w wieku poprodukcyjnym wiąże się z wyższym poziomem motoryzacji. Powyższe zależności są jednak otrzymywane przy relatywnie niskich współczynnikach determinacji, co każe wątpić w ich statystyczną istotność. Dla pozostałych grup powiatów, w tym obszarów peryferyjnych i skrajnie peryferyjnych nie wskazano jakichkolwiek relacji, co ponownie może świadczyć o tym, że obszary te są bardzo heterogeniczne. Nie oznacza to jednak, że czynnika demograficznego nie należy brać pod uwagę przy ocenie rozkładu przestrzennego motoryzacji. Przykłady niektórych powiatów pokazują, że mogą one mieć znaczenie, ale jest ono uzależnione od innych zmiennych (np. dochodu, poziomu wykształcenia itd.).



### 3.5. JAKOŚĆ SIECI TRANSPORTU PUBLICZNEGO A POZIOM MOTORYZACJI

W Polsce w 2010 r. motoryzacja indywidualna stanowiła 88,4% pracy przewozowej w transporcie osób, a transport publiczny, tj. autobusowy i kolejowy – jedynie odpowiednio 6,4% i 5,2% (Eurostat). Tym samym na poziomie całego kraju łączny udział transportu publicznego wyniósł jedynie około 11,6% (ryc. 3.15). Wielkość ta znacznie się różni od danych zbieranych w ramach Kompleksowych Badań Ruchu na poziomie miast i regionów (np. z Małopolski), gdzie wskazuje się, że udział transportu publicznego może wynosić nawet 35-40%.



Ryc. 3.15. Udziały transportu autobusowego i kolejowego w łącznej pracy przewozowej w Polsce w 2010 r.

Fig. 3.15. Shares of coaches and trains in transport volumes of the passenger transport in 2010

Źródło/ Source: opracowanie własne na podstawie danych EUROSTAT

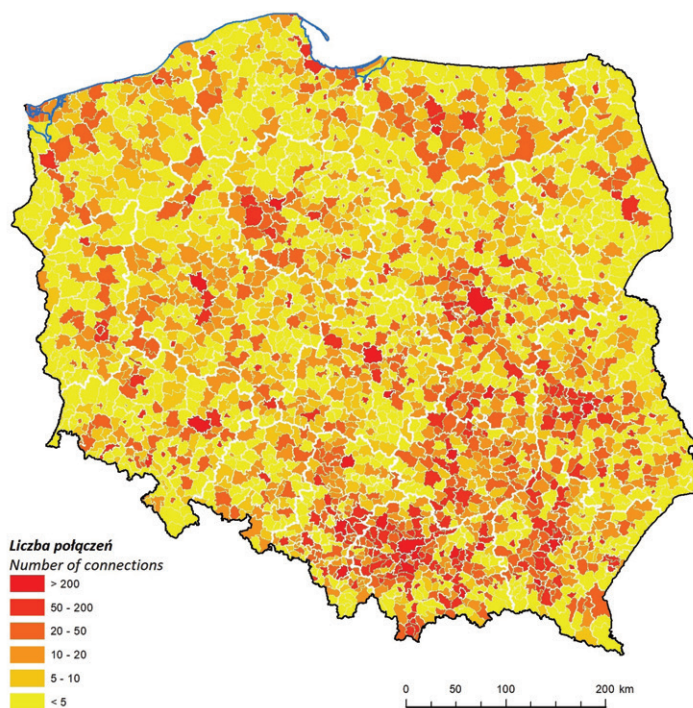
Usługi transportu publicznego są w Polsce jednak silnie zróżnicowane przestrzennie i tylko w niewielkim stopniu powiązane z gęstością zaludnienia. Jakość transportu publicznego można rozumieć jako możliwość korzystania z transportu kolejowego i autobusowego w sensie częstotliwości połączeń autobusowych i kolejowych w danej jednostce statystycznej. Podstawową jednostką, podobnie jak w przypadku cech społeczno-ekonomicznych, jest powiat, przy czym w przypadku transportu autobusowego dane agregowano na poziom powiatowy z poziomu gminnego.

#### 3.5.1. SIEĆ POŁĄCZEŃ AUTOBUSOWYCH

W **transporcie autobusowym** badanie wykonano na bazie danych, w której znalazły się wszystkie pozwolenia wydane przez marszałków w zakresie międzygminnych połączeń autobusowych przekraczających granicę powiatu w Polsce (uwzględniono również mikrobusy). Badanie wykonano w latach 2014-2015. Autorzy mają świadomość, że rynek połączeń autobusowych znacząco się zmienił w okresie 2010-2014, m.in. poprzez wejście do gry nowych dużych graczy na rynku przewozów międzymiastowych takich jak PolskiBus.com.

Zauważalne jest duże zróżnicowanie popularności transportu autobusowego zarówno o charakterze międzyregionalnym jak i wewnątrzregionalnym. Obszar Polski w którym najbardziej popularny jest transport autobusowy to południowo-wschodnia Polska, przede wszystkim województwa małopolskie (w tym w szczególności okolice Krakowa), podkarpackie, lubelskie i świętokrzyskie. Charakterystyczna jest bardzo dobra w tym względzie sytuacja powiatów, w których nakłada się na siebie ruch lokalny (dojazdy do pracy do najbliższego

miasta wojewódzkiego) oraz ruch międzymiastowy. Duża częstotliwość kursów autobusowych w przeliczeniu na mieszkańca jest zauważalna w powiatach skarżyskim i szydłowieckim (na drodze DK7 między Radomiem a Kielcami, a także ruch w układzie Warszawa-Kraków), a także w bocheńskim i brzeskim (na trasie A4/DK94 między Krakowem a Tarnowem oraz ruch w południowej Polsce na trasie od Ukrainy do Niemiec). Nakładanie się na siebie ruchu lokalnego i międzymiastowego ma istotne konsekwencje dla rozkładu ruchu w transporcie indywidualnym. Część dróg krajowych, w tym drogi ekspresowe i autostrady przejmują ruch międzymiastowy wykonywany transportem autobusowym.

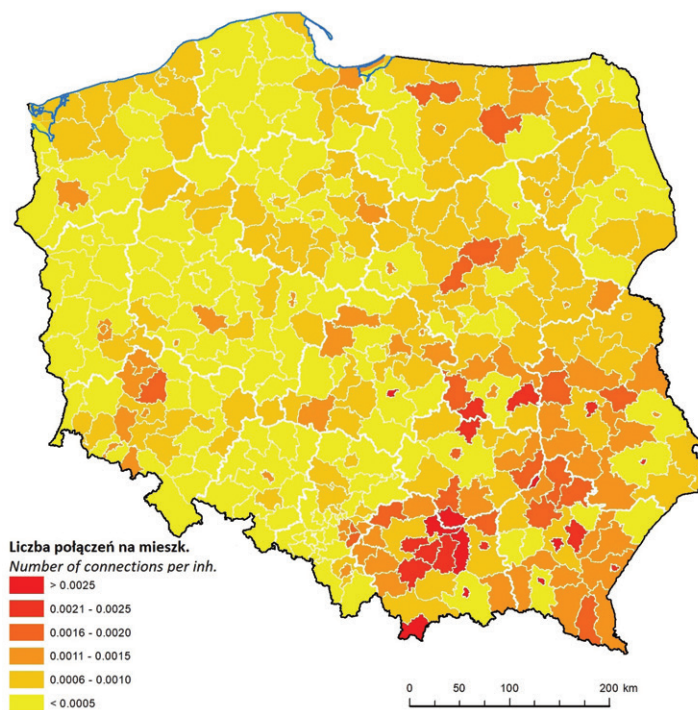


Ryc. 3.16. Liczba połączeń międzygminnych transportem autobusowym (linie przekraczające granice powiatu) w dniu powszednim (badanie z lat 2014-2015)

Fig. 3.16. Number of inter-municipality coach connections (crossing the county boundaries) on a working day (data from the years 2014-2015)

W województwach centralnej i wschodniej Polski (poza Polską południowo-wschodnią) widać wyraźnie dominację połączeń autobusowych w kierunku Warszawy, co jest związane z największą w kraju zlewnią migracyjną stolicy, która swoim zasięgiem obejmuje w zasadzie całe byłe Królestwo Kongresowe. Na pozostałym obszarze kraju interesujące jest duże nasycenie dojazdów w okolicach Olsztyna, Bydgoszczy, a także wzdłuż drogi ekspresowej S3. Na tych terenach dobrze rozwinięta sieć kolejowa powinna teoretycznie zmniejszać zapotrzebowanie na przewozy autobusowe. W przeliczeniu liczby kursów na mieszkańca widać jednak, że w przypadku drogi krajowej nr 3 jest to efekt dojazdów pracowniczych do Lubina (siedziba KGHM Polska Miedź) (ryc. 3.17).

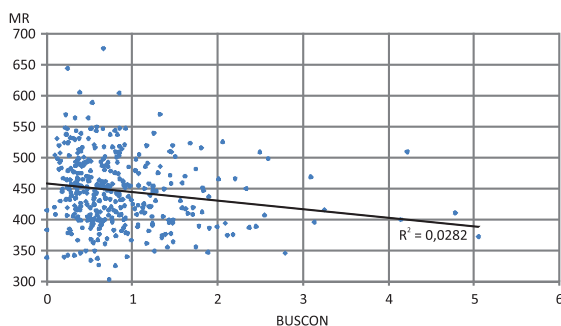




Ryc. 3.17. Liczba połączeń międzygminnych transportem autobusowym w mieście powiatowym (linie przekraczające granice powiatu) w dniu powszednim w przeliczeniu na mieszkańca powiatu (badanie z lat 2014-2015)

Fig. 3.17. Number of inter-municipality coach connections in a county town (connections crossing county boundaries) on a working day per county inhabitant (data from the years 2014-2015)

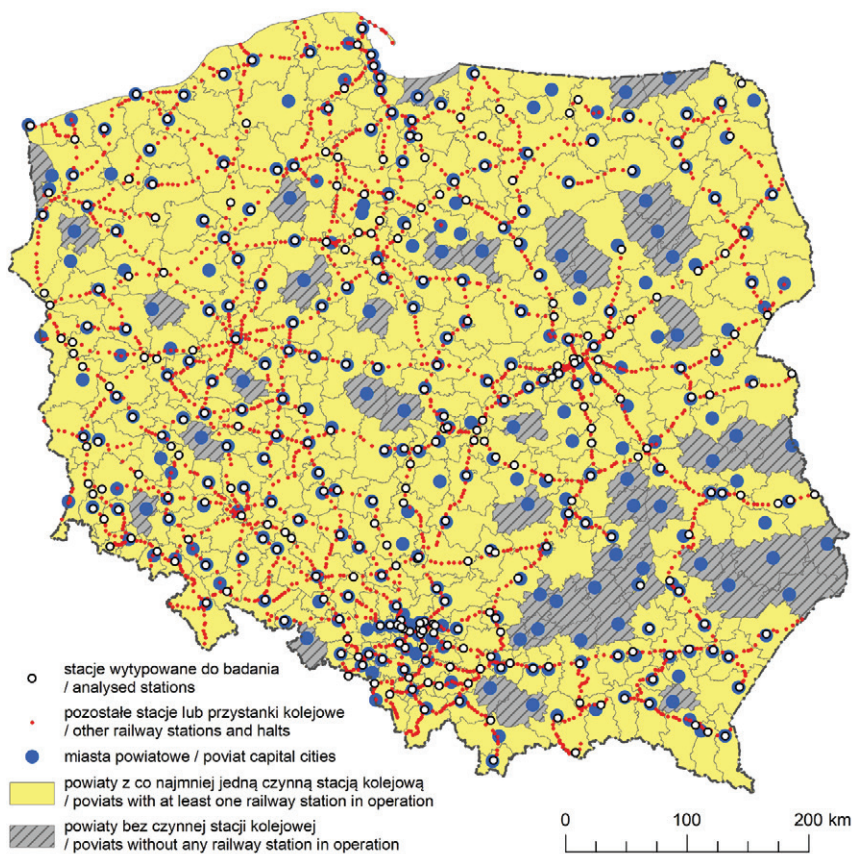
Badanie korelacji między liczbą połączeń autobusowych a poziomem motoryzacji nie wskazało istotnych powiązań między tymi zmiennymi (ryc. 3.18). Dodatkowa analiza dla trzech wskaźników peryferyjności (POPDEN, CPPREG i CPPNAT) również nie przyniosła satysfakcjonujących rezultatów, i to zarówno na obszarach peryferyjnych, jak i w rdzeniu.



Ryc. 3.18. Liczba połączeń autobusowych w transporcie międzygminnym przekraczającym granice powiatu (BUSCON; liczba połączeń na 1000 mieszk.) a poziom motoryzacji (MR; sam. osob./1000 mieszk.)  
 Fig. 3.18. Number of coach connections in the inter-municipality transport exceeding the county area (BUSCON; number of connections per 10 000 inhabitants) vs. car ownership (MR; private passenger cars per 1 000 inhabitants)

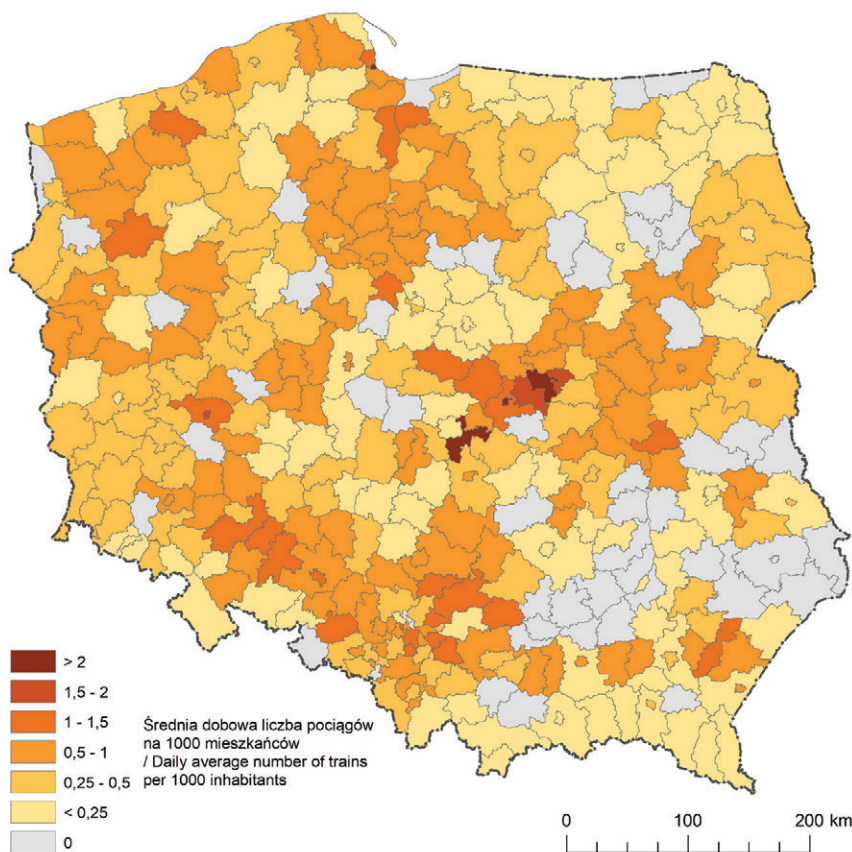
### 3.5.2. SIEĆ POŁĄCZEŃ KOLEJOWYCH

O ile w transporcie autobusowym siedziba władz powiatowych to miejsce o najwyższej liczbie kursów, o tyle rozmieszczenie sieci kolejowej w Polsce wymaga by dla transportu kolejowego przyjąć odmienną metodę zbierania danych o częstotliwości połączeń kolejowych. W transporcie kolejowym dokonano wykazu stacji reprezentatywnych (łącznie 375). Stacje zostały wybrane wg klucza: miejsce o maksymalnej liczbie dostępnych połączeń pasażerskich na terenie powiatu (nie zawsze zlokalizowane w siedzibie władz powiatowych) oraz punkty dodatkowe – uzupełniające, na niezależnych lub częściowo niezależnych od siebie odcinkach sieci. W następnym kroku posiłkowano się aplikacją HAFAS 2010 (rozkład jazdy ważny na okres 12.2009-12.2010). Elektroniczny Rozkład Jazdy Pociągów (ERJP), działający w aplikacji pod nazwą HAFAS (skrót od *HaCon Fahrplan-Auskunfts-System*), gdzie wyszukiwanie odbywa się w oparciu o konkretną datę z okresu obowiązywania danego rozkładu. Wybrano dzień powszedni 20.10.2010 (środa). Podliczono wszystkie przyjazdy i wyjazdy pociągów dla każdej ze stacji, po czym wynik korygowano z wykorzystaniem wiedzy eksperckiej w odniesieniu do tych połączeń, które miały swój początek lub koniec w danej stacji.



Ryc. 3.19. Transport kolejowy. Stacje wytypowane do badania w powiatach  
 Fig. 3.19. Railway transport. Train stations selected for the study in the poviats (counties)

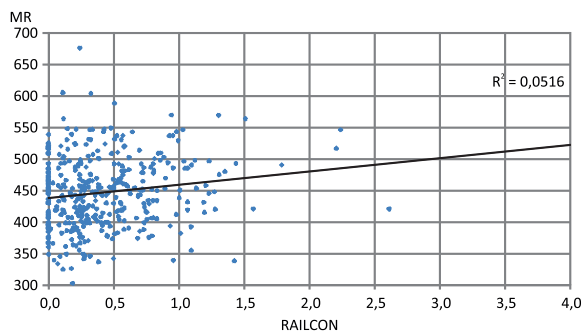
Liczba połączeń kolejowych w Polsce w miastach powiatowych w przeliczeniu na mieszkańca jest nadal do pewnego stopnia uwarunkowana historycznie. Obszar byłego Królestwa Kongresowego, a także Galicji jest znacznie słabiej pokryty siecią kolejową niż tereny byłego zaboru pruskiego. Na obszarze Królestwa Kongresowego wyjątek stanowią natomiast powiaty położone wzdłuż linii kolejowych prowadzących do Warszawy, szczególnie na jednej z najbardziej obciążonej linii między Warszawą a Łodzią. Z kolei w Galicji pozytywnie (w sensie liczby połączeń) odznacza się linia kolejowa między Ukrainą a Górnym Śląskiem. Z drugiej strony nawet w Polsce zachodniej istnieją powiaty bez podłączenia do sieci kolejowej (ryc. 3.20).



Ryc. 3.20. Liczba połączeń kolejowych w mieście powiatowym w dniu powszednim w przeliczeniu na mieszkańca powiatu (badanie z 2010 roku)

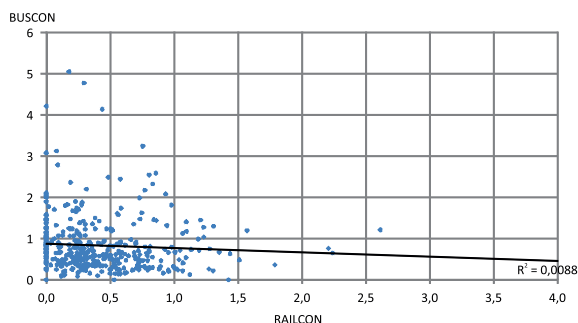
Fig. 3.20. Number of railway connections in a county town on a working day per inhabitant of the poviát (county) (data as of 2010)

Trudno jest mówić o zależności komplementarnej między liczbą połączeń kolejowych w mieście powiatowym a poziomem motoryzacji. Przykładowo Sopot, który cechuje bardzo wysoki poziom motoryzacji ma najwyższą liczbę połączeń kolejowych na 1000 mieszk. (ponad 9). Podobnie powiaty wzdłuż linii kolejowej między Łodzią a Warszawą w większości cechuje ponadprzeciętny poziom motoryzacji (ryc. 3.21).



Ryc. 3.21. Liczba połączeń kolejowych w mieście powiatowym (RAILCON; liczba połączeń na 1000 mieszk.) a poziom motoryzacji (MR; sam. osob./1000 mieszk.)  
Fig. 3.21. Number of railway connections in a county town (RAILCON; number of connections per 1 000 inhabitants) vs. car ownership (MR; passenger cars per 1 000 inhabitants)

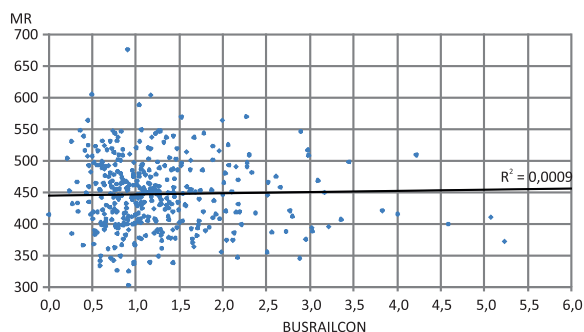
Generalnie dla całej grupy powiatów nie ma również zależności między liczbą połączeń w transporcie autobusowym i kolejowym (ryc. 3.22). Nie ma natomiast powiatów o jednocześnie wysokiej liczbie połączeń kolejowych i autobusowych. Pewne zależności można zatem wykazać dla powiatów o szczególnie rozwiniętej sieci połączeń kolejowych, gdzie nie ma potrzeby „dublowania” usługi transportem autobusowym (np. powiat żyrardowski). Z kolei obszar Galicji jest tym regionem Polski, gdzie rozwiniętemu transportowi autobusowemu towarzyszy niska gęstość funkcjonujących linii kolejowych. Również w sąsiedztwie ośrodków wojewódzkich, zauważalna jest znaczna komplementarność sieci autobusowej względem sieci kolejowej. Taka sytuacja ma miejsce w powiecie średzkim (na południe od Poznania) i w powiecie pyrzyckim (na południe od Szczecina). W obu przypadkach linie kolejowe nieczynne od kilkunastu lat z powodzeniem zostały zastąpione przez zwiększoną liczbę kursów autobusowych w kierunku miast wojewódzkich.



Ryc. 3.22. Liczba połączeń kolejowych w mieście powiatowym (RAILCON; liczba połączeń na 1000 mieszk.) a liczba połączeń autobusowych w transporcie międzygminnym przekraczającym granice powiatu (BUSCON; liczba połączeń na 1000 mieszk.)  
Fig. 3.22. Number of railway connections in a county town (RAILCON; number of connections per 1 000 inhabitants) vs. number of coach connections in the inter-municipality transport crossing the county boundaries (BUSCON; number of connections per 10 000 inhabitants)



Zsumowana łączna liczba połączeń autobusowych i kolejowych również nie jest skorelowana z poziomem motoryzacji (ryc. 3.23).



Ryc. 3.23. Łączna liczba połączeń kolejowych i autobusowych na poziomie powiatowym (BUSRAILCON; liczba połączeń na 1000 mieszk.) a poziom motoryzacji (MR; sam.osob./1000 mieszk.)

Fig. 3.23. Joint number of train and coach connections at the county level (BUSRAILCON; number of connections per 1 000 inhabitants) vs. car ownership (MR; passenger cars per 1 000 inhabitants)

**Wnioski.** Można wnioskować, że ani układ rdzeń-peryferie nie ma znaczenia dla relacji poziom motoryzacji-poziom wykorzystania usług w transporcie autobusowym i kolejowym, ani sama zależność między poziomem motoryzacji a wykorzystaniem autobusów i pociągów nie jest istotna statystycznie. Stopień korzystania z transportu autobusowego jest uwarunkowany historycznie i jest on najwyższy w Polsce południowo-wschodniej, a najniższy w Polsce zachodniej. Z kolei znacznie bardziej rozwinięta sieć kolejowa w Polsce zachodniej nadal skutkuje wyższą częstotliwością połączeń w tej części kraju, aczkolwiek na obraz różnic wschód-zachód należy nałożyć rozwinięty system połączeń kolejowych na Mazowszu koncentrycznie rozchodzących się od Warszawy.

Generalnie poziom motoryzacji jest efektem oddziaływania dużej liczby czynników, przy czym siła ich oddziaływania może być bardzo różna w różnych częściach kraju. W dalszych badaniach dotyczących tego zjawiska zaleca się zastosowanie modeli ekonometrycznych (np. analizy regresji). W ostatnich latach tego typu analizy pojawiły się również w Polsce (Kisiała i in. 2017; Kudłak i in. 2017; Stryjakiewicz i in. 2017).

W dalszej części niniejszego opracowania skoncentrowano się na próbie modelowania ruchu na sieci dróg krajowych i wojewódzkich i odniesienia otrzymanych rezultatów do wyników Generalnego Pomiaru Ruch. Tym samym o ile dotychczasowe rozważania dotyczyły głównie poziomu motoryzacji (posiadania samochodu), o tyle w kolejnych rozdziałach punkt ciężkości został przeniesiony na rzeczywiste wykorzystanie pojazdów.





## **4. MODEL BAZOWY. PROCEDURA BADAWCZA - ZAŁOŻENIA I REZULTATY**

Model użytkowania samochodów osobowych w ujęciu przestrzennym na sieci dróg krajowych i wojewódzkich opracowano na bazie autorskiej procedury badawczej (opisanej w podrozdziale 4.1), by w kolejnych podrozdziałach przejść do zaprezentowania struktury modelu bazowego wewnętrznego, gdzie produkcja i atrakcja to liczba ludności w rejonach transportowych na obszarze kraju (podrozdział 4.2) oraz z ruchem zewnętrznym i opłatami autostradowymi (podrozdział 4.3).

### **4.1. PROCEDURA BADAWCZA**

#### **4.1.1. ZAŁOŻENIA WSTĘPNE**

Model KoMaR jest pierwszą próbą modelowania ruchu na poziomie gminnym dla pełnej sieci dróg krajowych i wojewódzkich w Polsce. Nie jest natomiast pierwszą próbą modelowania ruchu pojazdów osobowych na sieci drogowej. Pierwszym modelem mającym na celu wykonanie rozkładów ruchu na sieć drogową dla całego kraju był Krajowy Model Ruchu wykonany przez Politechnikę Warszawską w oparciu o Generalny Pomiar Ruchu w 2005 roku. Model ten został opracowany na poziomie powiatowym a kalibrację wykonano dla sieci dróg krajowych. Wyróżniono cztery motywacje podróży a ich specyfikacja (m.in. udział w ruchu, średnia długość podróży) została wykonana na podstawie pomiarów ankietowych. Podstawowe podobieństwa i różnice między modelem KoMaR a Krajowym Modelem Ruchu zostały przedstawione w tabeli 4.1 (podane w tabeli założenia modelu zostaną szczegółowo opisane w dalszej części rozdziału oraz kolejnych rozdziałów).

Tabela 4.1. Podobieństwa i różnice między założeniami modelowymi w projekcie KoMaR a Krajowym Modelem Ruchu

		Założenia w projekcie KoMaR	Krajowy Model Ruchu
Założenia podstawowe: charakter ruchu, prędkości, rejony transportowe	Charakter badanego ruchu	Wyłącznie <b>ruch pojazdów osobowych</b>	<b>Ruch całkowity</b> , tzn. ruch pojazdów osobowych i ciężarowych
	Prędkości na sieci / typy odcinków	15 <b>typów odcinków</b> według kategorii drogi oraz szerokości jezdni; trzy zmienne warunkujące prędkość (liczba ludności w buforze odcinka, obszar zabudowany, ukształtowanie terenu), a także dodatkowe założenia korygujące; wykorzystanie funkcji s-kształtnych dla redukcji prędkości według kategorii drogi	49 <b>typów odcinków</b> według typu drogi, przekroju poprzecznego, obszaru występowania (miejski, zamiejski)
	Rejony transportowe wewnętrzne	2321 <b>rejonów transportowych</b> na poziomie gminnym	335 <b>rejonów transportowych</b> na poziomie powiatowym
	Rejony transportowe zewnętrzne	Ruch pojazdów osobowych na 59 <b>przełazach granicznych</b>	Ruch całkowity na 89 <b>przełazach granicznych</b> (85 rejonów transportowych zewnętrznych)
Punkt odniesienia (kalibracja modelu)	Podstawa do kalibracji modelu	<b>GPR2010</b>	<b>GPR2005</b>
	Stopień szczegółowości kalibracji	<b>Kalibracja</b> na odcinkach pełnej sieci zamiejskich dróg krajowych i wojewódzkich oraz na odcinkach przecinających granicę gminy	<b>Kalibracja</b> tylko dla dróg krajowych: <ul style="list-style-type: none"> <li>• kalibracja na kordonie Polski,</li> <li>• kalibracja na 3 ekranach północ-południe oraz 3 ekranach wschód-zachód,</li> <li>• kalibracja na 6848 odcinkach sieci dróg krajowych (każdy kierunek oddzielnie)</li> </ul>
Pozostałe	Motywacje podróży	Sześć <b>motywacji podróży*</b> : <ul style="list-style-type: none"> <li>• dojazdy do pracy (<b>COM</b>),</li> <li>• wyjazdy na zakupy (<b>CH</b>),</li> <li>• dojazdy do szkoły wyższej (<b>EDU</b>)</li> <li>• podróże biznesowe (<b>BIZ</b>),</li> <li>• odwiedziny znajomych i krewnych (<b>VFR</b>),</li> <li>• podróże turystyczne (<b>TUR</b>).</li> </ul>	Cztery <b>motywacje podróży</b> dla ruchu pojazdów osobowych: <ul style="list-style-type: none"> <li>• dom-praca,</li> <li>• biznes,</li> <li>• turystyka,</li> <li>• inne.</li> </ul>
	Źródło danych o udziale motywacji w ruchu, średniej długości podróży	Źródła danych o udziale w ruchu i średniej długości podróży m.in. według: <i>Badanie pilotażowe...</i> (2015) oraz kilkanastu badań ruchu na poziomie regionalnym i aglomeracyjnym z lat 2006-2014	Ankiety w 23 punktach kontrolnych na drogach wewnątrz kraju oraz dodatkowe pomiary dla korytarzy autostrad A1 (29 punktów; badanie w 2006 r.) i A2 (12 punktów; badanie w 2004 r.). Pomiary ankietowe w 36 punktach na przełazach granicznych

		<b>Założenia w projekcie KoMaR</b>	<b>Krajowy Model Ruchu</b>
Pozostałe – cd	Źródła danych w ujęciu macierzowym	Źródła danych w ujęciu macierzowym (GUS)*: <b>COM</b> → Przepływy ludności związane z zatrudnieniem (2011) <b>VFR</b> → Międzygminna macierz wymeldowań i zameldowań (2006 i 2009)	Brak odniesień
	Produkcja ruchu	Źródła danych (GUS)*: <b>BIZ</b> → Liczba spółek prawa handlowego (2010) <b>TUR</b> → Liczba ludności (2010) <b>CH</b> → Liczba ludności (2010) <b>EDU</b> → Liczba ludności w wieku 20-24 (2010)	Zestaw danych objaśniających: • dom-praca → Liczba samochodów osobowych • biznes → Liczba zarejestrowanych firm • turystyka → Liczba samochodów osobowych • inne → Liczba samochodów osobowych
	Atrakcja ruchu	Źródła danych (GUS)*: <b>BIZ</b> → Liczba spółek prawa handlowego (2010) <b>TUR</b> → Liczba miejsc noclegowych (2010) <b>CH</b> → Liczba supermarketów, hipermarketów, domów towarowych i domów handlowych (2010) <b>EDU</b> → Liczba studentów (2012)	Zestaw danych objaśniających: • dom-praca → Liczba zarejestrowanych firm • biznes → Liczba zarejestrowanych firm • turystyka → Liczba miejsc noclegowych • inne → Liczba samochodów osobowych

\*W tabeli podano skróty wykorzystywane w modelu dla określenia poszczególnych motywacji podróży: dojazdy do pracy (**COM** – od słowa *commuting*), wyjazdy na zakupy (**CH** – od słowa centrum handlowe), dojazdy do szkoły wyższej (**EDU** – od słowa edukacja), podróże biznesowe (**BIZ** – od słowa biznes), odwiedziny znajomych i krewnych (**VFR** – od słowa *visiting friends and relatives*), podróże turystyczne (**TUR** – od słowa turystyka)

Źródło: opracowanie własne z wykorzystaniem: *Krajowy Model Ruchu* (2007).

#### 4.1.2. SIECIOWE DANE WEJŚCIOWE I KLASYFIKACJA SIECI DROGOWEJ

Źródłem danych o sieci drogowej był podkład sieciowy dróg publicznych sukcesywnie rozwijany w Instytucie Geografii i Przestrzennego Zagospodarowania PAN od kilkunastu lat (Komornicki in. 2008; Rosik, Śleszyński 2009; Śleszyński 2012; Rosik 2012). Do celów opracowania sieć drogową podzielono na kilkanaście kategorii dróg:

- drogi krajowe:
  - autostrady (A),
  - drogi ekspresowe dwujezdniowe (E2),
  - drogi ekspresowe jednojezdniowe (E1),
  - drogi krajowe dwujezdniowe (K2),
  - drogi krajowe dwujezdniowe zmodernizowane w wyniku inwestycji współfinansowanych unijnie w latach 2004-2010 (K2m),
  - drogi krajowe jednojezdniowe (z podziałem na cztery kategorie w zależności od szerokości jezdni) (K1sz, K1sr, K1w, K1bw).
- drogi wojewódzkie:
  - drogi wojewódzkie dwujezdniowe (W2),
  - drogi wojewódzkie jednojezdniowe (z podziałem na cztery kategorie w zależności od szerokości jezdni) (W1sz, W1sr, W1w, W1bw).
- drogi powiatowe i gminne (PiG).

Źródłem danych dotyczących szerokości jezdni była baza szerokości pasów i danych o poboczach udostępniona przez Generalną Dyрекcję Dróg Krajowych i Autostrad (dla dróg krajowych) oraz bazy szerokości jezdni udostępnione IGiPZ PAN przez poszczególne Zarządy Dróg Wojewódzkich (dla dróg wojewódzkich). Dane o szerokości jezdni są z drugiej połowy lat 2000. Łącznie sieć składa się z ponad 14 tys. odcinków. Stan sieci (kategorie dróg, przebieg) jest zgodny ze stanem faktycznym na koniec 2010 r. Kategorie dróg oraz ich oznaczenia w modelu zaprezentowano w tab. 4.2.

Tabela 4.2. Sieciowe dane wejściowe według kategorii drogi i liczby odcinków sieci

Kategoria drogi	Szerokość jezdni	Oznaczenie dróg w modelu	Liczba odcinków
Autostrada		A	105
Ekspresowa dwujezdniowa		E2	149
Ekspresowa jednojezdniowa		E1	67
Krajowa dwujezdniowa zmodernizowana		K2m	29
Krajowa dwujezdniowa		K2	691
Krajowa jednojezdniowa	szeroka (>9,5 m)	K1sz	171
	średnio szeroka (7,5-9,5 m)	K1sr	2028
	wąska (6,5-7,5 m)	K1w	2225
	bardzo wąska (do 6,5 m)	K1bw	1286
Wojewódzka dwujezdniowa		W2	145
Wojewódzka jednojezdniowa	szeroka (>9,5 m)	W1sz	45
	średnio szeroka (7,5-9,5 m)	W1sr	810
	wąska (6,5-7,5 m)	W1w	3657
	bardzo wąska (do 6,5 m)	W1bw	294
Powiatowa i gminna		PiG	2367
Razem			14069



Ryc. 4.1. Mapa sieci drogowej w 2010 r. z podziałem na kategorie dróg  
 Fig. 4.1. Road network map in 2010 with distinction of road categories

#### 4.1.3. REJONY TRANSPORTOWE WEWNĘTRZNE

Dla celów badania wyodrębniono 2321 rejonów transportowych wewnętrznych na poziomie gminnym. Agregacja rejonów transportowych miała miejsce wówczas, gdy siedziba gminy miejskiej i wiejskiej znajdowała się w tym samym mieście. W każdym z rejonów transportowych, wyodrębniono miejscowość węzłową. Kryterium wyboru miejscowości węzłowej stanowiła siedziba rady gminy (por. Rosik 2012). Węzłem rozpoczęcia i zakończenia podróży był węzeł drogowy zlokalizowany w najbliższej odległości od centrum miejscowości węzłowej.

#### 4.1.4. PODZIAŁ ZADAŃ PRZEWOZOWYCH, NAPEŁNIENIE POJAZDÓW I PRACA PRZEWOZOWA

**Podział zadań przewozowych.** W modelu założono, że podział zadań przewozowych jest taki sam w każdej relacji w macierzy czasów podróży (dla każdej dowolnej trasy transportowej) i wynika z udziału transportu publicznego w ruchu ogółem w poszczególnych motywacjach podróży. Założono wstępnie, że 70% podróżnych wybiera samochód prywatny jako środek transportu. Szacunek ten jest zgodny z niektórymi badaniami ruchu na poziomie krajowym (*Turystyka i wypoczynek...* 2010) lub regionalnym (*Małopolska* 2013). Istnieją przestrzenne różnice w udziale motoryzacji indywidualnej w pracy przewozowej (por. Rosik i in. 2017 oraz rozdział 7.1) jednak na etapie wstępnego modelowania ruchu założono w niniejszym opracowaniu brak *a priori* założeń różnicujących przestrzennie te wartości.

**Napełnienie pojazdów.** Założono, że napełnienie pojazdów jest stałe dla całej sieci i wynosi 1,5 osoby w pojeździe (nawet w mikrobusesach, co jest z oczywistych względów kontrfaktyczne, niemniej brak jest możliwości w ramach Generalnego Pomiaru Ruchu wyróżnienia mikrobusek z pozycji SDR3). Wielkość ta została ustalona w wytycznych dotyczących jednostkowych kosztów czasu wykonywanych przez Instytut Badawczy Dróg i Mostów (<https://www.gddkia.gov.pl/pl/d/796e62ffa71f571edf7fbc0515f7b44>). W każdej symulacji wykorzystano założenie o podziale zadań przewozowych (0,7) oraz średnie napełnienie pojazdów (1,5 osoby/pojazd) w celu wykazania teoretycznej wielkości ruchu związanego z danym rejonem transportowym. Przy modelu bazowym gdzie produkcją jest liczba ludności wartość tą obniżano o wskaźnik  $0,4666667 = 0,7 * 0,6666667$  wynikający z podziału zadań przewozowych i napełnienia pojazdów. Liczba ta oznacza, że przy założeniu pełnej mobilności w mieście 100-tysięcznym jednorazowo w ciągu doby wyjeżdża i powraca 46,67 tys. samochodów osobowych.

**Praca przewozowa na sieci.** W ramach przyjętej procedury badawczej porównano każdorazowo otrzymaną w danej symulacji sumę pracy przewozowej na wszystkich odcinkach sieci z rzeczywistą pracą przewozową według pomiaru ruchu pojazdów osobowych (SDR3) dla zamiejskich dróg krajowych i wojewódzkich w ramach Generalnego Pomiaru Ruchu w 2010 r. (GPR 2010). Ta praca przewozowa wyniosła ok. 204 mln 253 tys. pojazdokilometrów. Jest to liczba wynikająca z łącznej sumy pomiarów GPR2010 przeliczonych każdorazowo przez długość odcinka dla którego w punkcie pomiarowym obliczono wielkość ruchu.

Poprzez porównanie wyników pracy przewozowej w poszczególnych symulacjach do GPR 2010 obliczono każdorazowo szacunkowy wskaźnik ruchliwości, który dla danej symulacji daje łączną pracę przewozową na sieci zamiejskich odcinków dróg krajowych i wojewódzkich podobną do pracy przewozowej wynikającej z GPR2010. Następnie przeprowadzano jeszcze raz odpowiednią symulację już dla właściwego wskaźnika ruchliwości, tak by łączna praca przewozowa na sieci nie różniła się znacząco od tej w ramach GPR2010.

**Kalibracja modelu** następowała poprzez porównanie natężenia ruchu uzyskanego z pomiarów GPR2010 z natężeniami uzyskanymi w wyniku modelowania ruchu w danej symulacji. Kalibracji poddano całą sieć dróg krajowych i wojewódzkich (wszystkie odcinki na których uzyskano wyniki GPR2010) oraz, w ramach oddzielnej kalibracji dla modelu wielomotywacyjnego, te odcinki, które przecinają granicę gminy.



## 4.2. BUDOWA I KALIBRACJA MODELU BAZOWEGO WĘWNĘTRZNEGO

### 4.2.1. ZAŁOŻENIA SYMULACJI

Procedura badawcza w modelu KoMaR to szereg symulacji mających na celu doprowadzenie do możliwie najlepiej dopasowanego modelu względem ruchu osobowego w Generalnym Pomiarze Ruchu 2010. Podstawą do symulacji jest model bazowy, dla którego założeniem jest liczba ludności w gminie (a szczególnie w każdym z 2321 wyróżnionych rejonów transportowych) pod koniec 2010 r. jako potencjał ruchotwórczy, zarówno po stronie produkcji jak i atrakcji. Liczba ludności w Polsce wynosiła pod koniec 2010 r. 38 529 866 mieszkańców.

Na etapie wstępnym wykonano szereg symulacji związanych z **modelem bazowym wewnętrznym**, tzn. modelem bez udziału ruchu zewnętrznego oraz bez opłat autostradowych. Do symulacji tych należały symulacje związane z modelem prędkości ruchu (podrozdział 4.2.2) oraz oporem przestrzeni (podrozdział 4.2.3). Na dalszym etapie wprowadzono ruch zewnętrzny (podrozdział 4.3.1–4.3.2) oraz opłaty autostradowe (podrozdział 4.3.3).

Tabela 4.3. Procedura badawcza (symulacje) w modelu KoMaR w modelu bazowym wewnętrznym (MBW)

Lp.	Nazwa symulacji	Założenia symulacji
1	<b>Symulacje na modelach prędkości ruchu</b>	Liczba ludności jako produkcja i atrakcja ruchu. Brak ruchu zewnętrznego i opłat autostradowych. Funkcja oporu przestrzeni dla podróży krótkich (tzw. <i>halftime</i> dla 15 minut, por. m.in. Rosik i in. 2017 oraz Rosik i in. 2015). Symulacje wielowariantowe w zależności od przyjętej procedury ustalania prędkości na poszczególnych odcinkach sieci: ETAP I – według modelu prędkości ruchu wykorzystywanego w pracach nad wskaźnikiem WMDT (vWMDT), ETAP II – według modelu z arbitralnymi prędkościami dla poszczególnych kategorii dróg (vo), ETAP III – według różnego udziału modeli (vWMDT) i (vo) w ostatecznej prędkości, ETAP IV – według odpowiedniego regulowania funkcją BPR.
2	<b>Symulacje dla różnych rozkładów ruchu na sieć</b>	Dwa warianty symulacji w zależności od rozkładu ruchu na sieć: 2a – wariant rozłożenia całości ruchu po „najkrótszych ścieżkach”, 2b – wariant stopniowania 70, 20, 10.
3	<b>Symulacje oporu przestrzeni</b>	Cztery warianty w zależności od długości podróży: 3a – podróże bardzo krótkie ( <i>halftime</i> dla 5 minut), 3b – podróże krótkie ( <i>halftime</i> dla 15 minut), 3c – podróże średniej długości ( <i>halftime</i> dla 20 minut), 3d – podróże długie ( <i>halftime</i> dla 30 minut).



#### 4.2.2. MODEL PRĘDKOŚCI RUCHU

Rozkład natężenia ruchu w podróżach długich, w tym koncentrację ruchu na oddawanych w analizowanej dekadzie inwestycjach drogowych można modelować z wykorzystaniem modelu grawitacyjnego z pomocą modelu sieci w transporcie indywidualnym (*PrT*) w ramach oprogramowania PTV VISUM grupy PTV Group. Jest to jeden z dostępnych na rynku programów służących m.in. analizie rozkładu ruchu na sieci. Na pierwszym etapie procedury badawczej określono prędkości na wszystkich odcinkach sieci.

Podstawą do wyznaczania rzeczywistej prędkości na danym odcinku drogi jest określenie tzw. prędkości w ruchu swobodnym. Teoretycznie w warunkach ruchu swobodnego ma miejsce „duża swoboda wyboru prędkości i manewrowania, losowo pojawiające się lokalne zakłócenia są łatwo kompensowalne i nie wpływają znacząco na innych użytkowników” (Gaca i in. 2008, s. 170).

W modelu wykorzystywanym w niniejszym opracowaniu prędkość w ruchu swobodnym została wyznaczona w modelu KoMaR w sposób autorski trzyetapowy, a następnie na czwartym etapie procedury uwzględniono założenia wpływu natężenia ruchu na zmianę prędkości. Jest to zatem oryginalne podejście, alternatywne względem obowiązującego. Wykorzystanie podejścia alternatywnego wiąże się z pośrednim uwzględnieniem innych (poza natężeniem ruchu) ograniczeń prędkości.

**Etap I wyznaczania prędkości. Prędkości specyficzne dla każdego odcinka sieci (vWMDT).** Źródłem danych dotyczących prędkości ruchu samochodów osobowych w 2010 r. był przede wszystkim **model prędkości ruchu** opracowany przez zespół pracowników IGiPZ PAN rozwijany dla potrzeb analiz izochronowych i dostępności potencjałowej (Komornicki i in. 2008, 2010; Komornicki, Śleszyński 2009; Śleszyński 2009, 2012, 2015; Rosik, Śleszyński 2009; Rosik 2012; Więckowski i in. 2012). W modelu tym (modelach) uwzględniano czynniki, słabo lub w ogóle pomijane w typowych modelach inżynierskich, a silnie wpływające na warunki jazdy i tym samym prędkość ruchu. Stąd oszacowana prędkość ruchu nie jest „swobodna”, a ma za zadanie możliwie przybliżyć średnią możliwą do uzyskania prędkość w przemieszczeniach, z uwzględnieniem przepisów kodeksu drogowego, parametrów techniczno-funkcjonalnych dróg i warunków ruchu (Śleszyński 2009; Rosik, Śleszyński 2009). Na potrzeby niniejszego opracowania model prędkości pojazdów osobowych został opracowany przy założeniu wpływu trzech zmiennych na prędkość pojazdów, tj.:

- liczby ludności w buforze 5 km w otoczeniu odcinka,
- obszaru zabudowanego,
- ukształtowania terenu.

Źródłem powyższych zmiennych są wykorzystywane w IGiPZ PAN bazy danych. Skrócowa charakterystyka baz danych została przedstawiona w tab. 4.4.

Prędkości wyjściowe na sieci drogowej w Polsce obliczono na bazie modelu prędkości ruchu wykorzystywanego do obliczania wskaźnika WMDT (wskaźnik międzygałęziowej dostępności transportowej; Komornicki i in. 2014), gdzie prędkość wynika z liczby ludności w buforze odcinka, spadków terenu oraz obszaru zabudowanego na przebiegu odcinka (Śleszyński 2009; Rosik, Śleszyński 2009). Funkcje, które opisują w modelu zależności między prędkością pojazdu a zmiennymi ją warunkującymi mają s-kształtny charakter. Redukcja prędkości

ma charakter ciągły w zależności wspomnianych trzech czynników. Przy niskich wartościach zmiennych redukujących prędkość krzywa opada lekko skutkując niewielkimi spadkami prędkości. Przy większych wartościach zmiennych redukujących prędkość, spadek prędkości jest już znacznie wyższy. Przy bardzo wysokich wartościach zmiennych warunkujących prędkość, jest ona coraz niższa choć jej spadek nie jest już tak duży (granica funkcji jest prędkość minimalna, bliska zerowej, dla zmiennych warunkujących prędkość dążących do nieskończoności).

Tabela 4.4. Źródła danych o parametrach w modelu prędkości ruchu

Nazwa parametru	Opis	Źródło danych	Sposób agregacji danych
Ludność	liczba ludności w buforze 5 kilometrów	rozmieszczenie ludności w rejonach spisowych i miejscowościach w 2008 roku	średnia dla stumetrowych fragmentów tworzących dany odcinek
Obszar zabudowany	odsetek obszaru zabudowanego w buforze 100 metrów; stumetrowy odcinek traktowano jako przebiegający przez teren zabudowany w przypadku gdy wynik obliczeń przekraczał 30%	warstwa „obszar zabudowany” ze zbiorów IGiPZ PAN (Cyfrowa Mapa Polski 1:100 tys.)	odsetek długości odcinka znajdujący się na terenie zabudowanym
Ukształtowanie terenu	wartość odchylenia standardowego różnic wysokości w heksagonie o powierzchni 3 km <sup>2</sup>	baza wysokościowa numerycznego modelu terenu według SRTM-3 dla Polski (Śleszyński 2012)	średnia dla stumetrowych fragmentów tworzących dany odcinek

Źródło: Komornicki i in. (2008)

Dla **liczby ludności** w buforze odcinka, dla różnych kategorii drogi przyjęto pewne poziomy minimalnych prędkości zgodnie z wynikami otrzymanymi np. w systemie Community Traffic stosowanego przez firmę NaviExpert.

Zastosowano następujący wzór (4.1):

$$v_{Li} = v_{k\min} + \frac{v_{k\max} - v_{k\min}}{1 + \varepsilon \frac{(L - \bar{L})L_{sc}}{L}} \quad (4.1)$$

gdzie:

$v_{Li}$  – prędkość wynikająca z wpływu ludności zamieszkałej w buforze 5 km na odcinku drogi  $i$ ,

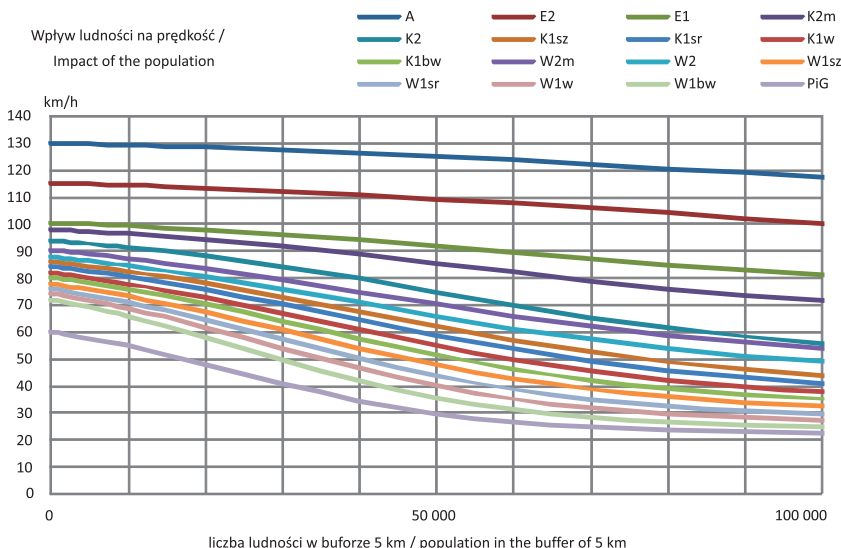
$v_{k\max}$  – górny limit prędkości (dla  $-\infty$ ),

$v_{k\min}$  – dolny limit prędkości (dla  $+\infty$ ),

$L_{sc}$  – parametr kształtu funkcji logitowej; nachylenie krzywej,

$L_{(\text{średnia})}$  – parametr kształtu funkcji logitowej; punkt średni na osi Y (zbliżony do średniej  $L$ ),

$L$  – liczba ludności w buforze 5 km wokół odcinka.



Ryc. 4.2. Wpływ liczby ludności w buforze 5 km na redukcję prędkości pojazdów osobowych

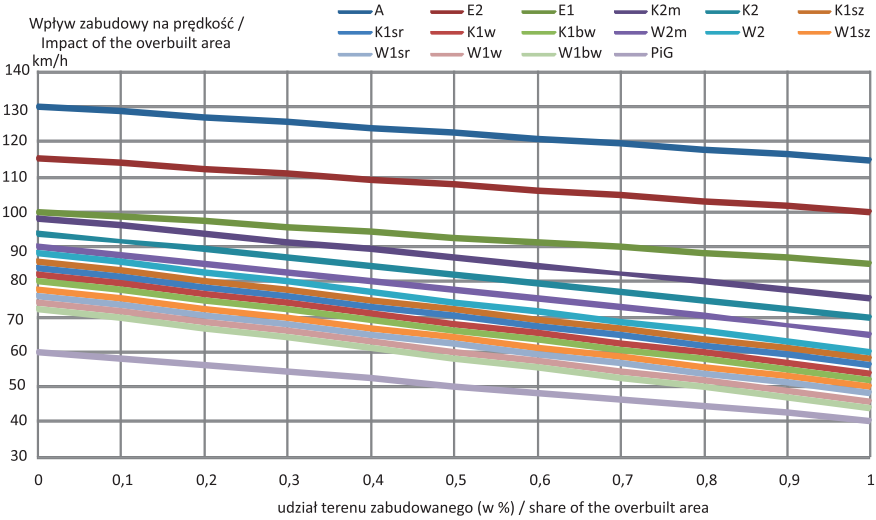
Fig. 4.2. Impact of the population in the segment buffer of 5 km on the reduction of speed of passenger vehicles

Kolejną zmienną warunkującą redukcję prędkości jest przejazd przez **obszar zabudowany**. Założono, że będzie nim obszar, dla którego ponad 30% terenu zajmują zabudowania. Stwierdzono, że 30% udział terenu zabudowanego daje duże prawdopodobieństwo wystąpienia znaku drogowego redukującego prędkość pojazdów na danym odcinku drogi. W tym celu obliczono odsetek obszaru zabudowanego w buforze stumetrowym wokół każdego krótkiego (100 m) fragmentu sieci drogowej. Następnie obliczono dla dłuższych odcinków „wchodzących” do modelu udział fragmentów stumetrowych charakteryzujących się ponad 30-procentowym udziałem obszaru zabudowanego w buforze 100-metrowym. Prędkość wynikająca z wpływu obszaru zabudowanego na odcinku drogi oblicza się za pomocą wzoru (4.2):

$$v_{zi} = v_{kz} \cdot s_{zi} + v_{kn} \cdot s_{ni} \quad (4.2)$$

gdzie:

- $v_{zi}$  – prędkość wynikająca z wpływu obszaru zabudowanego na odcinku drogi  $i$ ,
- $v_{kz}$  – prędkość na obszarze zabudowanym dla kategorii drogi  $k$ ,
- $v_{kn}$  – prędkość na obszarze niezabudowanym dla kategorii drogi  $k$ ,
- $s_{zi}$  – udział obszaru zabudowanego w łącznej długości odcinka  $i$ ,
- $s_{ni}$  – udział obszaru niezabudowanego w łącznej długości odcinka  $i$ .



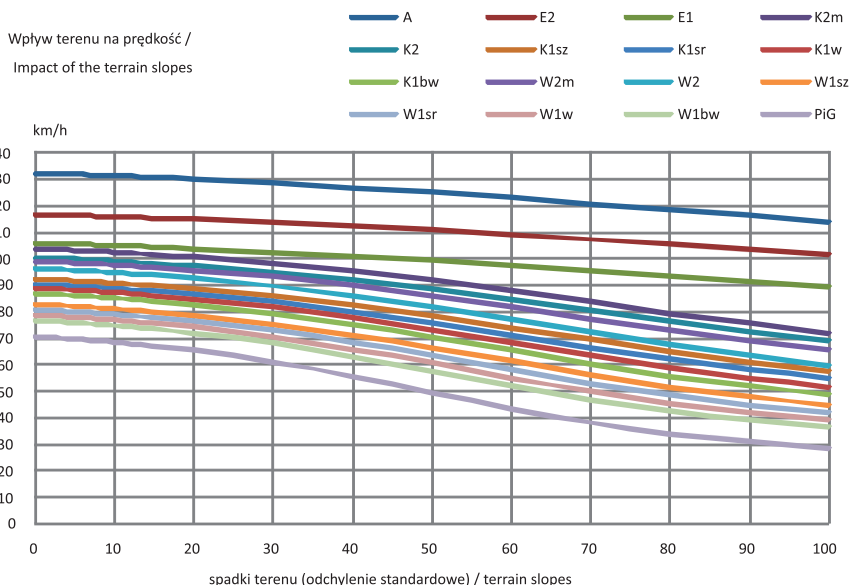
Ryc. 4.3. Wpływ obszaru zabudowanego na redukcję prędkości pojazdów osobowych  
Fig. 4.3. Impact of the overbuilt area in the segment buffer on the reduction of speed of passenger vehicles

Trzecim parametrem wchodzącym do modelu jest **ukształtowanie terenu** określone przez wartości odchylenia standardowego różnic wysokości w heksagonie o powierzchni 3 km<sup>2</sup> (szczegółowa charakterystyka tego parametru i jego uzasadnienie zostały opisane w pracy: Śleszyński 2014). Prędkość wynikająca z wpływu spadków terenu na odcinku drogi jest zgodna ze wzorem (4.3):

$$v_{Ui} = v_{k\min} + \frac{v_{k\max} - v_{k\min}}{1 + e^{\frac{(U-U_{sc})U_{(red)}}{U}}} \quad (4.3)$$

gdzie:

- $v_{Ui}$  – prędkość wynikająca z wpływu spadków terenu na odcinku drogi  $i$ ,
- $v_{k\max}$  – górny limit prędkości (dla  $-\infty$ ),
- $v_{k\min}$  – dolny limit prędkości (dla  $+\infty$ ),
- $U_{sc}$  – parametr kształtu funkcji logitowej: nachylenie krzywej,
- $U_{(red)}$  – parametr kształtu funkcji logitowej: punkt średni na osi Y (zbliżony do średniej  $U$ ),
- $U$  – odchylenie standardowe różnic wysokości w heksagonie o boku 3 km.



Ryc. 4.4. Wpływ spadków terenu na redukcję prędkości samochodów osobowych  
Fig. 4.4. Impact of the population in the terrain slopes on the reduction of speed of passenger vehicles

Ogólny wpływ poszczególnych zmiennych w modelu na prędkość pojazdów na odcinku drogi wyliczono za pomocą tzw. „zasady najłabszego ogniwa”. Zasada ta polega na tym, że przy obliczaniu średniej prędkości na danym odcinku wybiera się minimalną prędkość, wynikającą z wpływu poszczególnych zmiennych warunkujących prędkość. Tym samym występujące ograniczenia nie sumują się, a prędkość średnia pojazdów na dowolnym odcinku drogi w Polsce wynika zatem ze wzoru (4.4):

$$v_i = \min \{ f_{Li}, f_{Zi}, f_{Ui} \} \quad (4.4)$$

gdzie:

$v_i$  – prędkość na odcinku drogi  $i$ ,

$f_{Li}$  – prędkość wynikająca z wpływu ludności zamieszkałej w buforze 5 km od odcinka drogi  $i$ ,

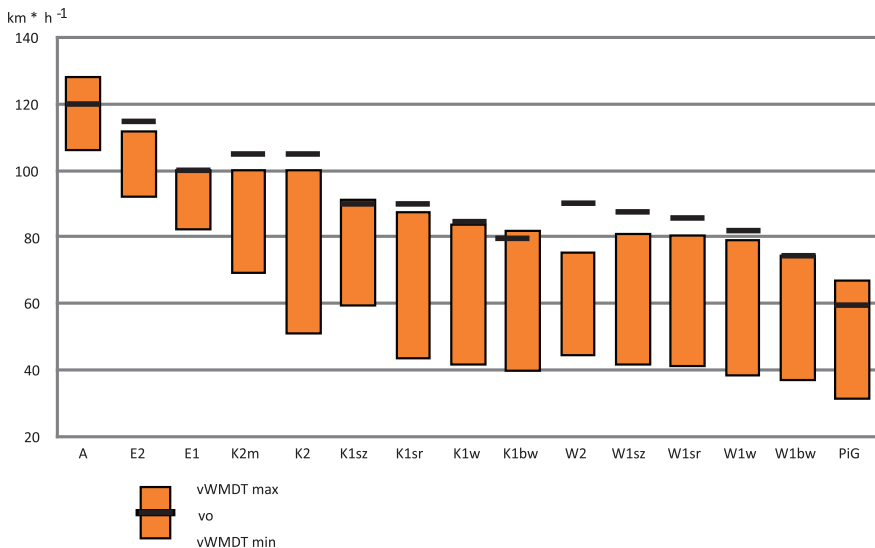
$f_{Zi}$  – prędkość wynikająca z wpływu obszaru zabudowanego na odcinku drogi  $i$ ,

$f_{Ui}$  – prędkość wynikająca z wpływu spadków terenu na odcinku drogi  $i$

Dla poszczególnych kategorii dróg prędkości w tzw. modelu prędkości WMDT (vWMDT) różnią się w zależności od liczby ludności w buforze odcinka, udziału obszaru zabudowanego i spadków terenu (por. vWMDT w tabeli 4.5). Jednak o ile wyżej opisana procedura ustalania prędkości dobrze sprawdza się dla modeli uwzględniających natężenie ruchu na poziomie lokalnym (poprzez liczbę ludności zamieszkałej w buforze odcinka), o tyle w warunkach pracy z programem PTV VISUM otrzymane prędkości w modelu WMDT należy odpowiednio

skorygować, tak by po uwzględnieniu natężenia ruchu nie były one zbyt niskie w relacji do prędkości rzeczywistych. W tym celu wprowadzony dodatkowy etap procedury wyznaczania prędkości w postaci tzw. prędkości korygujących przypisanych poszczególnym kategoriom dróg.

**Etap II wyznaczania prędkości. Uwzględnienie prędkości korygujących dla kategorii dróg ( $v_o$ ).** W kolejnym kroku przeprowadzono analizy symulacyjne z wykorzystaniem programu PTV VISUM. Dokonano weryfikacji rozkładu ruchu w tzw. modelu bazowym na sieć transportową przy wyznaczonych prędkościach  $vWMDT$ . Ze wstępnych symulacji wynikało, że w przypadku zastosowania modelu prędkości  $vWMDT$  ruch w ogromnym stopniu jest skoncentrowany na najszybszych drogach (autostradach i drogach ekspresowych), co skutkuje dużymi różnicami względem rzeczywistego rozkładu ruchu według GPR. Z tego względu prędkości  $v_o$  zostały wyznaczone nie tylko na odpowiednio wyższym poziomie dla wszystkich kategorii dróg (w celu „wyrównania” spadku na dalszym etapie modelowania wynikającego z natężenia ruchu), ale również w taki sposób by „spłaszczyć” ostateczne różnice w prędkościach między najszybszymi autostradami i drogami ekspresowymi a drogami jednojezdniowymi (znacznie wyższe względem  $vWMDT$  prędkości korygujące na drogach wojewódzkich, nieco wyższe na drogach krajowych i prawie identyczne do  $vWMDT$  na drogach ekspresowych i autostradach), co w dużym stopniu wynikało z przeprowadzenia szeregu symulacji. Nastąpiło w ten sposób zmniejszenie zróżnicowania prędkości w zależności od kategorii drogi (ryc. 4.5).

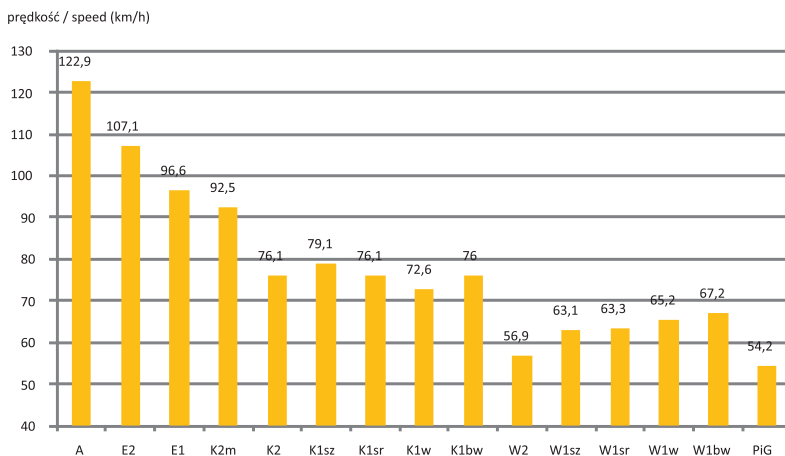


Ryc. 4.5. ETAP I i ETAP II. Wyjściowe prędkości wynikające z modelu WMDTII ( $vWMDT$ ) (wartości od minimalnych do maksymalnych dla całej sieci) i dodatkowych założeń korygujących ( $v_o$ )

Fig. 4.5. STAGE I and STAGE II. Speeds obtained from the model WMDTII ( $vWMDT$ ), from minimum to maximum values for the entire network, and from additional correcting assumptions ( $v_o$ )

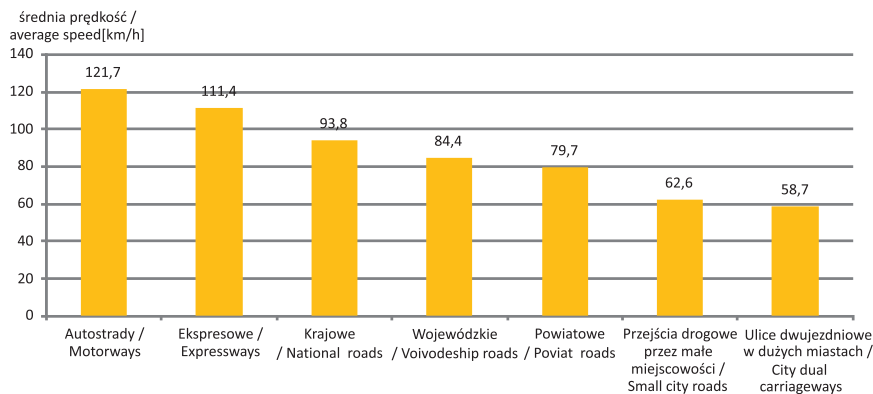


**Etap III wyznaczania prędkości. Model mieszany uwzględniający vWMDT i vo.** Symulacje wskazały, że wkład w ostateczną prędkość dla każdego z odcinków z modelu prędkości WMDT (vWMDT) wynosił 0,75. Pozostała część (waga 0,25) dla prędkości została wyznaczona dla każdej kategorii drogi, na podstawie dodatkowych założeń korygujących, tj. odpowiednio wyższych prędkości w ruchu w zależności od kategorii drogi (vo w tabeli 4.5).



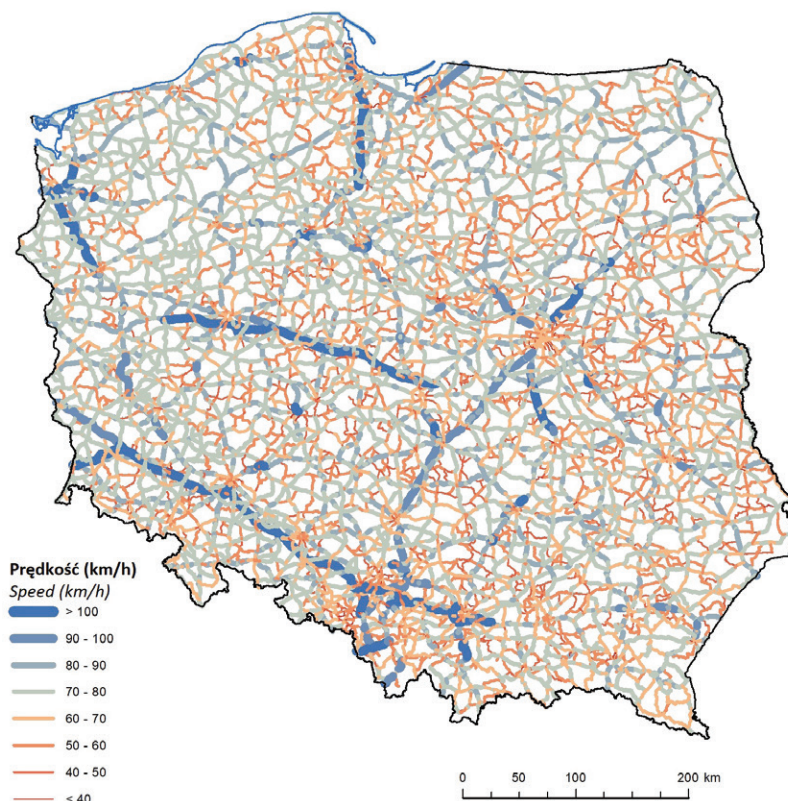
Ryc. 4.6. ETAP III. Średnie prędkości w ruchu ograniczonym ludnością w buforze odcinka, obszarem zabudowanym, spadkami terenu i dodatkowymi założeniami korygującymi (model 0,75 vWMDT x 0,25vo)

Fig. 4.6. STAGE III. Mean speeds in the traffic limited by: population in the segment buffer, overbuilt area, terrain slopes and additional correcting assumptions (model 0.75 vWMDT x 0.25vo)



Ryc. 4.7. Średnie prędkości pojazdów (zagregowane do doby) na poszczególnych typach dróg na obszarze niezabudowanym oraz na przejściach drogowych przez małe miejscowości i na ulicach dwujezdniowych w dużych miastach w 2013 r.

Fig. 4.7. Mean vehicle speeds (24 hour aggregates) on individual types of roads outside of overbuilt areas, and on road crossings through small localities and separate traffic streets in large cities in 2013  
 Źródło: *Prędkość pojazdów...* (2014) (<https://www.obserwatoriumbrd.pl/resource/8977d087-78cc-4d0a-aa9f-18994b965028:JCR>)



Ryc. 4.8. Prędkości na sieci drogowej w 2010 r. (ograniczenie prędkości ludnością w buforze odcinka obszarem zabudowanym, spadkami terenu i dodatkowymi założeniami korygującymi) przed korektą związaną z uwzględnieniem natężenia ruchu (ujęcie modelowe)

Fig. 4.8. Speeds on the road network in 2010 (limitation of speed by the population in the buffer of the segment, by overbuilt areas, terrain slopes, and additional correcting assumptions) before the correction linked to traffic intensity (model rendition)

Ostateczne prędkości w ruchu ograniczonym ludnością w buforze odcinka, obszarem zabudowanym, spadkami terenu, a także dodatkowymi założeniami wynosiły od 31,5 km/h (wartość minimalna) dla „najwolniejszych” dróg powiatowych i gminnych do 127,5 km/h (wartość maksymalna) dla niektórych odcinków autostrad. Średnia prędkość ważona długością odcinka na tym etapie analizy dla wszystkich 14069 odcinków wyniosła 68,7 km/h (ryc. 4.6 i tab. 4.5). Niższe prędkości dla dwujezdniowych dróg wojewódzkich wynikają z tego, że duża ich część zlokalizowana jest w miastach.

Warto porównać otrzymane średnie prędkości na poszczególnych drogach z wynikami ogólnokrajowego badania prędkości przeprowadzonymi przez Krajową Radę Bezpieczeństwa Ruchu Drogowego (KRBRD) w 2013 i 2014 r. (*Prędkość pojazdów...* 2014). Na obszarze niezabudowanym prędkości na autostradach i drogach ekspresowych są zbliżone do otrzymanych w modelu, natomiast na drogach krajowych i wojewódzkich średnie prędkości w modelu są odpowiednio niższe od tych podawanych przez KRBRD, przy czym różnica jest wyższa dla dróg

wojewódzkich, co wynika naturalnie z dużego wpływu obszaru zabudowanego na uzyskiwane prędkości i niższe prędkości uzyskiwane na drogach wojewódzkich niż na krajowych w przejściach przez miejscowości (ryc. 4.7).

Uzyskane wyniki w ujęciu zróżnicowania prędkości ograniczonej ludnością w buforze odcinka, obszarem zabudowanym, spadkami terenu i dodatkowymi założeniami korygującymi w ujęciu przestrzennym przedstawiono na ryc. 4.8.

**Etap IV. Wpływ natężenia ruchu na zmianę prędkości.** Na dalszym etapie ustalania prędkości w modelu, wpływ na jej obniżenie ma natężenie ruchu. Określono przepustowości dla poszczególnych kategorii w godzinie szczytu ( $q_{max}$ ), następnie pomnożono te wartości przez 10 zakładając, że natężenie w godzinie szczytu odpowiada 10% natężenia dobowego. Najczęściej wykorzystywanej obecnie **funkcji oporu odcinka** jaką jest funkcja BPR (o parametrach  $a$ ,  $b$  i  $c$ ) (por. Szarata 2013). W świetle przyjętych podstawowych definicji funkcja oporu odcinka to funkcja wyznaczająca opór odcinków na trasie transportowej między węzłami transportowymi rozpoczęcia i zakończenia podróży dla potrzeb modelowania rozkładu ruchu w sieci transportowej. Opór odcinka dla potoku ruchu pojazdów uwzględnia czynnik czasu przejazdu i długości drogi w funkcji natężenia ruchu.

Tabela 4.5. Prędkości wynikające z etapów (I-III) procedury badawczej oraz założenia etapu IV (przepustowość oraz wartości parametrów w funkcji oporu odcinka (BPR) według kategorii drogi)

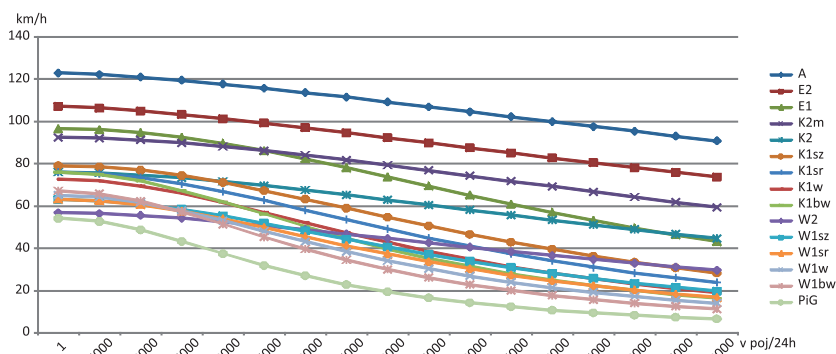
Kategoria drogi*	Liczba odcinków	Rezultaty ETAPÓW I, II i III					Założenia ETAPU IV			
		I	II	III			$q_{max}$ (24h)	Parametry funkcji BPR		
				vWMDT	vo	Ostateczne prędkości przed parametryzowaniem funkcją BPR			a	b
vomin	vomax	vosr								
A	105	101-130	120	105,75	127,50	122,9	20 000	1,00	1,50	4,00
E2	149	85-110	115	92,50	111,25	107,1	17 000	1,00	1,50	4,00
E1	67	80-100	100	85,00	100,00	96,6	12 000	1,00	2,00	3,00
K2m	29	50-95	105	63,75	97,50	92,5	16 000	1,00	1,75	3,50
K2	691	50-95	105	63,75	97,50	76,1	14 000	1,00	1,75	3,50
K1sz	171	40-86	90	52,50	87,00	79,1	10 000	1,00	2,00	3,00
K1sr	2028	36-84	90	49,50	85,50	76,1	9000	1,00	2,00	3,00
K1w	2225	34-82	85	46,75	82,75	72,6	8000	1,00	2,00	3,00
K1bw	1286	33-80	80	44,75	80,00	76,0	7000	1,00	2,00	3,00
W2	145	44-76	90	55,50	79,50	56,9	12 000	1,00	1,75	3,50
W1sz	45	30-74	88	43,75	76,75	63,1	9000	1,00	2,00	3,00
W1sr	810	28-74	86	41,50	76,00	63,3	8000	1,00	2,00	3,00
W1w	3657	26-74	82	39,50	75,50	65,2	7000	1,00	2,00	3,00
W1bw	294	24-72	75	36,75	72,75	67,2	6000	1,00	2,00	3,00
PiG	2367	22-56	60**	31,50	64,50	54,2	5000	1,00	2,00	3,00
Razem	14069	22-130	60-120	31,50	127,50	68,7	-	-	-	-

\*A – autostrada, E2 – droga ekspresowa dwujezdniowa, E1 – droga ekspresowa jednojezdniowa, K2 – droga krajowa dwujezdniowa (K2m – zmodernizowana), W2 – droga wojewódzka dwujezdniowa, K1/W1 – jednojezdniowe drogi krajowe/wojewódzkie (według szerokości jezdni – sz (szeroka), sr (średnia), w (wąska) i bw (bardzo wąska)), PiG – droga powiatowa lub gminna

\*\*Dla dróg, wyższych kategorii, które zostały „zdegradowane” w wyniku inwestycji infrastrukturalnych (np. przy realizacji obwodnic) do dróg gminnych pozostawiono prędkości przed zmianą kategorii

Funkcja BPR skutkowała odpowiednim obniżeniem prędkości na danym odcinku w programie PTV VISUM w zależności od natężenia ruchu w danej symulacji.

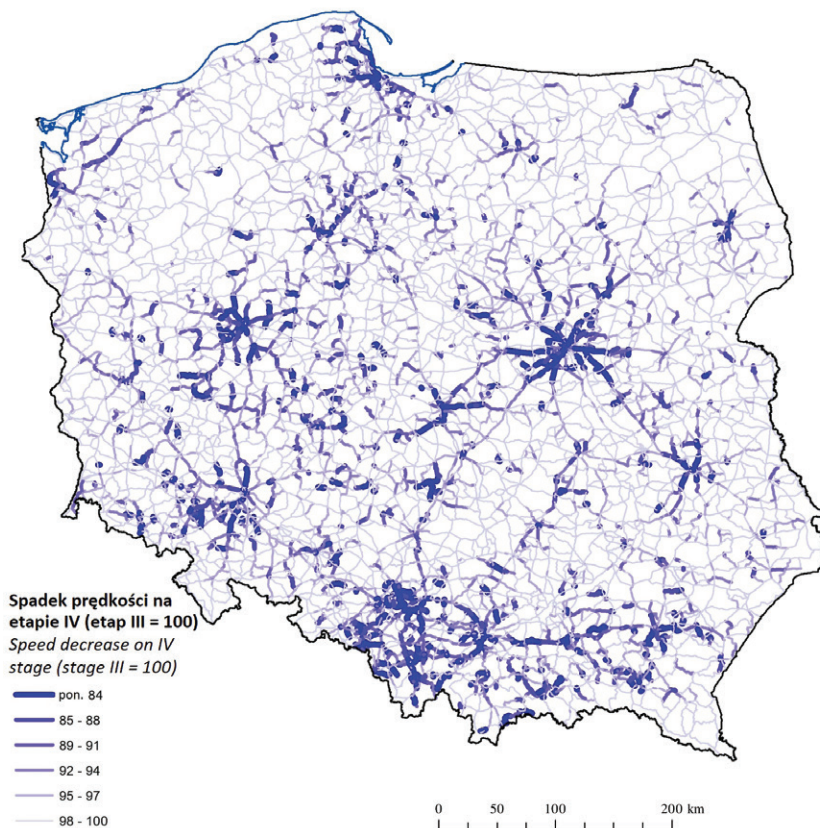
Co istotne, wybrano dla funkcji BPR takie parametry, dla których spadek prędkości nie jest tak wysoki, jak się zazwyczaj przyjmuje w tego typu analizach. Niewielki udział natężenia ruchu w spadkach prędkości wynika z faktu, iż częściowo natężenie ruchu jest już w modelu ujęte w postaci liczby ludności w buforze odcinka, co nie ma miejsca w innego tego typu analizach (tab. 4.5; ryc. 4.9). Przyjęto, że funkcja BPR odnosi się do natężenia dobowego dla przekroju (w obu kierunkach). Założono, że ruch pojazdów dotyczy w całości pojazdów osobowych.



Ryc. 4.9. ETAP IV. Funkcje oporu odcinka (funkcje BPR). Wpływ natężenia ruchu pojazdów osobowych (natężenie dobowe w przekroju) na zmianę prędkości na danym odcinku w zależności od kategorii drogi (dla przykładowych średnich dla danej kategorii wyjściowych prędkości ograniczonych ludnością w buforze odcinka, obszarem zabudowanym, spadkami terenu i dodatkowymi założeniami korygującymi)

Fig. 4.9. STAGE IV. Segment resistance functions (BPR functions). Impact of passenger vehicle traffic intensity (daily intensity at measurement point) on speed change on a given segment depending upon road category (for exemplary means for the given category of the initial speeds, limited by population in the segment buffer, overbuilt area, terrain slopes and additional correcting assumptions)

Ostatecznie spadki prędkości na sieci względem prędkości wynikających z kategorii dróg są najwyższe w miastach i aglomeracjach. Zaznaczają się również szczególnie obciążone ruchem ciągi jednojezdniowych dróg krajowych (ryc. 4.10). Oczywiście w każdej symulacji obraz ostatecznych prędkości jest inny i wynika każdorazowo z rozkładu natężenia ruchu na sieci.



Ryc. 4.10. Przykładowy obraz spadku prędkości w modelu bazowym w relacji do prędkości wyjściowych  $v_0$  ( $v_0 = 100$ )

Fig. 4.10. An instance of the image of speed decrease in the base model in relation to initial speeds  $v_0$  ( $v_0 = 100$ )

#### 4.2.3. OPÓR PRZESTRZENI

Opór przestrzeni jest kluczowym wskaźnikiem dla rozkładu ruchu na sieci. W celu wskazania właściwej formy funkcyjnej posłużono się funkcjami wykładniczymi o podstawie logarytmu naturalnego (tzw. funkcje eksponencjalne). Funkcja wykładnicza jest dostępna w programie PTV VISUM, a jednocześnie nie ma charakterystycznego „garbika” jak inne funkcje oporu posiadające maksimum poza punktem zerowym, co ma na celu niedopuszczenie do generowania największej liczby podróży o bardzo krótkim czasie. Tym samym dla tej funkcji atrakcyjność celu podróży zawsze maleje wraz ze zwiększaniem się czasu podróży. Wraz ze wzrostem wykładnika potęgi, jakim jest parametr  $\beta$ , maleje czas podróży, dla której atrakcyjność celu podróży maleje dwukrotnie względem sytuacji pełnej dostępności i braku potrzeby wykonania podróży (cel w miejscu będącym źródłem podróży) (tab. 4.6; ryc. 4.11).

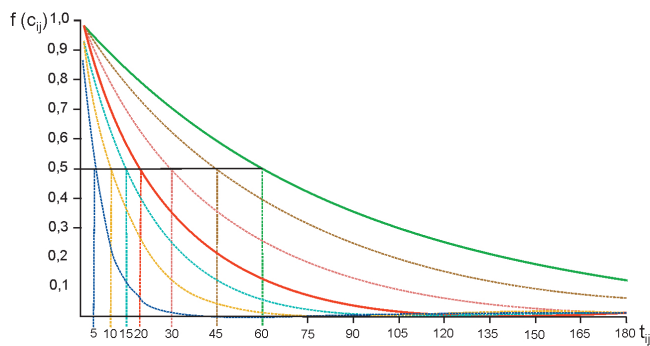


Tabela 4.6. Parametr  $\beta$  według połowy  $t_{ij}$ 

Spadek atrakcyjności celu podróży do połowy (wartość połowy $t_{ij}$ w minutach)	$\beta$ parametr	$t_{ij}$ (w minutach) jeżeli $f(t_{ij})$ wynosi		
		0,75	0,25	0,1
5	0,138629	2,1	10,0	16,6
10	0,069315	4,2	20,0	33,2
15	0,046210	6,2	30,0	49,8
20	0,034657	8,3	40,0	66,4
30	0,023105	12,5	60,0	99,7
45	0,015403	18,7	90,0	149,5
60	0,011552	24,9	120,0	199,3

Źródło: Spiekermann i in. 2015; ESPON TRACC, Technical note (TRACC TN07 – beta tests)

Wykonano szereg symulacji w programie PTV VISUM dla różnych wartości parametru  $\beta$  (por. Stępnia, Rosik 2018). Wskazano, że dobre dopasowanie modelu bazowego jest w obszarze spadku atrakcyjności celu podróży dla czasu podróży rzędu 5-30 minut. Z uwzględnionych wariantów najlepszym dopasowaniem okazała się funkcja oporu przestrzeni dla wykładnika potęgi  $\beta = 0,046210$ , co odpowiada spadkowi atrakcyjności celu podróży o połowę dla podróży trwającej 15 minut. Jest to dosyć ciekawa konstatacja, gdyż w ramach projektu ESPON TRACC partnerzy z siedmiu krajów wskazywali częściej na 20 minut (6 wskazań) lub 30 minut (4 wskazania – w tym wskazanie z Polski). Na 15-minutowy czas podróży obniżający atrakcyjność celu o połowę wskazali jedynie partnerzy z Czech, Finlandii i Niemiec (Spiekermann i in. 2015).

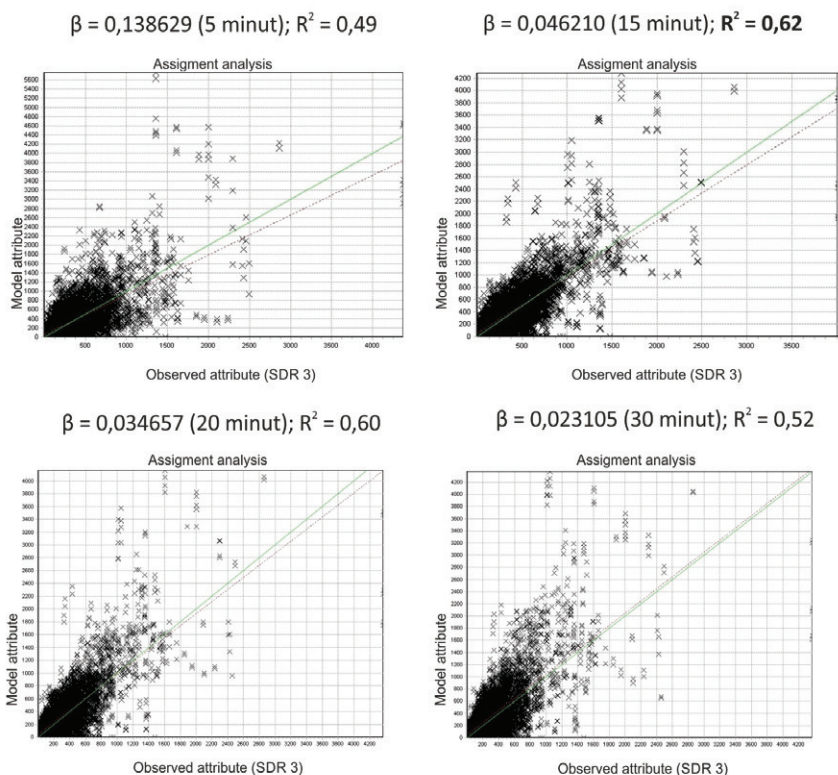


Ryc. 4.11. Funkcje oporu przestrzeni dla różnych parametrów beta

Fig. 4.11. Distance decay functions for various beta parameters

Źródło / Source: Spiekermann i in. 2015; ESPON TRACC, Technical note (TRACC TN07 – beta tests)





Ryc. 4.12. Analiza stopnia dopasowania modelu dla różnych wartości współczynnika w wykładniku funkcji oporu przestrzeni

Fig. 4.12. Analysis of degree of model fit for various values of coefficient in the exponent of the distance decay function

Biorąc pod uwagę rozkłady ruchu na sieci warto zauważyć, że im wyższy wykładnik podróży, tzn. im krótsza podróż, tym bardziej ruch odpowiada zróżnicowaniu liczby ludności w rejonach transportowych i koncentruje się w aglomeracjach i dużych miastach, a mniej na terenach wiejskich i drogach łączących najważniejsze aglomeracje. Z kolei im dłuższe podróże tym ruch w naturalny sposób bardziej koncentruje się ciągach autostrad i dróg ekspresowych. Rozróżnienie długości podróży i podział na podróże długie i krótkie ma znaczenie relatywne (względem siebie) i nie można tego podziału odnosić do percepcji odległości w znaczeniu potocznym.

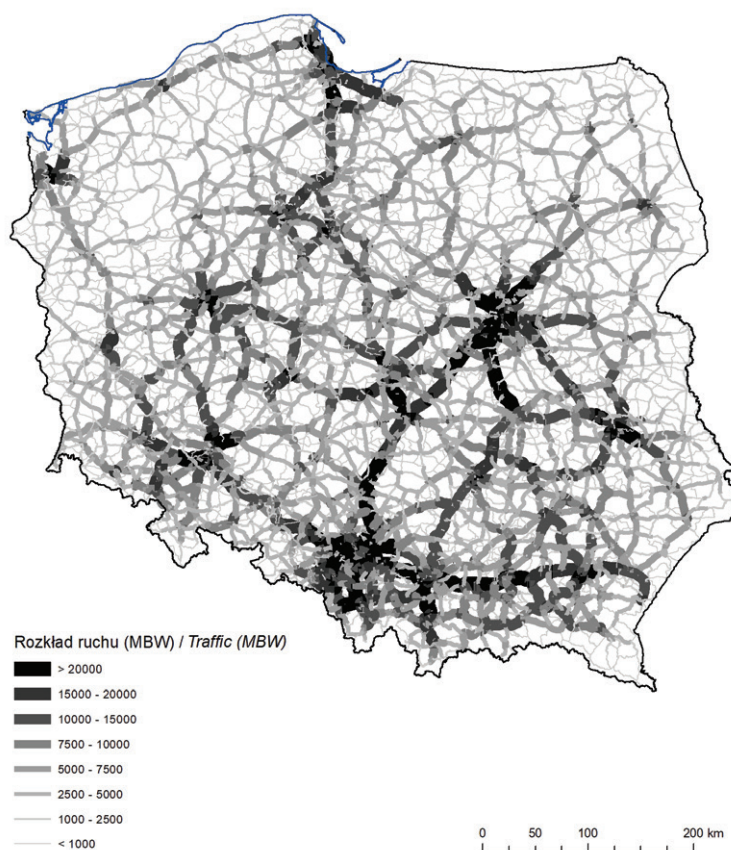
Podsumowując rozważania związane z założeniami **modelu bazowego wewnętrznego**, ostatecznie przyjęto następujące:

- liczba ludności w rejonie transportowym jest zarówno produkcją jak i atrakcją.
- prędkości wyjściowe na sieci wynikają dla każdego odcinka z prędkości wynikających z modelu WMDT (vWMDT) oraz przyjętych dodatkowych założeń korygujących dla kategorii drogi (vo) i są odpowiednio obniżane z wykorzystaniem funkcji BPR według kategorii drogi w programie PTV VISUM.

- opór przestrzeni to funkcja wykładnicza eksponencjalna o wykładniku potęgi równym 0,046210, co jest równoznaczne z obniżeniem atrakcyjności celu podróży o połowę dla podróży trwającej 15 minut (*halftime* równy 15 minut).

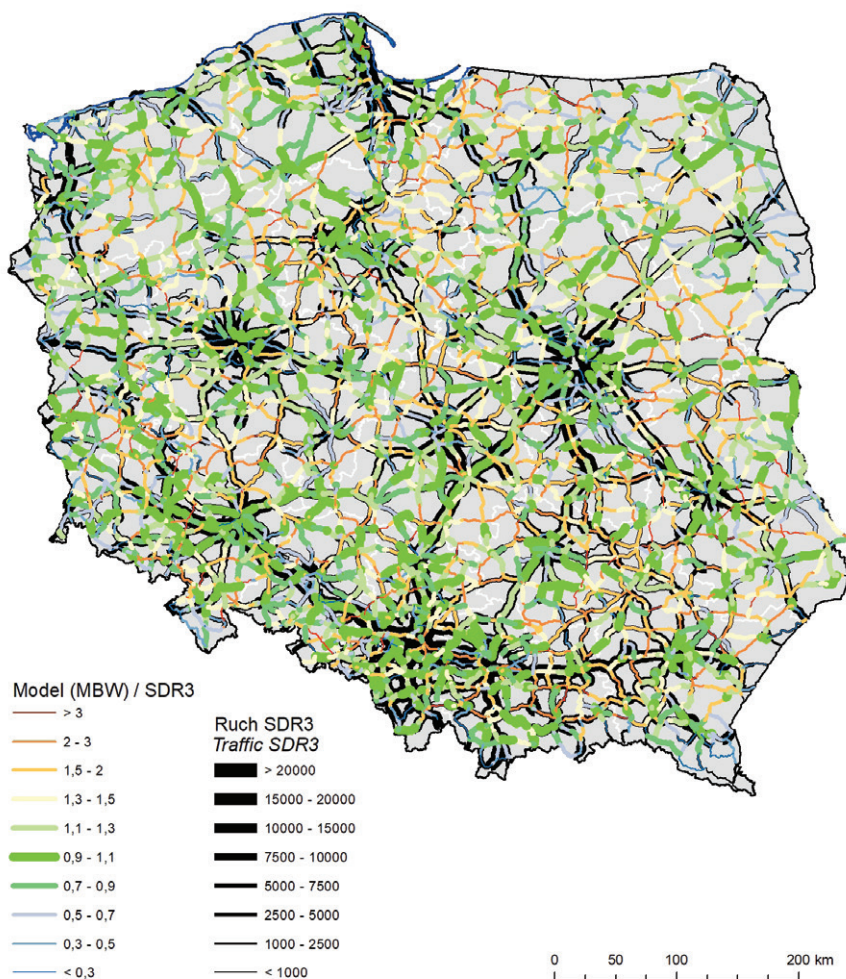
#### 4.2.4. REZULTATY MODELU BAZOWEGO WEWNĘTRZNEGO

Przy wybranym wykładniku potęgi  $\beta = 0,046210$  rozkład ruchu i odchylenia względem GPR2010 wyglądają następująco (ryc. 4.13, 4.14).



Ryc. 4.13. Rozkład średniodobowego natężenia ruchu pojazdów osobowych w 2010 r. dla modelu bazowego wewnętrznego (MBW)

Fig. 4.13. Theoretical distribution of traffic of passenger vehicles in 2010. Interrial model (MBW)



Ryc. 4.14. Przeszacowanie / niedoszacowanie średniodobowego natężenia ruchu pojazdów osobowych w 2010 r. Model bazowy wewnętrzny (MBW) a GPR2010  
 Fig. 4.14. Overestimation / underestimation of the traffic of passenger vehicles in 2010. Theoretical distribution (interial model) in relation to the results of GPR2010

W ruchu wewnętrznym przy braku uwzględnienia opłat autostradowych zauważalne jest:

#### Niedoszacowanie ruchu:

- obszarów przygranicznych, przede wszystkim odcinków doprowadzających ruch do przejść granicznych i punktów przecięcia granicy, co jest związane z brakiem ruchu zewnętrznego w modelu bazowym wewnętrznym,
- dróg dojazdowych do największych rynków pracy, np. do Warszawy, Poznania, Trójmiasta lub Krakowa, co wynika z przyjętej atrakcji w postaci liczby ludności, a nie liczby miejsc pracy.

### Przeszacowanie ruchu:

- niektórych odcinków autostrad płatnych (np. między Katowicami i Krakowem oraz między Gdańskiem a Grudziądzem), co jest konsekwencją braku w modelu wewnętrznym kar czasowych na tych odcinkach,
- południowej autostradowej obwodnicy Poznania, która jest odcinkiem bezpłatnym, ale styka się ze wschodu i zachodu z odcinkami płatnymi,
- wielu odcinków dróg położonych z dala od aglomeracji i na terenach wiejskich.

## 4.3. BUDOWA I KALIBRACJA MODELU BAZOWEGO Z RUCHEM ZEWNĘTRZNYM I OPŁATAMI AUTOSTRADOWYMI

### 4.3.1. ZAŁOŻENIA SYMULACJI

Na dalszym etapie budowy modelu wprowadza się założenia dotyczące ruchu zewnętrznego (podrozdział 4.3.2) oraz kar czasowych na płatnych odcinkach autostradowych (podrozdział 4.3.3). Ruch zewnętrzny, zarówno tranzytowy, jak i zewnętrzny źródłowy i docelowy analizowano w podziale na krótko- i długodystansowe podróże.

Tabela 4.7. Procedura badawcza (symulacje) w modelu KoMaR w modelu bazowym z ruchem zewnętrznym

Lp.	Nazwa symulacji (MBW)	Założenia symulacji
1-3	model bazowy wewnętrzny	jak w tab. 4.3
4	model bazowy z ruchem zewnętrznym bez opłat autostradowych (MBZBO)	założenia jak w modelu bazowym wewnętrznym z wyjątkiem uwzględnienia ruchu zewnętrznego tranzytowego, zewnętrznego docelowego i źródłowego (długo- i krótkodystansowego)
5	model bazowy z ruchem zewnętrznym z opłatami autostradowymi (MBZ)	założenia jak w modelu bazowym z ruchem zewnętrznym; wprowadzenie opłat autostradowych

### 4.3.2. PODZIAŁ RUCHU ZEWNĘTRZNEGO

Z wyjątkiem symulacji nr 1 i 2 (por. tab. 4.3) procedura badawcza uwzględnia ruch zewnętrzny i rejony transportowe zewnętrzne. Opisuąc założenia ruchu zewnętrznego należy przypomnieć najważniejsze pojęcia. Rejony transportowe zewnętrzne to obszary zlokalizowane poza obrębem zasięgu przestrzennego badania. Ruch zewnętrzny to potok ruchu docelowego, ruchu źródłowego i ruchu tranzytowego w sieci transportowej wydzielonej jednostki terytorialnej. Ruch tranzytowy to część potoku ruchu w sieci transportowej wydzielonej jednostki terytorialnej, którego wektor transportowy nie zawiera węzłów transportowych rozpoczęcia i zakończenia podróży w granicach jej obszaru. Ruch zewnętrzny docelowy to potok ruchu, którego wektor transportowy wyprowadzony jest spoza wydzielonej jednostki terytorialnej (jako zbioru węzłów rozpoczęcia podróży)



i skierowany do zawartego wewnątrz niej obszaru (jako zbioru węzłów zakończenia podróży), a ruch zewnętrzny źródłowy to potok ruchu, którego wektor transportowy skierowany jest poza wydzieloną jednostkę terytorialną (jako zbioru węzłów zakończenia podróży) a wyprowadzony z zawartego wewnątrz niej obszaru (jako zbioru węzłów rozpoczęcia podróży).

Źródłem podróży w ruchu zewnętrznym docelowym i celem podróży w ruchu zewnętrznym źródłowym jest w modelu 59 przejść granicznych. Część z nich zlokalizowanych w 2010 r. na granicach wewnętrznych strefy Schengen jest *de facto* jedynie punktami granicznymi. Przejściom granicznym przypisano wartość ruchu pojazdów osobowych równoważną odcinkom pomiarowym prowadzącym do granicy państwa. Z różnych przyczyn nie uwzględniono w analizie trzech przejść na drogach wojewódzkich (DW317 w Zgorzelcu, DW138 w Gubinie i DW352 w Bogatyni). W Zgorzelcu nastąpiła w 2012 r. zmiana kategorii drogi i ma ona teraz charakter wewnątrzmijski. W Gubinie i Bogatyni węzeł drogowy (węzeł rozpoczęcia i zakończenia podróży) jest zlokalizowany w bardzo bliskiej odległości do przejścia granicznego, a wartości GPR2010 są relatywnie wysokie, przez co można domniemywać, że jest to ruch w dużym stopniu generowany wewnątrz miast – Gubina i Bogatyni. Ruch na analogicznie jak w Gubinie położonym przejściu w Słubicach uwzględniono w połowie, ponieważ jest ono zlokalizowane na drodze krajowej i częściowo służy do obsługi nie tylko Słubic, ale również ruchu z Frankfurtu nad Odrą w kierunku np. Kostrzyna nad Odrą lub Krosna Odrzańskiego.

Ruch zewnętrzny pojazdów osobowych nie wpływa znacząco na ruch wewnątrz kraju. Łącznie na wszystkich punktach granicznych w 2010 r. zidentyfikowano blisko 200 tys./24h pojazdów osobowych. Z czego najczęściej na granicy niemieckiej – ponad 75 tys. pojazdów na dobę (przy czym w samym Zgorzelcu – przejście wyłączone z dalszych analiz – zanotowano ponad 15 tys.); czeskiej – blisko 50 tys. oraz słowackiej i ukraińskiej – około 20 tys. Ze względu na ogólne proporcje wielkości ruchu zewnętrznego (tranzytowego, bądź nie) względem ruchu wewnętrznego, mając na uwadze jego relatywnie większe znaczenie na obszarach przygranicznych, ruch ten został potraktowany jednolicie, bez wydzielania poszczególnych motywacji podróży (z wyjątkiem podziału na tzw. podróże długie i krótkie).

Tabela 4.8. Porównanie wielkości ruchu granicznego na odcinkach granic według wyników badania GPR w 2010 r. i pomiaru GUS w 2014 r.

Granica	GPR (samochody osobowe)		GUS	
	w pojazdach na dobę	ogółem=100	w mln osób rocznie	ogółem=100
Łądowa	191 797	100,0	231,7	100
Zewnętrzna UE	40 344	21,0	33,1	14,3
Wewnętrzna UE	151 453	79,0	198,6	85,7
Z Niemcami	75 936	39,6	105,2	45,4
Z Czechami	49 834	26,0	54,6	23,6
Ze Słowacją	21 853	11,4	31,3	13,5
Z Ukrainą	19 908	10,4	17,7	7,6
Z Białorusią	12 625	6,6	8,8	3,8
Z Litwą	3830	2,0	7,5	3,2
Z Rosją	7811	4,1	6,6	2,8

Źródło: opracowanie własne na podstawie danych GPR i *Ruch graniczny...* (2015)

Na potrzeby oszacowania struktury ruchu zewnętrznego wykorzystano głównie wyniki badania obrotów towarów i usług na granicy prowadzonego przez GUS systematycznie od 2009 r. (dla odcinka granicy polsko-ukraińskiej, od 2010 r. – na granicy zewnętrznej UE, a od 2014 r. – na wszystkich odcinkach granic Polski), dane o kształtowaniu się ruchu na granicy zewnętrznej UE w Polsce ze Straży Granicznej, a dla ruchu tranzytowego – szacunek Komornickiego (2010) opracowany dla 2007 r. W przypadku badania GUS ruch zewnętrzny na granicy lądowej wyniósł 231,7 mln osób w 2014 r., przy zdecydowanej przewadze ruchu na granicy wewnętrznej UE (ponad 85%), analogicznie jak w przypadku wyników badania GPR 2010, gdzie stanowił blisko 80% ruchu ogółem. Przykładowo ruch na granicy niemieckiej stanowił w oparciu o wyniki badania GUS około 45% ruchu na granicy lądowej ogółem, a w przypadku badania GPR – blisko 40% (por. tab. 4.8). Trzeba podkreślić, że z jednej strony struktury wielkości ruchu na poszczególnych odcinkach granicy lądowej są zbliżone (maksymalne różnice wynoszą kilka pkt. proc.), z drugiej strony różnice w wielkości ruchu wynikają nie tylko z różnych okresów pomiaru, ale również ze sposobu pomiaru (dane dla pomiaru GPR dotyczą liczby pojazdów osobowych, natomiast dane z badania GUS obejmują liczbę przekroczeń granicy w osobach).

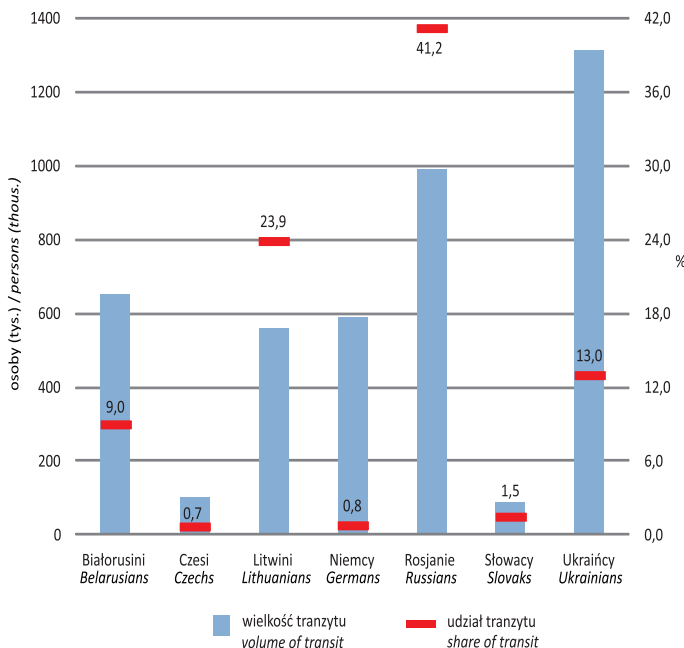
W przypadku ruchu tranzytowego przyjęto, że w ruchu drogowym pojazdów osobowych ruch odbywa się na kierunku wschód-zachód lub wschód-południe, co oznacza w praktyce, że wielkość ruchu granicznego w tranzycie dla sąsiadów zza wschodniej granicy (Rosja, Litwa, Białoruś i Ukraina) jest równa odpowiednio wielkości ruchu dla pozostałych krajów sąsiednich (Niemcy, Czechy i Słowacja). Przesłankę do takiego założenia stanowi układ głównych międzynarodowych korytarzy transportowych przebiegających w układzie wschód-zachód/południe, a w przypadku kierunku północ-południe – brak możliwości uwzględniania z uwagi na brak punktów pomiarowych GPR pozwalających na zidentyfikowanie wielkości ruchu drogowego na odcinkach prowadzących do portów promowych.

W oparciu o wyniki badań w zakresie ruchu granicznego (Komornicki 2010; Więckowski 2010), klasy dróg przebiegających przez punkty graniczne oraz wielkość ruchu granicznego zidentyfikowano przejścia graniczne obsługujące nie tylko ruch zewnętrzny wyjazdowy i przyjazdowy, ale też ruch tranzytowy. W 2010 r. do przejść granicznych, do których w modelu ograniczono tranzyt osobowy zaliczono przejścia: na granicy niemieckiej – Kołbaskowo, Świecko, Jędrzychowice, Olszyna; na granicy czeskiej – Kudowa Słone, Cieszyn; na granicy słowackiej – Barwinek i Chyżne; na granicy ukraińskiej – Korczowa, Dorohusk; na granicy białoruskiej – Kuźnica, Terespol; na granicy litewskiej – Budzisko i na granicy rosyjskiej – Gronowo (łącznie 14 z 59 punktów granicznych). Przyjęto upraszczające założenie, że na pozostałych przejściach granicznych ruch ma charakter bilateralny (granice przekraczają wyłącznie mieszkańcy sąsiadujących państw).

Szacunek wielkości i udziału osobowego ruchu tranzytowego przez Polskę wykonany przez Komornickiego (2010) został opracowany na podstawie porównania ogólnej liczby obywateli krajów sąsiednich wjeżdżających do Polski w 2007 r. z częstotliwością ich wjazdów przez granice inne niż bezpośrednia (ryc. 4.15). Założono przy tym umownie, że Białorusin lub Ukrainiec podróżujący do Niemiec wjeżdża do Polski dwukrotnie podczas podróży „tam” i „z powrotem”. Ogólną liczbę przejazdów tranzytowych przez Polskę oszacowano na 4,2 mln osób (czyli około 8,4 mln przekroczeń granicy). Zdecydowanie największą grupę w tej kategorii stanowili wówczas obywatele Ukrainy (ponad



1,2 mln), a następnie Rosji (blisko 1 mln) i Białorusi (ponad 600 tys.). W ujęciu względnym tranzyt ma największe znaczenie w ruchu polsko-rosyjskim i polsko-litewskim (odpowiednio około 40 i 25% ogółu przejazdów).



Ryc. 4.15. Szacunek liczby i udziału obywateli krajów sąsiednich podróżujących przez Polskę tranzytem w 2007 r.

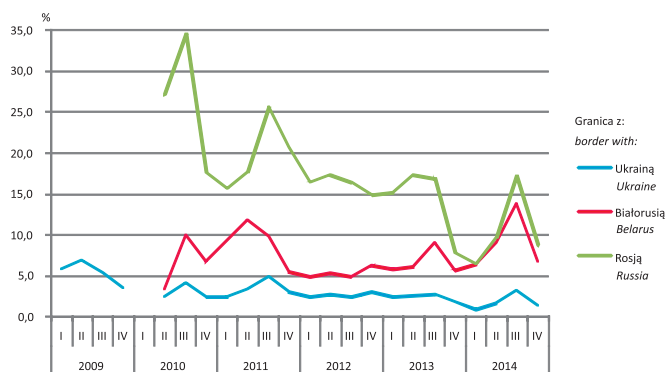
Fig. 4.15. Estimation of the number and share of citizens of the neighbouring countries, travelling through Poland in transit in 2007

Źródło / Source: Komornicki (2010)

Nieco inaczej kształtuje się obraz ruchu tranzytowego wyodrębnionego w badaniu GUS (*Ruch graniczny...* 2015). Ruch tranzytowy stanowi 4,7% ruchu ogółem cudzoziemców, czyli 6,7 mln przekroczeń granicy (przy czym na granicy zewnętrznej UE udział ruchu tranzytowego jest wyższy – stanowi 5,1%). Biorąc pod uwagę znaczenie ruchu tranzytowego na poszczególnych odcinkach granicy, różnice w strukturze są porównywalne z wynikami szacunku dla 2007 r. (z wyjątkiem granicy z Ukrainą): najwyższym udziałem tranzytu w ruchu granicznym odznacza się odcinek litewski (11%) i rosyjski (10,7%), z kolei najniższe znaczenie ma tranzyt na granicy ukraińskiej (1,8%), słowackiej (2,5%) oraz niemieckiej (2,6%); por. zmiany w latach 2009-2013, ryc. 4.16. Jak wynika z obu przedstawionych szacunków wielkości i kierunków tranzytu, można odnaleźć potwierdzenie w założeniu, że Polska jest krajem tranzytowym przede wszystkim na linii wschód-zachód.

Dla określenia wielkości i kierunków w ruchu tranzytowym samochodów osobowych wykorzystano bezpośrednio wyniki badania GUS (dla 2011 r. – pierwsze kompletne dane na granicy zewnętrznej UE; dla 2014 r. – w przypadku Litwy); wielkość ruchu tranzytowego na granicy wschodniej (łącznie z odcinkiem litewskim) odpowiada udziałom tranzytu w motywacji podróży cudzoziemców

wskazywanym w powyższym badaniu. Z kolei rozkład ruchu pomiędzy poszczególnymi odcinkami granic, a następnie przejściami granicznymi na granicy zachodniej i południowej jest proporcjonalny do wielkości ruchu zidentyfikowanej w GPR (co stanowi pewne uproszczenie zakładające, że im większy ruch na danym przejściu, tym większy tranzyt). W efekcie otrzymano macierz 14x14 dla ruchu osobowego tranzytowego. W ten sposób oszacowany tranzyt stanowi 5,2% wielkości ruchu granicznego ogółem. Rozkład na poszczególnych przejściach zawiera tabela 4.9.



Ryc. 4.16. Tranzyt jako cel pobytu cudzoziemców w Polsce

Fig. 4.16. Transit travel as the purpose of foreigners' visits in Poland

Źródło/ source: opracowanie własne na podstawie: *Badanie obrotu towarów i usług...* (2011, 2012, 2013, 2014) i *Ruch graniczny...* (2015)

Na ruch zewnętrzny docelowy/źródłowy składają się tzw. podróże długie i krótkie. Podróże długie zdefiniowano umownie jako podróże, których odległość od miejsca docelowego/źródłowego do przejścia granicznego przekracza 100 km, bez względu na motywację (choć można założyć, że łączą w sobie głównie motywacje związane z ruchem turystycznym, podróże biznesowe czy odwiedziny u krewnych); podróże te zostały przypisane zdefiniowanym wcześniej przejściom o charakterze tranzytowym. Natomiast podróże krótkie, mają charakter ruchu przygranicznego (w odległości do 100 km od granicy); można przypuszczać, że ten typ podróży wiąże się przede wszystkim z zakupami, korzystaniem z różnego rodzaju usług (np. stomatologicznych) oraz odwiedzinami u krewnych i znajomych; podróże te w całości uwzględnione zostały na przejściach lokalnych, a częściowo – również na tzw. tranzytowych.

Zasięg oddziaływania granic lądowych Polski w podróżach cudzoziemców, biorąc pod uwagę odległość od granicy miejsca dokonania zakupów jest nieco wyższy dla granicy wewnętrznej UE niż zewnętrznej. Odsetek cudzoziemców dokonujących zakupów w odległości powyżej 100 km od granicy stanowi dla odcinka wewnętrznego 14,9%, a dla zewnętrznego – 12,2% (*Ruch graniczny...*, GUS, Rzeszów). Dużo większe zróżnicowanie widoczne jest w przypadku poszczególnych odcinków granic. Na granicy zewnętrznej UE zasięg oddziaływania granicy jest najniższy dla granicy polsko-ukraińskiej – 6,7%, a najwyższy dla granicy z Rosją (obwodem kaliningradzkim) – aż 35,4% cudzoziemców dokonuje zakupów z odległości powyżej 100 km. Oznacza to, że Ukraińcy podróżujący do Polski w celu zakupu towarów podróżują głównie w obrębie bezpośredniej strefy przygranicznej,

wybierający najbliższe miejscowości. Na granicy wewnętrznej UE można zaobserwować, że cudzoziemcy wykazują tendencję do pokonywania większych odległości w celach zakupowych; w przypadku granicy z Niemcami – blisko 20% cudzoziemców kupuje towary w odległości powyżej 100 km, na granicy litewskiej – blisko 15%; najmniejszy odsetek dotyczy granicy polsko-czeskiej (około 5%).

Z drugiej strony, analizując ruch zewnętrzny źródłowy, można zbadać zasięg oddziaływania granicy według odległości od granicy miejsca zamieszkania Polaków. W tym przypadku, podobnie jak dla podróży cudzoziemców, zasięg oddziaływania granicy wewnętrznej UE jest większy niż zewnętrznej (18,2 wobec 12,3% Polaków mieszkających w odległości powyżej 100 km w podróżach zewnętrznych). Na granicy zewnętrznej widoczna jest jednak odwrotna tendencja, największą strefą oddziaływania wyróżnia się odcinek granicy polsko-ukraińskiej (15,5%), a najmniejszym – rosyjski – 9,8% podróży Polaków w odległości powyżej 100 km od granicy. Podróże Polaków w kierunku granicy wewnętrznej UE, analogicznie do ruchu cudzoziemców, wskazują na większą skłonność do podróży długich: ponad ¼ podróży w odległości od granicy powyżej 100 km to podróże Polaków przez odcinek litewski i słowacki. Jednocześnie krótszymi odległościami charakteryzuje się granica z Czechami – około 13% podróży to te przekraczające 100 km.

Do obliczenia wielkości i struktury podróży długich wykorzystano, opisane powyżej, dane GUS o zasięgach oddziaływania poszczególnych odcinków granic. Autorzy mają świadomość, że nie wyczerpują one zasięgów oddziaływania dla wszystkich możliwych motywacji, jednak już ich wykazane zróżnicowanie wskazuje na pewne prawidłowości charakterystyczne dla analizowanych odcinków granic zarówno dla odcinka zewnętrznego, jak i schengenckiego. Wielkość ruchu na analizowanych przejściach granicznych, podobnie jak w przypadku ruchu tranzytowego, oszacowano proporcjonalnie do wielkości ruchu zidentyfikowanego w GPR; przy założeniu, że im większy ruch na danym przejściu, tym większy ruch w ramach podróży długich. Podróże krótkie stanowią dopełnienie do wielkości ruchu osobowego w GPR. W przypadku ruchu zewnętrznego docelowego/źródłowego prezentowanego oddzielnie dla podróży długich i krótkich badanie rozkładu ruchu opiera się na macierzy produkcji ruchu na granicy i atrakcji wszystkich docelowych rejonów transportowych wewnątrz kraju, gdzie „produkcja” wynika z powyższego roszacowania danych na granicach, z kolei „atrakcja” ma swoje źródło w 2321 rejonów transportowych.

Oszacowano, że udział podróży długich w ruchu zewnętrznym (łącznie z ruchem tranzytowym) stanowi 10,9%, a podróży krótkich o charakterze lokalnym – 83,9%. Rozkład podróży długich i krótkich w ramach ruchu zewnętrznego docelowego i źródłowego na poszczególnych przejściach zawiera tabela 4.9.

Tabela 4.9. Przejścia graniczne – udział ruchu tranzytowego, dalekobieżnego i lokalnego

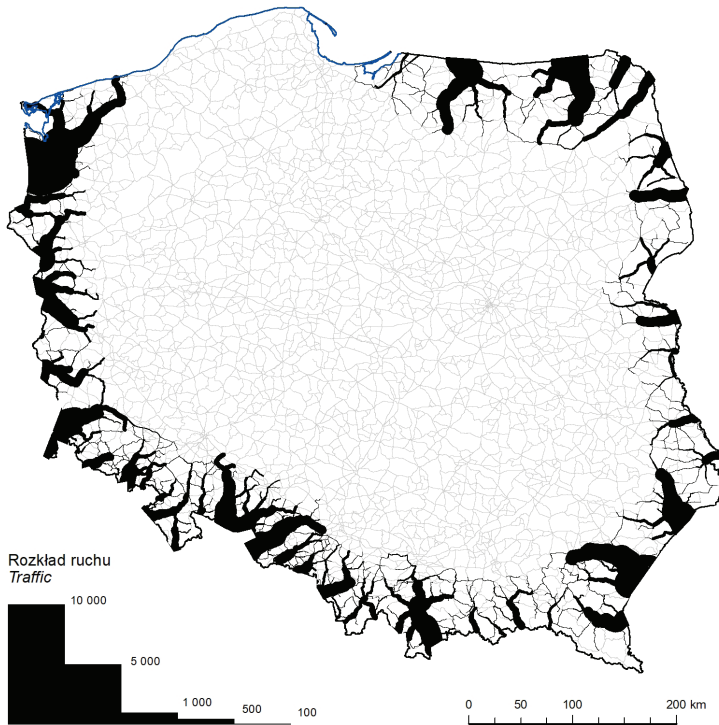
Lp.	NAZWA	Ruch pojazdów osobowych (GPR2010)	Odcinek graniczny	Kategoria drogi	Charakter przejścia (L - lokalny, T - tranzytowy)	Udział ruchu tranzytowego	Udział ruchu dalekobieżnego	Udział ruchu lokalnego
1	Ślubice - Frankfurt	9624	niemiecki	DK	L	0,0	0,0	100,0
2	Świecko - Frankfurt	7730	niemiecki	DK	T	8,5	40,6	50,9
3	Jędrzychowice - Ludwigsdorf	7415	niemiecki	DK	T	8,5	40,6	50,9
4	Lubieszyn - Linken	6514	niemiecki	DK	L	0,0	0,0	100,0
5	Cieszyn - Chotebuz	5738	czeski	DK	T	14,5	37,4	48,1
6	Hrebennie - Rawa Ruska	5696	ukraiński	DK	L	0,0	0,0	100,0
7	Kołbaskowo - Pomellen	5111	niemiecki	DK	T	8,5	40,6	50,9
8	Kostrzyn - Kietz	4832	niemiecki	DK	L	0,0	0,0	100,0
9	Medyka - Szeginie	4652	ukraiński	DK	L	0,0	0,0	100,0
10	Kudowa Słone - Nachod	4552	czeski	DK	T	14,5	37,4	48,0
11	Olszyna - Forst	3781	niemiecki	DK	T	8,5	40,6	50,9
12	Kuźnica-Bruzgi	3563	białoruski	DK	T	16,7	2,0	81,3
13	Chyżne - Trstena	3549	słowacki	DK	T	11,0	51,7	37,2
14	Trzebina - Bartultovice	3461	czeski	DK	L	0,0	0,0	100,0
15	Pietrowice - Krnov	3434	czeski	DK	L	0,0	0,0	100,0
16	Rosówek - Rosow	3369	niemiecki	DK	L	0,0	0,0	100,0
17	Terespol - Brześć	3330	białoruski	DK	T	16,7	2,0	81,3
18	Głuchołazy - Mikulovice	3085	czeski	DK	L	0,0	0,0	100,0
19	Krościenko - Smolnica	3066	ukraiński	DK	L	0,0	0,0	100,0
20	Zawidów - Habartice	2993	czeski	DW	L	0,0	0,0	100,0
21	Lubawka - Kralovec	2911	czeski	DK	L	0,0	0,0	100,0
22	Gołdap - Gusiew	2902	rosyjski	DK	L	0,0	0,0	100,0
23	Krajnik Dolny - Schwedt	2755	niemiecki	DK	L	0,0	0,0	100,0
24	Porajów - Hradek	2640	czeski	DW	L	0,0	0,0	100,0
25	Budzisko - Kalwarija	2530	litewski	DK	T	26,3	2,3	71,3
26	Bobrowniki - Bierestowica	2458	białoruski	DK	L	0,0	0,0	100,0
27	Łysa Polana - Javorina	2445	słowacki	DW	L	0,0	0,0	100,0
28	Gronowo - Mamonowo	2386	rosyjski	DK	T	66,7	12,8	20,5
29	Jurgów - Podspady	2380	słowacki	DK	L	0,0	0,0	100,0
30	Łęknica - Bad Muskau	2328	niemiecki	DK	L	0,0	0,0	100,0
31	Dorohusk - Jagodzín	2328	ukraiński	DK	T	15,0	8,3	76,6
32	Korzowa - Krakowiec	2271	ukraiński	DK	T	15,1	8,3	76,6
33	Bezledy - Bagrationowsk	2268	rosyjski	DK	L	0,0	0,0	100,0
34	Gryfino - Mescherin	2151	niemiecki	DW	L	0,0	0,0	100,0
35	Jakuszyce - Harrachov	2029	czeski	DK	L	0,0	0,0	100,0
36	Nowe Chałupki - Bohumin	1980	czeski	DK	L	0,0	0,0	100,0
37	Zosin - Ustług	1749	ukraiński	DK	L	0,0	0,0	100,0
38	Pietraszyn - Sudice	1703	czeski	DW	L	0,0	0,0	100,0
39	Połowce - Pieszczałka	1638	białoruski	DK	L	0,0	0,0	100,0
40	Barwinek - Vysny Komarnik	1541	słowacki	DK	T	11,0	51,7	37,2
41	Boboszków - Dolni Lipka	1491	czeski	DK	L	0,0	0,0	100,0

Lp.	NAZWA	Ruch pojazdów osobowych (GPR2010)	Odcinek graniczny	Kategoria drogi	Charakter przejścia (L - lokalny, T - tranzytowy)	Udział ruchu tranzytowego	Udział ruchu dalekobieżnego	Udział ruchu lokalnego
42	Ogrodniki - Lazdijaj	1300	litewski	DK	L	0,0	0,0	100,0
43	Konieczna - Becherov	1264	słowacki	DW	L	0,0	0,0	100,0
44	Sławatycze - Domaczewo	1191	białoruski	DK	L	0,0	0,0	100,0
45	Chochołów - Sucha Hora	1184	słowacki	DW	L	0,0	0,0	100,0
46	Paczków - Bily Potok	1098	czeski	DW	L	0,0	0,0	100,0
47	Thumaczów - Otovice	997	czeski	DW	L	0,0	0,0	100,0
48	Piwniczna - Mnisek nad Popradom	977	słowacki	DK	L	0,0	0,0	100,0
49	Korbielów - Oravska Polhora	965	słowacki	DW	L	0,0	0,0	100,0
50	Golińsk - Starostin	913	czeski	DK	L	0,0	0,0	100,0
51	Zwardoń - Skalite	743	słowacki	DK	L	0,0	0,0	100,0
52	Gubinek - Guben	733	niemiecki	DK	L	0,0	0,0	100,0
53	Konradów - Zlate Hory	673	czeski	DW	L	0,0	0,0	100,0
54	Czerniawa Zdrój - Nove Mesto pod Smrkem	608	czeski	DW	L	0,0	0,0	100,0
55	Jasnowice - Bukovec	535	czeski	DW	L	0,0	0,0	100,0
56	Kukuryki - Kozłowicz	445	białoruski	DK	L	0,0	0,0	100,0
57	Muszynka	391	słowacki	DK	L	0,0	0,0	100,0
58	Horni Mała Upa	317	czeski	DW	L	0,0	0,0	100,0
59	Grzechotki - Mamonowo II	255	rosyjski	DK	L	0,0	0,0	100,0

Źródło: opracowanie własne z wykorzystaniem danych GPR 2010.

Wyróżnienie podróży krótkich i długich w sensie odległości od granicy generalnie polegało na wyróżnieniu podróży poniżej i powyżej 100 km. Jednak od tej zasady były wyjątki. W przypadku gdy w odległości około 50-100 km od granicy znajdowało się duże miasto, „potencjał ruchotwórczy” tego miasta (z liczbą ludności przypisaną do węzła) oraz „potencjały ruchotwórcze” (inne węzły z przypisaną atrakcyjnością) w jego sąsiedztwie przenoszono do podróży długich. Do miast wykluczonych jako atrakcję w **ruchu zewnętrznym w podróżach krótkich** należały miasta wojewódzkie przy granicy niemieckiej, czeskiej i słowackiej, tj.: Gorzów Wlkp., Zielona Góra, Wrocław, Katowice oraz Kraków. Z drugiej strony ujęto możliwość podróży do położonego powyżej 100 km od granicy Kołobrzegu jako największej atrakcji turystycznej dla turystów pochodzących z Niemiec, co pozwoliło na ujęcie największego potoku ruchu turystów zagranicznych w transporcie indywidualnym w Polsce między granicą polsko-niemiecką a zachodnim fragmentem wybrzeża. Jako funkcję oporu przestrzeni wybrano funkcję eksponencjalną z parametrem beta określonym na -0,7 (ryc. 4.17). Otrzymany rozkład podróży krótkich odpowiada w znacznej mierze przyjazdom w celu dokonywania zakupów (przede wszystkim w większych ośrodkach przygranicznych skupiających placówki handlowe) oraz ewentualnie w turystyce. W drugim przypadku dotyczy to ważnych miejsc koncentracji turystyki zagranicznej (potwierdzonym rozkładem udzielonych cudzoziemcom noclegów według GUS) położonych relatywnie blisko granic (zwłaszcza na Pomorzu Zachodnim i w Sudetach), względnie ośrodkom hotelowym skupiającym przygraniczną turystykę weekendową

(np. niektóre obiekty na Mazurach dla obywateli obwodu kaliningradzkiego Federacji Rosyjskiej). W przypadku wyjazdów obywateli polskich ruch na odcinkach przygranicznych (poza trasami tranzytowymi) determinowany jest głównie wielkością miast na terenie kraju.

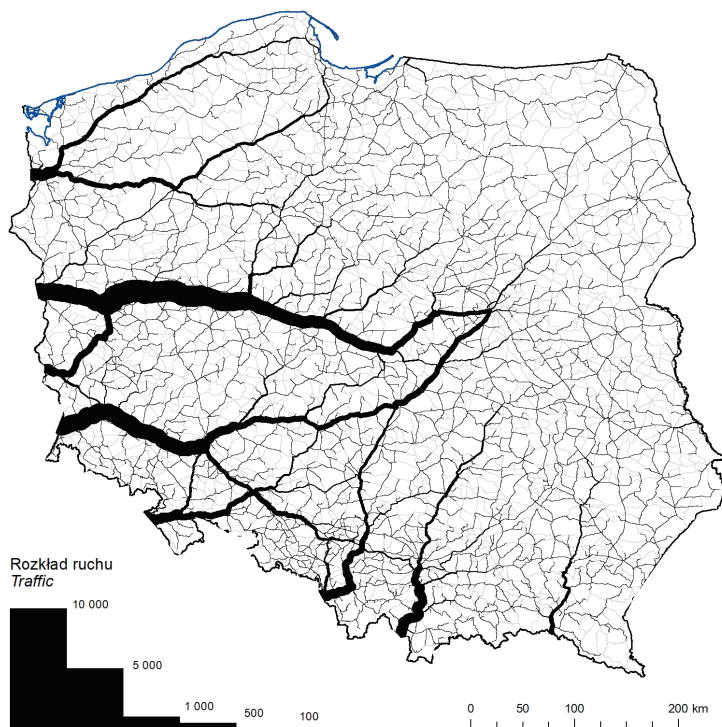


Ryc. 4.17. Ruch zewnętrzny źródłowo-docelowy w podróżach krótkich (podróże do ok. 100 km)

Fig. 4.17. External origin-destination traffic in short travels (trips of up to around 100 km)

**Ruch źródłowo-docelowy w podróżach długich** przy parametrze beta funkcji wykładniczej eksponencjalnej określonym na  $-0,07$  w największym stopniu dotyczy autostrady A2 łączącej Świecko z Poznaniem, Łodzią i (w 2010 r. za pośrednictwem innych dróg krajowych) z Warszawą, autostrady A4, szczególnie jej fragmentu między Zgorzelcem a Wrocławiem i w mniejszym stopniu drogi krajowej nr 8, przede wszystkim na odcinku między Warszawą a Wrocławiem oraz dróg krajowych łączących Katowice i Kraków z przejściami granicznymi w Cieszynie i Chyżnem. Ruch ten kumuluje się z miast Polski północno-zachodniej również na przejściu granicznym w Kołbaskowie. Uzyskany rozkład przestrzenny pokazuje stopniową koncentrację ruchu międzynarodowego (generowanego w znacznej części przez największe ośrodki) w miarę zbliżania się do głównych przejść granicznych z Niemcami i Czechami (ryc. 4.18).

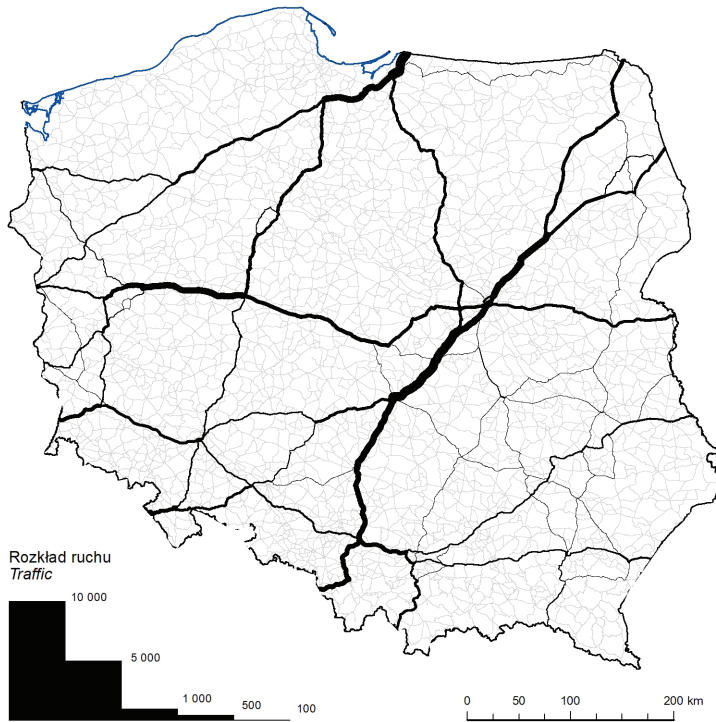




Ryc. 4.18. Ruch zewnętrzny źródło-docelowy w podróżach długich (podróże pow. ok. 100 km)

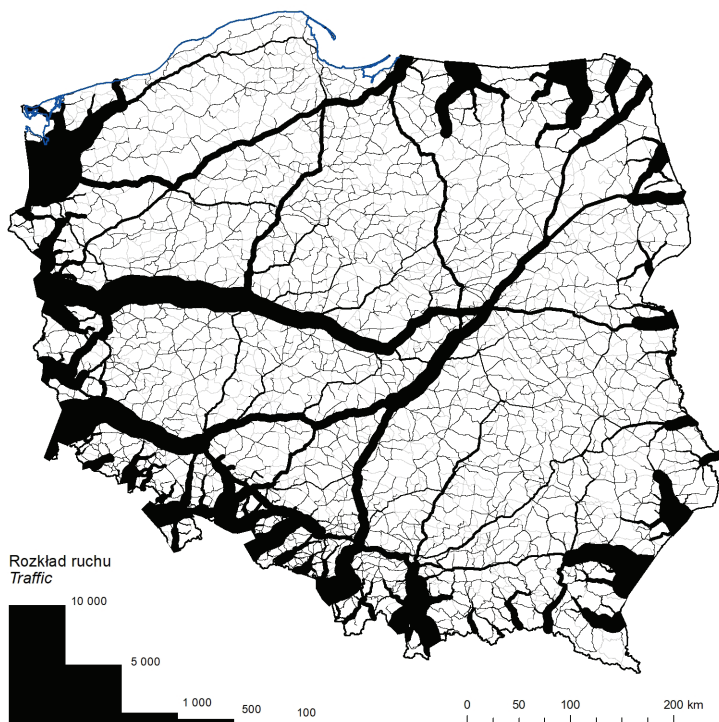
Fig. 4.18. External origin-destination traffic in long travels (trips beyond around 100 km)

**Ruch tranzytowy** na sieci odbywa się głównie w najkrótszych ścieżkach między przejściami na granicy wschodniej a wybranymi przejściami na granicy polsko-niemieckiej i polsko-czeskiej. Wyraźny jest też układ skośny od granicy litewskiej. Kumulacja ruchu tranzytowego ma miejsce na autostradzie A2 (w szczególności między Nowym Tomysłem a Wrześnią) oraz na drodze krajowej nr 8 (przede wszystkim między Ostrowią Mazowiecką a Piotrkowem Trybunalskim). Duży ruch jest widoczny również od Grzechotek/Mamonowa w kierunku węzła Swarozyn na A1. Tym samym ruch tranzytowy silnie koncentruje się na najnowocześniejszych odcinkach sieci (fragmenty autostrad i dróg ekspresowych funkcjonujące w roku 2010) (ryc. 4.19).



Ryc. 4.19. Ruch tranzytowy  
Fig. 4.19. Transit traffic

**Ruch zewnętrzny** (ogółem) jest zauważalny na obszarach przygranicznych i w niewielkim stopniu również na drogach łączących Warszawę z granicą z Niemcami, Czechami i Litwą. W tych korytarzach drogowych nakłada się ruch o charakterze tranzytowym i źródłowo-docelowym. Poza ruchem w podróżach krótkich ruch zewnętrzny dominuje na zachodnim odcinku autostrady A2 (w szczególności na zachód od Poznania) oraz A4 (przede wszystkim na zachód od Wrocławia). Pewne znaczenie ma na niektórych trasach wylotowych ze stolicy (ryc. 4.20).



Ryc. 4.20. Ruch zewnętrzny ogółem (ruch źródłowo-docelowy w podróżach krótkich i długich oraz ruch tranzytowy)

Fig. 4.20. External traffic total (origin-destination traffic in short and long travels, as well as transit traffic)

### 4.3.3. OPŁATY AUTOSTRADOWE

W modelu wprowadzono dodatkowe założenia jednolite dla wszystkich modeli (bazowego, jednomotywacyjnego i wielomotywacyjnego) w postaci parametrów stałych dotyczących opłat autostradowych (z wyjątkiem symulacji nr 1 wykonanej przy założeniu braku opłat autostradowych).

**Opłaty autostradowe.** Pod koniec 2010 r. opłaty autostradowe funkcjonowały na koncesjonowanych odcinkach autostrad A1, A2 i A4:

- autostrada A1 – pobierane opłaty na całym istniejącym odcinku między węzłami Rusocin (Gdańsk) a Nowymi Marzami (Grudziądz),
- autostrada A2 – pobierane opłaty na odcinku od Nowego Tomysła do Konina (z wyjątkiem autostradowej obwodnicy Poznania),
- autostrada A4 – opłata na odcinku od Mysłowic do Balic pod Krakowem.

W modelu założono, że w związku z dodatkową obowiązkową opłatą za przejazd, wprowadza się kary „czasowe” na odcinkach autostradowych, na których w 2010 r. obowiązywała opłata autostradowa. Założono, że różnice w wysokości kar czasowych za kilometr trasy między odcinkami są w identycznej proporcji

względem siebie jak rzeczywiście obowiązujące stawki za kilometr. Z kolei ogólna średnia wysokość kary czasowej wynika z przeprowadzonej serii symulacji i niedoszacowania/przeszacowania modelu względem rzeczywistego ruchu na płatnych odcinkach autostradowych i drogach do nich równoległych. Symulacje prowadzono w ten sposób by różnice między rzeczywistym ruchem a ruchem modelowanym były możliwie najniższe zarówno na analizowanych odcinkach autostrad płatnych, jak i równoległych do nich drogach krajowych i wojewódzkich. W rezultacie otrzymano najlepsze dopasowanie dla kar wynoszących odpowiednio (dodatkový czas podróży na km płatnego fragmentu trasy):

- 11,30 s/km na autostradzie A1,
- 15,16 s/km na autostradzie A2,
- 18,00 s/km na autostradzie A4.

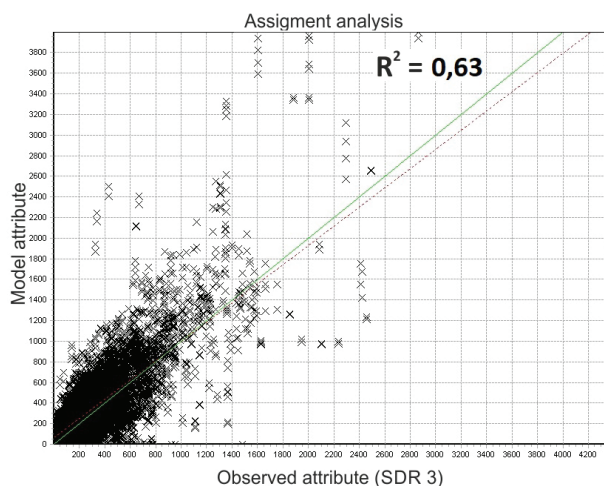
Tabela 4.10. Opłaty autostradowe (autostrady A1, A2 i A4) dla samochodów osobowych w 2010 r. (w zł za cały odcinek)

Nr	Nazwa odcinka	Kwota w zł (2010)
A1	Rusocin-Swaróżyn	4,80
	Swaróżyn-Nowe Marzy	12,50
A2	Nowy Tomyśl-Poznań Zachód	12,00 (od marca)
	Poznań Wschód -Września	12,00 (od marca)
	Września-Konin	12,00 (od marca)
A4	Katowice-Kraków	16,00

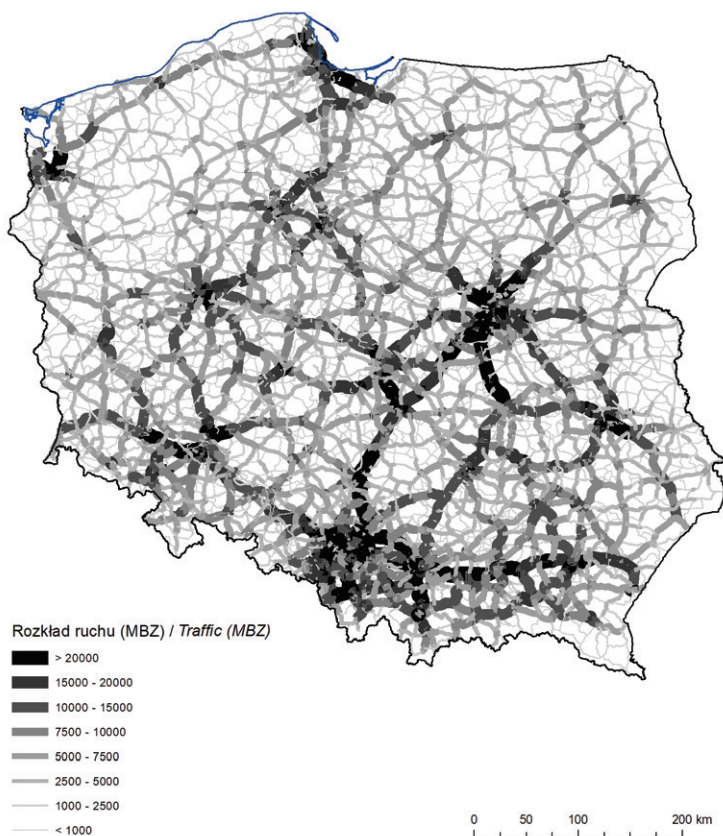
Źródło: opracowanie własne na podstawie przeglądu prasy z 2010 r.

#### 4.3.4. REZULTATY MODELU BAZOWEGO Z RUCHEM ZEWNĘTRZNYM I OPŁATAMI AUTOSTRADOWYMI

Rezultaty modelu bazowego z ruchem zewnętrznym i opłatami autostradowymi są satysfakcjonujące. Dopasowanie modelu jest relatywnie wysokie –  $R^2 = 0,63$  (ryc. 4.21).



Ryc. 4.21. Dopasowanie modelu bazowego z ruchem zewnętrznym i opłatami autostradowymi  
Fig. 4.21. Fit of the base model with external traffic and motorway tolls



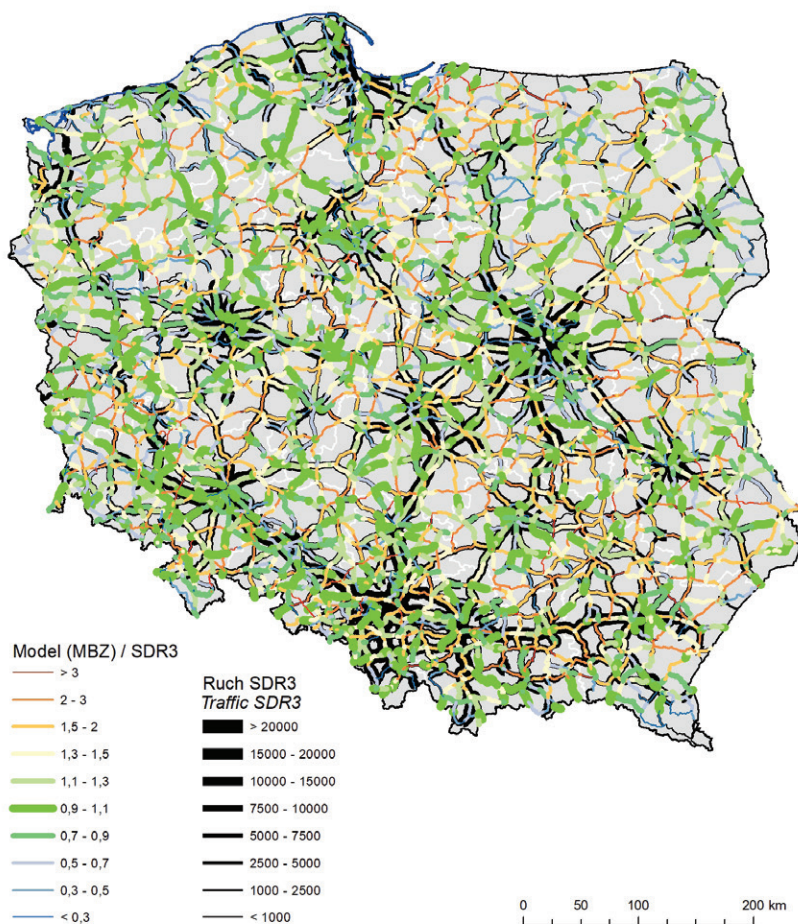
Ryc. 4.22. Rozkład średniodobowego natężenia ruchu pojazdów osobowych w 2010 r. dla modelu bazowego zewnętrznego z opłatami autostradowymi (MBZ)  
 Fig. 4.22. Theoretical distribution of traffic of passenger vehicles in 2010. Base model including external traffic (MBZ).

W porównaniu do modelu bazowego wewnętrznego widać wyraźną poprawę dopasowania modelu na odcinkach przygranicznych. Wyjątek stanowią obszary górskie położone wzdłuż granic ze Słowacją (przede wszystkim Bieszczady) i z Czechami, w tych miejscach gdzie nie ma odcinków prowadzących do granicy państwa. Tam model jest nadal niedoszacowany. Wynika z tego, że na obszarach górskich mobilność mieszkańców jest znacznie wyższa niż to wynika z modelu bazowego. Alternatywnym wyjaśnieniem jest nieuwzględnienie w modelu ruchu turystycznego. Podobnie w pasie gmin nadmorskich ze względu na założenie braku uwzględniania ruchu promowego oraz brak (w modelu bazowym) ruchu turystycznego, również obserwuje się niedoszacowanie modelu.

Z drugiej strony na niektórych odcinkach przygranicznych model jest nadwartościowany względem GPR2010. Mowa tu przede wszystkim o drogach wojewódzkich w województwie warmińsko-mazurskim, głównie równoległych do granicy z obwodem kalinigradzkim (DW592, DW512 i DW507), a także DK65 prowadzącej do przejścia w Gołdapi oraz drogach wojewódzkich przy granicy z Białorusią (DW698 między Terespołem a Janowem Podlaskim) lub Ukrainą



(DW865). Na tych obszarach mobilność mieszkańców (względnie faktyczny ruch międzynarodowy) wydaje się być niższa niż to wynika z modelu bazowego.



Ryc. 4.23. Przeszacowanie / niedoszacowanie średniodobowego natężenia ruchu pojazdów osobowych w 2010 r. Model zewnętrzny (MBZ) a GPR2010

Fig. 4.23. Overestimation / underestimation of the traffic of passenger vehicles in 2010. Theoretical distribution in relation to the results of GPR2010

Ruch pojazdów osobowych na odcinkach autostrad, dróg ekspresowych i innych międzynarodowych dróg krajowych koncentrujących ruch zewnętrzny wydaje się być w modelu dobrze dopasowany. Większość najważniejszych ciągów drogowych jest dopasowana w granicach 70-150% ruchu. Pewien wyjątek stanowi nadwartościowana w modelu autostrada A4 na odcinku między granicą państwa w Jędrzychowicach a Bolesławcem. Odcinek ten został otwarty zaledwie na rok przed pomiarem ruchu (w 2009 r.) zatem nadwartościowanie ruchu wynika z faktu iż nie wszyscy kierowcy zdecydowali się na korzystanie z niego w ruchu dalekobieżnym (świadczy o tym bardzo wysoki wzrost natężenia ruchu pojazdów, w tym pojazdów osobowych na tym odcinku w altach 2010-2015, z ok. 7 tys. do ponad 10 tys. pojazdów osobowych na dobę).



Wprowadzenie opłat autostradowych znacznie poprawiło dopasowanie modelu na odcinkach dróg objętych opłatami, a także na odcinkach do nich równoległych. Istnieją od tej zasady jednak pewne wyjątki, przykładowo, przeszacowano ruch na autostradzie A2 na zachód od Łodzi (odcinek między Łodzią i Koninem jest również często przeszacowywany w „oficjalnych” prognozach ruchu, co wiąże się z relatywnie mniejszymi przepływami, niż wynikałoby to z wielkości „mas”, między Poznaniem i Łodzią) oraz niedoszacowaniem ruchu między Wrześnią a Poznaniem (wysoka opłata autostradowa na tym odcinku nie zniechęca kierowców do korzystania z niego), a także znacznym przeszacowaniem ruchu na DK94 między Krakowem a Dąbrową Górniczą (co może w tym przypadku wynikać z faktu niedoszacowania uciążliwości podróżowania tą trasą na tym bardzo gęsto zaludnionym obszarze zachodniej Małopolski).

Przeszacowania ruchu na drogach wojewódzkich widoczne są generalnie bardziej w Polsce Wschodniej (wschodnie Mazowsze, województwa lubelskie, podkarpackie, świętokrzyskie). Jednym z wytłumaczeń mogą być nierejestrowane migracje, w tym migracje zagraniczne. W warunkach gdy w modelu bazowym zarówno „produkcją”, jak i „atrakcją” jest oficjalna liczba ludności może to skutkować zbyt dużymi potokami ruchu, jakich oczekujemy w ruchu wewnątrz regionów o znacznym odpływie tego typu. Ten sam czynnik może mieć znaczenie w przypadku niedoszacowania ruchu w sąsiedztwie największych aglomeracji (zwłaszcza aglomeracji warszawskiej), których faktyczna ludność jest większa od rejestrowanej przez GUS. Dotyczy to także ludności zamieszkałej w strefach podmiejskich, generującej bardzo intensywne dojazdy do pracy w rdzeniu.

## 5. MODELE JEDNOMOTYWACYJNE. ROZMIESZCZENIE ATRAKcji, OPÓR PRZESTRZENI I PODZIAŁ MODALNY W POLSCE

### 5.1. MOTYWACJE I KLASYFIKACJA PODRÓŻY

Motywacja podróży jest jednym z najbardziej istotnych czynników wpływających zarówno na wybór środka transportu jak i długość podróży, a także częstotliwość jej odbywania. Jednak wyodrębnienie zwartej, a jednocześnie niezbyt rozbudowanego systemu motywacji podróży jest zadaniem nierealnym. Przykładowo podróże zdrowotne mogą być realizowane obligatoryjnie, regularnie na krótkie odległości i nie mieć nic wspólnego ze spędzaniem wolnego czasu, ale też mogą być pobytami o charakterze sanatoryjnym, wykonywanymi raczej sporadycznie, na dłuższe odległości i mającymi wszystkie znamiona podróży turystycznych. W ramach dojazdów do szkoły i wyjazdów na zakupy również można wyróżnić wiele podtypów motywacyjnych. W ramach Kompleksowych Badań Ruchu wykonywanych w poszczególnych aglomeracjach kraju także brak jest ujednolicenia liczby oraz charakteru analizowanych motywacji podróży (por. tab. 5.1).

Tabela 5.1. Zestawienie grup motywacyjnych, dla których tworzone są w poszczególnych miastach modele potencjałów ruchotwórczych

Motywacja podróży	Gdańsk (Romanowska i in. 2012)	Kraków (2004)	Łódź (BPRW, 2001)	Poznań (Biuro Inżynierii... 2014)	Szczecin (Sarbiewska i in. 2012)	Warszawa (BPRW, 2010)
dom-praca i praca-dom	x	x	x	x	x	x
dom-nauka i nauka-dom	x		x			
dom-szkoła i szkoła-dom		x		x	x	x
dom-uczelnia i uczelnia-dom		x		x	x	x
dom-zakupy i zakupy-dom				x	x	
dom-centrum handlowe i centrum handlowe-dom				x	x	
dom-biznes i biznes-dom					x	
dom-rozrywka i rozrywka-dom				x	x	
dom-wypoczynek i wypoczynek-dom				x		
inne	x	x	x	x	x	x

Źródło: Rudnicki (2014).

Zestawienie grup motywacyjnych w *Badaniu pilotażowym zachowań komunikacyjnych w Polsce* (2015) przeprowadzonym w 2015 r. przez GUS na próbie zasadniczej 18 tys. mieszkań i rezerwowej – 36 tys. mieszkań na terenie całego

kraju wygląda nieco inaczej niż w Kompleksowych Badaniach Ruchu dla miast i aglomeracji. W badaniu na poziomie krajowym wyodrębniono następujące motywy podejmowania podróży:

- dojazdy do pracy,
- dojazdy do szkoły lub na uczelnię,
- zakupy,
- podróże służbowe,
- potrzeby osobiste (np. do lekarza, załatwianie spraw w urzędzie) oraz w charakterze osoby towarzyszącej,
- spędzanie wolnego czasu/krótkie wakacje poniżej 4 dni,
- dłuższe wakacje (powyżej 4 dni),
- powroty do domu i inne motywacje.

Istnieje wiele możliwych podejść do grupowania motywacji podróży. System klasyfikacyjny motywacji podróży w zależności od przyjętego kryterium można podzielić na:

#### **Kryterium obligatoryjności podróży:**

- podróże **obligatoryjne** (związane z miejscem pracy, nauki, a także obowiązkami służbowymi),
- podróże **fakultatywne** (wyjazdy na zakupy, odwiedziny krewnych i znajomych, podróże rekreacyjne i turystyczne itd.).

#### **Kryterium częstotliwości podróży:**

- podróże **codzienne** (w sensie większości dni powszednich; np. dojazdy do pracy lub szkoły),
- podróże **regularne** poza codziennymi (całe spektrum podróży niecodziennych, ale też niesporadycznych wykonywanych regularnie kilka razy w tygodniu lub miesiącu, np. wyjazdy na zakupy, dojazdy na uczelnie w trybie zaocznym, wyjazdy przedstawicieli handlowych itp.),
- podróże **sporadyczne** (np. wyjazdy turystyczne).

#### **Kryterium długości podróży** (por. Rosik, Kowalczyk 2015):

- podróże **krótkie** (podróże o długości poniżej 100 km; zazwyczaj są to podróże obligatoryjne codzienne, takie jak dojazdy do pracy lub szkoły, ale również część podróży fakultatywnych, np. wyjazdy na zakupy),
- podróże **długie** (podróże powyżej 100 km; większość podróży turystycznych oraz duża część odwiedzin znajomych i krewnych oraz podróży służbowych).

Na cele niniejszego opracowania dokonano podziału na główne (szerzej uwzględnione w książce) i pozostałe motywacji podróże. Do głównych motywacji podróży zaliczono (por. tab. 5.2, 5.4):

- **dojazdy do pracy (COM)**, rozumiane jako codzienne, obligatoryjne dojazdy na raczej krótkie odległości, wykonywane w układzie dom-pracądom, gdzie atrakcją są miejsca pracy (na podstawie danych macierzowych) (por. tab. 5.4),
- **wyjazdy na zakupy (CH)**, rozumiane głównie jako fakultatywne, sporadyczne lub regularne wyjazdy do centrów handlowych, zazwyczaj jako krótkie podróże, wykonywane w układzie dom-centrum handlowe/hipermarket/supermarket-dom, gdzie atrakcją jest liczba hipermarketów, supermarketów itd., a produkcją jest liczba ludności ogółem (por. tab. 5.4),

Tabela 5.2. Wielokryterialna klasyfikacja motywacji podróży

Motywacja podróży	Fakultatywność a obligatoryjność podróży	Częstotliwość podróży	Długość podróży / opór przestrzeni	Atrakcyjność celu podróży	
				Czynnik ilościowy	Czynnik jakościowy
Główne motywacje podróży					
Dojazdy do pracy	obligatoryjne	codzienne	krótkie	liczba miejsc pracy	wysokość wynagrodzenia i inne
Wyjazdy na zakupy	fakultatywne	sporadyczne lub regularne	krótkie	liczba hipermarketów, supermarketów itd.	powierzchnia sklepów; wysokość cen
Dojazdy do szkoły	obligatoryjne	codzienne lub regularne (studia zaoczne)	krótkie/długie	liczba miejsc na uczelni/w szkole	jakość systemu edukacji
Podróże biznesowe	obligatoryjne	sporadyczne lub regularne	długie	liczba podmiotów gospodarczych/spółek	charakter powiązań biznesowych
Odwiedziny znajomych i krewnych	fakultatywne	sporadyczne	długie	miejsca zamieszkania rodziny/znajomych	intensywność relacji międzyludzkich
Podróże turystyczne	fakultatywne	sporadyczne	długie	liczba miejsc noclegowych	jakość usług turystycznych
Pozostałe motywacje podróży (wybrane)					
Podróże rekreacyjne	fakultatywne	sporadyczne	krótkie	liczba możliwych miejsc rekreacji	jakość miejsc rekreacji
Związane z usługami pożytku publicznego np. usługi służby zdrowia, wizyty w urzędzie itd.	obligatoryjne / fakultatywne	sporadyczne	krótkie/długie	lokalizacja usług	jakość usług
Praca za granicą / praca wakacyjna/sezonowa	obligatoryjne	sporadyczne	długie	dostępność i liczba miejsc pracy	wysokość wynagrodzenia i inne

Źródło: opracowanie własne

- **dojazdy do szkoły wyższej (EDU)**, rozumiane jako obligatoryjne, codzienne (studia stacjonarne, raczej krótkie odległości) lub regularne (studia zaoczne, w formie krótkich, rzadziej długich podróży) dojazdy na uczelnię wyższą, wykonywane w układzie dom-szkoła wyższa-dom, gdzie atrakcją jest liczba miejsc dla studentów na uczelni wyższej, a produkcją liczba ludności w wieku 19-24 lat (por. tab. 5.4),
- **podróże biznesowe (BIZ)**, rozumiane jako obligatoryjne, sporadyczne lub regularne podróże o raczej długim charakterze wykonywane w relacjach między przedsiębiorstwami (wyróżniono spółki handlowe), gdzie zarówno produkcją jak i atrakcją jest liczba spółek handlowych według lokalizacji siedziby firmy, (por. tab. 5.4),
- **odwiedziny znajomych i krewnych (VFR)**, rozumiane jako fakultatywne, raczej sporadyczne podróże długie związane z miejscem zamieszkania znajomych i krewnych (na podstawie danych macierzowych) (por. tab. 5.4),
- **podróże turystyczne**, rozumiane jako podróże długie z wyłączeniem odwiedzin znajomych i krewnych i podróży służbowych, a także bez uwzględnienia krótkich podróży o charakterze rekreacyjnym; atrakcją jest w tym przypadku liczba miejsc noclegowych, a produkcją liczba ludności ogółem.

Pozostałe motywacje podróży, w tym podróże rekreacyjne, wyjazdy związane z korzystaniem usług pożytku publicznego (bez usług edukacyjnych, m.in. usługi zdrowotne, wizyty w urzędach), podwożenie dzieci do szkół podstawowych i średnich, wyjazdy do pracy za granicą lub praca wakacyjna/sezonowa nie zostały specjalnie uwzględnione w niniejszym opracowaniu w sensie modelowym. Wynika to z faktu, że mają one głównie charakter sporadyczny i z punktu widzenia modelowania ruchu stanowią relatywnie małą część pracy przewozowej (choć epizodycznie i lokalnie mogą to być bardzo duże wartości, np. wydarzenia sportowe). W przeglądzie poszczególnych motywacji zostały one wzmiankowane jako uzupełniające.

Poszczególne główne motywacje podróży są w kolejnych podrozdziałach opisane każdorazowo z punktu widzenia przestrzennego rozmieszczenia atrakcji, oporu przestrzeni oraz podziału modalnego.

## 5.2. ZAŁOŻENIA SYMULACJI W MODELACH JEDNOMOTYWACYJNYCH

Procedura badawcza w modelu KoMaR przewiduje realizację szeregu symulacji mających na celu doprowadzenie do możliwie najlepiej dopasowanego modelu względem ruchu osobowego w Generalnym Pomiarze Ruchu 2010, a także wykonanie swoistego rodzaju ćwiczenia rozkładu ruchu w hipotetycznej sytuacji, gdy cały ruch jest realizowany w jednej z sześciu wyróżnionych motywacji (symulacje 6a-6f) – tabela 5.3. Przykładowo, dla dojazdów do pracy cały ruch odbywa się w motywacji dom-praca-dom, a przy analizie podróży turystycznych 100% ruchu stanowią turyści.

Tabela 5.3. Procedura badawcza (symulacje) w modelu KoMaR  
– symulacje 6a-6f – modele jednomotywacyjne

Lp.	Nazwa symulacji	Założenia symulacji
1-3	Model bazowy wewnętrzny (MBW)	(w tab. 4.3)
4-5	Model bazowy z ruchem zewnętrznym (MBZ)	(w tab. 4.7)
6	Modele jednomotywacyjne	Jednomotywacyjne modele na bazie modelu bazowego zewnętrznego z opłatami autostradowymi (MBZ) dla sześciu motywacji podróży: dojazdy do pracy (COM), wyjazdy na zakupy (CH), dojazdy do szkoły wyższej (EDU), podróże biznesowe (BIZ), odwiedziny znajomych i krewnych (VFR) oraz podróże turystyczne (TUR). Niezależne założenia dla każdej z motywacji dotyczące funkcji oporu przestrzeni oraz produkcji i atrakcji ruchu (względnie gotowej więźby ruchu).

Celem tego badania jest ukazanie przestrzennego rozkładu ruchu w danej motywacji, wskazanie dominujących kierunków, relacji, a także odniesienie do rzeczywistego ruchu ogółem w celu sprawdzenia dla jakich odcinków sieci ruch w danej motywacji podróży ma szczególne znaczenie.

**Modele jednomotywacyjne** dla sześciu wyróżnionych motywacji podróży (dojazdy do pracy, wyjazdy na zakupy, dojazdy do szkoły wyższej, podróże biznesowe, odwiedziny znajomych i krewnych oraz podróże turystyczne) w odróżnieniu od modelu bazowego są wykonane na podstawie odmiennych założeń dotyczących produkcji i atrakcji ruchu, a także różnych funkcji oporu przestrzeni (częściowo na podstawie gotowej więźby ruchu) (symulacje 6a-6f).

W ramach symulacji jednomotywacyjnych w modelu KoMaR wyróżniono sześć motywacji podróży

- 6a – dojazdy do pracy (COM),
- 6b – wyjazdy na zakupy (CH),
- 6c – dojazdy do szkoły wyższej (EDU),
- 6d – podróże biznesowe (BIZ),
- 6e – odwiedziny znajomych i krewnych (VFR),
- 6f – podróże turystyczne (TUR).

Dwie motywacje podróży opracowano na podstawie gotowej macierzy przepływów. Źródłem danych dla **dojazdów do pracy** (COM) była macierz przepływów ludności na poziomie gminnym dla 2011 roku. W przypadku **odwiedzin krewnych i znajomych** (VFR) wykorzystano gotową więźbę ruchu w postaci macierzy przemeldowań (średnia z 2006 i 2009 r.). Dla **wyjazdów na zakupy** (CH), **dojazdów do szkoły wyższej** (EDU), **podróży biznesowych** (BIZ) oraz **podróży turystycznych** (TUR) określono natomiast determinanty potencjałów ruchotwórczych, czyli produkcję oraz atrakcję, a także funkcję oporu przestrzeni, zgodnie z tabelą 5.4. Źródłem większości danych (ludność ogółem, liczba spółek prawa handlowego, liczba supermarketów, hipermarketów, domów towarowych i handlowych, ludność w grupie wiekowej 19-24 lata, liczba studentów oraz liczba miejsc noclegowych) był Bank Danych Lokalnych GUS. Wybór zarówno produkcji jak i atrakcji był dosyć intuicyjny i zgodny z większością badań ruchu. Dla



podróży biznesowych testowano również inne warianty, m.in. liczbę podmiotów gospodarczych lub też liczbę ludności, jednak to model produkcji i atrakcji oparty na liczbie spółek prawa handlowego okazał się najlepiej dopasowany.

W celu pełnej porównywalności danych ujednolicono łączny wolumen „masy” zarówno dla produkcji jak i atrakcji dla każdej z motywacji. Dla każdej z motywacji określono też, na podstawie szeregu symulacji inną funkcję oporu przestrzeni, określającą spadek atrakcyjności celu podróży wraz ze zwiększaniem się odległości czasowej między źródłem a celem podróży. Analogicznie jak w procedurze badawczej w modelu bazowym przyjęto, że wybór takiego a nie innego parametru funkcji oporu przestrzeni wynika bezpośrednio z dopasowania modelu, tzn. wybór parametru dla najwyższej wartości współczynnika determinacji  $R^2$ . Funkcja oporu przestrzeni przyjęła postać funkcji wykładniczej eksponencjalnej. Przykładowo, dla podróży turystycznych wybrany przy najlepszym dopasowaniu wykładnik potęgi  $\beta = 0,011552$ , daje spadek atrakcyjności celu podróży do połowy po 60 minutach, do 0,25 po 120 minutach i do 0,1 przy prawie 200 minutach (tab. 5.4; ryc. 4.11).

Tabela 5.4. Motywacja, determinanty potencjałów ruchotwórczych oraz funkcja oporu przestrzeni w poszczególnych symulacjach w modelu bazowym i symulacjach jednomotywacyjnych

Symulacja / Motywacja	Determinanty potencjałów ruchotwórczych		Opór przestrzeni*
	Produkcja	Atrakcja	
Model bazowy	ludność ogółem (2010)	ludność ogółem (2010)	15 minut ( $\beta = 0,046210$ )
Dojazdy do pracy (COM)	macierz dojazdów do pracy (2011)		jak w macierzy (bez dojazdów pow. 120 minut)
Wyjazdy na zakupy (CH)	ludność ogółem (2010)	liczba supermarketów, hipermarketów, domów towarowych i domów handlowych (2010)	10 minut ( $\beta = 0,069315$ )
Dojazdy do szkoły wyższej (EDU)	ludność w wieku 19-24 lata (2010)	liczba studentów (2012)	20 minut ( $\beta = 0,034657$ )
Podróże biznesowe (BIZ)	liczba spółek prawa handlowego (2010)	liczba spółek prawa handlowego (2010)	15 minut ( $\beta = 0,046210$ )
Odwiedziny znajomych i krewnych (VFR)	macierz przemeldowań (średnia z 2006 i 2009 r.)		jak w macierzy
Podróże turystyczne (TUR)	ludność ogółem (2010)	liczba miejsc noclegowych (2010)	60 minut ( $\beta = 0,011552$ )

\*czas podróży odpowiadający połowie spadku atrakcyjności celu podróży

Źródło: opracowanie własne

Na ostatnim etapie procedury badawczej wykonywano każdorazowo szereg symulacji sterując parametrem określającym łączną mobilność indywidualną na całej sieci drogowej, tak by przyrównać pracę przewozową realizowaną w modelu teoretycznym w ramach danej motywacji podróży na zamiejskiej sieci dróg krajowych i wojewódzkich do pracy przewozowej w ruchu samochodów osobowych i mikrobusów wynikającej z Generalnego Pomiaru Ruchu 2010.

## 5.3. DOJAZDY DO PRACY

### 5.3.1. ROZMIESZCZENIE ATRAKCJI, OPÓR PRZESTRZENI I PODZIAŁ MODALNY

**Udział motywacji w ruchu ogółem.** Dojazdy do pracy są najbardziej istotną motywacją podróży, stąd bardzo szerokie zainteresowanie nimi, zarówno w kontekście analizy zachowań komunikacyjnych w miastach i aglomeracjach (Wiśniewski 2007, 2012a, b, 2013a, b; Niedzielski, Śleszyński 2008; Rosik i in. 2010; Śleszyński 2012a, 2013a; Śleszyński, Rosik 2013), regionach (Biernacki i in. 2014; Działek i in. 2015; Guzik, Wiedermann 2012; Guzik 2015), jak też na poziomie krajowym (Kruszka 2010; Śleszyński 2012b, c).

Dojazdy do pracy wynikają z nierównowagi przestrzennej pomiędzy liczbą miejsc pracy i podażą zasobów siły roboczej. Na ogół występuje prawidłowość, że im większe różnice w poziomie rozwoju pomiędzy miastami i regionami, tym zjawisko to jest silniejsze. W Polsce po 1989 r. radykalne zmiany związane z restrukturyzacją gospodarki doprowadziły do silnych zmian w strukturze przestrzennej rynków pracy. Z jednej strony nastąpił upadek wielu gałęzi i ośrodków rozwoju przemysłu, powodując zmniejszenie popytu na niewykwalifikowaną siłę roboczą. Z drugiej strony miał miejsce silny wzrost sektora usług oraz miast zajmujących wyższe pozycje w hierarchii osadniczej. Spektakularny jest przykład Warszawy, w przypadku której ze względu na funkcje stołeczne i liczne przewagi konkurencyjne obserwowany jest silny wzrost zatrudnienia i znacznie wzrosła rola dojazdów do pracy, nieraz z dużych odległości (Śleszyński 2007).

Badania dojazdów do pracy w Polsce po 1989 r. były utrudnione ze względu na brak ich rejestracji statystycznej. Chociaż dane na temat były gromadzone przez GUS przez cały okres powojenny w ramach spisów powszechnych i kadrowych, cenzus z 2002 r. niestety pomijał te zagadnienia. Podejmowane studia dotyczące ruchliwości dziennej w okresie transformacji z natury musiały zatem bazować na wyrwykowych danych, ograniczonych do niewielkich obszarów, pozyskiwanych najczęściej za pomocą tradycyjnych metod ankietowych i danych poszczególnych zakładów pracy (Wiśniewski 2013a; Zborowski 2002).

Z punktu widzenia celów niniejszego opracowania kluczowe do dalszej analizy są te dojazdy, w których osoba pracująca przekracza granicę gminy. Jest to pewne uproszczenie związane ze sposobem agregacji danych statystycznych, gdyż często się zdarza, że odległość pokonywana na dojazd do pracy wewnątrz gminy jest większa. Dotyczy to zwłaszcza dużych miast (np. Warszawy), dla których współczynniki atrakcyjności i emisyjności dojazdów mają kluczowe znaczenie (Niedzielski, Śleszyński 2008). Dlatego bardzo ważne jest posiadanie szczegółowych danych o rzeczywistym rozmieszczeniu miejsc pracy. W Polsce takie dane na poziomie wewnątrzgminnym są niestety niedostępne i konieczne jest wykonywanie różnego rodzaju szacunków. W ostatniej dekadzie w Polsce dla potrzeb modelowania i prognozowania ruchu analizy takie w układzie rejonów transportowych, bazujące m.in. na bazach nieruchomości lokalowych, mapy użytkowania terenu, itp. wykonano jedynie dla dwóch miast, tj. Warszawy (Śleszyński 2007) i Krakowa (Śleszyński 2010). Wypracowana też została metoda szacowania miejsc pracy w większych jednostkach (Wiśniewski 2013a), gdyż dla całości zatrudnienia GUS nie udostępnia danych dla mniejszych poziomów, niż województwo.

W latach 2009-2011 ośrodek poznański GUS we współpracy z Ministerstwem Finansów przeprowadził badania zeznań podatkowych (PIT 11/B i PIT 40) za 2006 rok zawartych w systemie POLTAX w celu identyfikacji liczby i struktury dojeżdżających do pracy poza gminą stałego zamieszkania (*Przeptywy ludności...*, 2009; Kruszką 2011). W efekcie tych prac po raz pierwszy od 1983 r. otrzymano informacje nt. codziennych przemieszczeń pracowniczych dla całego kraju według jednolitej metodologii w szczegółowej dezagregacji przestrzennej. Dane pokazały, że pomimo spadku liczby miejsc pracy, w stosunku do poprzednich dekad znacznie wzrosła mobilność ludności w tym zakresie. Metodyka pozyskania danych za 2006 r. powoduje liczne niezgodności w stosunku do stanu faktycznego. Podstawową różnicą jest nieuwzględnienie dojazdów jednoosobowych firm, które rozliczają się z podatku na podstawie przepisów uniemożliwiających odliczenie kosztów uzyskania przychodu poprzez coroczną deklarację PIT (ale robią to w inny sposób, na podstawie bieżącej działalności i księgowości). Wątpliwości przydaje fakt rejestracji dojazdów na podstawie odliczenia, czego nie czynią wszyscy podatnicy, na przykład z niewiedzy. Wreszcie sama statystyka zameldowań i rejestracji lokalizacji miejsc pracy nie jest całkowicie wiarygodna, gdyż zdarza się, że osoby zmieniają miejsce zamieszkania, nie zgłaszając w urzędach odpowiedniej zmiany adresu zameldowania.

Równoległe badanie dojazdów do pracy prowadzono w ramach Badania Aktywności Ekonomicznej Ludności (*Dojazdy do pracy w 2010 roku...*, 2011). Wyniki tych badań wskazują na coraz wyraźniejszy trend wydłużania się dojazdów do pracy, wzrost udziału wyjeżdżających poza swoją gminę (tylko w latach 2008-2010 z 21 do 25%), a nawet poza swoje województwo (tab. 5.5).

Tabela 5.5 Liczba pracujących (w tys.) w 2008, 2009 i 2010 roku według lokalizacji miejsca pracy w stosunku do miejsca zamieszkania

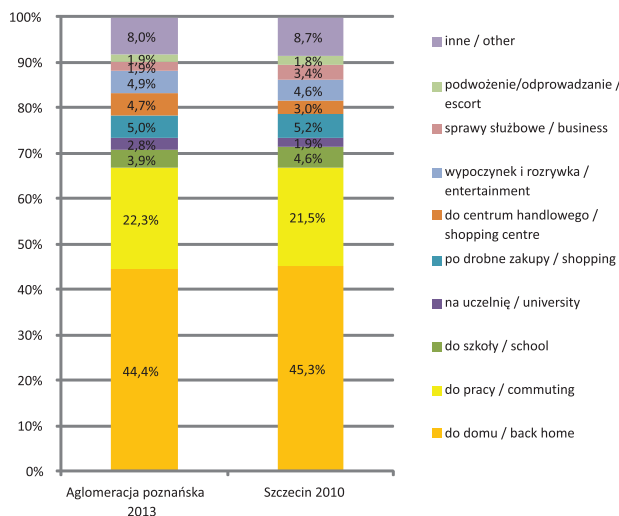
Lata	Ogółem	Polska					Zagranica
		razem	swoja gmina	poza swoją gminę			
				razem	swoje województwo	inne	
2008	15 800	15 729	12 308	3396	3098	298	71
2009	15 868	15 789	11 965	3812	3488	324	79
2010	15 961	15 863	11 896	3959	3620	339	98

Źródło: *Dojazdy do pracy w 2010 roku...* (2011)

Pytania o kierunki dojazdów do pracy, wzorem innych rozwiniętych krajów, gdzie tego typu informacje należą do podstawowych, pojawiły się w Narodowym Spisie Powszechnym w 2011 r. Niestety badanie to nie zostało wykonane dla całej populacji, tylko metodą reprezentacyjną dla małej jej części. W porównaniu do danych uzyskanych na podstawie rejestrów podatkowych z bazy POLTAX (Kruszką 2011), badanie NSP 2011 zostało uzupełnione o zasoby innych gestorów danych administracyjnych. Z powodu przyjęcia błędnych założeń metodologicznych spisu powszechnego w 2011 r., w tym nadmiernego zaufania do danych administracyjnych, okazało się, że aby zapewnić minimum wiarygodności, dane te muszą być agregowane do dużych jednostek administracyjnych. Nie daje to możliwości bardziej dokładnych badań przestrzennych nad ruchliwością przestrzenną. Sytuacja ta jest zatem wciąż regresem w stosunku do statystyki dojazdów do pracy przed 1989 r. Dane z NSP oprócz informacji o liczbie dojeżdżających w różnych relacjach nie dają podstaw do rozróżnienia środków transportu, częstotliwości i czasu podróży dojeżdżających do pracy (*Dojazdy do pracy NSP*, 2014).

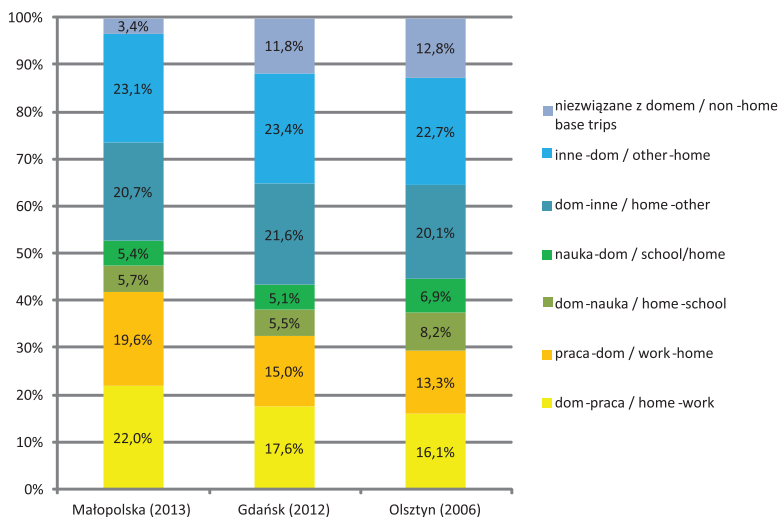
Dopiero ukazanie się tzw. badania pilotażowego zachowań komunikacyjnych ludności w Polsce prowadzonego przez Centrum Badań i Edukacji Statystycznej Głównego Urzędu Statystycznego na terenie całego kraju w kwietniu i maju 2015 roku (*Badanie pilotażowe...* 2015) daje więcej informacji na temat mobilności Polaków. Jest to pierwsze kompleksowe badanie ruchu w Polsce umożliwiające m.in. analizę zachowań komunikacyjnych ludności, poziomu wskaźnika ruchliwości oraz przebiegów samochodów osobowych w podziale na cele podróży. Uzyskano odpowiedzi od 13 551 gospodarstw domowych. Badanie to stało się jednym z głównych źródeł informacji również w niniejszej publikacji. Jednak ze względu na fakt, iż dotyczy one 2015 roku, a wyniki pojawiły się pod koniec 2015 r. ma ono znaczenie w dużej mierze wspomagające wobec innych badań prowadzonych bezpośrednio na danych statystycznych z 2010 r. (lub w przypadku dojazdów do pracy – macierzy dojazdów z 2011 r.).

W badaniu ogólnokrajowym wykonanym przez GUS (*Badanie pilotażowe...* 2015) udział dojazdów do pracy jest wyższy niż na to wskazują badania ruchu na poziomie regionalnym i lokalnym. Doliczając powroty do domu dla dojazdów do pracy udział ten wyniósł aż 47,6% podróży (55,2% w dni powszednie i 16,2% w dni weekendowe). Również we wszystkich Kompleksowych Badaniach Ruchu wykonywanych w Polsce motywacja dom-praca-dom jest najważniejszą motywacją podróży, której udział wynosi zazwyczaj około 30-45% podróży, przy czym w większości badań przedział ten jest w granicach 40-45% podróży (Olsztyn 2006, Gdańsk 2012, Szczecin 2010, Małopolska 2013, Poznań 2013) (ryc. 5.1, 5.2).



Ryc. 5.1. Udziały poszczególnych motywacji podróży dla aglomeracji poznańskiej (Poznań 2013) oraz Szczecina (2010)

Fig. 5.1. Structure of travel purposes in Poznań (2013) and Szczecin (2010) agglomerations  
 Źródło: opracowanie własne na podstawie Poznań (2013) i Szczecin (2010)



Ryc. 5.2. Udziały poszczególnych motywacji podróży dla Małopolski (2013), Gdańska (2012) oraz Olsztyna (2006)

Fig. 5.2. Structure of travel purposes in Małopolska (2013) Gdańsk (2012) and Olsztyn (2006)

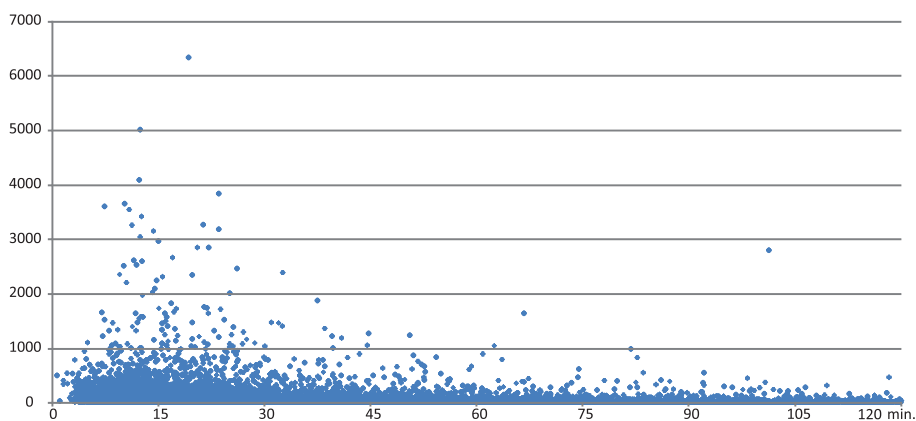
Źródło: opracowanie własne na podstawie Olsztyn (2006), Gdańsk (2012) i Małopolska (2013)

**Opór przestrzeni.** W świetle badań GUS średni czas dojazdu do pracy w Polsce wynosi od 19 do 31 minut w zależności od województwa (najdłuższy był w województwie mazowieckim, co wiązało się przede wszystkim z relatywnie długimi dojazdami do pracy w Warszawie), przy czym średni czas trwania podróży samochodem był krótszy niż komunikacją publiczną (*Badanie pilotażowe...* 2015). Można założyć, że w 2010 r. średni czas dojazdu był odpowiednio krótszy, ze względu na znaczne wydłużenie sieci autostrad i dróg ekspresowych w okresie 2010-2015. Informacje na temat liczby dojazdów do pracy w sensie potoków ruchu w obie strony w danej relacji można uzyskać na podstawie danych z 2011 r. Największe potoki ruchu dojazdowego w Polsce miały miejsce z oczywistych względów w relatywnie krótkich relacjach, gdzie czas dojazdu nie przekraczał 30 minut.

Na rycinie 5.3 przedstawiono zależność między liczbą dojazdów do pracy (potoki ruchu powyżej 100 osób), a czasem dojazdu (do 2 godzin co uznaje się za racjonalną granicę opłacalności codziennych dojazdów do pracy).

Jak wskazano już w publikacji Rosika (2012), dojazdy do pracy do miejsc oddalonych powyżej pół godziny od źródła podróży charakteryzują się łagodnym spadkiem funkcji oporu przestrzeni. Jednak dla dojazdów krótszych niż pół godziny trudno mówić o jakimkolwiek trendzie. Można wnioskować, że inne czynniki, przede wszystkim wysokość wynagrodzenia oraz wielkość rynku pracy w miejscu docelowym mają większe znaczenie dla wielkości potoków ruchu niż czas dojazdu. Pokazują to m.in. podobne badania wykonane dla aglomeracji warszawskiej na podstawie modelu grawitacyjnego (Śleszyński 2013a). Okazało się tam, że struktura odległości migracji (zameldowań) jest bardzo podobna do struktury odległości dojazdów pracowniczych. Świadczyć to może na korzyść

hipotezy substytucji migracji dojazdami, sformułowanej jeszcze kilka dekad wcześniej (Korcelli i in. 1981). Istniejąca baza danych uwzględnia również bardzo wysokie potoki ruchu dojazdowego w takich relacjach jak Kraków-Warszawa (7542 dojeżdżających do Warszawy z Krakowa), dla których nie jest możliwe dojeżdżanie do pracy w trybie codziennym. Źródłem niedokładności po pierwsze są różnice adresów urzędowych (oficjalnych) i rzeczywistych, związanych z przebywaniem danej osoby. Dotyczy to przede wszystkim zameldowania i faktycznego zamieszkania, jak również rejestracji działalności gospodarczej przez przedsiębiorstwo oraz faktycznie wykonywanej pracy osoby zatrudnionej w tym przedsiębiorstwie w innym miejscu, np. w oddziale pozamiejscowym. Drugim powodem jest ujawnienie się dojazdów w rytmie tygodniowym. Dotyczy to osób, które w ciągu tygodnia pracują w miejscach odległych od swojego stałego zamieszkania, a na weekendy i okresy świąteczne wracają do domu. Mapa macierzowa (ryc. 5.4) pokazuje, że dotyczy to nie tylko Warszawy, ale także mniejszych miejscowości, w których są zlokalizowane zakłady produkcyjne.

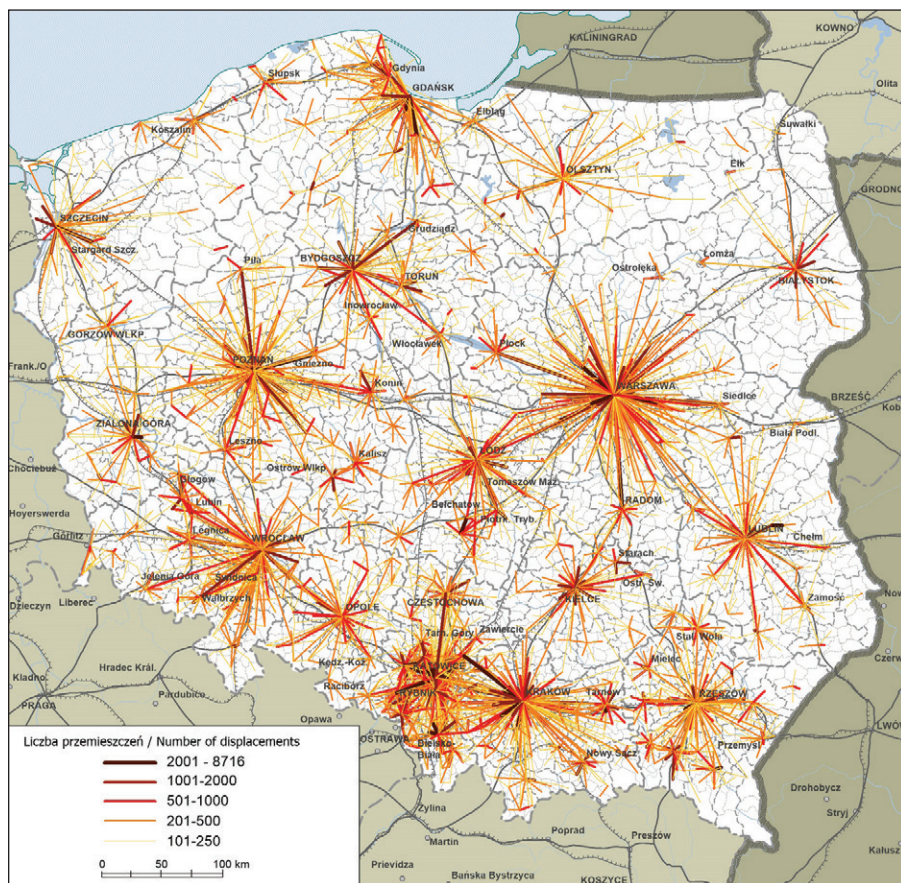


Ryc. 5.3. Liczba osób dojeżdżających do pracy w danej relacji a czas podróży samochodem osobowym (min). Tylko relacje powyżej 100 osób do 2 godzin czasu dojazdu

Fig. 5.3. Number of persons commuting to work for a given link vs. time of travel with passenger car (minutes). Only for links with more than 100 persons and up to 2 hours of commuting time  
Źródło / Source: opracowanie własne na podstawie danych BDL oraz model prędkości IGiPZ PAN

Z tego względu na etapie modelowania macierzy przyjęto korekty „urealnijające” rzeczywiste potoki ruchu dojazdowego w trybie codziennym. Polegało to na przeniesieniu części tego ruchu do kategorii odwiedzin krewnych i znajomych, przy założeniu, że osoby figurujące jako dojeżdżające do pracy na odległość powyżej 2 godzin w większości mieszkają w gminie miejsca pracy, a do domu rodzinnego dojeżdżają głównie w weekendy.

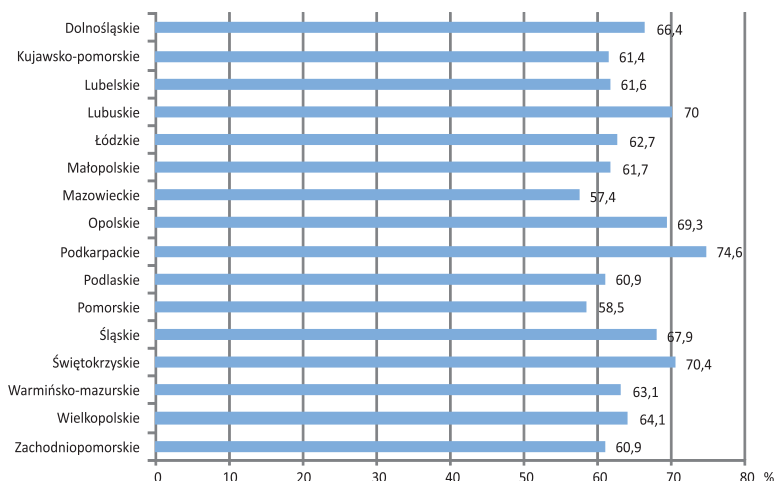




Ryc. 5.4. Kierunki dojazdów do pracy w Polsce w 2011 r. (pominięto przemieszczenia powyżej 100 km)

Fig. 5.4. Main directions and intensity of commuting in 2011. Without movements above 100 km  
 Źródło: opracowanie własne na podstawie danych GUS (międzygminna macierz dojazdów do pracy)

**Podział modalny.** W *Badaniu pilotażowym ...* (2015) zadano pytanie o środek transportu w podróżach związanych z dojazdami do pracy. Blisko 64% osób dojeżdża do pracy samochodem (ok. 56% jako kierowcy i ponad 8% jako pasażerowie). Istnieją relatywnie duże różnice w wyborze środka transportu między województwami. Udział dojeżdżających do pracy samochodem jest najwyższy w województwie podkarpackim, świętokrzyskim i lubuskim (powyżej 70%), a najniższy w mazowieckim i pomorskim (poniżej 60%). W pozostałych województwach udział ten kształtuje się w przedziale między 60 a 70% (ryc. 5.5).



Ryc. 5.5. Udział osób (%) dojeżdżających do pracy samochodem osobowym według województw

Fig. 5.5. Percentage share of persons commuting to work with passenger cars according to provinces

Źródło: *Badanie pilotażowe...* (2015, s. 36)

W podziale modalnym dojazdów do pracy istnieją ponadto duże różnice w poszczególnych województwach. Przykładowo w aglomeracji poznańskiej (Poznań 2013) samochód osobowy stanowi główny środek transportu w dojazdach do pracy dla ok. 60% mieszkańców, przy czym według badań Bula (2014) w mieście Poznaniu udział ten jest zdecydowanie niższy (nawet poniżej 30%) (tab. 5.6). Z Warszawskiego Badania Ruchu (WBR 2005) wynika jeszcze jedna ważna prawidłowość. Mieszkańcy dużego miasta w dojazdach do pracy poza miastem są znacznie bardziej skłonni wybierać samochód jako środek transportu niż mieszkańcy stref podmiejskich w dojazdach do pracy w dużych miastach (tab. 5.7). Jest to prawdopodobnie związane z silną kongestią w godzinach szczytu rannego – na dojeździe do miasta, oraz w szczycie popołudniowym – na wyjeździe z miasta. W kierunku przeciwnym brak tego typu utrudnień zachęca do korzystania z własnego pojazdu, co w dużym stopniu może determinować potoki ruchu, zwłaszcza w tych aglomeracjach gdzie duża część miejsc pracy położona jest poza miastem np. w aglomeracji poznańskiej (np. Tarnowo Podgórne) lub wrocławskiej (np. Kobierzyce).

Tabela 5.6. Udział motoryzacji indywidualnej w dojazdach do pracy wśród mieszkańców aglomeracji poznańskiej

	Mieszkańcy Poznania	Mieszkańcy powiatu poznańskiego	Mieszkańcy aglomeracji
Samochód jako kierowca	17,08	41,36	30,37
Samochód jako pasażer	8,63	15,17	12,21
Razem	25,71	56,53	42,58

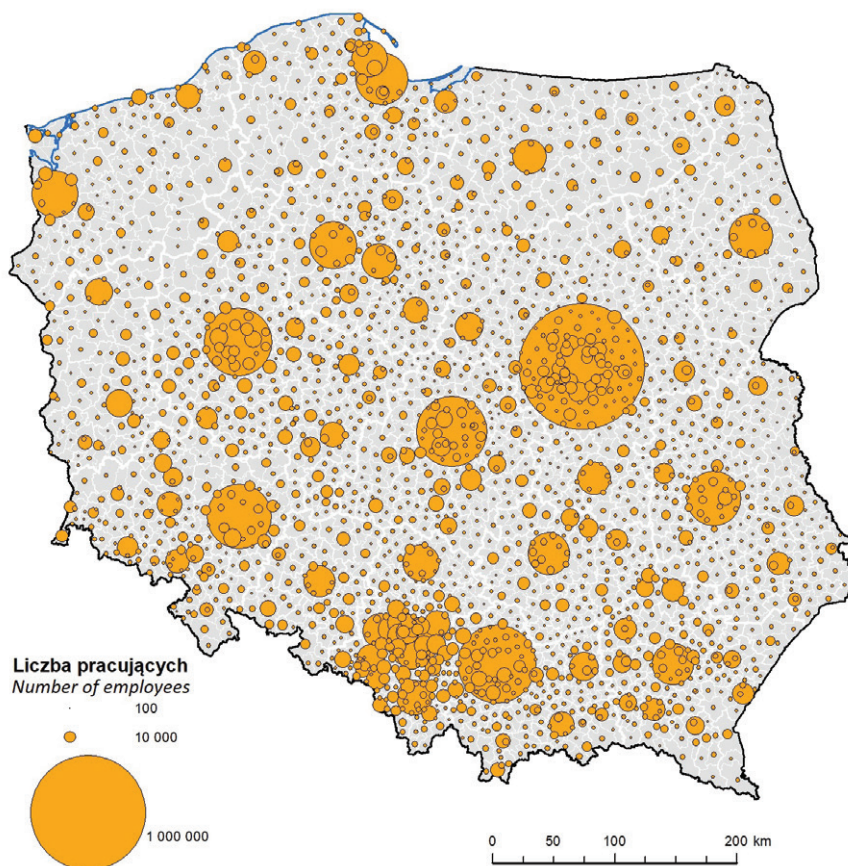
Źródło: Bul (2014)

Tabela 5.7. Udział motoryzacji indywidualnej w dojazdach do pracy wśród mieszkańców aglomeracji warszawskiej

	Mieszkańcy Warszawy		Mieszkańcy aglomeracji
	Po obszarze Warszawy	Podróże Warszawa-strefa	Podróże Warszawa+strefa
Samochód	29,0	63,5	43,4

Źródło: WBR (2005)

**Rozmieszczenie atrakcji.** Lokalizacja przedsiębiorstw i miejsc pracy jest podstawowym wyznacznikiem stref aktywności społeczno-gospodarczej w każdej skali przestrzennej. Dlatego szczegółowe rozpoznanie struktury rynku pracy jest jednym z najważniejszych elementów niniejszego opracowania. W Polsce ze względu na niedostatki statystyki publicznej w zakresie miejsc pracy (opisywane szeroko wcześniej, m.in. Misztal 1997; Węclawowicz i in. 2006) analizy były jednak dotychczas mocno ograniczone. U źródeł tego stanu rzeczy można wymienić następujące przyczyny (Śleszyński 2010):



Ryc. 5.6. Rozkład przestrzenny miejsc pracy  
Fig. 5.6. Spatial distribution of workplaces



1) rejestracja małych podmiotów gospodarczych (głównie zakładów osób fizycznych) według miejsca zamieszkania, a nie faktycznej działalności (ma to znaczenie zwłaszcza w aglomeracjach);

2) brak wyczerpującej informacji statystycznej o liczbie pracujących w najmniejszych podmiotach (poniżej 5 lub 10 pracujących, w zależności od okresu w latach 1989-2015);

3) zbieranie informacji statystycznej na ogół metodą przedsiębiorstw (według głównej siedziby) a nie metodą zakładową (uwzględniającą rozmieszczenie filii, oddziałów, itd.);

4) częsty brak zgłoszenia o zawieszeniu lub likwidacji działalności firmy, powodujący pozostawanie „pustego” rekordu w bazach danych;

5) niespójność statystyki (nomenklatury, definicji, oznaczeń, metod pomiaru zjawisk itd.) w poszczególnych latach (przykładowo od 1999 r. zniesiono pojęcie spółki cywilnej jako przedsiębiorstwa, zastępując ją wpisami do rejestru poszczególnych osób, zawyżając w ten sposób stan faktyczny liczby przedsiębiorstw);

6) wielokrotność zatrudnienia i (lub) samozatrudnienia tej samej osoby w różnych podmiotach.

Pojawia się zatem coraz więcej badań, w których do analiz przedsiębiorczości wykorzystywane są alternatywne rejestry (Kamińska 2006; Grochowski 2009). Wykorzystywane są m.in. dane z urzędów skarbowych. Z powodu niewystarczającej statystyki rynku pracy w IGiPZ PAN od dłuższego czasu jest rozwijana metodologia szacowania miejsc pracy (Gawryszewski i in. 1998; Śleszyński 2007, 2010; Wiśniewski 2013a). W ostatniej dekadzie dochodzi szereg czynników, które pomimo niewątpliwych wysiłków GUS w zakresie poprawy statystyki pracy czynią to zagadnienie w sensie ilościowym i jakościowym jeszcze bardziej niewiarygodnym. Przede wszystkim po 2005 r. ujawniła się duża grupa osób pracujących za granicą. Według danych GUS w ostatnich latach przebywa poza granicami kraju około 1,8-2,3 mln osób. O ile nie wpływają oni na krajowy rynek pracy w tym sensie, że nie tworzą wewnętrznych dojazdów do pracy, to wpływa to znacząco na różnego rodzaju wskaźniki, związane chociażby z oszacowaniem liczby ludności w wieku produkcyjnym. Po drugie istotnym czynnikiem jest wzrost tzw. szarej i czarnej strefy. Według ostrożnych szacunków, w kraju może pracować nawet około 1 mln migrantów zagranicznych (dominującą część stanowią obywatele Ukrainy), z czego tylko 200-300 tys. na podstawie ważnych pozwoleń na pracę. Z punktu widzenia celów niniejszej pracy nie stanowią oni znaczącego potencjału ruchotwórczego, ale może to wpływać na niektóre zastosowane wskaźniki.

W niniejszym opracowaniu do oszacowania liczby miejsc pracy w układzie gminnym w 2010 r. zostały wykorzystane powszechnie dostępne dane statystyczne gromadzone przez Główny Urząd Statystyczny, tj.:

- liczba pracujących w podmiotach gospodarczych zatrudniających powyżej 9 pracowników (według faktycznego miejsca pracy) w układzie gminnym,
- liczba mikroprzedsiębiorstw (tj. podmiotów do 9 pracujących) w gminach (na podstawie bazy REGON),
- liczba pracujących (według faktycznego miejsca pracy) w układzie wojewódzkim.

Cel szacowania miejsc pracy determinował rodzaj danych przyjętych na wstępie. Za dane, w największym stopniu obrazujące liczbę miejsc pracy, uznano liczbę pracujących według faktycznego miejsca pracy w skali wojewódzkiej w tym pracujących w mikroprzedsiębiorstwach. Przyjęto tym samym, że dane

o pracujących gromadzone poprzez zakłady pracy (a nie od strony pracowników jak to ma miejsce w przypadku badania BAEL) są tożsame z liczbą miejsc pracy w danej jednostce administracyjnej. W szacunku nie zostały uwzględnione osoby pracujące we własnych gospodarstwach rolnych lub też pomagające w prowadzeniu rodzinnego gospodarstwa rolnego. Przyjęte dane nie uwzględniają też pracujących w jednostkach budżetowych działających w zakresie obrony narodowej i bezpieczeństwa publicznego (*Pracujący w gospodarce narodowej...* 2011).

Procedura obliczeniowa obejmowała jedynie oszacowanie liczby miejsc pracy w mikroprzedsiębiorstwach w układzie gminnym. W tym celu zostały wykorzystane dwa zbiory danych: liczba pracujących w województwach oraz liczba podmiotów gospodarczych w gminach. Różnicę na poziomie poszczególnych województw między liczbą pracujących w układzie wojewódzkim a liczbą pracujących w układzie gminnym rozszacowano wskaźnikiem udziału mikroprzedsiębiorstw w danej gminie w ogólnej liczbie mikroprzedsiębiorstw w danym województwie.

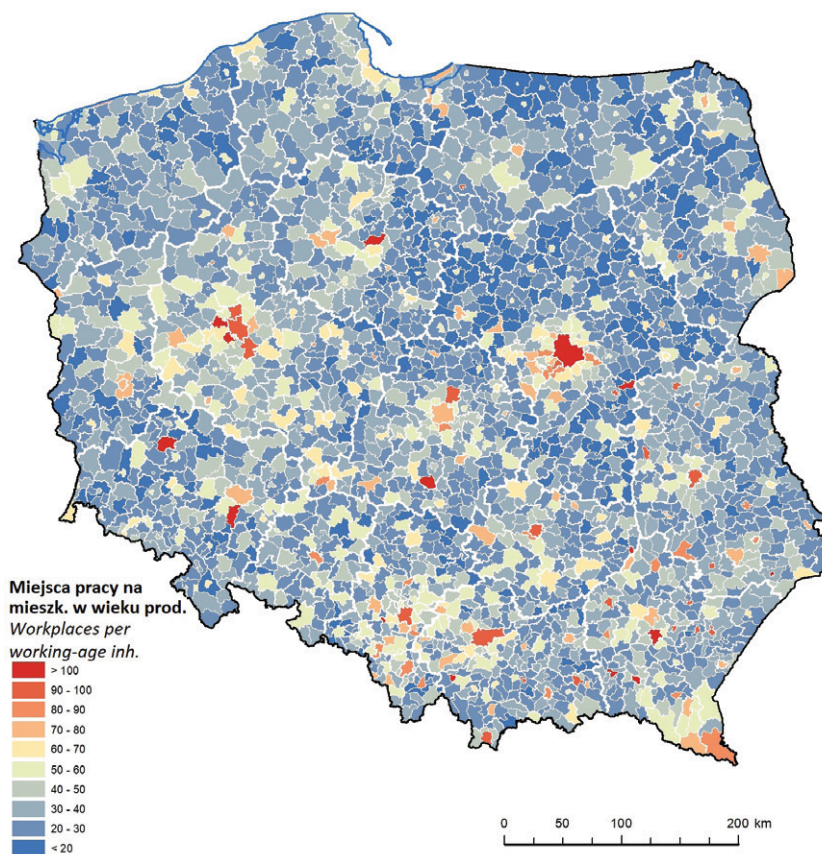
Tak otrzymane wyniki, pokazujące pracujących w mikroprzedsiębiorstwach w układzie gminnym, są dopełnieniem danych publikowanych przez GUS określających liczbę pracujących w podmiotach gospodarczych zatrudniających powyżej 9 pracowników (według faktycznego miejsca pracy) w układzie gminnym. Taki zabieg obliczeniowy jest o tyle istotny, że pozwala chociaż w przybliżony sposób uwzględnić zagadnienie pracujących w mikroprzedsiębiorstwach, które to w wielu przypadkach stanowią o sile lokalnej gospodarki.

Z punktu widzenia atrakcyjności celu podróży w dojazdach do pracy kluczowa jest informacja o liczbie miejsc pracy w przeliczeniu na w mieszkańca w wieku produkcyjnym (ryc. 5.7). Są takie gminy w Polsce, gdzie liczba miejsc pracy przekracza liczbę ludności w wieku produkcyjnym. Poza największymi metropoliami, są to m.in. gminy:

- Kleszczów, na obszarze której zlokalizowana jest Kopalnia Węgla Brunatnego „Bełchatów”, z ponad sześciokrotnie wyższą liczbą miejsc pracy,
- podwrocławskie Kobierzyce – siedziba LG Display Poland, a także kompleks sklepów wielkopowierzchniowych oraz parków technologicznych,
- podpoznańskie Tarnowo Podgórne – siedziba wielu dużych firm i parków logistycznych.

Gminy o wysokiej liczbie miejsc pracy, prócz poszczególnych aglomeracji nie stanowią w większości przypadków zwartych obszarów. Są to zazwyczaj poszczególne lokalizacje z siedzibą dużych przedsiębiorstw. Układy policentryczne zauważalne są jedynie na południu kraju, na Górnym Śląsku, w Małopolsce i na Podkarpaciu. Z kolei gminy o relatywnie niewielkiej liczbie miejsc pracy w relacji do liczby mieszkańców w wieku produkcyjnym tworzą zazwyczaj zwarte obszary peryferyjne poszczególnych województw, przy czym wyraźnie zaznacza się obszar Mazowsza (poza aglomeracją warszawską) oraz generalnie Polska północna (ryc. 5.7).

Uzupełnieniem obrazu „atrakcji” jest wskaźnik pokazujący liczbę mieszkańców wyjeżdżających do pracy poza gminą również w przeliczeniu na osoby w wieku produkcyjnym (ryc. 5.8). Zgodnie ze znanymi od dawna prawidłowościami, szczegółowo opisanymi w literaturze, jest on najwyższy na obszarach podmiejskich w największych aglomeracjach, a także wokół ośrodków przemysłowych oferujących wiele miejsc pracy, do których należą np. Zagłębie

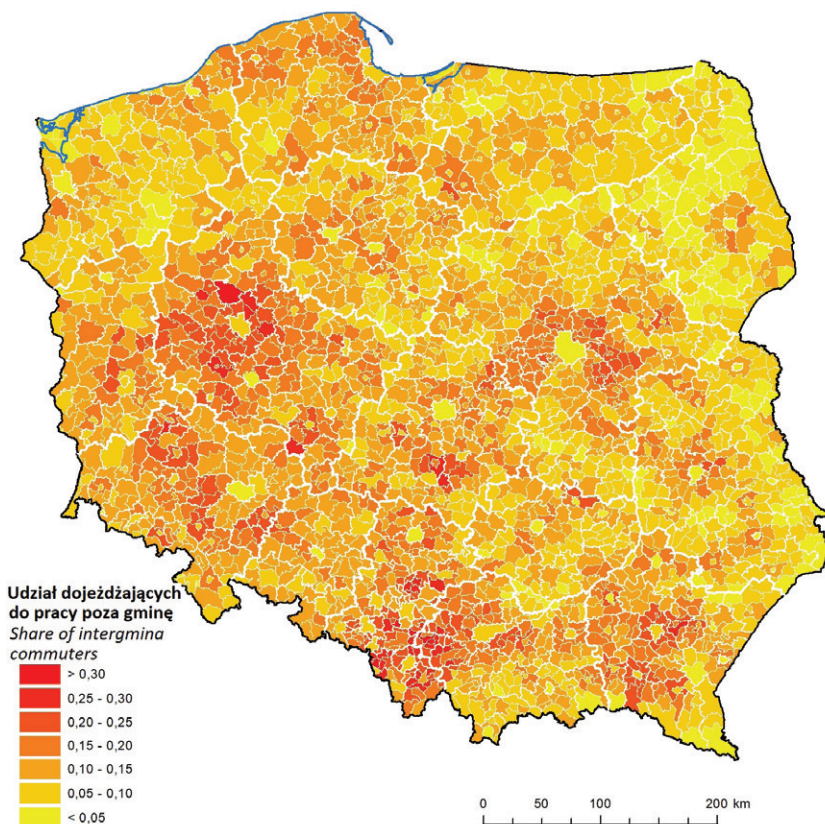


Ryc. 5.7. Miejsca pracy w gminie w przeliczeniu na 1 mieszkańca w wieku produkcyjnym (2010)

Fig. 5.7. Workplaces per working-age inhabitant (2010)

Międziorze lub Górny Śląsk. Ponownie akcentują się układy policentryczne na Podkarpaciu. Wyraźnie widoczne są również granice byłego Królestwa Kongresowego na obszarze którego udział wyjeżdżających do pracy jest wyraźnie niższy, co wynika z silnie rozwiniętej funkcji rolniczej i słabej urbanizacji. Mała liczba wyjeżdżających w relacji do liczby ludności w wieku produkcyjnym cechuje również województwo zachodniopomorskie oraz największe miasta i aglomeracje. W przypadku dużych miast jest to związane z brakiem potrzeby wyjazdu (większość mieszkańców nie ma problemu ze znalezieniem pracy w miejscu zamieszkania). W niektórych regionach niski wskaźnik wynika z przebywania ludności poza granicami kraju w celach zarobkowych (np. północne Podlasie, północno-zachodnia Polska). Takie obszary były wyraźnie identyfikowane na podstawie NSP 2002 (Śleszyński 2013b).





Ryc. 5.8. Łączna liczba wyjeżdżających do pracy poza gminę / liczba ludności w wieku produkcyjnym. Wskaźnik potencjału do wykorzystania samochodu w związku z dojazdami do pracy

Fig. 5.8. Total number of persons commuting to work outside of municipality / population in productive age. The potential indicator for car use in connection with job commuting

### 5.3.2. ROZKŁAD RUCHU W MODELU DOJAZDÓW DO PRACY (COM)

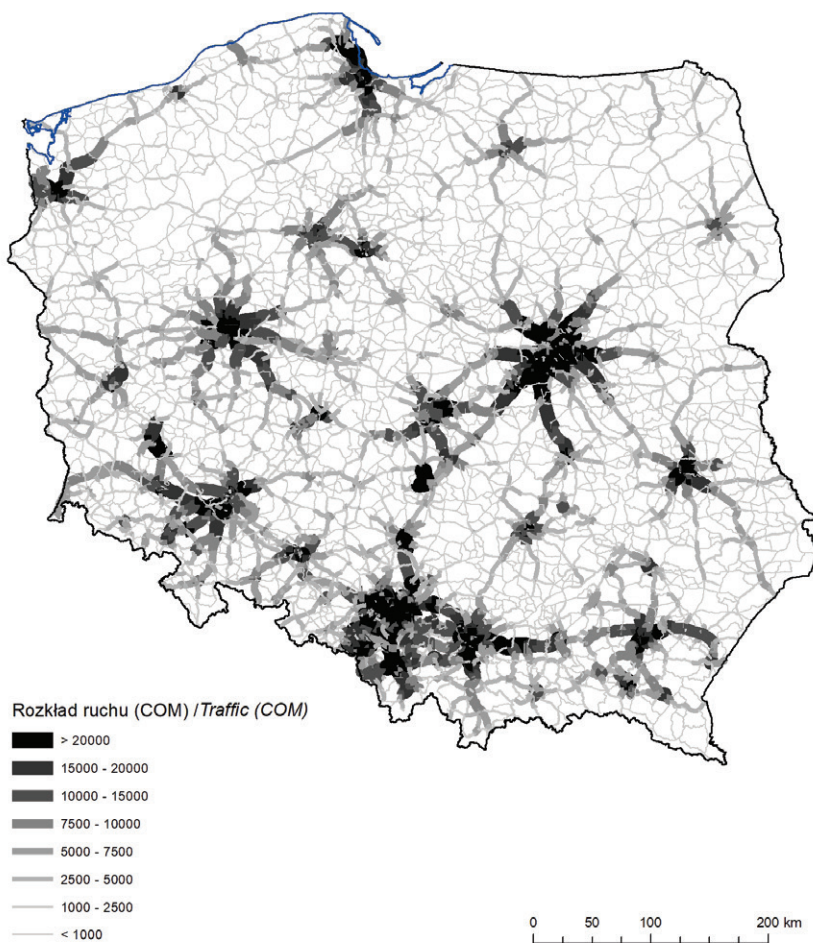
Źródłem danych dla **dojazdów do pracy** (COM) była macierz przepływów ludności na poziomie gminnym dla 2011 roku opracowana przez GUS na podstawie zbiorów systemu podatkowego urzędów skarbowych gromadzonych w bazie POLTAX (PIT – 11/8B oraz PIT-40), dotyczących osób, dla których gmina zamieszkania była inna niż gmina miejsca pracy z jednoczesną informacją o zwiększonych kosztach uzyskania przychodu z tytułu dojazdów do pracy. Wykluczono z analizy te dojazdy, dla których czas podróży przekraczał 2 godziny. Założono tym samym, że dla dojazdów do pracy trwających ponad 120 minut podróże te są w pewnym stopniu uwzględnione w migracjach (motywacja – odwiedziny znajomych i krewnych).

Rozkład ruchu w motywacji dojazdu do pracy jest mocno skoncentrowany na dojazdach do największych aglomeracji, szczególnie w ich rdzeniu, tam gdzie gminy oferują największą liczbę miejsc pracy w przeliczeniu na 1 mieszkańca w wieku produkcyjnym. Zauważalny jest również ruch między Bełchatowem a Kleszczowem (miejsce lokalizacji Kopalni Węgla Brunatnego Bełchatów i Elektrowni Bełchatów) oraz Głogowem, Polkowicami i Lubinem (Zagłębie Miedziowe). W województwie podkarpackim (policentryczny rynek pracy) poza drogami dojazdowymi do Rzeszowa widoczny jest m.in. ruch na DK28 łączącej Jasło, Krosno i Sanok.

Dopasowanie modelu jest zaskakująco podobne do modelu bazowego z ruchem zewnętrznym i opłatami autostradowymi i również relatywnie wysokie –  $R^2 = 0,65$ . W przypadku modelu dojazdów do pracy (COM) zdecydowanie większa liczba odcinków jest niedoszacowanych, szczególnie tych cechujących się relatywnie niewielkim natężeniem, zlokalizowanych w dużej odległości od aglomeracji (rynków pracy), na obszarach peryferyjnych województw oraz kraju. Są to w większości tereny rolnicze o małej intensywności dojazdów do pracy najemnej (dojazdy w ramach prowadzenia gospodarstw rolnych nie są objęte danymi GUS). Z drugiej strony pojawiają się przeszacowania ruchu na niektórych drogach dojazdowych do większych aglomeracji, przede wszystkim w aglomeracji krakowskiej i konurbacji górnośląskiej (ryc. 5.10). Zróżnicowanie stopnia dopasowania modelu w sąsiedztwie różnych metropolii można wiązać z charakterem ich rynku pracy. Przeszacowania pojawiają się tam, gdzie ma miejsce koncentracja miejsc pracy najemnej (np. zakłady przemysłowe Górnego Śląska, LGOM-u). W aglomeracjach polifunkcyjnych większy jest udział samozatrudnionych, co może skutkować większą trafnością modelu opartego na danych GUS odnośnie dojazdów.

**Wnioski.** Dojazdy do pracy są najważniejszą motywacją podróży, której udział wynosi ok. 45% podróży ogółem. Udział dojeżdżających do pracy poza gminę zamieszkania sukcesywnie z roku na rok rośnie. W roku 2010 wynosił on 25% ogółu pracujących. Średni czas dojazdu do pracy wynosił od 19 do 31 minut, przy czym najwyższy był w województwie mazowieckim. Na podstawie istniejących danych trudno jednoznacznie definiować funkcje oporu przestrzeni, ponieważ jest ona dosyć zróżnicowana w zależności od atrakcyjności lokalnego rynku pracy. Wątpliwości rodzi również fakt dużych potoków dojazdów do pracy wykonywanych w odległościach czasowych przekraczających dwie godziny. Średni udział podróży samochodem osobowym w dojazdach do pracy wyniósł 64%, przy czym jest on zróżnicowany w zależności od województwa, a także od alternatywnych możliwości korzystania z transportu publicznego (przede wszystkim w dużych miastach). Rozmieszczenie miejsc pracy w Polsce akcentuje w dużym stopniu największe miasta, a także gminy, w których siedzibę mają duże spółki i przedsiębiorstwa logistyczne. Największa liczba wyjeżdżających jest z kolei w gminach wiejskich zlokalizowanych w strefach zewnętrznych największych aglomeracji, a także w rejonach przemysłowych oraz rejonach o układach policentrycznych (np. na Podkarpaciu).

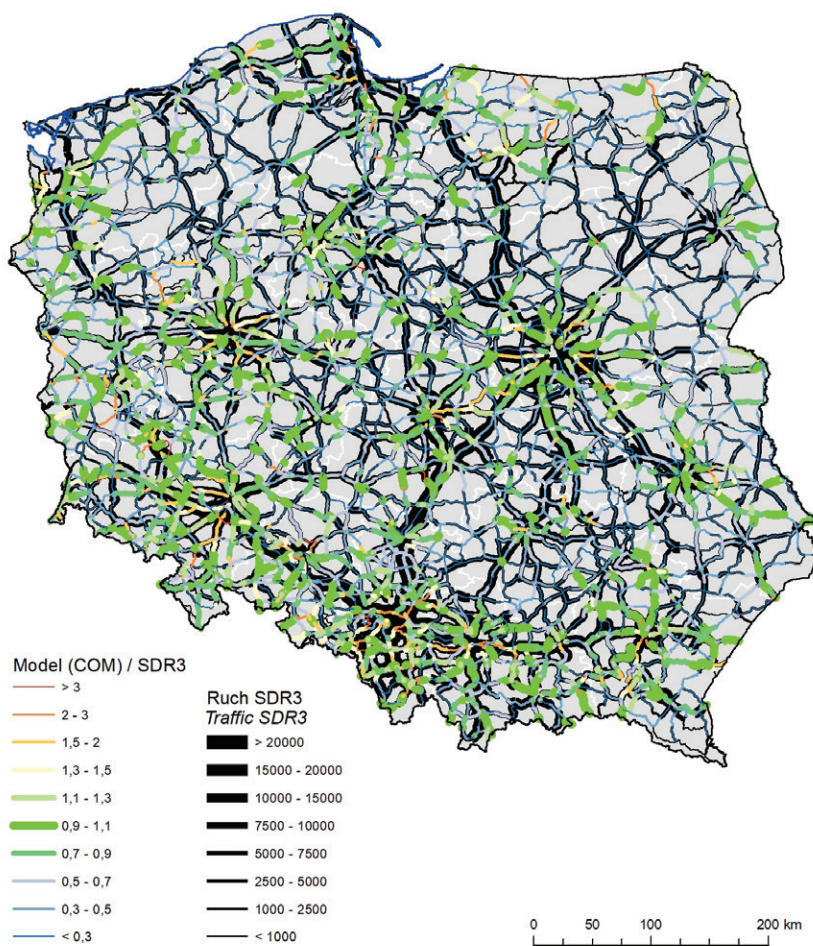
**Model dojazdów do pracy (COM)** dla którego punktem wyjścia jest macierz międzygminnych dojazdów do pracy z 2011 r. (tylko dojazdy do 2 godzin) jest relatywnie dobrze dopasowany ( $R^2 = 0,65$ ). Model przeszacowuje ruch na drogach dojazdowych do aglomeracji oraz w wybranych obszarach przemysłowych cechujących się dużą liczbą miejsc pracy najemnej. Niedoszacowanie ruchu jest widoczne na obszarach wiejskich, szczególnie na terenach peryferyjnych, zarówno w ujęciu regionalnym jak i krajowym.



Ryc. 5.9. Hipotetyczny rozkład średniodobowego natężenia ruchu pojazdów osobowych w 2010 r. w przypadku gdy cały ruch na sieci jest w jednej motywacji. Dojazdy do pracy (COM) (wraz z ruchem zewnętrznym). Ujęcie modelowe

Fig. 5.9. Theoretical distribution of traffic of passenger vehicles in 2010. All traffic in one motivation. Commuting (COM) (including external traffic). Model rendition





Ryc. 5.10. Przeszacowanie / niedoszacowanie średniodobowego natężenia ruchu pojazdów osobowych w 2010 r. Model dojazdów do pracy (COMZOM) a GPR2010  
 Fig. 5.10. Overestimation / underestimation of the traffic of passenger vehicles in 2010. Theoretical distribution in relation to the results of GPR2010

## 5.4. WYJAZDY NA ZAKUPY

### 5.4.1. ROZMIESZCZENIE ATRAKCJI, OPÓR PRZESTRZENI I PODZIAŁ MODALNY

**Udział motywacji w ruchu ogółem.** W badaniu ogólnokrajowym GUS (*Badanie pilotażowe...* 2015) zakupy stanowią najbardziej popularną, po dojazdach do pracy, motywację podróży i stanowią, wraz z powrotami do domu, aż ponad 20% podróży. Badanie to pokrywa się z udziałami uzyskiwanymi w ramach badań regionalnych i aglomeracyjnych, gdzie wyjazdy do centrów handlowych stanowią ok. 5-10% podróży, a wyjazdy „po drobne zakupy” – ok. 10-20% podróży w aglomeracjach (WBR 2005, Szczecin 2010, Poznań 2013). O ile wyjazdy po drobne zakupy są zazwyczaj realizowane w najbliższym sąsiedztwie miejsca zamieszkania (względnie pracy), często w postaci podróży pieszych, o tyle wyjazdy do centrów handlowych mogą być realizowane na dłuższe odległości i w dużym stopniu z wykorzystaniem samochodu prywatnego. Jest to związane również z faktem, że coraz większa część społeczeństwa traktuje centra handlowe jako miejsca umożliwiające: spotkania za znajomymi, spędzanie wolnego czasu, a także korzystanie z kultury (*Entuzjaści i bywalcy*). Skutkowało to wzrostem średniej odległości w jakiej dokonywane są większe zakupy (o 2-3 km w okresie 1995-2005; Komornicki 2011). Badania efektów budowy nowych szlaków drogowych (Komornicki i in. 2015) wykazały, że powstanie autostrady lub drogi ekspresowej zwiększa w pierwszej kolejności częstotliwość wyjazdów do bardziej oddalonych centrów handlowych. W tych samych badaniach, na przykładzie płatnego odcinka autostrady A1, stwierdzono, że podróżujący do centrów handlowych Gdańska częściej korzystają z nowej trasy (są gotowi ponosić dodatkowe koszty) niż pracownicy dojeżdżający z tych samych gmin do Trójmiasta (częsty wybór równoległej drogi bezpłatnej). Wyniki te dowodzą, że koncentracja handlu stanowi jeden z istotniejszych czynników generowania nowego ruchu drogowego w Polsce w ostatnich dekadach. Z drugiej strony coraz bardziej rozpowszechnia się (choć głównie w dużych miastach) model dokonywania podstawowych zakupów przez internet, co znacznie zmniejsza liczbę podróży w celu dokonywania zakupów. Innymi słowy podróże do centrów handlowych w coraz większym stopniu wiążą się ze spędzaniem wolnego czasu, a w coraz mniejszym – z potrzebą zakupów podstawowych dóbr, takich jak artykuły spożywcze.

**Opór przestrzeni.** Według badania GUS (*Badanie pilotażowe...* 2015) po zakupy najdalej jeżdżą mieszkańcy województwa zachodniopomorskiego (10,0 km) i warmińsko-mazurskiego (9,2 km), natomiast najbliżej – z województwa śląskiego (5,4 km), małopolskiego (6,1 km), dolnośląskiego i mazowieckiego (po 6,5 km). Średnia odległość wyniosła 7 km. Widać tutaj zatem wyraźne związki pomiędzy stopniem urbanizacji oraz niską gęstością zaludnienia obszarów peryferyjnych kraju powodujące stosunkowo dalekie podróże z powodu braku dobrej dostępności do tego typu obiektów w pobliżu miejsca zamieszkania. I odwrotnie, wysoka gęstość zaludnienia i wysoki stopień urbanizacji sprzyjają lokalizacji placówek wielkopowierzchniowych, galerii handlowych itp. Z badań lokalnych wynika, że klientami centrów handlowych zlokalizowanych w centrach dużych miast są głównie mieszkańcy tych miast dojeżdżający w dużym stopniu komunikacją publiczną. Przykładem są klienci Galerii Łódzkiej pochodzący głównie z centralnych dzielnic Łodzi (Chrzanowska, Rochmińska 2012). W Warszawskim

Badaniu Ruchu największą liczbę dojeżdżających do hipermarketów i centrów handlowych stanowiły osoby, którym podróż zajęła od 16 do 30 minut (40% klientów) (WBR 2005). Jedynie wybrane centra handlowe dobrze zlokalizowane w ścisłym centrum miasta mogą przyciągać klientów nawet z dużych odległości. Przykładem jest Stary Browar w Poznaniu, w którym ponad 30% sobotnich klientów mieszka poza powiatem poznańskim (Poznań 2013). Z punktu widzenia celów niniejszego opracowania kluczowe są jednak centra handlowe zlokalizowane w dzielnicach peryferyjnych lub poza dużymi miastami. To właśnie tego typu centra generują duży ruch drogowy realizowany często na dłuższe odległości. Przykładem jest badanie wykonywane w aglomeracji poznańskiej (Poznań 2013), gdzie wykazano, że nawet co trzeci klient Ikei, a co czwarty Auchan Swadzim lub Decathlon pochodzi spoza powiatu poznańskiego.

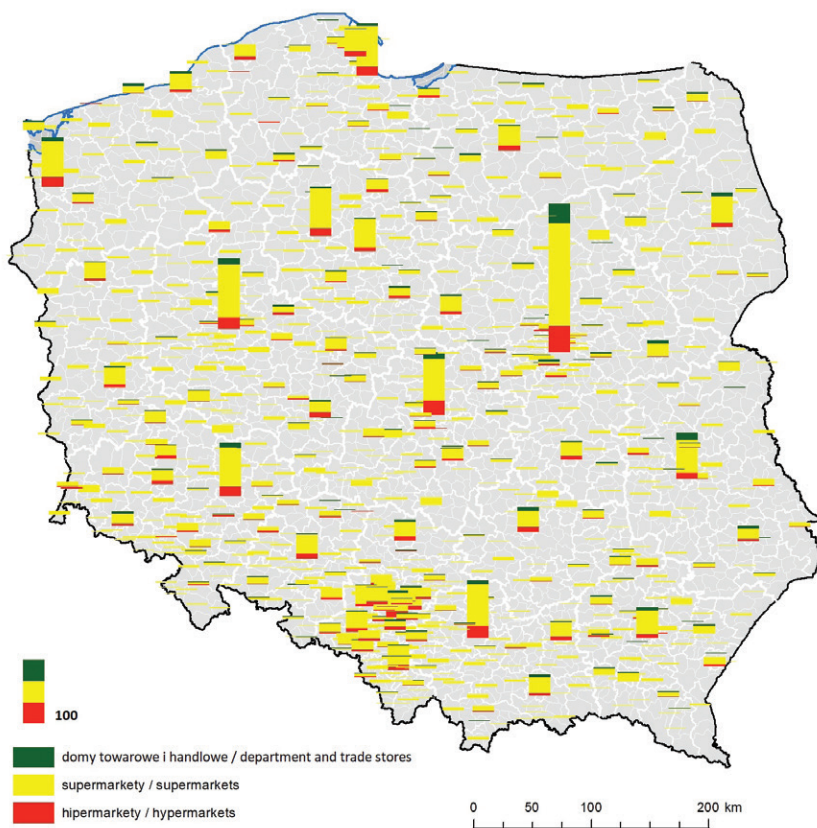
**Podział modalny.** Jak wskazują Romanowska i Jamroz (2012) udział podróży zmotoryzowanych w zależności od odległości centrum handlowego od centrum miasta znacząco wzrasta, co wiąże się również z zazwyczaj większą dostępnością miejsc parkingowych i brakiem problemów z dojazdem. Według badań prowadzonych w aglomeracji poznańskiej udział samochodu prywatnego w wyjazdach do centrów handlowych wynosi prawie 60% (Poznań 2013). Według Warszawskiego Badania Ruchu tego typu wyjazdy z wykorzystaniem samochodu realizuje odpowiednio 34,4% mieszkańców Warszawy i 53,4% mieszkańców Strefy (obszar aglomeracji poza Warszawą) (WBR 2005).

**Rozmieszczenie atrakcji. Centrum handlowe** według definicji Międzynarodowej Rady Centrów Handlowych (ICSC) to „obiekt handlowy (...) o minimalnej powierzchni wynajmu brutto (GLA) 5 000 m<sup>2</sup>” (cit. za: Romanowska, Jamroz 2012). Niestety dane dostępne w Banku Danych Lokalnych dotyczą jedynie domów towarowych, domów handlowych, supermarketów i hipermarketów:

- **domy towarowe** są to wielodziałowe sklepy o powierzchni sal sprzedażowych 2000 m<sup>2</sup> i więcej, prowadzące sprzedaż szerokiego i uniwersalnego asortymentu towarów nieżywnościowych, a często także towarów żywnościowych: mogą również prowadzić pomocniczą działalność gastronomiczną i usługową,
- **domy handlowe** są to wielodziałowe (przynajmniej dwa działy branżowe) sklepy o powierzchni sal sprzedażowych od 600 m<sup>2</sup> do 1999 m<sup>2</sup>, prowadzące sprzedaż towarów o podobnym asortymencie jak w domach towarowych,
- **supermarkety** są to sklepy o powierzchni sprzedażowej od 400 m<sup>2</sup> do 2499 m<sup>2</sup> prowadzące sprzedaż głównie w systemie samoobsługowym, oferujące szeroki asortyment artykułów żywnościowych oraz artykuły nieżywnościowe częstego zakupu,
- **hipermarkety** są to sklepy o powierzchni sprzedażowej od 2500 m<sup>2</sup> prowadzące sprzedaż głównie w systemie samoobsługowym, oferujące szeroki asortyment artykułów żywnościowych i nieżywnościowych częstego zakupu, zwykle z parkingiem samochodowym.

W Polsce według danych GUS w 2010 r. funkcjonowało 67 domów towarowych, 303 domy handlowe, 4461 supermarket i 562 hipermarkety. Jednocześnie liczba centrów handlowych w Polsce wyniosła 339, przy całkowitej powierzchni najmu 8,04 mln m<sup>2</sup>, w tym aż 5,19 mln m<sup>2</sup> w ośmiu największych aglomeracjach. Stanowiło to (pierwsza wartość) około 1/4 całkowitej powierzchni sprzedażowej (sprzedaży) w kraju. Nasycenie rynku w Polsce wyniosło 212 m<sup>2</sup>/mieszk., ale





Ryc. 5.11. Rozkład przestrzenny domów towarowych, domów handlowych, supermarketów i hipermarketów w 2010 r.

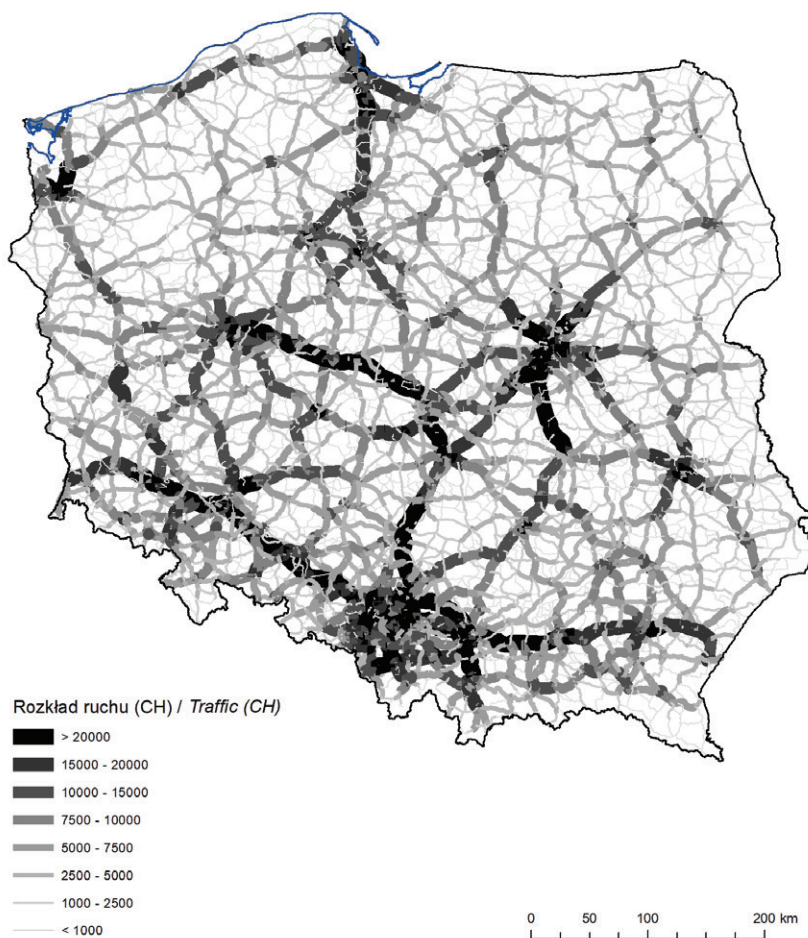
Fig. 5.11. Spatial distribution of supermarkets, shopping malls and shopping centres in 2010  
 Źródło / Source: opracowanie własne na podstawie Banku Danych Lokalnych GUS

nasycenie w 8 największych aglomeracjach – 662 m<sup>2</sup>/miesz. Największe nasycenie rynku (w sensie powierzchni handlowej na mieszkańca) odnotowano w 2010 r. w Poznaniu i Wrocławiu (*Polska Roczny Raport... 2010*).

Rozkład przestrzenny domów towarowych, domów handlowych, supermarketów i hipermarketów również odzwierciedla dominację największych aglomeracji, a w dalszej kolejności również miast wojewódzkich (ryc. 5.11). Rozwój centrów handlowych w mniejszych miastach miał miejsce w zasadzie na dużą skalę dopiero po 2010 r. Dlatego można wnioskować, że jeszcze w 2010 r. długie podróże do centrów handlowych w dużych aglomeracjach nie były rzadkością. Generalnie, rozkład obiektów handlowych, tzw. nowoczesnej powierzchni handlowej jest zgodny z hierarchią funkcjonalną. Największe obiekty powstają w największych ośrodkach osadniczych, gdyż po pierwsze duże miasta z racji dużej populacji zapewniają odpowiednią efektywność takich inwestycji. Po drugie może następować specjalizacja w takich obiektach (w postaci wyspecjalizowanych punktów sieci sprzedażowych), gdyż rzadkie usługi w dużym mieście mogą być profitowe.

#### 5.4.2. ROZKŁAD RUCHU W MODELU WYJAZDÓW NA ZAKUPY (CH)

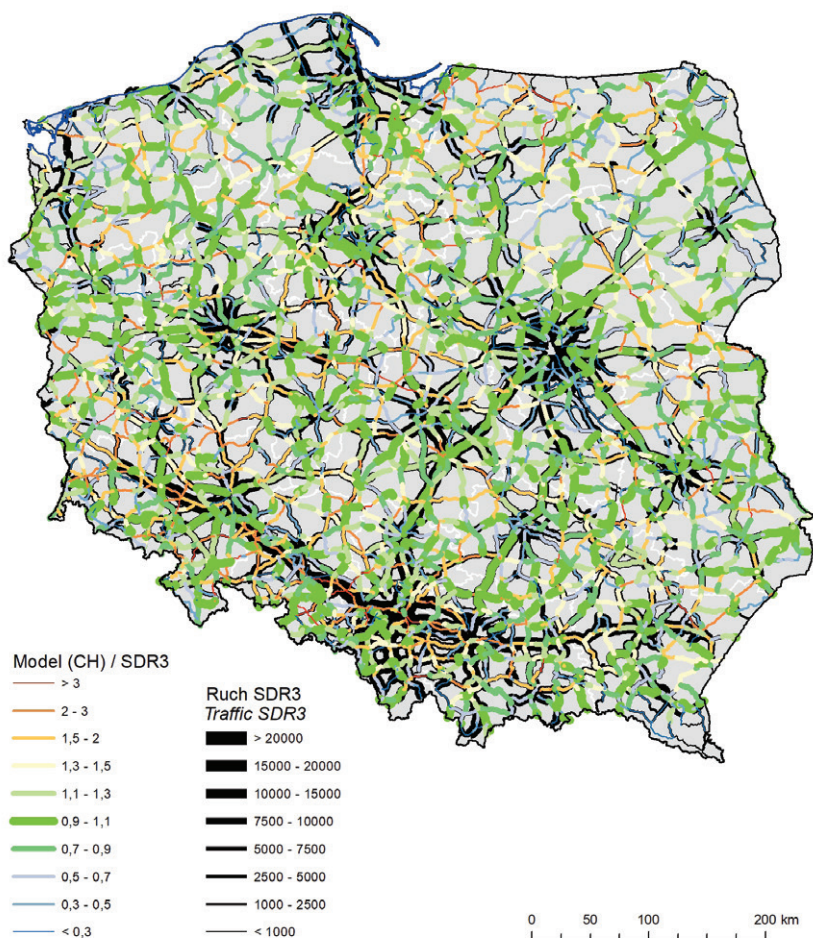
Ruch w wyjazdach na zakupy (CH) jest pochodną lokalizacji domów towarowych, domów handlowych, supermarketów i hipermarketów (atrakcja ruchu) oraz ludności (produkcja ruchu). Te dwie zmienne są silnie ze sobą skorelowane, aczkolwiek jak wskazano wcześniej istnieje silna dominacja wśród centrów handlowych ośrodków wojewódzkich (ryc. 5.12).



Ryc. 5.12. Hipotetyczny rozkład średniodobowego natężenia ruchu pojazdów osobowych w 2010 r. w przypadku gdy cały ruch na sieci jest w jednej motywacji. Wyjazdy na zakupy (CH) (wraz z ruchem zewnętrznym). Ujęcie modelowe  
 Fig. 5.12. Theoretical distribution of traffic of passenger vehicles in 2010. All traffic in one motivation. Shopping (CH). Model rendition

**Model wyjazdów na zakupy (CH)** nadwartościowuje ruch w ciągach autostradowych (przede wszystkim na istniejącym w 2010 r. odcinku autostrady A1 i w centralnych odcinkach autostrad A2 i A4), co można interpretować jako silną zależność między lokalizacją centrów handlowych wzdłuż głównych ciągów

drogowych. Ruch jest wyraźnie wyższy niż w rzeczywistości również na drogach dojazdowych do ośrodka krakowskiego, górnośląskiego i łódzkiego. Jest interesującym, że drogi dojazdowe do ośrodka warszawskiego nie są nadwartościowane, co może być przesłanką do dalszego inwestowania w centra handlowe w aglomeracji warszawskiej. Generalnie obraz odchylenia od ruchu GPR2010 jest w przypadku wyjazdów na zakupy podobny jak w modelu bazowym z ruchem zewnętrznym i opłatami autostradowymi (MBZO), chociaż model wyjazdów na zakupy wydaje się być lepiej dopasowany na obszarach peryferyjnych, a gorzej wzdłuż ciągów autostrad. Dalekobieżny ruch wzbudzony do centrów handlowych przy drogach szybkiego ruchu ma miejsce, ale jego skala potencjalnie mogłaby być jeszcze większa. Czynnikiem mitygującym jest rozwój handlu wielkopowierzchniowego w mniejszych miastach (stanowią konkurencję, nawet jeśli ich skala jest proporcjonalnie niewielka) (ryc. 5.13).



Ryc. 5.13. Przeszacowanie / niedoszacowanie średniodobowego natężenia ruchu pojazdów osobowych w 2010 r. Model wyjazdów na zakupy (CH) a GPR2010  
 Fig. 5.13. Overestimation / underestimation of the traffic of passenger vehicles in 2010. Theoretical distribution in relation to the results of GPR2010

**Wnioski.** Podróże do centrów handlowych to kilka procent ogółu podróży, ale wraz z innymi, szeroko rozumianymi dojazdami na zakupy może stanowić nawet ponad 20% podróży. W coraz większym stopniu wyjazdy te wiążą się nie tylko z dokonaniem zakupów, ale raczej są sposobem na spędzenie wolnego czasu, a nawet substytutem potrzeb rekreacyjno-kulturalnych. Zdecydowanie największe nasycenie powierzchnią sprzedażową jest w rdzeniach aglomeracji, co wynika z hierarchii osadniczej i specjalizacji funkcjonalnej. Klientów zmotoryzowanych, często zamieszkałych w innych powiatach przyciągają w szczególności wyspecjalizowane centra handlowe położone w dzielnicach peryferyjnych dużych miast. Udział klientów pochodzących spoza powiatów, w których zlokalizowane są takie centra handlowe może wynosić nawet ponad 30%. Średnia odległość dojazdu w tej motywacji w Polsce wynosi ok. 7 km.

**Model wyjazdów na zakupy (CH)** dla którego atrakcją jest liczba supermarketów, hipermarketów, domów towarowych i domów handlowych, a atrakcyjność celu podróży maleje do połowy po 10 minutach podróży jest nieznacznie gorzej dopasowany niż model bazowy ( $R^2 = 0,6$ ). Gorsze dopasowanie modelu wynika przede wszystkim ze znacznego przeszacowania ruchu w ciągach autostrad oraz wybranych aglomeracjach, np. na Górnym Śląsku lub w aglomeracji krakowskiej.

## 5.5. DOJAZDY DO SZKOŁY WYŻSZEJ

### 5.5.1. ROZMIESZCZENIE ATRAKCJI, OPÓR PRZESTRZENI I PODZIAŁ MODALNY

**Udział motywacji w ruchu ogółem.** Dojazdy związane z usługami edukacyjnymi są chyba najbardziej złożoną z wybranych motywacji podróży. Można w tej szeroko rozumianej grupie uwzględnić:

- podwożenie dzieci do przedszkola, szkoły, dodatkowych usług edukacyjnych,
- samodzielne przejazdy młodzieży do szkoły,
- codzienne dojazdy studentów stacjonarnych na uczelnię,
- regularne i sporadyczne przejazdy do rodziny studentów uczelni stacjonarnych i niestacjonarnych zamieszkałych w miejscu nauki,
- regularne przejazdy na uczelnię studentów niestacjonarnych zaocznych zamieszkałych poza miejscem nauki.

W świetle wyników *Badania pilotażowego...* (2015) udział dojazdów do szkół i uczelni w podróżach ogółem wyniósł 7,8% (wliczając w to również powroty do domu). Znacznie wyższe wyniki uzyskano w ramach regionalnych i lokalnych badań ruchu w aglomeracjach, gdzie ruch w motywacji dom-nauka-dom wynosił 10-15% podróży ogółem (Małopolska 2013, Gdańsk 2012, Olsztyn 2006, Poznań 2013), a dla mieszkańców Warszawy i mieszkańców strefy (aglomeracja warszawska z wyłączeniem Warszawy) – nawet odpowiednio – 16% i 19% (WBR 2005).



Udział dojazdów na wyższą uczelnię stanowi jednak, nawet w dużych miastach o największej liczbie studentów w Polsce, relatywnie nieduży procent podróży (w aglomeracji szczecińskiej – 3,8%, w aglomeracji warszawskiej – 3,2%, w Warszawie – 4,4% (WBR 2005), w aglomeracji poznańskiej – 5,6%, w Poznaniu – 7,4% (Poznań 2013)). Jest to przede wszystkim wynikiem ograniczonej liczby studentów w populacji ogółem. Studenci to głównie osoby w wieku 19-24 lata (w 2010 r. współczynnik skolaryzacji w tej grupie wiekowej wyniósł 40,8% populacji). Z drugiej strony w 2010 r. trwał jeszcze boom edukacyjny i liczba studentów w roku akademickim 2010/2011 wyniosła 1,84 mln (dopiero w późniejszych latach zaczęła gwałtownie maleć).

Strukturę kandydatów według wieku opisuje *Raport na temat przebiegu rekrutacji na studia na Uniwersytecie Warszawskim w roku 2011* (Zajac 2011). Wynika z niego, że blisko 70% kandydatów na studia stanowią osoby, które do egzaminu maturalnego przystąpiły w roku ubiegania się o miejsce na uniwersytecie. Również wśród kandydatów na studia drugiego stopnia jedynie 11% stanowią osoby mające 27 lat i starsi. To właśnie wśród kandydatów na studia drugiego stopnia szczególnie wysoki jest udział studentów niestacjonarnych zaocznych (ok. 29% na UW). Spośród wszystkich kandydatów zarejestrowanych na studia niestacjonarni zaocznicy stanowią od 2% w lubuskim do 15% w mazowieckim. Można domniemywać, że to właśnie studenci niestacjonarni, w tym przede wszystkim zaocznicy, dojeżdżający w regularnym trybie w weekendy do uczelni zlokalizowanych w dużych miastach generują największą pracę przewozową, w tym w dużej mierze z wykorzystaniem samochodu prywatnego. Jest jednak praktyką, wśród tych, głównie młodych ludzi, że często dojeżdżają w grupach, nawet po 5 osób w samochodzie, przez co praca eksploatacyjna jest przez tą grupę społeczną relatywnie niższa niż praca przewozowa.

**Opór przestrzeni.** W świetle przekrojowych badań prowadzonych w Poznaniu w 2005 r. studenci, którzy codzienne dojeżdżają na zajęcia spoza Poznania stanowią jedynie 15% badanych (Marcinowicz, Kaczmarek 2008). Studenci badani na Politechnice Krakowskiej (Kuźnar, Wyras 2015) wskazują, że częstotliwość odwiedzin rodziny spada wraz z odległością. O ile w przypadku odległości do miejsca zamieszkania do 50 km większość respondentów najczęściej jeździ do domu 2x lub częściej w tygodniu (prawdopodobnie są to w większości dojazdy codzienne), o tyle powyżej 50 km studenci znajdują stację i odwiedzają rodzinę najczęściej raz na dwa tygodnie. Powyżej 100 km najczęściej raz na miesiąc, a powyżej 200 km już rzadziej niż raz na miesiąc. Należy jednak zaznaczyć, że student podróżujący raz w miesiącu na odległość 200 km wykonuje tę samą pracę przewozową co student podróżujący raz w tygodniu na odległość 50 km.

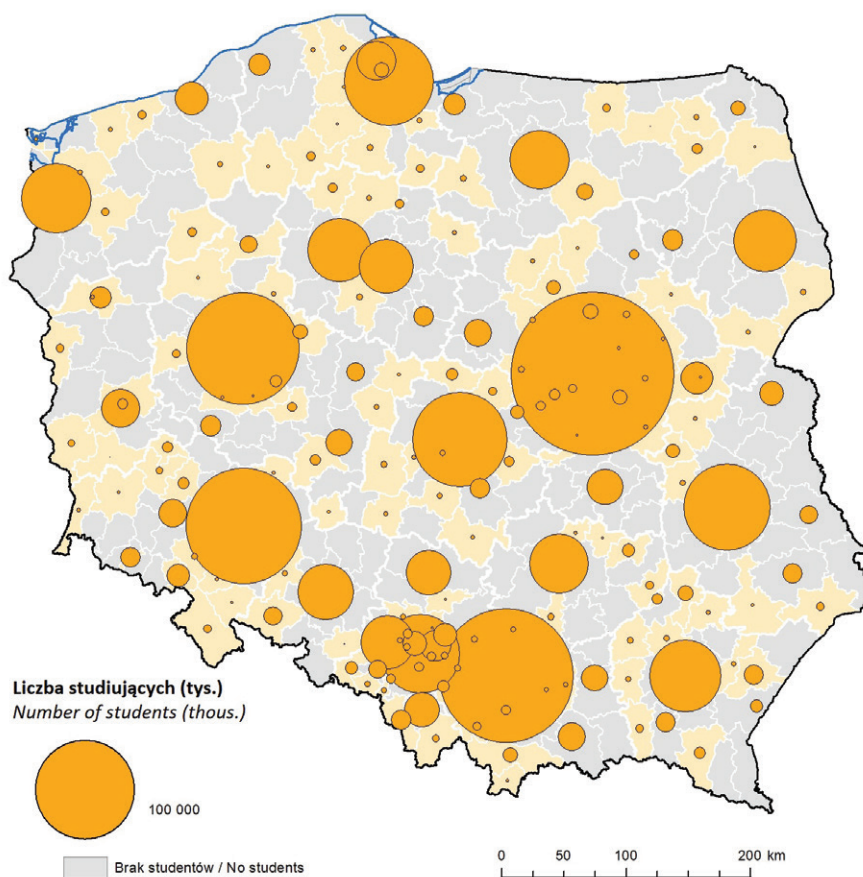
Można również wnioskować, że rynek akademicki w Polsce jest w dużym stopniu zregionalizowany (Ilnicki 2008). Przykładowo większość studentów Uniwersytetu Szczecińskiego stanowią studenci z województwa zachodniopomorskiego oraz przygranicznych powiatów województwa pomorskiego, wielkopolskiego i lubuskiego. Co prawda na Uniwersytecie Warmińsko-Mazurskim tylko 53% stanowią studenci z regionu, i aż 16,7% to studenci z Mazowsza (Heller, Bogdański 2013), ale Olsztyn stanowi pewnego rodzaju wyjątek od reguły (por. Ilnicki 2008). Innym wyjątkiem jest Wrocław, który przyciąga stosunkowo dużą liczbę studentów również z województwa opolskiego i co interesujące – z Górnego Śląska (Ilnicki 2008). Pochodzenie studentów Akademii Pedagogicznej w Krakowie i Uniwersytetu Rzeszowskiego jest znacznie bardziej

skoncentrowane. W roku akademickim 2003/2004 aż 73% studentów ogółem i 77% studentów zaocznych AP w Krakowie pochodzi z Małopolski i aż 85% studentów ogółem i 84% studentów zaocznych Uniwersytetu Rzeszowskiego pochodzi z Podkarpacia (Borowiec 2010).

Tabela 5.8. Udział motoryzacji indywidualnej w dojazdach do szkół wśród mieszkańców aglomeracji poznańskiej

	Mieszkańcy Poznania	Mieszkańcy powiatu poznańskiego	Mieszkańcy aglomeracji
Samochód jako kierowca	3,85	16,67	10,31
Samochód jako pasażer	4,23	15,15	9,73
Razem	8,08	31,82	20,04

Źródło: Bul (2014)



Ryc. 5.14. Liczba studentów (miejsce studiowania) ogółem według powiatów  
Fig. 5.14. Number of students in poviats (counties) (place of studying)



**Podział modalny.** W *Badaniu pilotażowym...* (2015) wskazano, że udział dojeżdżających samochodem prywatnym do szkoły (uczelni) wynosi ok. 20% (ponad 11% jako kierowcy i ok. 9% jako pasażer). Z kolei w badaniu ruchu prowadzonym w aglomeracji poznańskiej udział samochodu w dojazdach do szkoły wyniósł aż 23,1%, a w dojazdach a uczelnię – 18,1% (Poznań 2013). Podobne wyniki uzyskał w swoim badaniu Bul (2014), który wykazał, że samochód prywatny jest wybierany (jako kierowca lub pasażer) przez ponad 20% mieszkańców w dojazdach do szkół, przy czym występują duże różnice między mieszkańcami miasta (Poznania) a mieszkańcami powiatu (odpowiednio 8% i aż prawie 32%). W aglomeracji poznańskiej ponad 20% podróży wykonywanych przez uczniów i prawie 25% podróży studentów jest realizowanych z wykorzystaniem samochodu prywatnego. Te zaskakująco wysokie udziały świadczą o tym, że ta grupa młodych ludzi jest już silnie zmotoryzowana. Potwierdzają to wyniki badań prowadzonych na Politechnice Krakowskiej (Kuźnar, Wyras 2015). Ich autorzy wskazują, że: „Analizując najczęściej wybierane środki transportu międzymiastowego należy zwrócić uwagę na to, iż największa liczba studentów podróżuje samochodem. Są to przede wszystkim osoby na stałe mieszkające w odległości do 50 km od Krakowa, czyli takie osoby, które zazwyczaj deklarują największą częstotliwość podróżowania”.

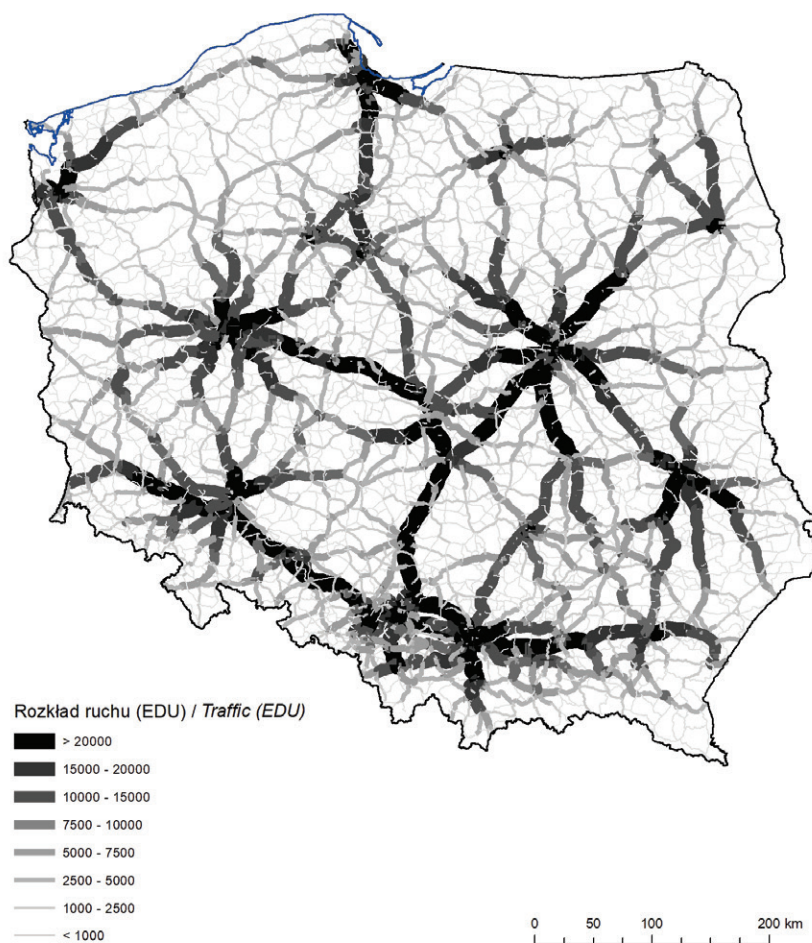
**Rozmieszczenie atrakcji.** Największa liczba studentów wybrała na miejsce studiowania Warszawę. W 2012 r. w stolicy studiowało ponad 268 tys. studentów, w Krakowie – 182 tys., we Wrocławiu – 134 tys., a w Poznaniu – 128 tys., a w Łodzi, Gdańsku, Lublinie, Katowicach i Rzeszowie liczba studentów wyniosła powyżej 50 tys. Poza miastami wojewódzkimi nie było ośrodków, w których studiowałoby więcej niż 30 tys. studentów, a wyłączając Gliwice, Częstochowę, Gdynię, Radom, Bielsko-Białą, Koszalin i Siedlce – brak jest innych ośrodków o liczbie studentów wyższej niż 10 tys. Powyższe statystyki świadczą o silnej regionalizacji szkolnictwa wyższego w Polsce (ryc. 5.14). Największą liczbę studentów w przeliczeniu na jednego mieszkańca województwa zaobserwowano w lubelskim, najniższą – w lubuskim (*Szkolnictwo wyższe w Polsce*, 2013).

### 5.5.2. ROZKŁAD RUCHU W MODELU DOJAZDÓW DO SZKOŁY WYŻSZEJ (EDU)

Dla **dojazdów do szkoły wyższej** (EDU) jako produkcję wybrano liczbę ludności w wieku 19-24 lata, a jako atrakcję liczbę studentów w 2012 r. Ze względu na dużą koncentrację uczelni wyższych w ośrodkach regionalnych nie może dziwić najlepsze dopasowanie modelu przy spadku atrakcyjności celu podróży dla aż 20 minut. Osoby zamieszkujące obszary wiejskie i peryferyjne województw dojeżdżając na uczelnię do ośrodków wojewódzkich, tworzą duże potoki ruchu zwłaszcza w tych województwach, w których obserwuje się dużą liczbę studentów na mieszkańca (np. w województwie lubelskim). Wyraźnie zaznaczają się obszary rynkowe poszczególnych ośrodków akademickich oraz „obsługa” młodych ludzi z Gorzowa Wlkp. przez Szczecin, Augustowa i Ełku przez Białystok, Zamościa i Biłgoraju – przez Lublin itd. (ryc. 5.15).

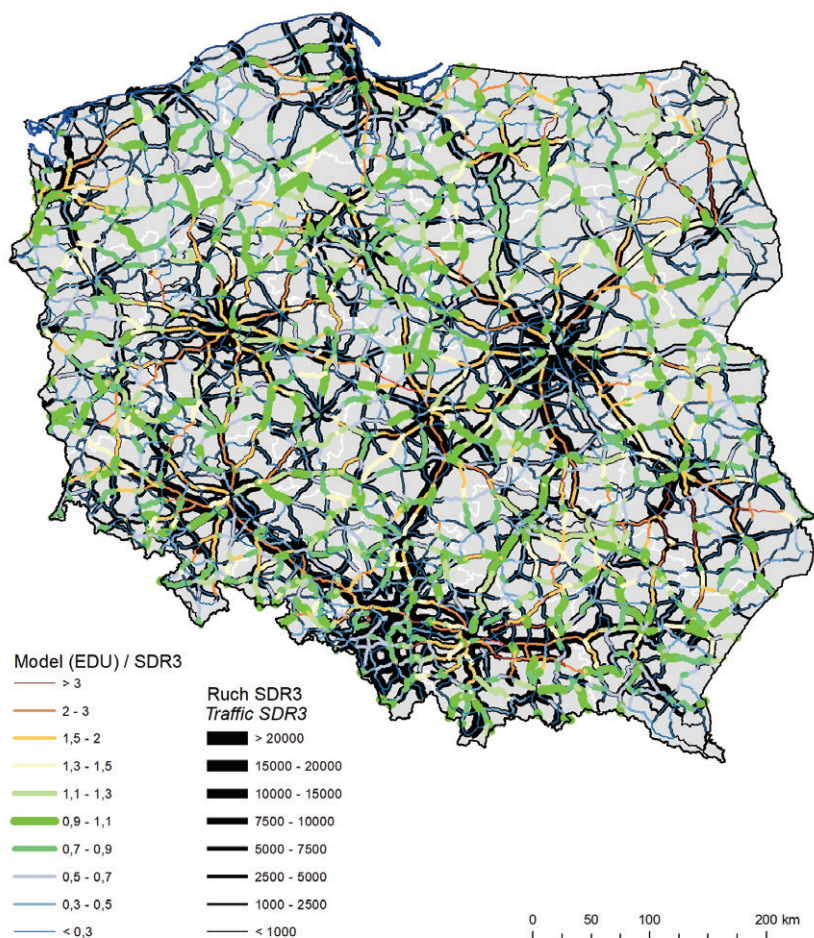
Relatywnie słabe dopasowanie modelu ( $R^2 = 0,51$ ) wynika przede wszystkim ze znacznego przeszacowania ruchu na drogach dojazdowych łączących peryferia wewnętrzne województw z największymi ośrodkami akademickimi. Hipotetyczny rozkład tworzy swoistego rodzaju „pomarańczowe macki” nadszacowanego

ruchu określające *de facto* znaczenie i zasięg ośrodków akademickich. Zauważalna jest atrakcyjność ośrodków lubelskiego, białostockiego i łódzkiego w kierunku odwrotnym od relacji ze stolicą, tj. odpowiednio południowym, północnym oraz południowo-zachodnim. Relatywnie niewielka liczba miejsc na studiach w takich miejscowościach jak Suwałki, Chełm, Zamość lub Konin skazuje niejako młodych ludzi do szukania możliwości w najbliższych ośrodkach regionalnych. Siła ośrodka warszawskiego polega również na tym, że sięga swoim zasięgiem nawet poza granicę województwa mazowieckiego. Podobnie zasięg ośrodka krakowskiego przejawia się w nadszacowaniu ruchu w układzie równoleżnikowym, m.in. w kierunku do Tarnowa (ryc. 5.16).



Ryc. 5.15. Hipotetyczny rozkład średniodobowego natężenia ruchu pojazdów osobowych w 2010 r. w przypadku gdy cały ruch na sieci jest w jednej motywacji. Dojazdy do szkoły wyższej (EDU) (wraz z ruchem zewnętrznym). Ujęcie modelowe

Fig. 5.15. Theoretical distribution of traffic of passenger vehicles in 2010. All traffic in one motivation. Education (EDU). Model rendition



Ryc. 5.16. Przeszacowanie / niedoszacowanie średniodobowego natężenia ruchu pojazdów osobowych w 2010 r. Model dojazdów do szkoły wyższej (EDU) a GPR2010  
 Fig. 5.16. Overestimation / underestimation of the traffic of passenger vehicles in 2010. Theoretical distribution in relation to the results of GPR2010

**Wnioski.** Udział dojazdów do szkół i na wyższe uczelnie wynosi ok. 8-19% podróży ogółem, przy czym najwyższy jest w aglomeracjach i dużych miastach ze względu na lokalizację uczelni wyższych. Obszar oddziaływania uczelni to głównie region, w którym jest ona zlokalizowana, z nielicznymi wyjątkami Wrocławia lub Olsztyna, gdzie duża część studentów w ujęciu procentowym pochodzi również spoza regionu. Znaczenie mają również wizyty studentów stacjonarnych u rodzin, które również w dużym stopniu dotyczą obszaru położonego ponad 50 km od ośrodka akademickiego do mniej więcej granicy województwa. Codzienne dojazdy na uczelnię studentów spoza ośrodka akademickiego mogą dotyczyć kilkunastu procent studentów. Są one jednak wykonywane w dużym stopniu z wykorzystaniem transportu publicznego. Z kolei podwożenie dzieci do szkoły oraz samodzielne przejazdy młodzieży licealnej są trudne do uchwycenia,

mają głównie charakter lokalny i są w dużym stopniu skorelowane z rozkładem liczby ludności (lub „powielają” układ dojazdów do pracy – wybór szkoły na trasie lub w sąsiedztwie miejsca pracy rodziców). Ogólnie ok. 20% dojeżdżających do szkoły lub uczelni wykorzystuje samochód osobowy jako środek transportu.

Model **dojazdów na uczelnię wyższą (EDU)** którego atrakcją jest liczba studentów na uczelniach, a produkcją liczba ludności w wieku 19-24 lata jest relatywnie gorzej dopasowany ( $R^2 = 0,51$ ) niż inne modele jednomotywacyjne, co wynika przede wszystkim z bardzo wyraźnej koncentracji uczelni wyższych w ośrodkach regionalnych i braku tychże na peryferiach województw, co implikuje duże nadzaczacowanie ruchu na drogach dojazdowych między peryferiami wewnętrznymi a dużymi miastami kraju. Wyraźnie zaznacza się dominacja najważniejszych ośrodków akademickich, m.in. Warszawy i Krakowa. Przeszacowanie ruchu występuje na trasach do niektórych regionalnych miast uniwersyteckich (najbardziej na drogach do Lublina). Można to tłumaczyć nieproporcjonalnie wysoką rangą akademicką tych ośrodków, względem ich ogólnej pozycji gospodarczej (w tym pozycji na rynku pracy).

## 5.6. PODRÓŻE SŁUŻBOWE

### 5.6.1. ROZMIESZCZENIE ATRAKCJI, OPÓR PRZESTRZENI I PODZIAŁ MODALNY

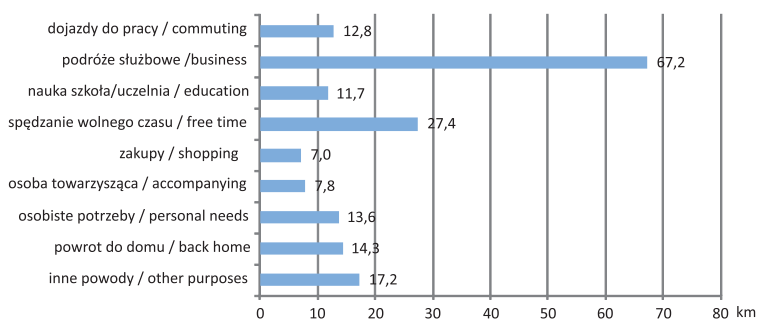
**Udział motywacji w ruchu ogółem.** Prowadzone w Polsce badania dotyczące podróży służbowych dają bardzo niejednoznaczne wyniki w zakresie udziału tej motywacji w łącznej liczbie podróży i pracy przewozowej. W świetle badań GUS, w *Badaniu pilotażowym...* (2015) podróże służbowe stanowią wraz z powrotami do domu jedynie 1% podróży. Z kolei w innym badaniu GUS pod tytułem *Turystyka i wypoczynek...* (2010) tzw. „sprawy zawodowe i załatwianie interesów” to jedynie 1,3% krótkotrwałych podróży krajowych zrealizowanych w gospodarstwach domowych w 2009 r., wykonywanych głównie przez mieszkańców dużych miast dysponujących relatywnie wysokim dochodem i jedynie 0,3% krajowych podróży długoterminowych (5 dni i dłużej).

Znacznie wyższy jest odsetek podróży służbowych dla wyjazdów zagranicznych, które jednak tylko w niewielkim stopniu wykonywane są z wykorzystaniem samochodu osobowego (w ponad 70% są to przeloty lotnicze) (*Turystyka i wypoczynek...* 2010). Z drugiej strony z raportu „*Podróże służbowe w Polsce*” (2012) wynika, że 32% polskich przedsiębiorców wybiera się w podróż służbową kilka razy w miesiącu, a ponad 25% wyjeżdża w celach biznesowych kilka razy w tygodniu. Autorzy *Studium...* (2007) na podstawie przeprowadzonych w latach 2006-2007 badań ankietowych wskazują również na aż 39% udział w ruchu samochodów osobowych wykonywanych w celach biznesowych. Z kolei badanie Instytutu Turystyki (*Krajowe i zagraniczne wyjazdy...* 2010) wskazuje, że celem 10-12% krajowych wyjazdów krótkookresowych i długookresowych był cel służbowy. Dane o wyjazdach zagranicznych tylko potwierdzają zaniżenie motywacji służbowej w *Badaniu pilotażowym...* (2015).



**Opór przestrzeni.** W świetle danych uzyskanych w ramach Krajowego Modelu Ruchu (*Studium...* 2007) średnia długość podróży samochodów osobowych, których kierowcy byli w podróży biznesowej to aż 132 km. Z kolei według przekrojowego *Badania pilotażowego...* (2015) GUS określa średnią odległość podróży służbowej na ok. 67 km.

W Polsce brak kompleksowych badań dotyczących podróży służbowych. Można jedynie domniemywać, że część z nich wykonywana jest głównie w ruchu międzyaglomeracyjnym (np. podróże pracowników uczelni), część przez pracowników firm podróżujących między centralą a oddziałami (ryc. 5.17), a część przez przedstawicieli handlowych odpowiedzialnych zazwyczaj w firmach za klientów zlokalizowanych w danym regionie lub makroregionie kraju.



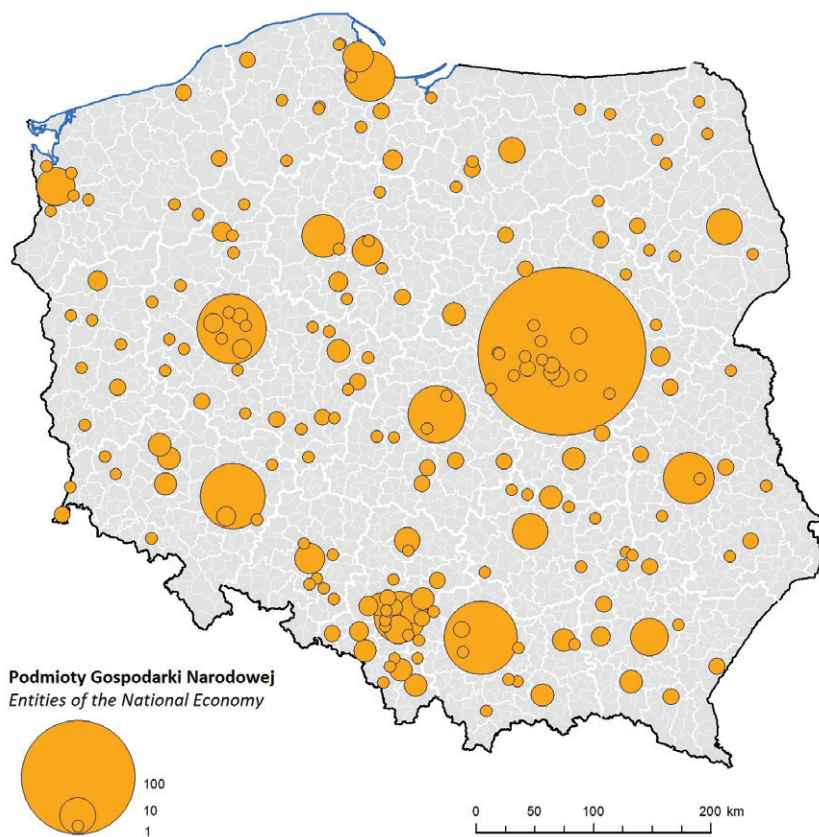
Ryc. 5.17. Średnia odległość przewozu 1 osoby według celów podróży

Fig. 5.17. Average travel distance, by travel purpose

Źródło / Source: *Badanie pilotażowe...* (2015)

**Podział modalny.** W podróżach służbowych dla podróżującego w mniejszym stopniu niż w podróżach prywatnych liczy się koszt podróży, a większe znaczenie mają takie czynniki jak czas podróży, komfort podróżowania, a także możliwość pracy w czasie podróży „*Podróże służbowe w Polsce*” (2012). Samochód osobowy daje możliwość dojechania bezpośrednio do klienta, zazwyczaj podnosi komfort podróżowania, ale jednocześnie nie daje dużej możliwości pracy dla kierowcy. W niektórych przedsiębiorstwach właściciele mogą mieć określone wymagania co do wyboru środka transportu. Przykładowo przedstawiciele handlowi posiadający firmowy samochód raczej nie skorzystają z oferty transportu publicznego, podczas gdy recenzenci prac doktorskich w dużym stopniu rozliczają delegacje na podstawie biletów kolejowych. Tym samym udział podróży wykonywanych samochodem może się znacząco różnić w zależności od badanej grupy zawodowej.

**Rozmieszczenie atrakcji.** Głównym celem podróży służbowych w Polsce są miasta powyżej 300 tys. mieszk., w tym przede wszystkim duże przedsiębiorstwa i instytucje. Na ryc. 5.18 przedstawiono rozkład przestrzenny podmiotów gospodarki narodowej zatrudniające więcej niż 1000 pracowników w 2010 r., a na ryc. 5.19 rozkład przestrzenny spółek prawa handlowego. Spółki handlowe to spółki działające w oparciu o przepisy Kodeksu spółek handlowych. W obydwu przypadkach (podmioty pow. 1000 pracowników jak i spółki handlowe) widać wyraźnie dominację Warszawy oraz sieci największych ośrodków, a także aglomeracji, a w dalszej kolejności pozostałych ośrodków wojewódzkich i rejonów przemysłowych (np. Zagłębie Miedziowe). Bardzo małe znaczenie mają natomiast mniejsze miasta.

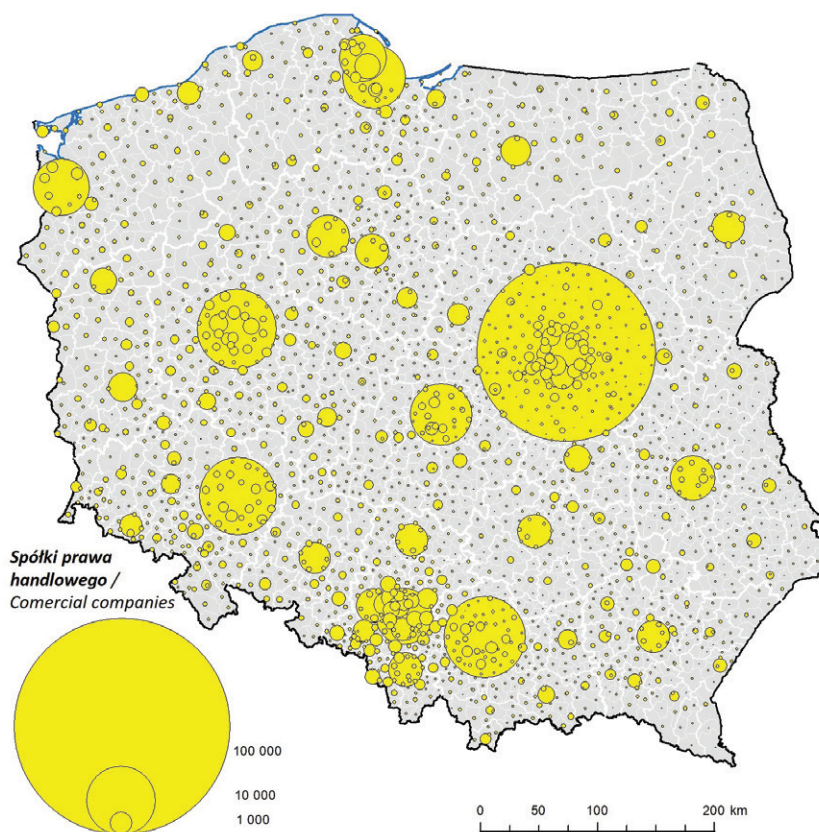


Ryc. 5.18. Rozkład przestrzenny podmiotów gospodarki narodowej zatrudniających więcej niż 1000 pracowników w 2010 r.

Fig. 5.18. Spatial distribution of businesses employing more than 1 000 persons in 2010

Źródło: opracowanie własne na podstawie Bank Danych Lokalnych

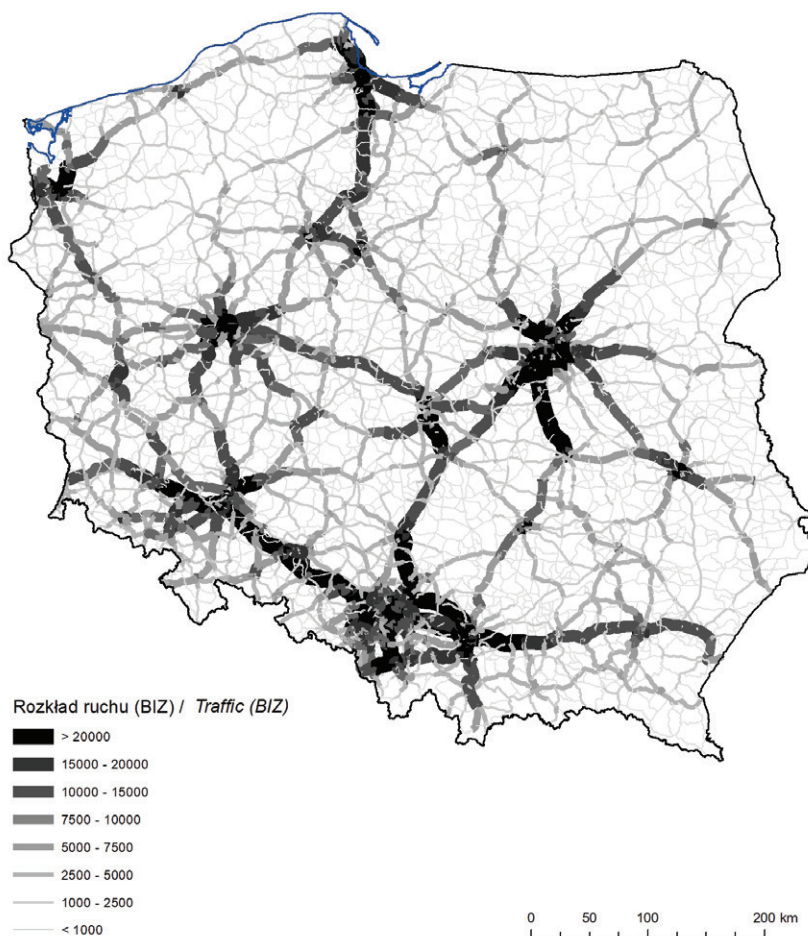




Ryc. 5.19. Rozkład przestrzenny spółek prawa handlowego (GUS, 2010). Źródło: opracowanie własne na podstawie Banku Danych Lokalnych  
 Fig. 5.19. Spatial distribution of commercial companies and partnerships

### 5.6.2. ROZKŁAD RUCHU W MODELU PODROŻY SŁUŻBOWYCH (BIZ)

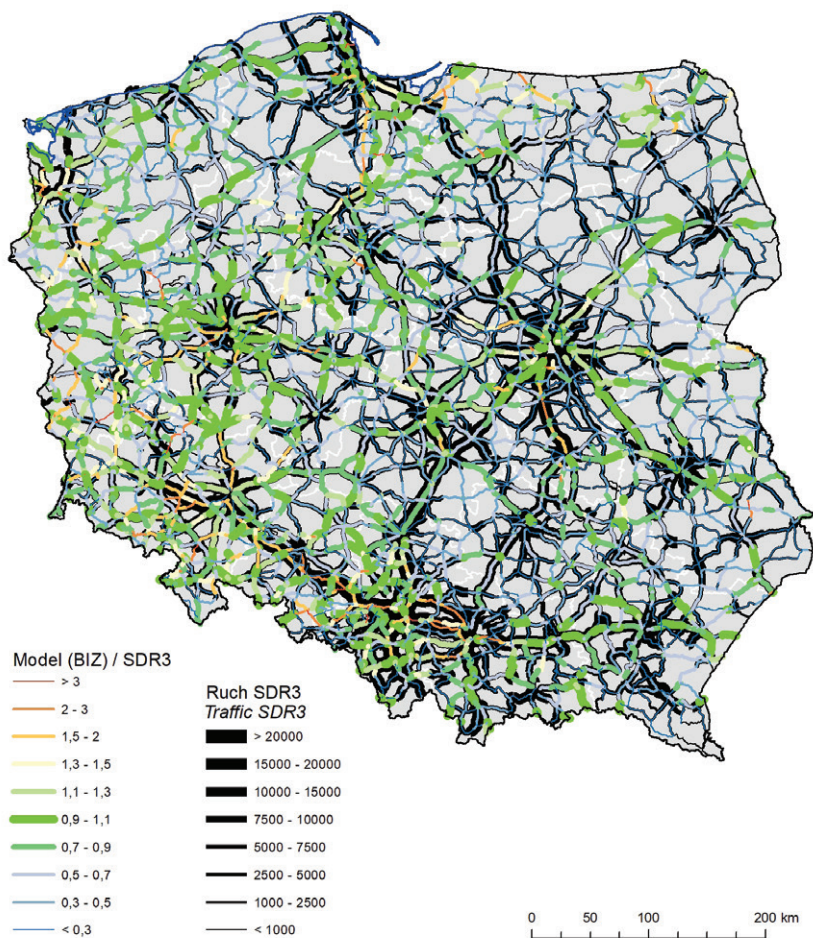
Przy założeniu, że wszyscy kierowcy podróżują pomiędzy spółkami prawa handlowego, traktowanymi zarówno jako produkcja jak i atrakcja, a atrakcyjność celu podróży maleje o połowę dla 15 minut (ten model był najlepiej dopasowany), to wówczas następuje zdecydowana koncentracja ruchu w podróżach długich na głównych ciągach komunikacyjnych pomiędzy najważniejszymi aglomeracjami kraju. Wyraźnie akcentują się powiązania przede wszystkim w układzie Warszawa-Poznań i Warszawa-Górny Śląsk/Kraków. Duży ruch jest również widoczny również na trasie A4 na całej długości pomiędzy Wrocławiem a Krakowem oraz w mniejszym stopniu w kierunku miast portowych w Trójmieście i Szczecinie. Zauważalny jest brak koncentracji spółek prawa handlowego w Polsce Wschodniej i generalnie na obszarze byłego Królestwa Kongresowego, z wyjątkiem relacji Warszawa-Radom, Warszawa-Białystok i Warszawa-Lublin. Ruch w całym kraju zdecydowanie koncentruje się na drogach krajowych co ma związek z brakiem dużej ilości spółek na obszarach wiejskich i w małych miejscowościach (połączonych siecią dróg wojewódzkich i lokalnych) (ryc. 5.20).



Ryc. 5.20. Hipotetyczny rozkład średniodobowego natężenia ruchu pojazdów osobowych w 2010 r. w przypadku gdy cały ruch na sieci jest w jednej motywacji. Podróże służbowe (BIZ) (wraz z ruchem zewnętrznym). Ujęcie modelowe

Fig. 5.20. Theoretical distribution of traffic of passenger vehicles in 2010. All traffic in one motivation. Business (BIZ). Model rendition

Przeszacowanie modelu względem wyników GPR2010 widoczne jest na ciągach autostrad (przede wszystkim A1 i A4), a także na drogach dojazdowych do aglomeracji Wrocławia, Krakowa i Poznania. Niedoszacowanie charakteryzuje z kolei pozbawione dużej liczby spółek prawa handlowego obszary peryferyjne kraju, w tym województwa Polski Wschodniej, ale również Mazowsze (z wyjątkiem relacji Warszawa-Radom) i województwo łódzkie. Interesujące jest, że na tym tle cały obszar byłego zaboru pruskiego i generalnie zachód Polski wydaje się być dobrze dopasowany, nawet takie obszary jak Pomorze Środkowe, czy północna Wielkopolska, co jest częściowo efektem relatywnie dużej liczby spółek handlowych w Szczecinie, Poznaniu i Gdańsku (ryc. 5.21). Jakość dopasowania modelu jest relatywnie wysoka przy współczynniku determinacji  $R^2 = 0,62$ .



Ryc. 5.21. Przeszacowanie / niedoszacowanie średniodobowego natężenia ruchu pojazdów osobowych w 2010 r. Model podróży służbowych (BIZ) a GPR2010  
 Fig. 5.21. Overestimation / underestimation of the traffic of passenger vehicles in 2010. Theoretical distribution in relation to the results of GPR2010

**Wnioski.** Dla podróży służbowych trudno jednoznacznie określić zarówno udział tych podróży, jak i wykonywaną w tej motywacji pracę przewozową. Można domniemywać, ze względu na sieci powiązań, głównie o charakterze międzyaglomeracyjnym oraz duże obszary „działania” przedstawicieli handlowych, że udział podróży służbowych w pracy przewozowej jest wyższy niż się powszechnie uważa i może wynosić kilkanaście (a nie kilka) procent. Świadczą o tym relatywnie dłuższe odległości realizowane w tego rodzaju podróżach, kilkukrotnie przewyższające inne podróże o charakterze obligatoryjnym.

**Model podróży służbowych (BIZ),** gdzie zarówno produkcją jak i atrakcją jest liczba spółek handlowych okazuje się być bardzo dobrze dopasowany ( $R^2 = 0,62$ ). W modelu tym wyraźnie zaznacza się lepsze dopasowanie na obszarze

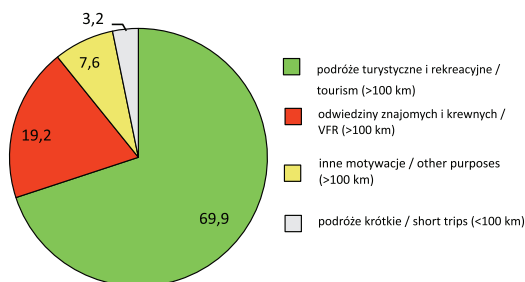


Polski zachodniej, gdzie liczba spółek handlowych w przeliczeniu na mieszkańca jest relatywnie wyższa i bardziej rozproszona, także na mniejsze ośrodki. Z kolei nadwartościowanie modelu obserwuje się na drogach dojazdowych do aglomeracji poznańskiej, wrocławskiej i krakowskiej.

## 5.7. ODWIEDZINY KREWNYCH I ZNAJOMYCH

### 5.7.1. ROZMIESZCZENIE ATRAKCJI, OPÓR PRZESTRZENI I PODZIAŁ MODALNY

**Udział motywacji w ruchu ogółem.** W świetle zarówno badań GUS (*Turystyka i wypoczynek...* 2010) jak i Instytutu Turystyki (*Krajowe i zagraniczne...* 2010) najważniejszymi motywacjami w podróżach krajowych realizowanych przez Polaków, i to zarówno w podróżach krótkotrwałych (krótkookresowych) jak i długoterminowych (długookresowych), są podróże turystyczno-wypoczynkowe oraz odwiedziny znajomych i krewnych (w literaturze przedmiotu termin ten pojawia się jako *visiting friends and relatives – VFR*). Do kategorii odwiedziny krewnych i znajomych dodano kolejną motywację podróży, którą wyodrębnia GUS tj., uroczystości rodzinne. Udział odwiedzin znajomych i krewnych oszacowano jako ok. 19% łącznej pracy przewozowej w krajowych podróżach długoterminowych (5 dni i dłużej) (ryc. 5.22).



Ryc. 5.22. Szacunkowa praca przewozowa w krajowych podróżach długoterminowych według motywacji podróży (w %)

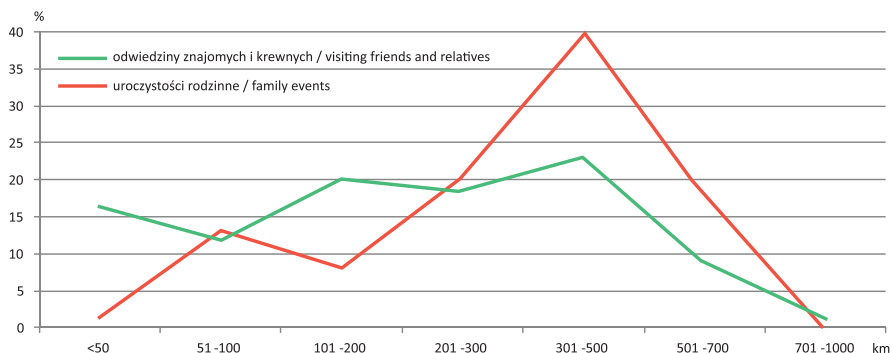
Fig. 5.22. Estimated transport effort in domestic long-term travels according to travel motivations (in %)

Źródło / Source: opracowanie własne na podstawie *Turystyka i wypoczynek...* (2010)

Z drugiej strony odwiedziny znajomych i krewnych są znacznie częściej realizowane na krótszy okres czasu, w tym znaczna część tego rodzaju podróży ma charakter jednodniowy.

**Opór przestrzeni.** Pokonywany dystans w podróżach krajowych długoterminowych jest mocno zróżnicowany w zależności od ich motywacji. Każda z motywacji charakteryzuje się inną tzw. funkcją oporu przestrzeni. Dla odwiedzin znajomych i krewnych oraz różnego rodzaju uroczystości rodzinnych dominującym dystansem jest odległość 301-500 km. Są to zatem podróże rzadkie, ale jednak na bardzo długie odległości. Charakterystyczny jest wzrost atrakcyjności celu podróży i wzrost prawdopodobieństwa jej wystąpienia wraz z rosnącą

odległością (do właśnie dystansu rzędu 301-500 km). Jest to sytuacja dokładnie odwrotna niż w przypadku codziennych podróży obligatoryjnych, np. dojazdów do pracy lub wyjazdów na zakupy, gdzie atrakcyjność celu podróży spada wraz ze zwiększającą się odległością lub czasem podróży (ryc. 5.23).

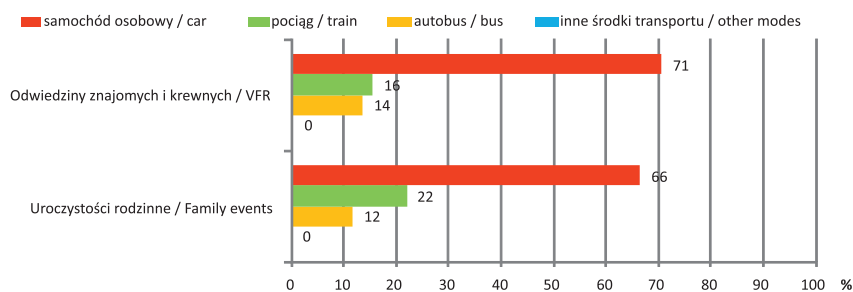


Ryc. 5.23. Odwiedziny znajomych i krewnych i uroczystości rodzinne (podróże długoterminowe) według odległości od miejsca stałego przebywania (jako % ogółu podróży w danej motywacji)

Fig. 5.23. Visiting friends and relatives and family celebrations (long-term travels) according to distance from the place of permanent residence (in % of total travels for the given motivation)

Źródło / Source: *Turystyka i wypoczynek...* (2010)

**Podział modalny.** Według badania GUS dotyczącego krajowych podróży długoterminowych w Polsce (*Turystyka i wypoczynek...*, 2010) w przypadku odwiedzin znajomych i krewnych samochód osobowy jest wykorzystywany w około 71% podróży. W Polsce autobus jest środkiem transportu wykorzystywanym w aż 14% podróży długoterminowych wykonywanych w celu odwiedzenia znajomych i krewnych, w 12% przy uroczystościach rodzinnych. Natomiast w celu uczestniczenia w uroczystościach rodzinnych Polacy częściej wybierają pociąg i z tego względu udział samochodu jest tu nieznacznie niższy (ok. 66%) (ryc. 5.24).



Ryc. 5.24. Udziały środków transportu (%) dla odwiedzin znajomych i krewnych oraz uroczystości rodzinnych w podróżach długoterminowych krajowych w Polsce

Fig. 5.24. Shares of transport means (%) for visiting friends and relatives and family celebrations in domestic long-term travels in Poland

Źródło / Source: *Turystyka i wypoczynek...* (2010)



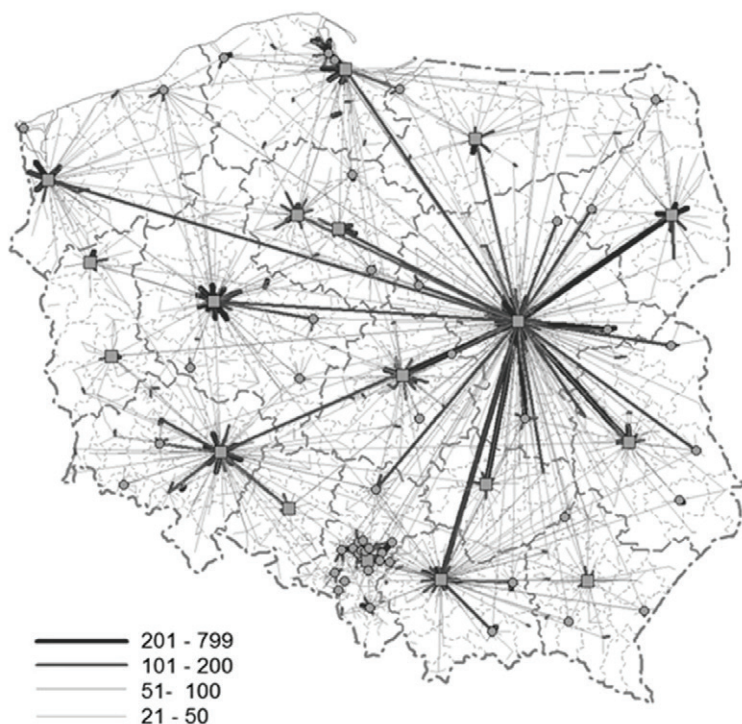
**Rozmieszczenie atrakcji.** Trudno jednoznacznie zdefiniować atrakcyjność celu podróży dla motywacji jaką są odwiedziny znajomych i krewnych. Posiadanie rodziny w różnych częściach kraju i utrzymywanie relacji mimo dzielących odległości jest sprawą osobistą. Nierzadko utrzymuje się bliższe relacje z osobami mniej spokrewnionymi. Polacy są jednak narodem wyjątkowo rodzinnym, przez co wyjazdy do osób spokrewnionych i znajomych, a także na uroczystości rodzinne typu wesela czy pogrzeby są relatywnie częste. Kierunek tych wyjazdów może być zdeterminowany pochodzeniem współmażonka, względnie migracjami wewnętrznymi odbytymi w poprzednich latach. Można założyć, że wraz z upływem czasu dla osób migrujących odwiedziny znajomych są relatywnie rzadsze niż w pierwszym okresie po „opuszczeniu rodzinnego gniazda”.

W spisie powszechnym w 2011 r. (*Migracje wewnętrzne ludności*, 2014) za migracje wewnętrzne uznawano zmiany gminy zamieszkania (z uwzględnieniem podziału na obszary wiejskie i miasta w gminach miejsko-wiejskich). W ten sposób pominięte zostały bardzo duże przepływy w obrębie miast. W sumie w ramach migracji wewnętrznych wyróżniono migracje:

- międzywojewódzkie, czyli przemieszczenia ludności z jednego województwa do innego,
- wewnątrzwojewódzkie, czyli zmiany miejsca zamieszkania w obrębie tego samego województwa,
- międzypowiatowe, czyli przemieszczenia ludności z jednego powiatu do innego,
- wewnątrzpowiatowe, czyli zmiany miejsca zamieszkania w obrębie tego samego powiatu.

Powyższy podział nawiązuje do podziału administracyjnego i ma ograniczoną przydatność z punktu widzenia wykrycia rzeczywistych prawidłowości w zakresie powiązania struktury osadniczej z mobilnością. Przede wszystkim trudno na tej podstawie wnioskować o kierunkach przemieszczeń pod względem odległości. Migracje międzywojewódzkie mogą obejmować bardzo krótkie relacje, dotyczące np. sąsiednich gmin, ale leżących w różnych województwach. Badania Śleszyńskiego (2011b) pokazują, że naturalne zlewne migracyjne bardzo często przekraczają granice województw, np. w przypadku Warszawy, Krakowa i Trójmiasta. Należy też podkreślić, że ze względu na różną metodologię spisów powszechnych 2002 i 2011 dane są nieporównywalne i wartości przepływów należy traktować orientacyjnie. Generalnie, dane migracyjne z 2002 r. są lepsze, ale też występują w nich wyraźne luki statystyczne (Paradysz 2009; Śleszyński 2005). Z drugiej strony występuje coraz powszechniej zjawisko niemeldowania się i dane migracyjne obejmują tylko część faktycznych migracji. W przypadku migracji wewnętrznych badania wskazują na co najmniej kilkunastoprocentowe różnice (Bijak i in. 2007; Śleszyński 2011c; Gołata 2013). Jeśli natomiast chodzi o migracje zagraniczne, to urzędowa statystyka jest całkowicie niewiarygodna w określeniu wolumenu faktycznych przepływów. Przykładowo porównanie danych o liczbie przebywających za granicą powyżej 12 miesięcy według NSP 2002 i wymeldowanych w latach 1995-2011 wskazuje, że dla większości powiatów w kraju różnica na niekorzyść tych drugich była kilkudziesięciokrotna (Śleszyński 2013b). Jeszcze dla wcześniejszych okresów dobrze udokumentowane są różnice w wyjazdach zagranicznych, na poziomie nawet 800 tys. osób (Sakson 1998).

Biorąc pod uwagę powyższe uwarunkowania, rejestrowane migracje (przeludnienia) wewnątrzwojewódzkie dominowały w latach 2002-2011 stanowiąc 78% wszystkich migracji. Z punktu widzenia pracy przewozowej wykonywanej w celu odwiedzin znajomych i krewnych, a także uroczystości rodzinnych kluczowe są jednak te migracje, które wykonywane są na większe odległości, czyli migracje międzywojewódzkie. Przyczynami migracji międzywojewódzkich są w 45,7% sprawy rodzinne (założenie rodziny oraz towarzyszenie rodzinie), a jedynie w 21,7% praca lub w 12,8% – edukacja. Wśród osób migrujących dominują ludzie młodzi (przed 30-stym rokiem życia), którzy zazwyczaj są najbardziej mobilni.

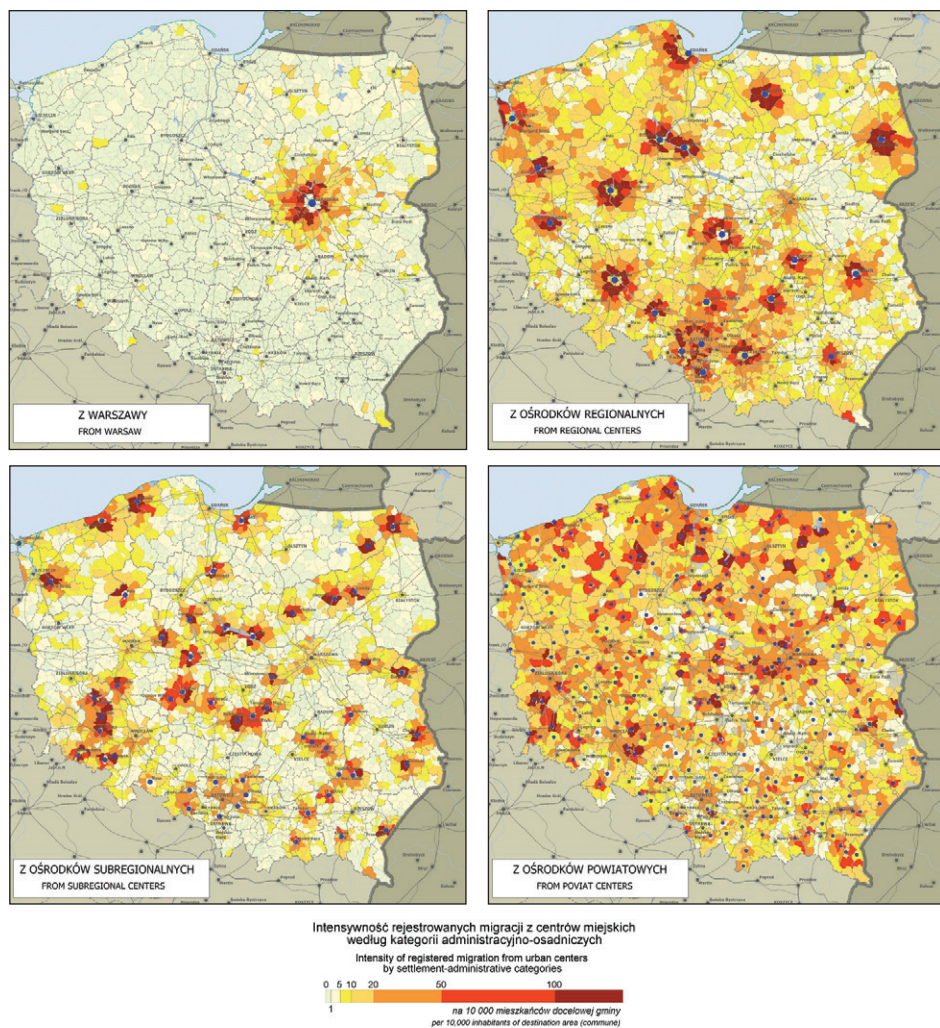


Ryc. 5.25. Główne rejestrowane powiązania migracyjne (zameldowania i wymeldowania) w ruchu wewnętrznym na podstawie macierzy międzygminnej (GUS) w 2012 r.

Fig. 5.25. Main directions of registered migrations linkages in domestic mobility based on intercommunes matrix of Central Statistical Office of Poland, 2012

Źródło / Source: Śleszyński P., 2016, s. 97-106.

Kierunki rejestrowanych zameldowań w 2012 r. przedstawiono też na ryc. 5.25. Struktura przestrzenna przemieszczeń wskazuje na dominującą rolę Warszawy. Większe znaczenie w organizacji przepływów ma jeszcze m.in. Kraków, Wrocław, Poznań i Trójmiasto. Jak wskazują badania, obraz ten był też dość trwały w latach 2000-2009 (Śleszyński 2011b). Natomiast w porównaniu do poprzednich dekad (np. zdarzeń identyfikowanych w pracy Rykła, 1985), wzrosło znaczenie Warszawy jako wyboru destynacji dla obszarów słabiej zurbanizowanych i wiejskich, a niewiele zmieniła się jej rola jako miejsca migracji wewnątrzaglomeracyjnych oraz przyciągających osoby z innych większych miast. Natomiast znacznie (dwukrotnie) wzrosła rola migracji wewnątrzaglomeracyjnych w pozostałych najważniejszych miastach kraju.



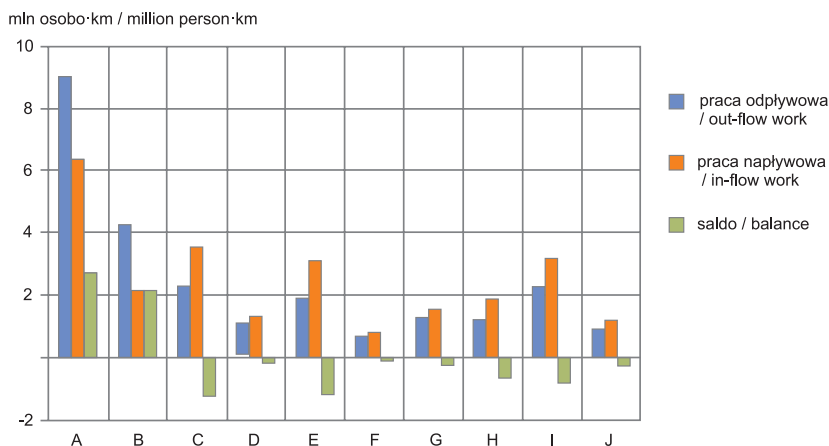
Ryc. 5.26. Zameldowania z ośrodków różnego typu w 2009 r.

Fig. 5.26. Registered migration from administrative-settlement centers, 2009

Źródło / Source: Śleszyński P., 2014, s. 11-26

Na rycinie 5.27 zaprezentowano strukturę rejestrowanych migracji pod względem kierunków zagregowanych według kategorii obszarów. Zastosowano klasyfikację Śleszyńskiego i Komornickiego (2016) na 10 kategorii obszarów, wyróżnionych na podstawie funkcji osadniczych i gospodarczych gmin. W macierzy międzygminnej GUS za 2012 r. odnotowano 370,0 tys. przemieszczeń (przemeldowań). Dla każdego z tych przemieszczeń można określić odległość pomiędzy dwoma gminami, biorącymi udział w wymeldowaniu i zameldowaniu. Na tej podstawie można obliczyć zarówno łączną „pracę migracyjną”, jak też średnią odległość. W pierwszym przypadku jest to 24,9 mln osobokilometrów, co dzieląc przez liczbę wszystkich przemieszczeń daje średnią w wysokości 67 km (w linii prostej). Porównując tę wielkość z rozkładem podróży wynikającym z badania GUS (*Turystyka i wypoczynek...*, 2010) można mieć duże wątpliwości

dotyczące wiarygodności badania GUS-owskiego (nawet jeżeli dotyczą one podróży długoterminowych, czyli tych które trwają 5 dni i dłużej).



Ryc. 5.27. Struktura migracji rejestrowanych według kierunków i kategorii gmin w 2012 r.

Fig. 5.27. Registered migration structure by directions and communes categories, 2012

Kategorie gmin (według Śleszyńskiego i Komornickiego, 2016): A – rdzenie Miejskich Obszarów Funkcjonalnych stolic województw; B – strefy zewnętrzne Miejskich Obszarów Funkcjonalnych stolic województw; C – rdzenie obszarów funkcjonalnych miast subregionalnych; D – strefy zewnętrzne obszarów funkcjonalnych miast subregionalnych; E – miasta-ośrodki wielofunkcyjne; F – gminy z rozwiniętą funkcją transportową; G – gminy o innych rozwiniętych funkcjach pozarolniczych (turystyka oraz funkcje wielkopowierzchniowe, w tym przemysł wydobywczy); H – gminy z intensywnie rozwiniętą funkcją rolniczą; I – gminy z umiarkowanie rozwiniętą funkcją rolniczą; J – gminy ekstensywnie zagospodarowane (funkcje leśne, ochrony przyrody).

Zródło: opracowanie własne na podstawie macierzy międzygminnej GUS.

Jest szczególnie charakterystyczne, że aż 31% ruchu („pracy” migracyjnej) przypadało na relacje z Warszawą. Dane te dobitnie podkreślają dominujący udział stolicy w organizacji przepływów migracyjnych. Warto też podkreślić, że tylko dwie pierwsze kategorie obszarów, tj. stolica kraju i jej strefa podmiejska miały dodatni bilans. Choćby gdyby wziąć dane tylko o „zwykłym” saldzie migracji, inne podmiejskie strefy miałyby dodatni bilans, to jednak wymeldowania z tych stref na dalekie odległości przesądza o ostatecznych wartościach. Dzieje się tak dlatego, że dla mieszkańców stref podmiejskich mniejszych miast bardziej atrakcyjne okazują się jeszcze większe ośrodki miejskie.

Biorąc pod uwagę powiązania małżeńskie zauważalne są silne relacje pomiędzy największymi miastami kraju z Warszawą oraz wyraźne strefy oddziaływania miast regionalnych w obrębie poszczególnych województw. Macierz migracji wewnętrznych jest bardzo podobna do powiązań małżeńskich. Również w tym przypadku widać wyraźną koncentrację na stolicy. Zaznaczają się silniej powiązania Warszawy z tradycyjną „zlewnią migracyjną” na obszarze byłego Królestwa Kongresowego. W zakresie powiązań wewnątrzregionalnych największe migracje występują w ramach aglomeracji wokół stolic województw i w zasadzie jedynie na Dolnym Śląsku są one równie intensywne na większe odległości (analogicznie jak w przypadku małżeństw) (ryc. 5.28).





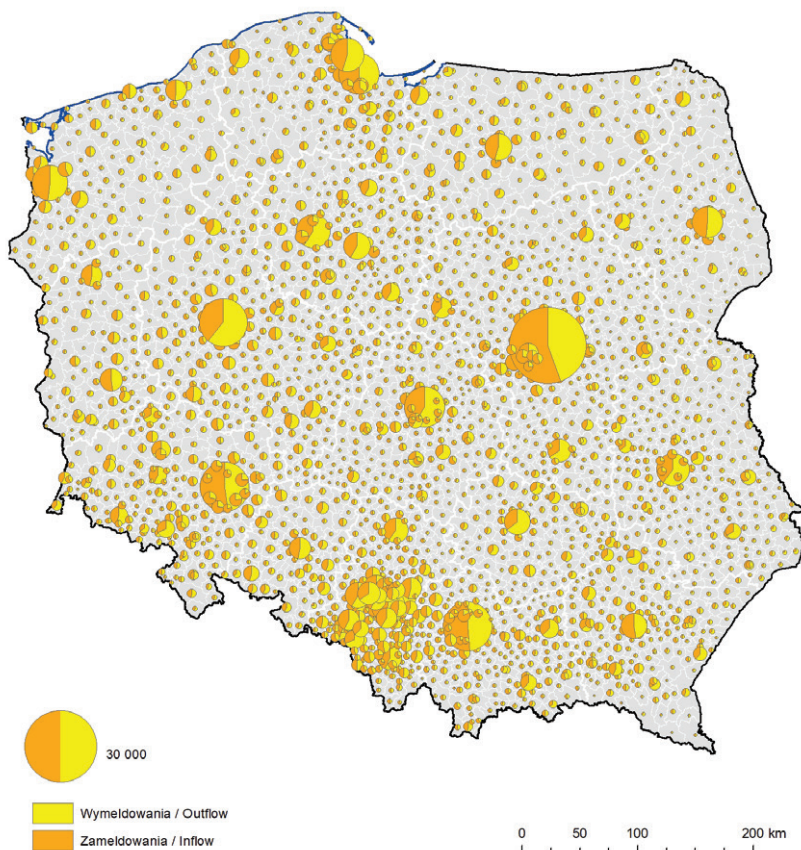
Ryc. 5.28. Powiązania małżeńskie (pochodzenie małżonków) w latach 2005 i 2006

Fig. 5.28. Marital linkages (origin of spouses) in the 2005-2006 years (according to Central Statistical Office in Poland data)

Źródło/Source: Śleszyński P., 2011, s. 65-80

W przypadku migracji potencjał ruchu związanego z odwiedzinami znajomych i krewnych wynika z rozmieszczenia zameldowań i wymeldowań, a największy potencjał mają te miasta, w których występują równocześnie oba zjawiska. Największym ruchem w tym względzie cechują się strefy aglomeracyjne co jest związane z procesem suburbanizacji (napływ ludności z rdzenia do strefy podmiejskiej) (ryc. 5.29).

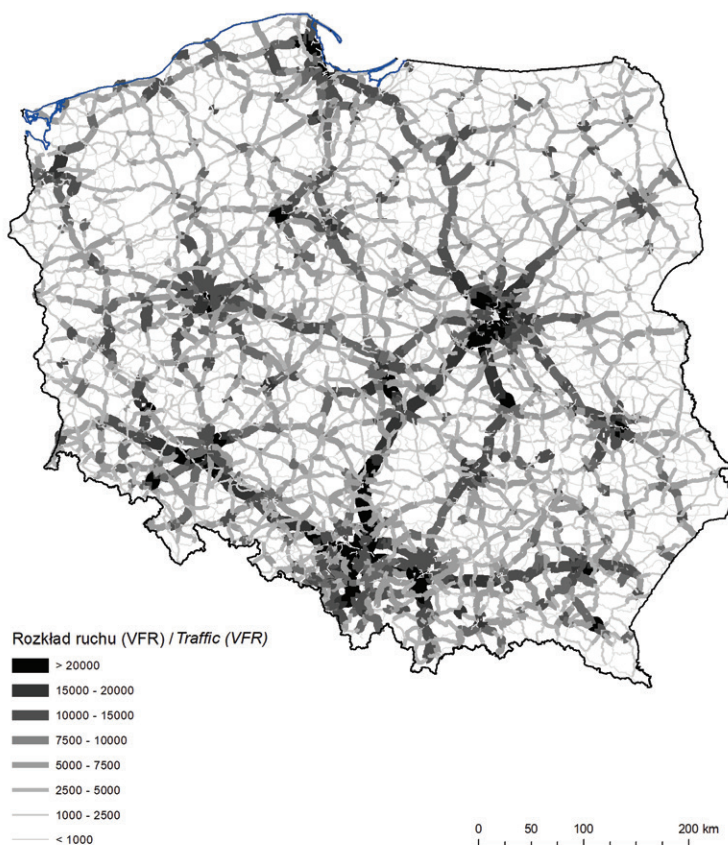




Ryc. 5.29. Zameldowania i wymeldowania ogółem  
 Fig. 5.29. Totals of in and out residence registering

### 5.7.2. ROZKŁAD RUCHU W MODELU ODWIEDZIN KREWNYCH I ZNAJOMYCH (VFR)

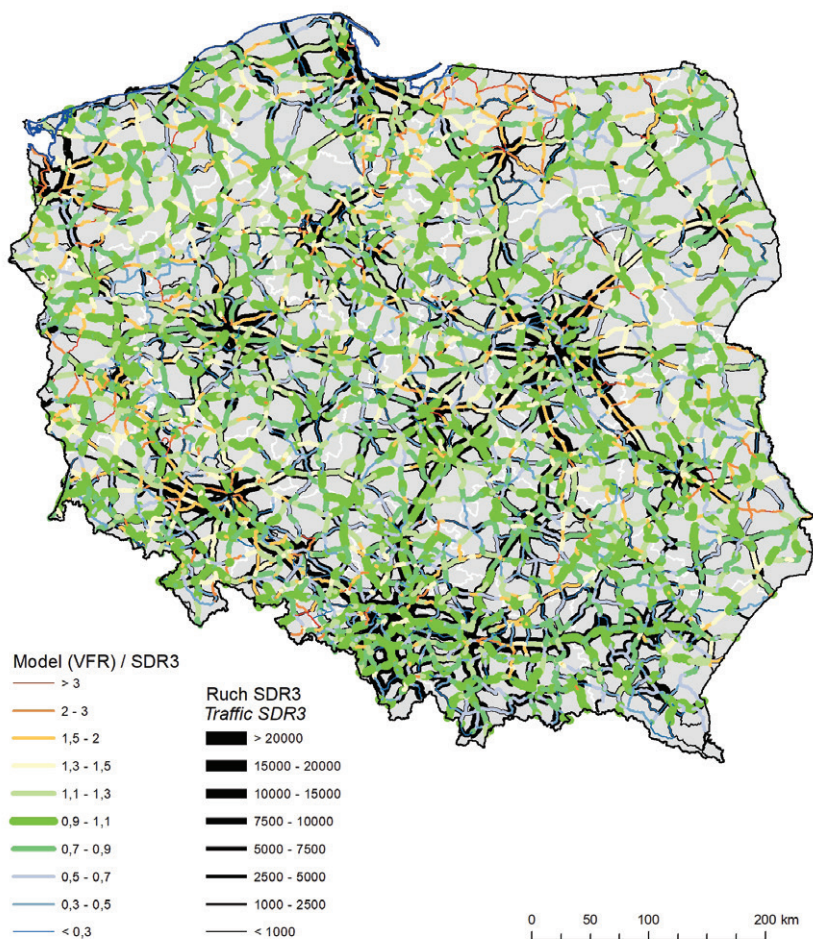
W modelu **odwiedzin znajomych i krewnych** (VFR) wykorzystano gotową więźbę ruchu w postaci macierzy przemeldowań (średnia z 2006 i 2009 r.). Zastosowano funkcję oporu przestrzeni zakładającą, że intensywność podróży w celach odwiedzin znajomych i krewnych maleje wraz ze wzrostem odległości czasowej między ośrodkiem wymeldowania i zameldowania. Jak wskazano wcześniej ruchy migracyjne tworzą kształt zlewni migracyjnych, przy czym zdecydowanie największą zlewnią w Polsce jest Warszawa, a pozostałe miasta wojewódzkie mają zlewnie ograniczające się mniej więcej do granic poszczególnych województw. W konsekwencji ruch jest najwyższy na drogach łączących peryferia wewnętrzne województw z ich stolicami, a także na drogach dojazdowych do stolicy kraju, w zasadzie ze wszystkich kierunków. Generalnie w rozkładzie ruchu wyraźnie zaznaczają się przede wszystkim ośrodki wymeldowań dobrze skomunikowane z ośrodkami zameldowań (np. duży ruch na S7 między Radomiem a Warszawą lub na A2 między Koninem a Poznaniem (ryc. 5.30).



Ryc. 5.30. Hipotetyczny rozkład średniodobowego natężenia ruchu pojazdów osobowych w 2010 r. w przypadku gdy cały ruch na sieci jest w jednej motywacji. Odwiedziny znajomych i krewnych (VFR) (wraz z ruchem zewnętrznym). Ujęcie modelowe  
 Fig. 5.30. Theoretical distribution of traffic of passenger vehicles in 2010. All traffic in one motivation. Visiting friends and relatives (VFR). Model rendition

Dopasowanie modelu VFR jest nieznacznie wyższe niż dla dojazdów do pracy i wynosi  $R^2 = 0,66$ . Duża część odcinków na ryc. 5.31 jest oznaczona kolorem zielonym co oznacza wielkość ruchu rzędu 70-150% względem wyników GPR2010. Przeszacowanie względem rzeczywistego ruchu jest lokalnie widoczne w północnej części województwa warmińsko-mazurskiego oraz na poszczególnych odcinkach dróg w województwach zachodniopomorskim, lubuskim i dolnośląskim. Wartości modelowe przewyższają GPR2010 również na obszarze zlewni migracyjnej warszawskiej, przede wszystkim we wschodniej części województwa mazowieckiego, w tym na głównych drogach dojazdowych do Warszawy – z Białegostoku (DK8), Lublina (DK17) i Radomia (DK7). Analogiczna sytuacja jest widoczna również dla aglomeracji wrocławskiej, szczecińskiej, trójmiejskiej i poznańskiej, ale już nie dla konurbacji górnośląskiej. Z kolei niedoszacowanie modelu jest widoczne w Polsce południowej, przede wszystkim na obszarach województw małopolskiego i podkarpackiego, co można tłumaczyć m.in. tradycyjnie

silniejszymi więzami rodzinnymi mieszkańców tych obszarów i braku tak dużej skłonności do migracji krajowych (przewaga migracji zagranicznych, które są głównie realizowane z wykorzystaniem transportu lotniczego). Z drugiej strony niedoszacowania poszczególnych modeli jednomotywacyjnych mogą wynikać z przewyższającej średnią krajową (na jakimś obszarze) roli innych motywacji (np. dojazdów do pracy w podkarpackim) (ryc. 5.31).



Ryc. 5.31. Przeszacowanie / niedoszacowanie średniodobowego natężenia ruchu pojazdów osobowych w 2010 r. Model odwiedzin znajomych i krewnych (VFR) a GPR2010

Fig. 5.31 Overestimation / underestimation of the traffic of passenger vehicles in 2010. Theoretical distribution in relation to the results of GPR2010

**Wnioski.** Odwiedziny znajomych i krewnych, w tym udział w uroczystościach rodzinnych to w Polsce znacząca motywacja, szczególnie w podróżach długich i długoterminowych. Udział samochodu w tych podróżach wynosi ok. 70%. Macierz migracji i pochodzenie małżonków wskazują na silne powiązania z Warszawą, wyraźną i dominującą w układzie kraju zlewnię warszawską,



a także silne powiązania wewnątrzaglomeracyjne oraz nieco mniej istotne powiązania o charakterze wewnątrzregionalnym. Relatywnie słabsze są powiązania międzyregionalne na dłuższe odległości, choć są one zauważalne dla małżeństw. W przypadku migracji na poziomie wewnątrzwojewódzkim większość dotyczy procesów suburbanizacji (również dla mniejszych miast o znaczeniu subregionalnym).

**Model odwiedzin znajomych i krewnych (VFR)** dla którego punktem wyjścia jest macierz migracji (średnia z lat 2006 i 2009) jest najlepiej dopasowany z wszystkich modeli jednomotywacyjnych ( $R^2 = 0,66$ ). Model przeszacowuje ruch na drogach dojazdowych łączących peryferia wewnętrzne województw z największymi ośrodkami zameldowań, w tym przede wszystkim aglomeracją warszawską, poznańską, wrocławską, trójmiejską i szczecińską. Niedoszacowanie ruchu jest widoczne w Polsce południowej.

## 5.8. PODRÓŻE TURYSTYCZNE

### 5.8.1. ROZMIESZCZENIE ATRAKCJI, OPÓR PRZESTRZENI I PODZIAŁ MODALNY

**Udział motywacji w ruchu ogółem.** Udział podróży turystycznych w ruchu zależy od przyjętej definicji tych podróży. W literaturze przedmiotu podział podróży turystycznych według motywacji jest często dosyć złożony. W badaniach GUS podróże turystyczno-wypoczynkowe rozbite są na trzy kategorie: 1. wypoczynek, rekreacja, wakacje; 2. zwiedzanie (architektura, kultura, przyroda); 3. uprawianie turystyki kwalifikowanej.

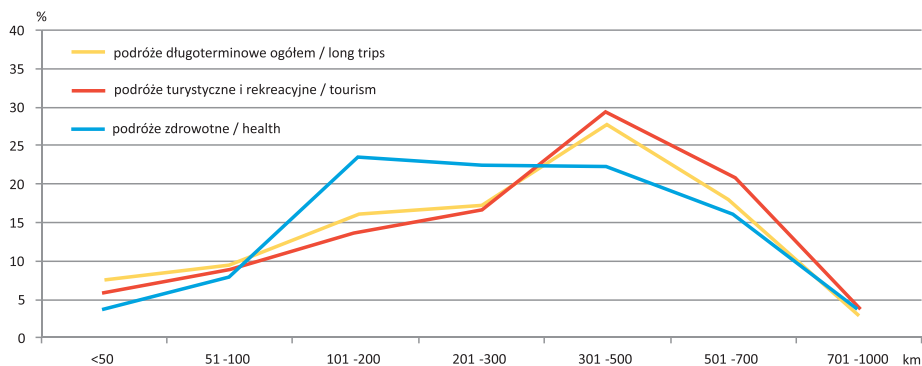
Według GUS: „Zgodnie z międzynarodową definicją turystyki badanie dotyczyło więc szeroko rozumianych **wyjazdów turystycznych**, tj. wyjazdów poza miejsce zamieszkania zarówno w celu wypoczynkowym, rekreacyjnym, poznawczym, jak i zawodowym (delegacja, załatwianie interesów), religijnym, rodzinnym, leczniczym itp. W badaniu uwzględniano także wyjazdy do uzdrowiska związane z leczeniem sanatoryjnym. Zgodnie z zaleceniami Unii Europejskiej do wyjazdów turystycznych nie zaliczano natomiast wyjazdów, które łączą się z pracą lub nauką poza miejscem stałego zamieszkania (np.: dojazdy ucznia lub studenta do szkoły) oraz wyjazdów związanych z pobytem w szpitalu w innej miejscowości niż miejsce zamieszkania, a także wyjazdów wynikających ze specyfiki pracy (np.: marynarzy, pilotów, kierowców oraz wyjazdy na kontrakty za granicę). Każdy zbadany szczegółowo wyjazd turystyczny bądź podróż turystyczna wiązały się z przynajmniej jednym noclegiem poza miejscem stałego zamieszkania.” Z kolei przykładowo według Singha (2008) podróże turystyczne dzielą się w zależności od motywacji na:

- motywacje biznesowe (np. przedstawiciele handlowi, uczestnictwo w konferencjach i spotkaniach biznesowych) i powiązane z wykonywaną pracą (np. personel pokładowy, kierowcy ciężarówek itd.),
- motywacje związane z rozwojem cielesnym i relaksem (np. wyjazdy do sanatorium, wyjazdy rekreacyjne, do SPA, odpoczynek na działce),
- motywacje kulturalne i edukacyjne (np. wyjazdy szkoleniowe, uczestnictwo w wydarzeniach kulturalnych, przedstawieniach, koncertach),

- motywacje związane z rozrywką (np. wydarzenia sportowe, wyjazdy na nieturystyczne zakupy, wizyty w parkach tematycznych),
- motywacje społeczne i interpersonalne (odwiedziny znajomych i krewnych, udział w uroczystościach rodzinnych typu wesela lub pogrzeby),
- motywacje religijne (np. wyjazdy pielgrzymkowe).

W niniejszym opracowaniu jako podróże turystyczne uwzględniono wszystkie podróże turystyczne z wyjątkiem tych o charakterze rodzinnym (odwiedziny znajomych i krewnych) oraz biznesowym (podróże służbowe). Udział tak zdefiniowanych podróży turystycznych oszacowano jako ok. 70% łącznej pracy przewozowej w krajowych podróżach długoterminowych (5 dni i dłużej). Jak wskazano jednak wcześniej, biorąc pod uwagę wszystkie podróże, udziały w pracy przewozowej podróży turystycznych oraz odwiedzin znajomych i krewnych (z których duża część ma charakter jedno- lub dwudniowy) są mniej więcej podobne. W Polsce ze względu na rozmieszczenie miejsc noclegowych w pobliżu granic średnia odległość podróży turystycznej jest nieco wyższa niż dla odwiedzin krewnych i znajomych, co skutkuje nieco wyższym udziałem w pracy przewozowej podróży turystycznych niż podróży rodzinnych.

**Opór przestrzeni.** Podobnie jak w przypadku odwiedzin znajomych i krewnych, także podróże turystyczne cechuje wzrost atrakcyjności celu podróży i wzrost prawdopodobieństwa jej wystąpienia wraz z rosnącą odległością (do dystansu rzędu 301-500 km). Warto jednak dodać, że ponad połowa wyjazdów turystycznych była realizowana na odległość dłuższą niż 300 km. Z kolei najwięcej podróży zdrowotnych w świetle badań GUS jest realizowanych na odległość 101-200 km (ryc. 5.32).

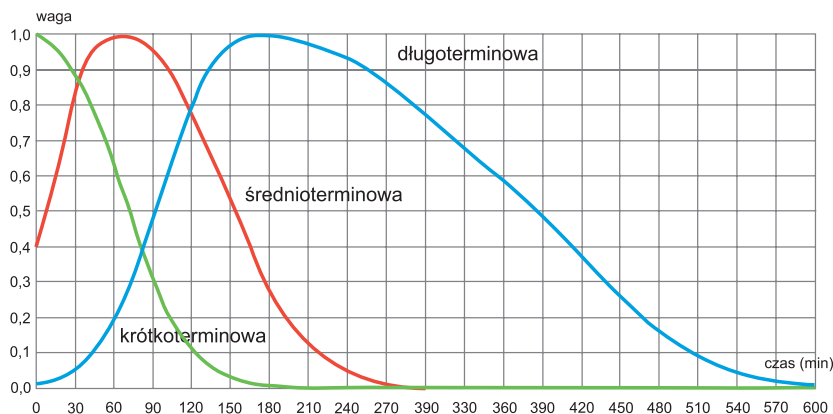


Ryc. 5.32. Krajowe podróże turystyczne i rekreacyjne oraz podróże zdrowotne na tle podróży długoterminowych ogółem według odległości od miejsca stałego przebywania (jako% ogółu podróży w danej motywacji)

Fig. 5.32. Domestic tourist and recreation travels and health-related travels against the background of totality of long-term travels according to distance from the place of permanent residence (as % of total travels)

Źródło / Source: *Turystyka i wypoczynek...* (2010)





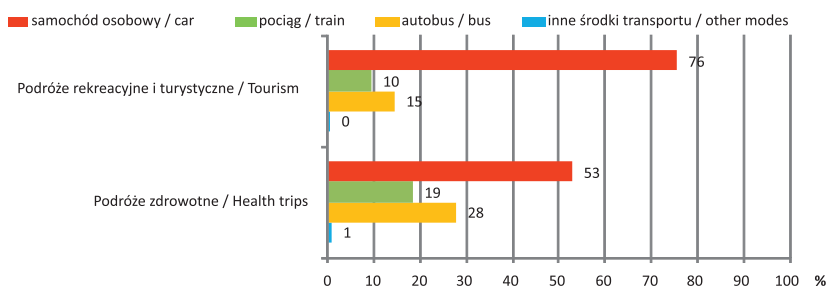
Ryc. 5.33. Możliwy kształt funkcji oporu przestrzeni w zależności od długości trwania wyjazdu turystycznego

Fig. 5.33. Possible shape of the distance decay function depending upon the duration of the tourist outing

Zródło / Source: Więckowski i in. (2012)

W szerszym ujęciu do podróży turystycznych należą również te o charakterze rekreacyjnym, najczęściej jednodniowym. Wraz z wydłużaniem się czasu podróży z obszarów emisji turystycznej do obszaru recepcji prawdopodobieństwo pojawienia się turysty krótkoterminowego na badanym obszarze maleje. Funkcja opisująca to zjawisko tzw. funkcja oporu przestrzeni przyjmuje podobny kształt jak przy innych motywacjach, tzn. opada wraz z wydłużaniem się czasu podróży. Dla turysty średnioterminowego, który na obszar recepcji przyjeżdża z zamiarem spędzenia 2-4 dni krzywa funkcji oporu przestrzeni nie ma już charakteru krzywej opadającej, a raczej przypomina krzywą Gaussa. Średnio- i długoterminowe wyjazdy turystyczne są jedynym przypadkiem motywacji podróży, dla której waga atrakcyjności celu podróży może nie być określona za pomocą funkcji malejącej (por. ryc. 5.33 i Więckowski i in. 2012, 2014).

**Podział modalny.** Według badania GUS dotyczącego krajowych podróży długoterminowych w Polsce (*Turystyka i wypoczynek...*, 2010) w przypadku podróży turystycznych w Polsce samochód osobowy jest wykorzystywany w ponad 75%. Tak wysoki udział samochodu wiąże się m.in. z potrzebą przewożenia bagażu, z relatywnie niższym kosztem podróży przy dużej liczbie osób, możliwościami wykorzystywania własnego samochodu w miejscu docelowym i przede wszystkim z możliwością odbycia podróży w trybie od drzwi do drzwi (ryc. 5.34).

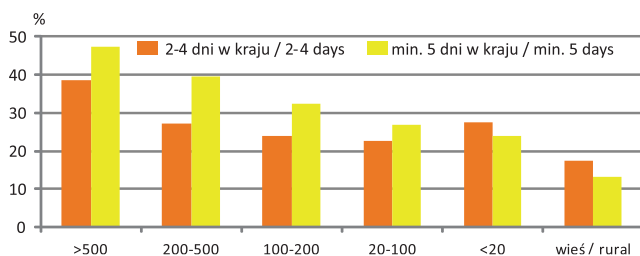


Ryc. 5.34. Udziały środków transportu (%) dla podróży rekreacyjnych i turystycznych oraz podróży zdrowotnych w podróżach długoterminowych krajowych w Polsce

Fig. 5.34. Shares of transport means (in %) for recreation and tourist travels and health-related travels in the long-term domestic travels in Poland

Źródło / Source: *Turystyka i wypoczynek...* (2010)

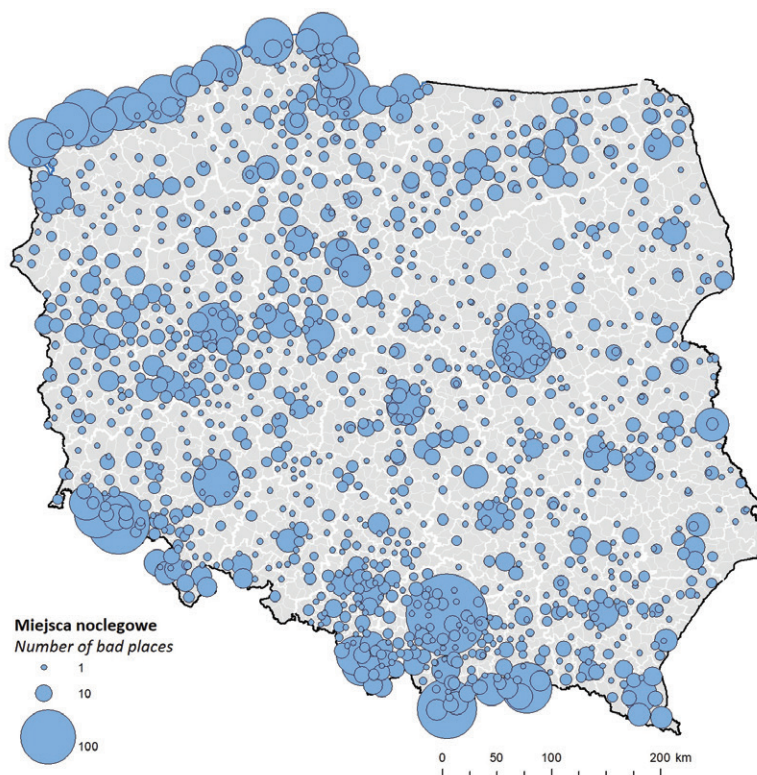
**Rozmieszczenie atrakcji.** Jako że definicje turystyki są różne, istnieje odpowiednio poważna trudność w identyfikacji i klasyfikacji atrakcji turystycznych. Sprawę komplikuje fakt, że samo pojęcie atrakcji ma charakter wartościujący, związany z różnymi potrzebami o podłożu psychologicznym, społecznym, kulturowym, biologicznym itd. Istnieje bogata literatura, wykazująca bardzo duże różnice w ocenie krajobrazów, zabytków, itd. ze względu na wiek, wykształcenie, płeć, pochodzenie, itd. (w Polsce np. Pietrzak 1999; Śleszyński 2001; Chmielewski i in. 2018). Tym samym, to co dla jednej osoby jest atrakcyjne, może być zupełnie inaczej postrzegane przez drugą. Tworzone są klasyfikacje atrakcji turystycznych, jedną z propozycji zawarto w pracy Więckowskiego i in. (2012). Jedynym uniwersalnym wskaźnikiem mogącym mieć zastosowanie w pracy była liczba miejsc noclegowych (*Bank Danych Lokalnych GUS*). Świadczy ona nie tylko o podaży turystycznej, ale także o spodziewanym popycie (popyt ujawniony reprezentuje liczba udzielonych noclegów). Istnieją bowiem dowody, że wiele miejsc atrakcyjnych turystycznie w kraju jest niedowartościowanych pod względem ruchu turystycznego (Kistowski, Śleszyński 2010). Niestety dane o liczbie miejsc noclegowych nie są pełne i nie obejmują pełnej oferty turystycznej. Badania Bednarek-Szczepeńskiej (2009) wskazują na niekiedy silne lokalnie niedoszacowanie kwater agroturystycznych.



Ryc. 5.35. Aktywność turystyczna netto mieszkańców Polski w zakresie podróży krajowych według miejsca zamieszkania (dane za 2009 r.; w %)

Fig. 5.35. Net tourist activity of inhabitants of Poland regarding domestic travels according to place of residence. Inhabitants of towns according to population (data for 2009 in %)

Źródło / Source: *Turystyka i wypoczynek...* (2010)



Ryc. 5.36. Liczba miejsc noclegowych ogółem w 2010 r.

Fig. 5.36. The total number of bed places (2010)

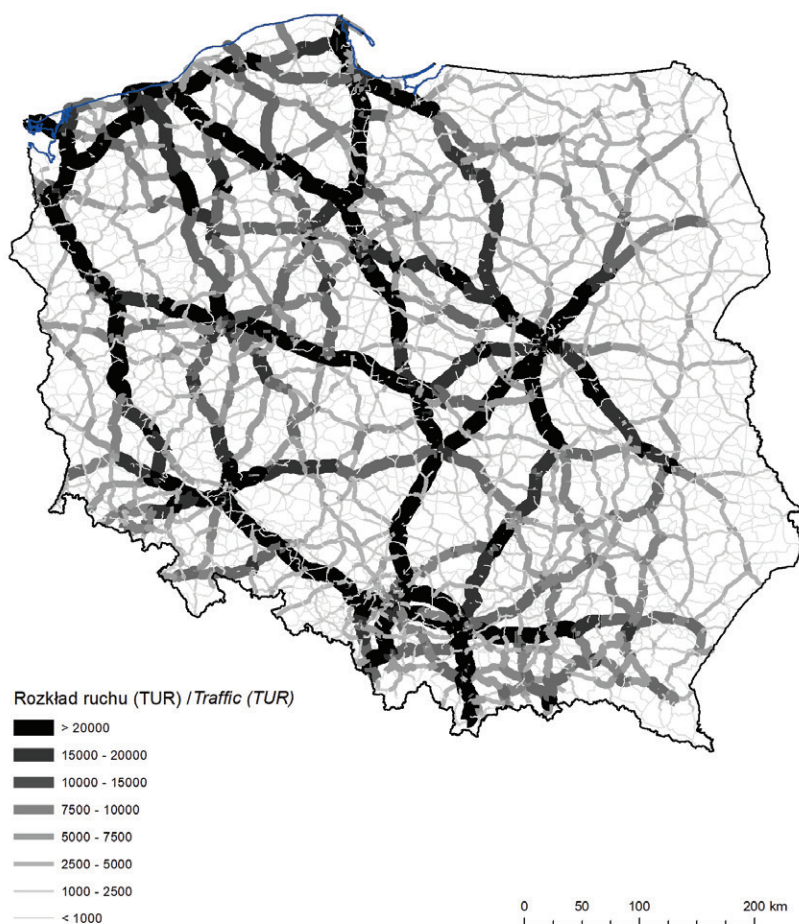
Źródło / Source: Bank Danych Lokalnych

Generalnie, rozmieszczenie w Polsce miejsc atrakcyjnych turystycznie determinuje relatywnie dużą odległość podróży między głównymi centrami wyjazdów turystycznych (obszarami emisji), do których należą przede wszystkim duże miasta, a głównymi miejscami dysponującymi ofertą noclegową (obszarami recepcji). Miejsca noclegowe w Polsce są silnie skoncentrowane w pasie nadmorskim (przede wszystkim w jego zachodniej części), w Sudetach i Karpatach (przede wszystkim w powiecie tatrzańskim) oraz najważniejszych aglomeracjach (Warszawa, Kraków, Wrocław, Poznań, Trójmiasto), a także w mniejszym stopniu na obszarze Mazur i w Górach Świętokrzyskich.

Obszary emisji to przede wszystkim duże miasta, nie tylko ze względu na wyższą liczbę ludności, ale również ze względu na znacznie wyższą mobilność ludności związaną z turystyką niż w mniejszych miastach oraz na wsi (por. ryc. 5.35). Obszary recepcji do których zalicza się miejscowości położone nad Bałtykiem (morze stanowi cel 30% krajowych podróży długoterminowych i aż 42,4% podróży wypoczynkowych i rekreacyjnych; por. *Turystyka i wypoczynek...* 2010) oraz w Sudetach i Karpatach (ryc. 5.36). Wiele miejsc noclegowych oferuje również duże miasta Polski, w tym w szczególności Kraków, choć udział turystów przybyłych innymi środkami transportu niż samochód osobowy jest w tym przypadku wyższy.

### 5.8.2. ROZKŁAD RUCHU W MODELU PODRÓŻY TURYSTYCZNYCH (TUR)

Dla podróży turystycznych jako atrakcję założono liczbę miejsc noclegowych. Ze względu na fakt, że lokalizacja produkcji (liczba ludności) i atrakcji jest w Polsce bardzo zróżnicowana nie może dziwić, że najlepiej dopasowanym modelem jest dla podróży turystycznych ten dla którego atrakcyjność celu podróży maleje do połowy dopiero przy 60 minutach. Podróże turystyczne zatem potwierdzają, że cechują się najdłuższym czasem podróży z wszystkich motywacji podróży.



Ryc. 5.37. Hipotetyczny rozkład średniodobowego natężenia ruchu pojazdów osobowych w 2010 r. w przypadku gdy cały ruch na sieci jest w jednej motywacji. Podróże turystyczne (TUR). Ujęcie modelowe  
 Fig. 5.37. Theoretical distribution of traffic of passenger vehicles in 2010. All traffic in one motivation. Tourism (TUR). Model rendition

Rozkład przestrzenny udzielonych noclegów diametralnie różni się od rozkładu innych potencjałów ruchotwórczych. Duże odległości czasowe między miejscami produkcji, determinowanej przez rozkład liczby ludności, głównie w tzw. heksagonie, a miejscami atrakcji w postaci liczby miejsc noclegowych położonych głównie na obszarach peryferyjnych, skutkują relatywnie dłuższymi podróżami niż w przypadku innych motywacji podróży. Następuje koncentracja ruchu dojazdowego do miejsc atrakcyjnych turystycznie nie tylko na głównych ciągach autostrad i dróg ekspresowych, ale również na pozostałych drogach krajowych prowadzących nad polskie morze (m.in. DK3, DK25 i DK11) oraz do Zakopanego (DK7, DK47). Wyraźnie silniej niż przy pozostałych motywacjach, zaznaczają się trasy w układzie południkowym (S3, A1 i S7) (ryc. 5.37).

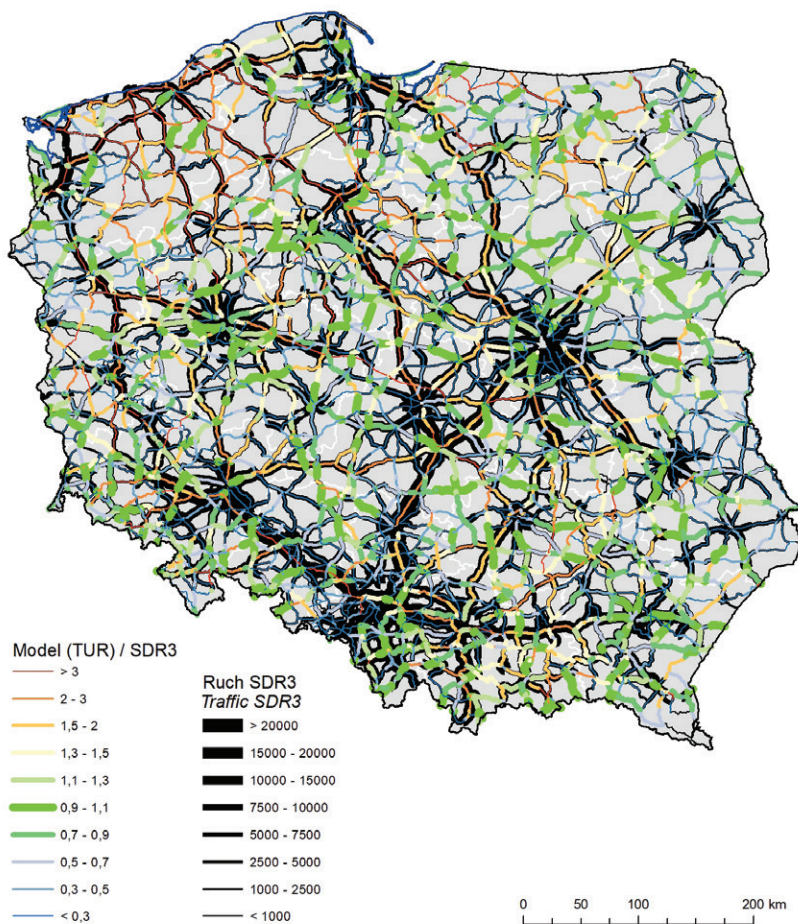
Dopasowanie modelu jest najłabsze z wszystkich analizowanych motywacji podróży (współczynnik determinacji wynosi jedynie  $R^2=0,39$ ). Obszarami dużego przeszacowania ruchu względem GRP2010 są województwa Polski północnej, przede wszystkim większość dróg dojazdowych nad polskie morze. Zaznaczają się również drogi dojazdowe do Krakowa, Zakopanego, Krynicy-Zdrój oraz Karpacza. Wyraźne przeszacowanie ruchu turystycznego może stanowić pewną przesłankę do określenia poszczególnych dróg jako tras o funkcji turystycznej.

Z kolei obszary, gdzie ruch jest niedoszacowany względem GPR2010 to przede wszystkim aglomeracje pozbawione dużych atrakcji turystycznych, takie jak Górny Śląsk lub aglomeracja łódzka, a także, co jest dosyć zaskakujące zważywszy na dużą liczbę miejsc noclegowych – aglomeracja warszawska (co można ostrożnie interpretować jako niewystarczającą nadpodaż miejsc hotelowych lub jedynie jako efekt dużego znaczenia omówionych wcześniej innych motywacji). Ruch jest również niedoszacowany na drogach jednojezdniowych równoległych do głównych ciągów autostrad oraz na większości obszarów peryferyjnych, z wyjątkiem tych atrakcyjnych turystycznie i posiadających bogatą ofertę noclegową (ryc. 5.39).

**Wnioski.** Podróże turystyczne mogą stanowić w Polsce w świetle badań GUS nawet ponad połowę pracy przewozowej wykonywanej w podróżach z wykorzystaniem noclegu. Funkcja oporu przestrzeni w podróżach turystycznych może przyjąć kształt daleki od tradycyjnej funkcji wykładniczej lub potęgowej, ze względu na fakt, iż atrakcyjność celu podróży może rosnąć wraz z wydłużaniem się czasu podróży. Aktywność turystyczna mieszkańców dużych miast jest ponad dwukrotnie wyższa niż mieszkańców wsi. Rozmieszczenie miejsc noclegowych przy granicach kraju, w tym przy granicy morskiej, wymusza konieczność dłuższych podróży krajowych, a co się z tym wiąże szczególnie wysokiej pracy przewozowej. 76% podróży turystycznych jest wykonywanych samochodem.

**Model podróży turystycznych (TUR)** w którym zdefiniowaną atrakcją podróży jest liczba miejsc noclegowych, a atrakcyjność celu podróży maleje do połowy dopiero przy 60 minutach, jest najgorzej dopasowanym modelem z analizowanych modeli jednomotywacyjnych ( $R^2 = 0,39$ ). Szczególnie wysokie przeszacowanie model pokazuje na drogach dojazdowych nad polskie morze oraz na wybranych trasach prowadzących do najważniejszych ośrodków wypoczynkowych w górach. Ruch wyraźnie koncentruje się na najważniejszych trasach prowadzących między głównymi ośrodkami emisji (aglomeracji) a ośrodkami recepcji (miejscowości turystyczne). Model odzwierciedla tym samym głównie ruch skierowany do pozamiejskich regionów turystycznych. Turystyka realizowana pomiędzy miastami jest mniej widoczna, co może mieć uzasadnienie w większym udziale transportu publicznego w tego typu przemieszczeniach.





Ryc. 5.38. Przeszacowanie / niedoszacowanie średniodobowego natężenia ruchu pojazdów osobowych w 2010 r. Model podróży turystycznych (TUR) a GPR2010  
 Fig. 5.38. Overestimation / underestimation of the traffic of passenger vehicles in 2010. Theoretical distribution in relation to the results of GPR2010

## 5.9. WNIOSKI Z MODELI JEDNOMOTYWACYJNYCH

Modele jednomotywacyjne są generalnie dobrze dopasowane do SDR3 w GPR2010. Współczynnik determinacji  $R^2$  waha się w granicach 0,39 (TUR) do 0,66 (VFR). Generalnie, poza modelem podróży turystycznych TUR, dopasowanie modeli jednomotywacyjnych ( $R^2$  na poziomie od 0,5 do 0,66) jest zbliżone do modelu bazowego ( $R^2$  na poziomie 0,63) (tab. 5.9).

Tabela 5.9. Dopasowanie modelu w poszczególnych symulacjach w modelu bazowym i symulacjach jednomotywacyjnych

Symulacja / Motywacja	Determinanty potencjałów ruchotwórczych		Opór przestrzeni*	R <sup>2</sup>
	Produkcja	Atrakcja		
Model bazowy	ludność (2010)	ludność (2010)	15 minut ( $\beta = 0,046210$ )	0,63
Dojazdy do pracy (COM)	macierz dojazdów do pracy (2011)		jak w macierzy (bez dojazdów pow. 120 min.)	0,65
Wyjazdy na zakupy (CH)	ludność (2010)	liczba supermarketów, hipermarketów, domów towarowych i domów handlowych (2010)	10 minut ( $\beta = 0,069315$ )	0,60
Dojazdy do szkoły wyższej (EDU)	ludność w wieku 19-24 lata (2010)	liczba studentów (2012)	20 minut ( $\beta = 0,034657$ )	0,51
Podróże biznesowe (BIZ)	liczba spółek prawa handlowego (2010)	liczba spółek prawa handlowego (2010)	15 minut ( $\beta = 0,046210$ )	0,62
Odwiedziny znajomych i krewnych (VFR)	macierz przemeldowań (średnia z 2006 i 2009 r.)		jak w macierzy	0,66
Podróże turystyczne (TUR)	ludność ogółem (2010)	liczba miejsc noclegowych (2010)	60 minut ( $\beta = 0,011552$ )	0,39

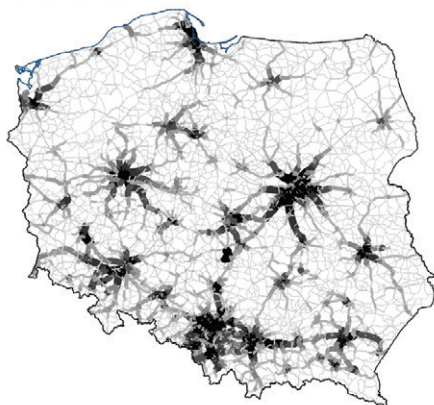
\* czas podróży odpowiadający połowie spadku atrakcyjności celu podróży

Modele te bardzo różnią się pomiędzy sobą nie tylko w zakresie produkcji i atrakcji oraz oporu przestrzeni, ale także, co jest w pewnym sensie konsekwencją powyższych, rozkładem ruchu na sieci. Model dojazdów do pracy jest najbardziej promienisto-koncentryczny, ruch skupia się wyraźnie na drogach prowadzących do aglomeracji. Model dojazdów do szkoły wyższej cechuje wyraźny regionalizm ruchu oraz swoistego rodzaju zlewnie ośrodków akademickich, najczęściej ograniczone, z wyjątkiem największych ośrodków, do granic administracyjnych województw. Model podróży służbowych akcentuje najbardziej prężne rynkowo aglomeracje i trasy pomiędzy nimi. Modele wyjazdów na zakupy oraz odwiedzin znajomych i krewnych rozkładają ruch również na pozostałe drogi, w tym drogi wojewódzkie. Model podróży turystycznych różni się znacznie od pozostałych ze względu na fakt, iż lokalizacja produkcji i atrakcji ruchu jest znacząco oddalona w ujęciu przestrzennym (ryc. 5.39).

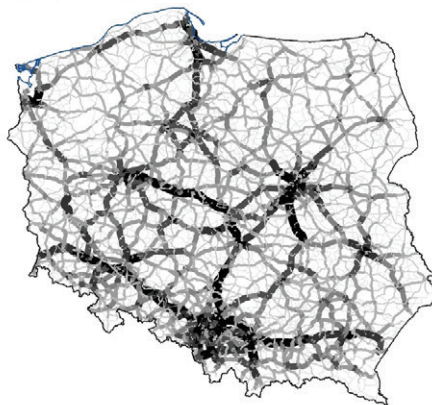
Lokalne i regionalne zróżnicowanie dopasowania modeli jednomotywacyjnych wskazuje, że modele te można podzielić na te, które są (por. ryc. 5.40):

- dopasowane w skali całego kraju (wyjazdy na zakupy oraz odwiedziny znajomych i krewnych),
- niedoszacowane na obszarach peryferii wewnętrznych (dojazdy do pracy oraz podróże służbowe, przy czym w przypadku podróży służbowych nie dotyczy to obszarów Polski zachodniej),
- przeszacowane na głównych ciągach autostrad (wyjazdy na zakupy, dojazdy do szkoły wyższej, podróże turystyczne),
- przeszacowane na drogach dojazdowych do miejsc atrakcji ruchu (dojazdy do szkoły wyższej oraz podróże turystyczne, przy czym w pierwszym przypadku ośrodki akademickie są zlokalizowane w aglomeracjach, w drugim przypadku miejsca noclegowe – głównie na peryferiach badanego obszaru).

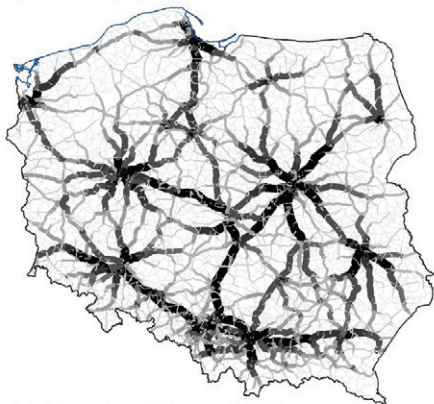
Dojazdy do pracy (COM)



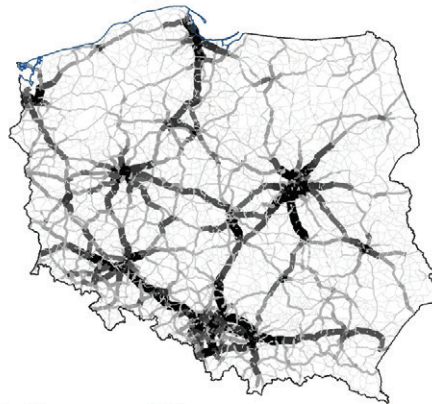
Wyjazdy na zakupy (CH)



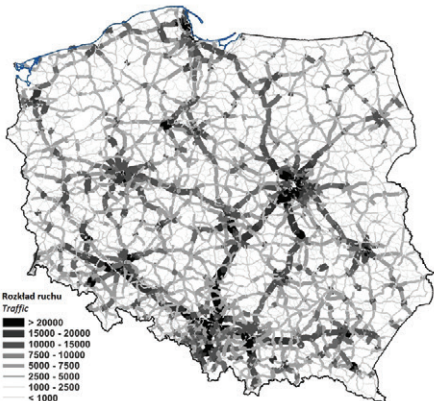
Dojazdy do szkoły wyższej (EDU)



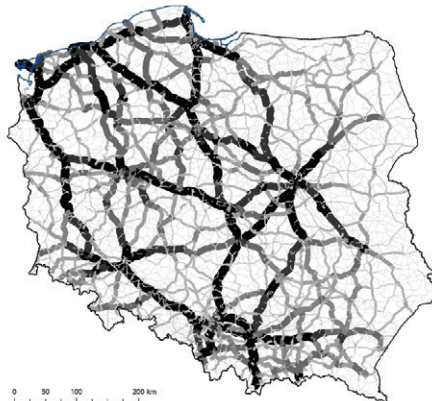
Podróże służbowe (BIZ)



Odwiedziny znajomych i krewnych (VFR)



Podróże turystyczne (TUR)



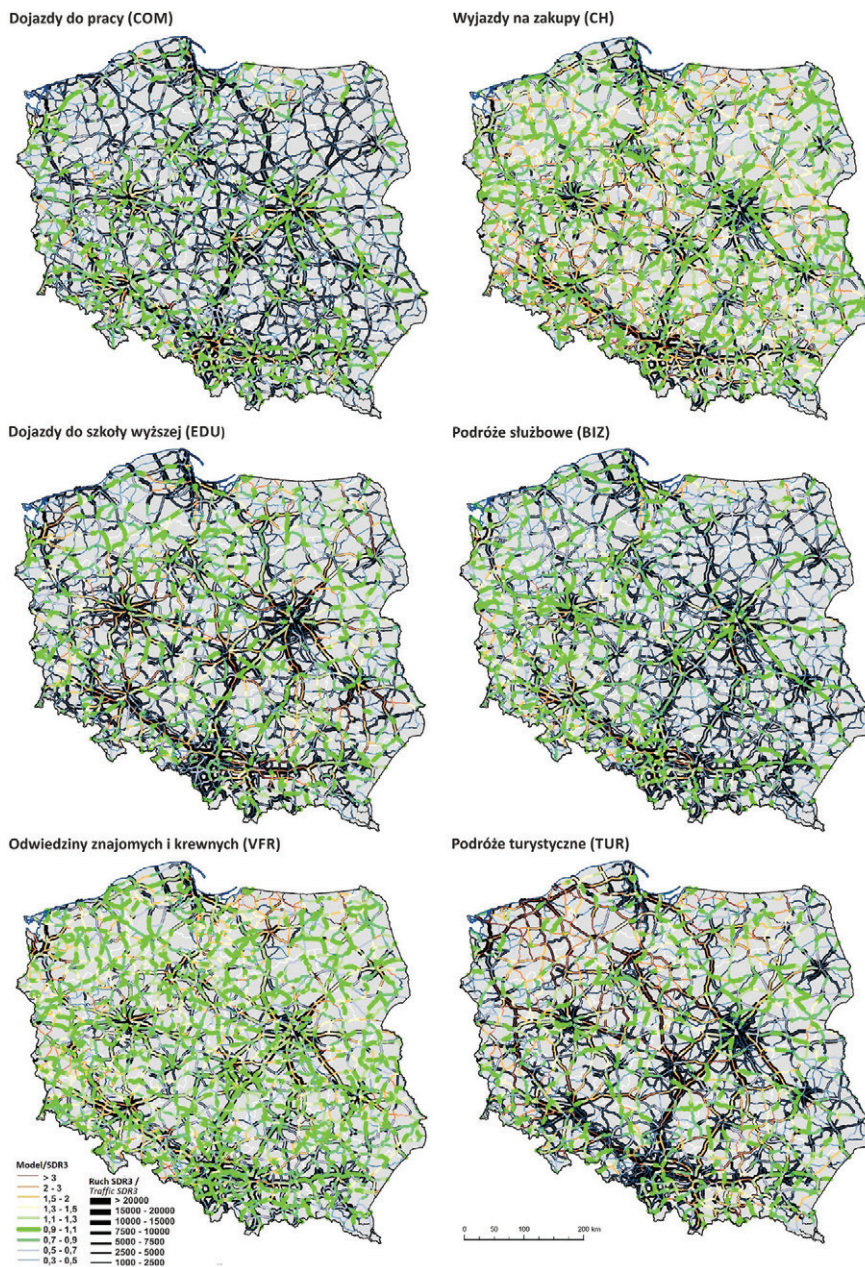
Rozkład ruchu  
Traffic

█	> 20000
█	15000 - 20000
█	10000 - 15000
█	7500 - 10000
█	5000 - 7500
█	2500 - 5000
█	1000 - 2500
█	< 1000

0 50 100 200 km

Ryc. 5.39. Hipotetyczny rozkład średniodobowego natężenia ruchu pojazdów osobowych w 2010 r. w poszczególnych motywacjach w przypadku gdy cały ruch na sieci jest w jednej motywacji. Ujęcie modelowe  
Fig. 5.39. Hypothetical distribution of the daily average intensity of passenger vehicles in 2010 according to the travel motivations in the case when the entire traffic over the network has a single motivation. Model rendition





Ryc. 5.40. Przeszacowanie / niedoszacowanie średniodobowego natężenia ruchu pojazdów osobowych w 2010 r. dla poszczególnych motywacji podróży. Model a cGPR2010

Fig. 5.40. Overestimation / underestimation of the traffic of passenger vehicles in 2010. Theoretical distribution in relation to the results of GPR2010

Sześć modeli jednomotywacyjnych stanowi teoretyczne ćwiczenie wstępne do konstrukcji modelu wielomotywacyjnego, w którym na podstawie udziałów poszczególnych motywacji w pracy przewozowej następuje próba zobrazowania całości ruchu w Polsce (rozdział szósty). Wartość opisanego ćwiczenia wyraża się jednak dodatkowo także w alternatywnym sposobie identyfikowania zróżnicowań przestrzennych podstawowych generatorów ruchu. Zróżnicowania te widoczne są nie tylko (jak w tradycyjnych analizach) w układzie powierzchniowym jednostek administracyjnych, ale również w układzie sieciowym. Może być to użyteczne w prowadzeniu polityki transportowej, w szczególności zaś przy próbach integracji tej polityki z innymi politykami sektorowymi (np. kształtowaniem rynku pracy, polityką turystyczną itd.). Uzyskane wyniki mogą być np. pomocne w ocenie planowanych inwestycji pod kątem rodzajów ruchu (a zarazem np. grup społecznych), które będą głównymi beneficjentami podejmowanych działań.



## 6. MODEL WIELOMOTYWACYJNY

Punktem wyjścia przy tworzeniu modelu wielomotywacyjnego, którego zadaniem jest uwzględnienie jak największej liczby motywacji mających wkład w łączną pracę przewozową, jest analiza strukturalna łącznych przebiegów samochodów w Polsce w podziale na motywacje podróży.

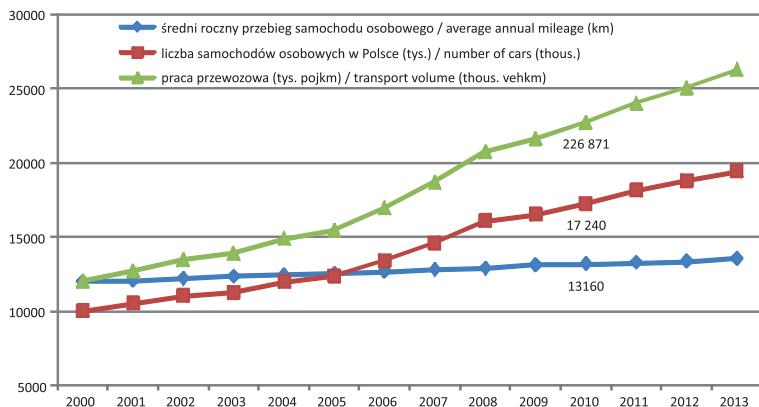
### 6.1. ŁĄCZNE PRZEBIEGI SAMOCHODÓW A UDZIAŁY MOTYWACJI

**Łączne przebiegi samochodów.** W Polsce brak jest regularnych badań dotyczących średnich przebiegów samochodów osobowych oraz ich zróżnicowania regionalnego. W świetle danych GUS na podstawie publikacji *Zużycie energii...* (2012) średni przebieg roczny samochodu wyniósł w 2009 r. ponad **13 000** km, przy medianie wynoszącej 10000 km. Wynik ten potwierdzają badania Burnewicza, gdzie średni roczny przebieg samochodu osobowego charakteryzuje stały wzrost (od **11 993** km w 2000 r. do **13 096** km w 2010 r.) (Baza danych transportowych Katedry Badań Porównawczych Systemów Transportowych Wydziału Ekonomicznego Uniwersytetu Gdańskiego) (ryc. 6.1). Z kolei według cyklicznych badań prowadzonych w Instytucie Transportu Samochodowego na dużej próbie ponad 3000 pojazdów średni przebieg pojazdu na przełomie lat 2013/2014 określono na **15 252** km. Badanie przeprowadzono jednak w Stacjach Obsługi Pojazdów w grupie pojazdów rzeczywiście użytkowanych. Tym samym Menes (2015) wskazuje, że przy założeniu 10% udziału samochodów trwale lub czasowo wyłączonych z ruchu średni przebieg statystycznego samochodu spada do poziomu nieco wyższego do tego ustalonego w badaniach GUS, tj. **13 725** km. Porównanie dynamiki zmian w wielkości parku samochodowego, pracy przewozowej oraz średnich przebiegów (ryc. 6.1.) dowodzi, że wzrost pracy przewozowej (zwiększenie ruchu) jest w Polsce nadal wynikiem postępującej motoryzacji. Tym samym zbliżanie się do nasycenia populacji liczbą posiadanych samochodów osobowych, powinno wpłynąć na zmniejszenie tempa dalszych przyrostów ruchu.

Z punktu widzenia celów niniejszego opracowania kluczowe jest zróżnicowanie przestrzenne w zakresie średnich przebiegów samochodów. Biorąc pod uwagę wyniki badania GUS, średni roczny przebieg pojazdu na wsi to **12 196** km, a w mieście – **14 343** km (*Zużycie energii...*, 2012). Na wsi więcej gospodarstw domowych niż w mieście posiadało samochód osobowy (67,4 do 51,7% gospodarstw) i na 1 gospodarstwo na obszarach wiejskich przypadała większa średnia liczba samochodów niż w miastach (0,8 do 0,6), ale ze względu na większą liczbę osób w gospodarstwie domowym na wsi, różnica w poziomie motoryzacji nie jest już tak spektakularna jak przy porównaniu pracy przewozowej.

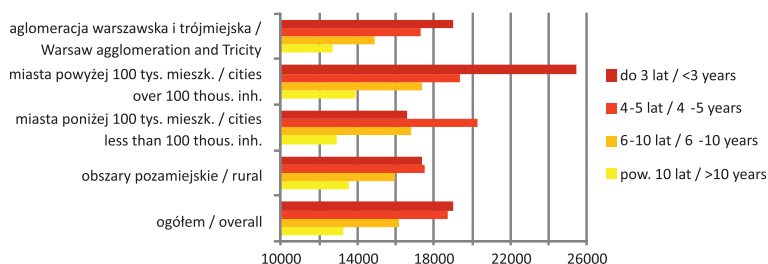
W większości Kompleksowych Badań Ruchu nie pada pytanie o średnie przebiegi roczne samochodów. Stąd trudności w prawidłowym oszacowaniu różnic między miastami i aglomeracjami. Wyniki Kompleksowych Badań Ruchu wskazują, że przykładowo w Warszawie w 2005 r. średni roczny przebieg samochodu wyniósł **18 500** km, a w Strefie – **19 600** km (WBR 2005). W badaniu

przeprowadzonym w Olsztynie 52% kierowców deklaruowało roczny przebieg poniżej 10 tys. km, 33% – między 11 a 30 tys. km, 9% – między 31 a 50 tys. km, a 6% powyżej 50 tys. km (Olsztyn 2006).



Ryc. 6.1. Praca przewozowa w motoryzacji indywidualnej obliczona na podstawie średniego rocznego przebiegu samochodu osobowego oraz wzrostu liczby samochodów osobowych

Fig. 6.1. Transport effort in private car use, calculated on the basis of the mean annual car mileage and the increase in the number of passenger cars



Ryc. 6.2. Średnie roczne przebiegi samochodów osobowych w Polsce na przełomie lat 2013/2014 według miejsca rejestracji i wieku pojazdów

Fig. 6.2. Mean annual passenger car mileages in Poland at the turn of the year 2014 according to car licensing location and vehicle age

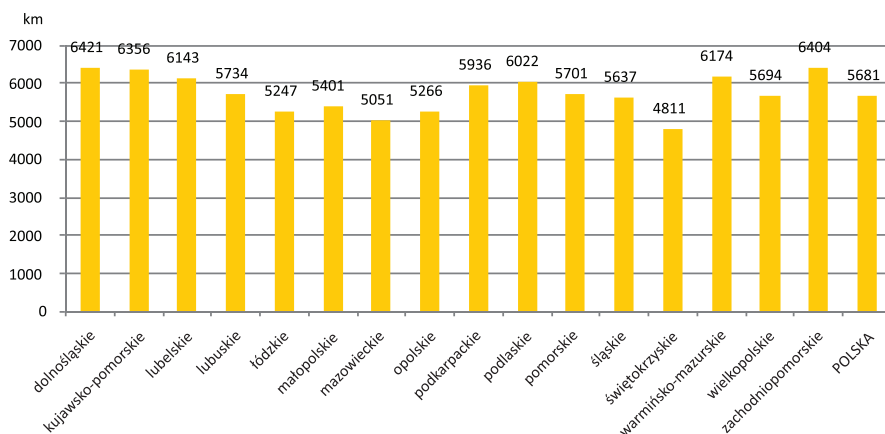
Źródło / Source: opracowanie własne na podstawie Menes (2015)

Komornicki (2011) w 2005 r. przeprowadził badanie, którego jednym z celów było uzyskanie informacji o różnicach w przebiegach rocznych pojazdów między powiatami charakteryzującymi się wysokim i niskim poziomem motoryzacji. Badanie przeprowadzono na 1372 respondentach. Średnie roczne przebiegi w powiatach o wysokim poziomie motoryzacji były wyższe i wyniosły średnio 19 353 km (przy 17 127 km w powiatach o niższym poziomie motoryzacji). Jednak w obu grupach powiatów zaobserwowano duże różnice zarówno w aglomeracjach (ponad 22 tys. km w Warszawie i jedynie nieco ponad 11 tys.

w Sopocie), jak i regionach (prawie 22 tys. km w Gnieźnie, a jedynie 15,5 tys. km w Grodzisku Wlkp.), a także na obszarach wiejskich (Mońki – ponad 21 tys. km i Białogard – jedynie 7,5 tys. km). Jak wskazuje autor: (...) *sam poziom motoryzacji nie determinuje zwiększonej mobilności w grupie osób już posiadających samochody. Czynnikiem o kluczowym znaczeniu wydają się natomiast przemiany na rynkach pracy, a wewnątrz aglomeracji dodatkowo dostępność transportu publicznego* (Komornicki 2011, s. 82).

Kompleksowym badaniem, którego jednym z efektów jest ukazanie zróżnicowania przestrzennego średnich rocznych przebiegów pojazdów, jest analiza przeprowadzona przez Instytut Transportu Samochodowego na przełomie 2013 i 2014 r. (Menes 2015). Wyniki badania 3222 pojazdów w całej Polsce wskazują na pewne różnice między przeciętnym wykorzystaniem samochodu w dużych miastach i na obszarach wiejskich, przy czym można wnioskować, że w Polsce wykorzystanie samochodu w miastach jest wyższe niż na terenach wiejskich. Wyjątek stanowią aglomeracje, gdzie roczne przebiegi są generalnie niższe, ale nawet w tym przypadku różnica między aglomeracjami a obszarami wiejskimi nie jest tak duża jak w krajach zachodnich.

Zupełnie inne wyniki daje natomiast *Badanie pilotażowe...* (2015), tab. 21, w którym GUS określił roczne przebiegi samochodów osobowych według województw (analiza dotyczyła przebiegów samochodów osobowych osób zamieszkujących dane województwo). Przy przeliczeniu łącznych przebiegów przez liczbę samochodów osobowych w 2014 r. okazuje się, że przeciętny roczny przebieg w Polsce wyniósł jedynie **5681** km, co jest wartością ponad dwukrotnie niższą niż ta z innych badań, co może być pewnym potwierdzeniem tezy, iż liczba zarejestrowanych samochodów, jest zbyt wysoka w stosunku do faktycznie poruszających się po drogach. Z drugiej strony różnica na pewno nie jest ponad dwukrotna. Z punktu widzenia celów niniejszego opracowania kluczowe jest zróżnicowanie przebiegów między województwami. Nie jest ono duże, choć zastanawiają relatywnie niższe przebiegi w centralnej Polsce oraz w Małopolsce (ryc. 6.3).



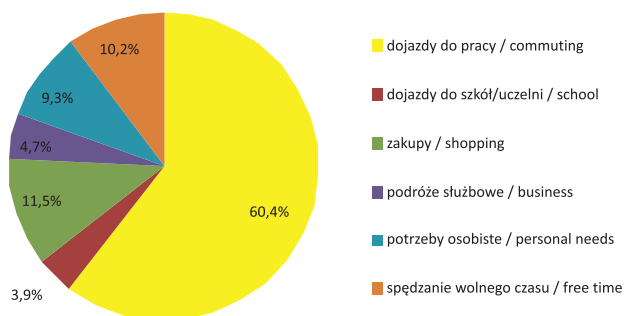
Ryc. 6.3. Roczne przebiegi samochodów osobowych według województw  
Fig. 6.3. The average real annual mileage of passenger cars in voivodeships

Źródło / Source: obliczenia własne na podstawie *Badania pilotażowego...* (2015)

**Wnioski.** Według badań GUS liczniejsze gospodarstwa domowe na wsi posiadają relatywnie więcej samochodów niż gospodarstwa w mieście, ale średni roczny przebieg posiadanych przez nie pojazdów jest odpowiednio niższy, co wiąże się również z relatywnie starszym parkiem samochodowym wykorzystywanym na obszarach wiejskich. Tym samym **przeciętna praca eksploatacyjna wykonywana przez samochody będące do dyspozycji w gospodarstwie domowym na wsi i w mieście jest porównywalna**. Wniosek ten może być traktowany jako wstępna hipoteza do weryfikacji w modelu wielomotywowym.

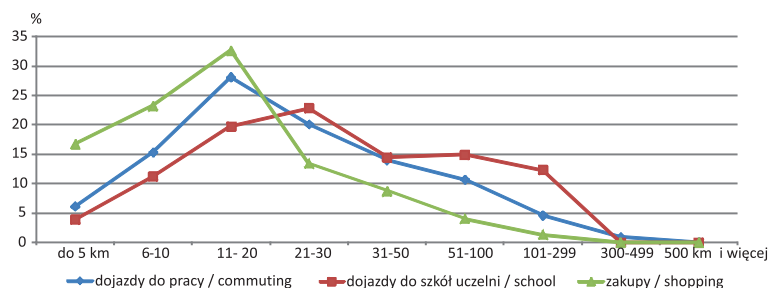
Najwyższy stopień wykorzystania samochodu cechuje duże i średnie miasta za wyjątkiem aglomeracji. Należy jednak mieć na względzie, że występują bardzo duże różnice w wynikach poszczególnych badań. O ile **na poziomie całego kraju** istnieje pewien konsensus, że **średnie przebiegi mieszczą się w przedziale około 13-14 tys. km**, o tyle na poziomie aglomeracji i miast istnieją duże różnice. Przykładowo w Warszawie średnie przebiegi kształtują się w granicach od poniżej 15 tys. km (Menes 2015), przez 18-19 tys. km (WBR 2005) do nawet ponad 20 tys. km (Komornicki 2011). W świetle badania GUS wykonanego w 2015 r. nie ma znaczących różnic w średnich przebiegach samochodów osobowych między poszczególnymi województwami (*Badanie pilotażowe...* 2015).

**Udziały motywacji podróży.** Udziały poszczególnych motywacji podróży w rocznych przebiegach samochodów w 2015 r. zostały określone w *Badaniu pilotażowym...* (2015). Z analizy wynika, że dominują dojazdy do pracy, które stanowią w ponad 60% rocznych przebiegów samochodów (ryc. 6.4).



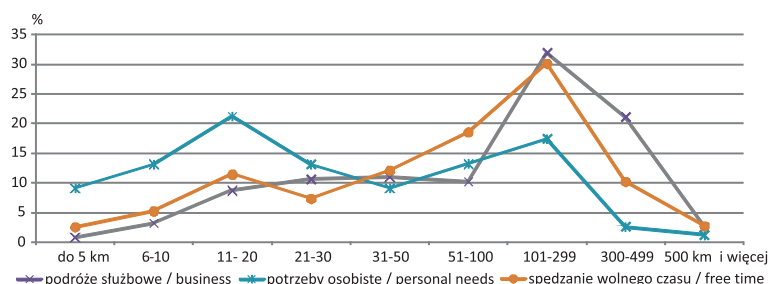
Ryc. 6.4. Roczne przebiegi samochodów osobowych według wybranych celów podróży  
Fig. 6.4. The average real annual mileage of passenger cars, by travel purposes  
Źródło / Source: opracowanie własne na podstawie danych z *Badanie pilotażowe...* (2015)

**Opór przestrzeni.** Opór przestrzeni w przebiegach samochodów dla poszczególnych motywacji w *Badaniu pilotażowym...* (2015) obrazuje udział podróży krótkich dłużeń w motywacjach. Dla dojazdów do szkół i uczelni dominują podróże o dystansie 21-20 km, a dla dojazdów do pracy i wyjazdów na zakupy – te na odległość 11-20 km (ryc. 6.5). Największy udział podróży dłużeń (przede wszystkim na odległość 101-299 km) charakteryzuje spędzanie wolnego czasu oraz podróże służbowe. Potrzeby osobiste są realizowane częściowo również w podrózach dłużeń (ryc. 6.6).



Ryc. 6.5. Struktura procentowa rocznych przebiegów samochodów osobowych w podziale na wybrane motywacje podróży i strefy odległości (motywacje w podróżach krótkich)  
 Fig. 6.5. Percentage structure of annual passenger car mileages in division into selected travel motivations and distance zones (motivations in short travels)

Źródło / Source: opracowanie własne na podstawie danych z *Badanie pilotażowe...* (2015), tabl. 24



Ryc. 6.6. Struktura procentowa rocznych przebiegów samochodów osobowych w podziale na wybrane motywacje podróży i strefy odległości (motywacje w podróżach długich)

Fig. 6.6. Percentage structure of annual passenger car mileages in division into selected travel motivations and distance zones (motivations in long travels)

Źródło / Source: opracowanie własne na podstawie danych z *Badanie pilotażowe...* (2015), tabl. 24.

**Wnioski.** Dominującą motywacją w rocznych przebiegach samochodów są **dojazdy do pracy**. Udział dojazdów do pracy może nawet przekraczać połowę rocznych przebiegów, nawet do 60%. Pozostałe podróże krótkie, tj. **dojazdy do szkoły i na uczelnię** oraz **wyjazdy na zakupy** to odpowiednio 3-4% i 11-12% łącznych przebiegów. Najbardziej problematyczny jest udział podróży długich. O ile w przypadku **podróży służbowych** to zapewne ok. 4-6% łącznych przebiegów, o tyle **odwiedziny znajomych i krewnych** oraz **podróże turystyczne**, mogą dotyczyć przedziałów: odpowiednio 9-17% i 10-16%.



## 6.2. MODEL WIELOMOTYWACYJNY – ZAŁOŻENIA

**Praca przewozowa według motywacji podróży.** Roczne przebiegi samochodów w modelowym wielomotywowym przyjęto na podstawie udziału podróży i średniej długości podróży uzyskanej z *Badania pilotażowego...* (2015). Niemniej przyjęto szereg dodatkowych założeń. W porównaniu do przyjętych w niniejszym opracowaniu sześciu kluczowych motywacji podróży różnica polega na braku w *Badaniu pilotażowym...* (2015) „potrzeb osobistych”, w zamian których jest motywacja „odwiedziny znajomych i krewnych”. Motywację odwiedzin znajomych i krewnych potraktowano jako potrzeby osobiste, a podróże turystyczne jako spędzanie wolnego czasu. Pozostałe podróże podzielono po połowie na odwiedziny krewnych i znajomych oraz podróże turystyczne.

W podziale modalnym przyjęto, że dla większości motywacji udział motoryzacji indywidualnej wynosi 70%, dla dojazdów do szkół i uczelni – 30%, a dla podróży służbowych – 80%. Określone wartości dla podróży krótkich (dojazdy do pracy, dojazdy do szkoły i wyjazdy na zakupy) są nieznacznie wyższe od tych wynikających z większości badań ruchu, ponieważ główny nacisk został położony na te podróże, dla których przekraczana jest granica gminy (z wykluczeniem ruchu wewnątrzmińskiego, gdzie udział samochodu osobowego jest zazwyczaj odpowiednio niższy) (tab. 6.1).

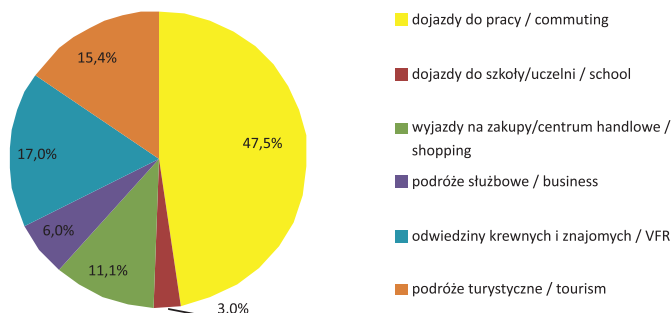
Tabela 6.1. Udziały przebiegów samochodów w poszczególnych motywacjach

Motywacja podróży	Udział w liczbie podróży*	Średnia długość podróży (km)**	Udziały w pracy przewozowej	Podział modalny	Ostateczne udziały przebiegów samochodów osobowych
Dojazdy do pracy	47,6%	12,8	46,0%	0,70	47,5%
Dojazdy do szkoły/uczelni	7,8%	11,7	6,9%	0,30	3,0%
Wyjazdy na zakupy/centrum handlowe	20,4%	7,0	10,8%	0,70	11,1%
Podróże służbowe	1,0%	67,2	5,1%	0,80	6,0%
Odwiedziny krewnych i znajomych	16,0%	13,6	16,4%	0,70	17,0%
Podróże turystyczne	7,2%	27,4	14,9%	0,70	15,4%
Razem	100%		100%	0,68	100,0%

\* Na podstawie *Badanie pilotażowe...* (2015), tabl. 3. Udział % rocznej liczby podróży według wybranych celów podróży w województwach (udziały wg GUS nie sumują się do 100% - przyjęto, że pozostałe podróże to odwiedziny znajomych i krewnych)

\*\* Na podstawie *Badanie pilotażowe...* (2015), tabl. 15. Średnia odległość przewozu 1 osoby we wszystkich rodzajach podróży według celów podróży; dla odwiedzin znajomych i krewnych wskazano na dystans dla potrzeb osobistych (13,6 km), a dla podróży turystycznych – dystans dla spędzania wolnego czasu (27,4 km)

Źródło: opracowanie własne z wykorzystaniem danych z *Badanie pilotażowe...* (2015)



Ryc. 6.7. Model wielomotywacyjny. Roczne przebiegi samochodów osobowych według wybranych celów podróży

Fig. 6.7. Multi-purpose model. The average real annual mileage of passenger cars, by travel purposes

W porównaniu do wyników *Badania pilotażowego...* (2015) w niniejszym opracowaniu założono znacznie wyższy udział w pracy przewozowej podróży długich (podróże służbowe, odwiedziny znajomych i krewnych oraz podróże turystyczne), które łącznie stanowią 38% przebiegów (w analizie GUS – podróże służbowe, potrzeby osobiste i spędzanie wolnego czasu to jedynie 24% łącznej pracy przewozowej w motoryzacji indywidualnej). Znacznie mniejszy jest również udział dojazdów do pracy (odpowiednio 47,5% w relacji do 60,4%). Zdaniem autorów udział podróży długich w pracy przewozowej w badaniu GUS jest niedoszacowany (przynajmniej w odniesieniu do podróży międzygminnych). Można założyć, że badanie udziału poszczególnych motywacji w celu najlepszego dopasowania modelu powinno uwzględniać wyżej zarysowane różnice.

**Opór przestrzeni.** W modelu wielomotywacyjnym posłużono się krzywymi oporu przestrzeni identycznymi jak te, które były najlepiej dopasowane w poszczególnych motywacjach (tab. 6.2). Autorzy mają świadomość, że jest to zabieg upraszczający rzeczywistość i w pewien sposób nadwartościowujący krótkie podróże (np. w podróżach służbowych, które w badaniu GUS i wielu innych badaniach generalnie są zaliczane raczej do tzw. podróży długich, w modelu jednomotywacyjnym zostały najlepiej dopasowane dla tzw. *halftime* na poziomie 15 minut, co sprowadza je do kategorii podróży krótkich). W dalszych badaniach należałoby w większym stopniu wykorzystać krzywe oporu przestrzeni w poszczególnych motywacjach wynikające z badań ruchu (najlepiej na poziomie krajowym i regionalnym).

Tabela 6.2. Założenia udziału motywacji w modelu wielomotywacyjnym

Symulacja / Motywacja	Determinanty potencjałów ruchotwórczych		Opór przestrzeni*	Udział motywacji w pracy przewozowej ogółem
	Produkcja	Atrakcja		
Dojazdy do pracy (COM)	macierz dojazdów do pracy (2011)		jak w macierzy (bez dojazdów pow. 120 minut)	47,5%
Wyjazdy na zakupy (CH)	ludność ogółem (2010)	liczba supermarketów, hipermarketów, domów towarowych i domów handlowych (2010)	10 minut	3,0%
Dojazdy do szkoły wyższej (EDU)	ludność w wieku 19-24 lata (2010)	liczba studentów (2012)	20 minut	11,1%
Podróże biznesowe (BIZ)	liczba spółek prawa handlowego (2010)	liczba spółek prawa handlowego (2010)	15 minut	6,0%
Odwiedziny znajomych i krewnych (VFR)	macierz przemeldowań (średnia z 2006 i 2009 r.)		jak w macierzy	17,0%
Podróże turystyczne (TUR)	ludność ogółem (2010)	liczba miejsc noclegowych (2010)	60 minut	15,4%

\*czas podróży odpowiadający połowie spadku atrakcyjności celu podróży.

Źródło: opracowanie własne

**Procedura badawcza.** W ostatecznym modelu wielomotywacyjnym rozkład ruchu uwzględniła wszystkie sześć motywacji podróży. Na potrzeby projektu KoMaR wykonano dwie symulacje w zależności od udziału poszczególnych motywacji w ruchu (por. tab. 6.3 symulacje 7a i 7b). Lepszym dopasowaniem cechowała się symulacja 7a, w dalszej części opracowania, przedstawiająca wyniki oparte na tej symulacji.

Tabela 6.3. Procedura badawcza (symulacje) w modelu KoMaR

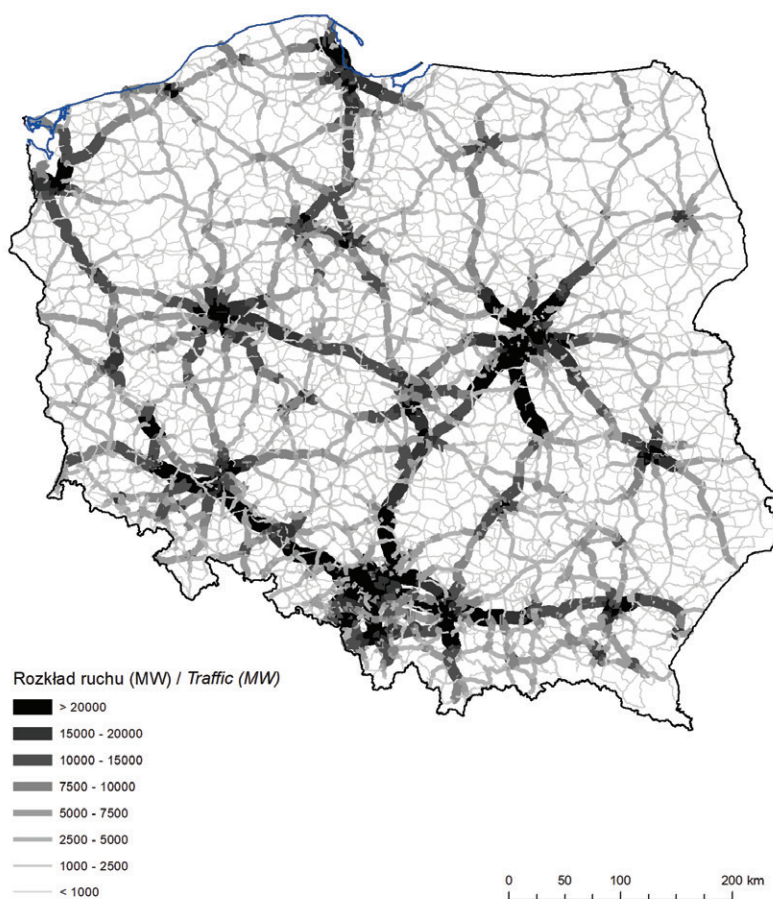
Lp.	Nazwa symulacji	Założenia symulacji
1-3	Model bazowy wewnętrzny (MBW)	(w tab. 4.3)
4-5	Model bazowy z ruchem zewnętrznym i opłatami autostradowymi (MBZ)	(w tab. 4.7)
6	Modele jednomotywacyjne (COM, CH, EDU, BIZ, VFR i TUR)	(w tab. 5.3)
7	Model wielomotywacyjny MW)	Symulacje dla wszystkich motywacji łącznie z różnym udziałem poszczególnych motywacji w ruchu: 7a – według autorskiego podziału (KoMaR), 7b – według GUS ( <i>Badanie pilotażowe... 2015</i> ) (GUS)

Podsumowując, w celu połączenia sześciu modeli jednomotywacyjnych w jeden model wielomotywacyjny uwzględniono, bazując głównie na *Badaniu pilotażowym... (2015)*, udziały podróży w poszczególnych motywacjach, następnie przyjęto dla każdej motywacji średnią długość podróży oraz obliczono w ten sposób pracę przewozową wykonywaną na sieci w każdej motywacji. Na ostatnim etapie procedury uwzględniono różnice w podziale modalnym między poszczególnymi motywacjami osiągając szacunkowe udziały przebiegów samochodów w poszczególnych motywacjach. Łączną sumę przebiegów przyrównano do pracy przewozowej samochodów osobowych w Generalnym Pomiarze Ruchu 2010,

a następnie odpowiednio dla każdej z motywacji podróży pomniejszono macierz (więźbę ruchu) w modelach jednomotywacyjnych, tak by wielkość ruchu w każdej motywacji odpowiadała jej rzeczywistemu udziałowi w łącznych przebiegach samochodów osobowych.

### 6.3. MODEL WIELOMOTYWACYJNY – REZULTATY

Rozkład przestrzenny ruchu pojazdów osobowych w modelu wielomotywacyjnym jest zbliżony do rzeczywistego rozkładu ruchu w 2010 r. (ryc. 6.8). Najwyższym natężeniem ruchu cechują się drogi dojazdowe do aglomeracji, istniejące w 2010 r. fragmenty autostrad i dróg ekspresowych oraz tzw. gierkówka łącząca Warszawę z GOP.



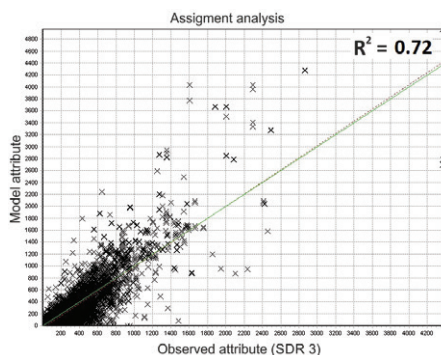
Ryc. 6.8. Hipotetyczny rozkład średniodobowego natężenia ruchu pojazdów osobowych w 2010 r. w modelu wielomotywacyjnym (MW)

Fig. 6.8. Theoretical distribution of traffic of passenger vehicles in 2010. Multi-motivation model (MW)

**Dopasowanie modelu.** Model wielomotywacyjny jest dobrze dopasowany ( $R^2$  na poziomie 0,72) (ryc. 6.9). Wskaźnik determinacji jest tym samym wyższy niż w modelu bazowym (0,63) oraz wyższy niż w poszczególnych modelach jednomotywacyjnych (0,39-0,66). Prowadzi to do wniosku, że połączenie sześciu motywacji w jednym modelu powiodło się i doprowadziło do poprawy jego dopasowania.

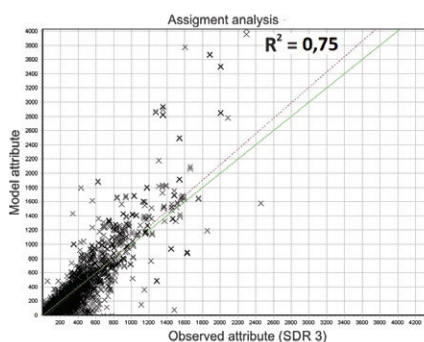
Z drugiej strony wartość wskaźnika (0,72) jest jedynie nieznacznie wyższa od tej otrzymanej dla niektórych modeli jednomotywacyjnych, gdzie podstawą do symulacji była gotowa więźba ruchu (np. dla dojazdów do pracy – 0,65 lub odwiedzin znajomych i krewnych – 0,66). Można zatem wnioskować, że dalsza poprawa dopasowania modelu może wymagać uwzględnienia regionalnych różnicowań w mobilności.

Dopasowanie modelu jest lepsze ( $R^2$  na poziomie 0,75), jeżeli uwzględni się jedynie odcinki dróg przekraczające granice gmin (ryc. 6.10).



Ryc. 6.9. Dopasowanie modelu wielomotywacyjnego MW do SDR3 (GPR2010). Wszystkie odcinki sieci

Fig. 6.9. Fit of the multi-motivation model MW to SDR3 (GPR2010). All segments of the network

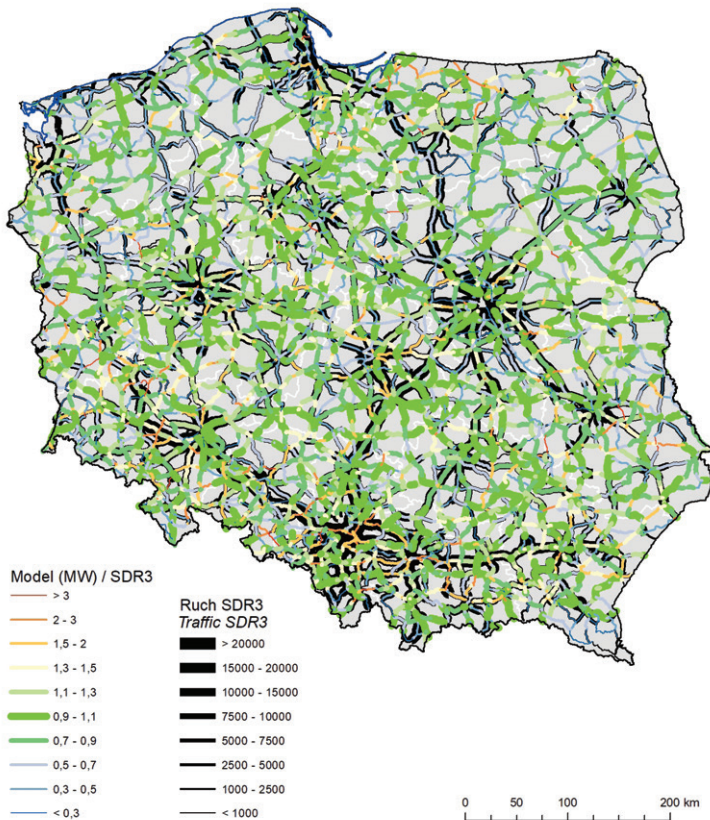


Ryc. 6.10. Dopasowanie modelu wielomotywacyjnego MW do SDR3 (GPR2010). Odcinki sieci przekraczające granice gminy

Fig. 6.10. Fit of the multi-motivation model MW to SDR3 (GPR2010). Segments of the network crossing the municipality boundaries

**Drogi krajowe.** Biorąc pod uwagę kategorie dróg model jest relatywnie dobrze dopasowany na kluczowych drogach krajowych charakteryzujących się wysokim natężeniem ruchu. Wyjątek stanowią pojedyncze odcinki dróg wylotowych do największych miast (Wrocławia, Poznania, Krakowa) oraz drogi dojazdowe do Szczecina, gdzie ruch jest znacznie przeszacowany co można tłumaczyć nadwartościowaniem w tym obszarze Polski znaczenia ruchu turystycznego, który ma charakter sezonowy (ruch w miesiącach letnich) oraz ruchu do szkół wyższych. W obu motywacjach podróży w modelach jednomotywacyjnych zauważalne było znaczne przeszacowanie ruchu na drogach dojazdowych do Szczecina. W innych aglomeracjach przeszacowanie ruchu powyżej 50% występuje na pojedynczych odcinkach wyjazdowych i nie powinno wpływać na ogólną pozytywną ocenę dopasowania modelu.

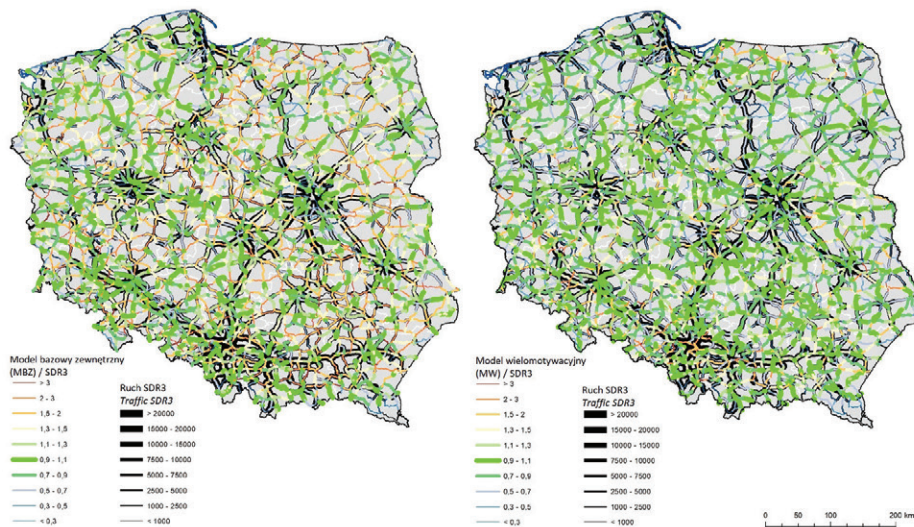




Ryc. 6.11. Przeszacowanie / niedoszacowanie średniodobowego natężenia ruchu pojazdów osobowych w 2010 r. Model wielomotywacyjny (MW) a SDR3 (GPR2010)  
 Fig. 6.11. Overestimation / underestimation of the traffic of passenger vehicles in 2010  
 Theoretical distribution (multimotivation model) in relation to the results of GPR2010

**Trasy obwodowe.** Niedoszacowanie ruchu wystąpiło natomiast na drodze krajowej DK50/DK62, tzw. dużej obwodnicy Warszawy, co może wynikać z faktu, iż znacznie większy jest udział kierowców indywidualnych omijających przejazd przez Warszawę, niż to wynika z modelu. Innym wyjaśnieniem zjawiska jest również to, że brak wystarczającej liczby autostrad i dróg ekspresowych skutkowało w 2010 r. podobnie jak na innych drogach wojewódzkich w centrum Mazowsza, przenoszeniem ruchu na inne ciągi dróg (w tym DK50/DK62 oraz drogi wojewódzkie), przede wszystkim długie ciągi dróg wojewódzkich. Jest to szczególnie widoczne na drogach w połączeniu funkcjonalnym między Warszawą i Lublinem (oprócz DK17 i S7 również DK79 i DW801). Innym przykładem takiego ciągu jest DW473/DW263, który to ciąg pozwalał w 2010 r. ominąć zakorkowaną Łódź na trasie między Piotrkowem Trybunalskim, a Krośniewicami. Wraz z rozbudową infrastruktury i dokończeniem podstawowych ciągów dróg ekspresowych i autostrad (pełnych połączeń międzyaglomeracyjnych) problem przenoszenia ruchu na drogi niższej kategorii będzie tracił na znaczeniu.

Dopasowanie modelu na drogach wojewódzkich poza aglomeracjami, przede wszystkim na obszarze byłego Królestwa Kongresowego oraz na obszarach górskich w dużym stopniu ma charakter niedoszacowania co stanowi pewną odwrótność wniosków wynikających z modelu bazowego (tab. 6.4; ryc. 6.12-6.14).

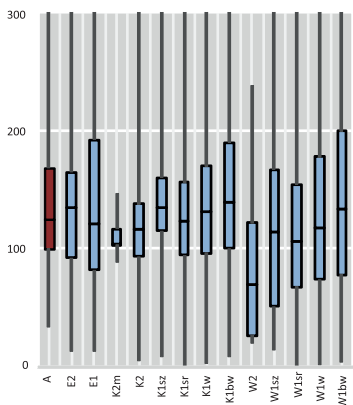


Ryc. 6.12. Porównanie przeszacowania / niedoszacowania średniodobowego natężenia ruchu pojazdów osobowych w 2010 r. w modelu bazowym zewnętrznym (MBZ) i wielomotywacyjnym (MW)

Fig. 6.12. Comparison of over- and under-estimation of the daily average intensity of passenger vehicle traffic in 2010 in the external base model (MBZ) and in the multi-motivation model (MW)

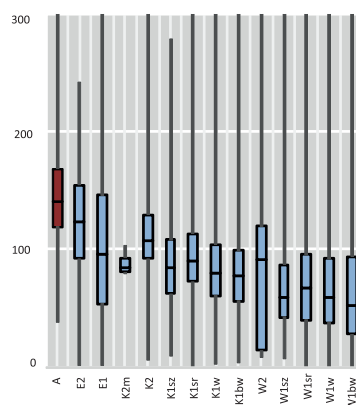
Tabela 6.4. Porównanie dopasowania modelu bazowego i wielomotywacyjnego

Dopasowanie modelu/kategoria drogi/obszar	Model bazowy	Model wielomotywacyjny
$R^2$	<b>0,63</b>	<b>0,72</b> (0,75 dla odcinków przekraczających granicę gminy)
Drogi krajowe	dobrze dopasowanie; niektóre trasy przeszacowane (głównie w Polsce wschodniej, ale także na DK5)	bardzo dobre dopasowanie; pojedyncze odcinki przeszacowane (głównie autostrady i trasy w okolicy Szczecina)
Drogi wojewódzkie	przeszacowanie; głównie poza aglomeracjami i w Polsce południowo-wschodniej; niedoszacowanie w aglomeracjach	niedoszacowanie; głównie na drogach prowadzących do Warszawy i na obszarze byłego Królestwa Kongresowego
Obszary peryferyjne	przeszacowanie ruchu	niedoszacowanie ruchu



Ryc. 6.13. Mediana i kwartyle odchylen od GRP2010 według kategorii dróg w modelu bazowym zewnętrznym (MBZ) (pow. 100 – przeszacowanie, pon. 100 – niedoszacowanie)

Fig. 6.13. The median and the quartiles of deviations from GPR2010 according to the categories of roads in the external base model (MBZ) (beyond 100 – overestimation, below 100 – underestimation)



Ryc. 6.14. Mediana i kwartyle odchylen od GPR2010 według kategorii dróg w modelu wielomotywacyjnym (MW) (pow. 100 – przeszacowanie, pon. 100 – niedoszacowanie)

Fig. 6.14. The median and the quartiles of deviations from GPR2010 according to the categories of roads in the multi-motivation model (MW) (beyond 100 – overestimation, below 100 – underestimation)

**Obszary peryferyjne.** Na podstawie powyższych obserwacji można wnioskować, że tam gdzie koncentracja atrakcji (w sensie wyróżnionych motywacji tj. miejsc pracy, przedsiębiorstw, miejsc atrakcyjnych turystycznie, szkół wyższych itd.) jest relatywnie niewielka w relacji do potencjału demograficznego (gęstość ludności), tam w procesie modelowania należałoby znaleźć dodatkowe atrakcje na poziomie lokalnym, takie jak lokalne sklepy (obszary niedoszacowane w modelu wielomotywacyjnym są również najczęściej niedoszacowane w modelu wyjazdów na zakupy), kościoły, przychodnie, apteki, przedszkola, szkoły podstawowe i inne usługi użyteczności publicznej (por. Stępniać i in. 2017), warsztaty samochodowe, itd. które stają się „prawdziwymi” celami podróży na obszarach wiejskich. Ludność na obszarach peryferyjnych okazała się bardziej mobilna niż wynikałoby to z rozkładu wyróżnionych atrakcji. Prowadzi to do wniosku, że istnieją tam „atrakcje” nie ujęte w modelowaniu lub też takie, które umykają statystyce bazowej (np. szara sfera gospodarki).

**Aglomeracje.** W rejonie aglomeracji, w tym głównie Warszawy w obu modelach występuje niedoszacowanie, zwłaszcza na drogach wojewódzkich (niektórych doprowadzających oraz obwodowych). Może to oznaczać, że w rzeczywistości miasta te (a szczególnie stolica) mają (względem wykorzystanych oficjalnych danych statystycznych) większą ludność (niezameldowaną), większy poziom migracji, ale także większą koncentrację miejsc pracy (szara strefa). Z drugiej strony, poza Warszawą, na wybranych odcinkach dróg krajowych prowadzących do dużych miast ruch jest przeszacowany. Można zatem wnioskować na obszarach aglomeracyjnych również o ucieczkę pewnej liczby kierowców z dróg krajowych na drogi wojewódzkie i szukaniu alternatywnych ścieżek przejazdu do rdzenia aglomeracji.

**Relacje funkcjonalne między regionami.** Interesującym zagadnieniem jest przeszacowanie ruchu na trasach na styku regionów małopolskiego i śląskiego oraz wielkopolskiego i łódzkiego. W zasadzie ruch na wszystkich drogach prowadzących z Krakowa do GOP (i to zarówno w modelu wielomotywacyjnym jak i bazowym) jest znacznie przeszacowany (z wyjątkiem niedowartościowanej położonej na południe od A4 DW780, na której zostało wykonane badanie terenowe). Innym przykładem podobnej zależności jest układ równoległej autostrady A2 i drogi krajowej DK72 między Łodzią a Koninem. W tym przypadku również ruch na autostradzie jest znacznie przeszacowany. Fakt, że rzeczywisty ruch między bliskimi aglomeracjami (Kraków / GOP) lub regionami (łódzkie / wielkopolskie) jest wyraźnie mniejszy od uzyskanego w modelu, można interpretować jako istnienie ukrytych, niewidocznych granic (ang. *phantom borders*) uwarunkowanych historycznie (granice zaborów) i kulturowo. Można to także tłumaczyć strukturalnym niedopasowaniem sąsiadujących gospodarek regionalnych (np. między przemysłowym Śląskiem i wielofunkcyjnym „usługowym” Krakowem) osłabiającym np. ruch w ramach podróży służbowych.

**Czynniki sieciowe związane z modernizacją sieci drogowej.** Do powyższych obserwacji dochodzą czynniki związane z procesem tworzenia się sieci drogowej (proces ten był szczególnie intensywny w 2010 r.). W przypadku tras obwodowych i ich niedoszacowania w modelu nie należy wykluczać czynnika negatywnej percepcji przejazdu przez duże ośrodki (czas przejazdu postrzegany jest jako gorszy, niż w rzeczywistości ma miejsce, częściowo w wyniku braku rozeznania kierowców w zakresie nowopowstałych tras obwodowych w miastach, a częściowo ze względu na intensywny w 2010 r. proces budowy nowych odcinków tras obwodowych i dróg ekspresowych). Występujące na wielu odcinkach remonty i modernizacje mogły skutkować chęcią poszukiwania przez kierowców alternatywnych tras obwodowych. Ponadto niektóre odcinki autostrad i dróg ekspresowych były „ślepe”, tzn. brakowało efektu sieciowości. Z tego względu prawdopodobnie ruch jest przeszacowany w modelu np. na A2 między Koninem a Strykowem (w 2010 r. brakowało odcinka między Łodzią i Warszawą) lub na A4 między Krakowem a Szarowem (odcinek otwarty w 2009 r. przy braku kontynuacji w kierunku wschodnim). Wszystkie wyżej wymienione czynniki sieciowe mają charakter przejściowy i po okresie modernizacji sieci można oczekiwać „łatwiejszego” modelowania i większego dopasowania modelu do rzeczywistego rozkładu ruchu.

**Pozostałe czynniki.** Z pewnością na każdym etapie procedury badawczej polegającej, przy braku kompleksowych badań ruchu w skali całego kraju, w dużej na szacunkach i przybliżeniach opartych na danych wtórnych, istnieje możliwość błędnej interpretacji np. wyników GUS, nieodpowiedniego szacowania oporów przestrzeni, determinant potencjałów ruchotwórczych, czy też samych udziałów motywacji w pracy przewozowej, co może mieć wpływ na niedoszacowanie lub przeszacowanie ruchu na danym odcinku sieci lub w pewnym regionie.

## **7. IMPLIKACJE PRZESTRZENNE - PRZESŁANKI DO DALSZYCH BADAŃ**

Na podstawie przedstawionego w poprzednim rozdziale modelu wielomotywacyjnego można częściowo odpowiedzieć na pytanie o przyczynę przestrzennych zróżnicowań odchyień ruchu modelowanego od rzeczywistego. Są jednak również inne czynniki, które mogą przysłużyć lepszemu zrozumieniu międzyregionalnych różnic w wykorzystaniu samochodów osobowych. Te pozostałe implikacje przestrzenne są niewątpliwie przesłanką do dalszych badań. Należą do nich z pewnością m.in. podział modalny, a także zmiany wynikające z dynamicznych procesów nierozpoznanych do końca w 2010 r. Z tego punktu widzenia kluczowe jest przybliżenie tematyki różnic regionalnych w podziale modalnym, a także nowych danych Generalnego Pomiaru Ruchu z 2015 r. (dane te nie były dostępne w czasie przygotowywania modeli jednomotywacyjnych i modelu wielomotywacyjnego). Na zakończenie tego rozdziału przedstawiono również wybrane rezultaty dodatkowego badania terenowego, przeprowadzonego w ramach grantu naukowego Narodowego Centrum Nauki przyznanych na podstawie decyzji nr DEC-2012/05/B/HS4/04147. Wyniki te również stanowią przesłankę do dalszych kompleksowych badań ruchu prowadzonych w skali całego kraju.

### **7.1. PODZIAŁ MODALNY**

Podział modalny nie został bezpośrednio uwzględniony w analizie rozkładu ruchu ze względu na fakt, iż należałoby w tym celu stworzyć pełne więzby ruchu dla transportu autobusowego, kolejowego i lotniczego na poziomie gminnym, co jest wskazane, niemniej jest tematem badawczym na oddzielny projekt. Pewne prace zostały jednak wykonane, w celu wskazania zróżnicowań przestrzennych podziału modalnego w Polsce w 2010 r.

Do zbadania podziału modalnego w transporcie osobowym/pasażerskim wykorzystano następujące zmienne dotyczące pracy przewozowej:

- motoryzacja indywidualna w ramach przejazdów dalekobieżnych krajowych, bez przewozów w aglomeracjach i innych miastach, na podstawie bazy danych Katedry Badań Porównawczych Systemów Transportowych Wydziału Ekonomicznego Uniwersytetu Gdańskiego; zespół prowadzony przez Prof. Burnewicza),
- autobusy zamiejskie w komunikacji krajowej (na podstawie GUS; tylko praca przewozowa wykonana przez firmy autobusowe zatrudniające powyżej 9 osób),
- kolejowa komunikacja krajowa (na podstawie GUS),
- transport lotniczy w komunikacji krajowej (na podstawie GUS).



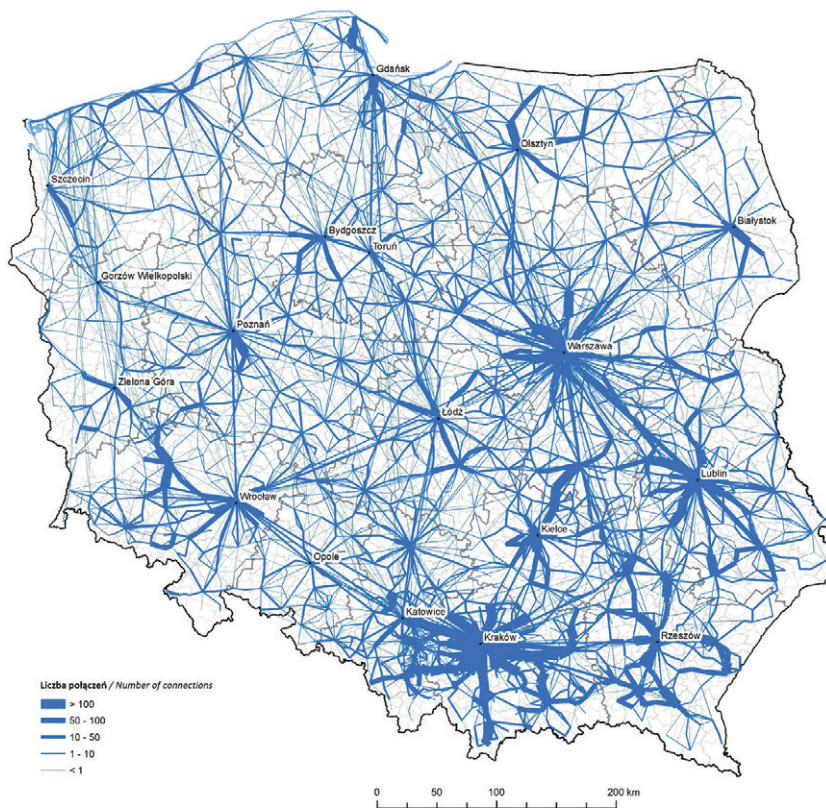
Obliczony na tej podstawie w 2010 r. udział motoryzacji indywidualnej w pracy przewozowej w skali kraju wyniósł ok. 77,9%, autobusowego – 11,2%, a kolejowego – 10,7% (por. Rosik, Kowalczyk 2015). Warto jednak porównać te dane do tych podawanych przez Eurostat. Według tego źródła udział motoryzacji indywidualnej w pracy przewozowej w transporcie pasażerskim wyniósł 87,2%, autobusów – 6,3%, a pociągów 5,2% (Eurostat uwzględnia w kalkulacji również 1,3% podróżujących tramwajem i metrem). Na podstawie tych dwóch źródeł można określić następujące „widelki” udziału poszczególnych gałęzi transportu w pracy przewozowej w transporcie pasażerskim:

- transport indywidualny – 78-87%
- transport autobusowy – 6-11%,
- transport kolejowy – 5-11%.

Można przyjąć, że udziały transportu autobusowego i kolejowego są mniej więcej równe i wyniosły łącznie zapewne kilkanaście procent pracy przewozowej. W niektórych relacjach i w niektórych obszarach udział ten jest znacznie wyższy, wyjaśnieniu czego mają służyć dalsze rozważania w tym rozdziale.

**Transport autobusowy.** Szczegółowa metodyka badania zróżnicowań przestrzennych w pracy eksploatacyjnej w transporcie autobusowym została przedstawiona w pracy Rosik i in. (2017). Do celów niniejszego opracowania przywołano jedynie wybrane wyniki badania.

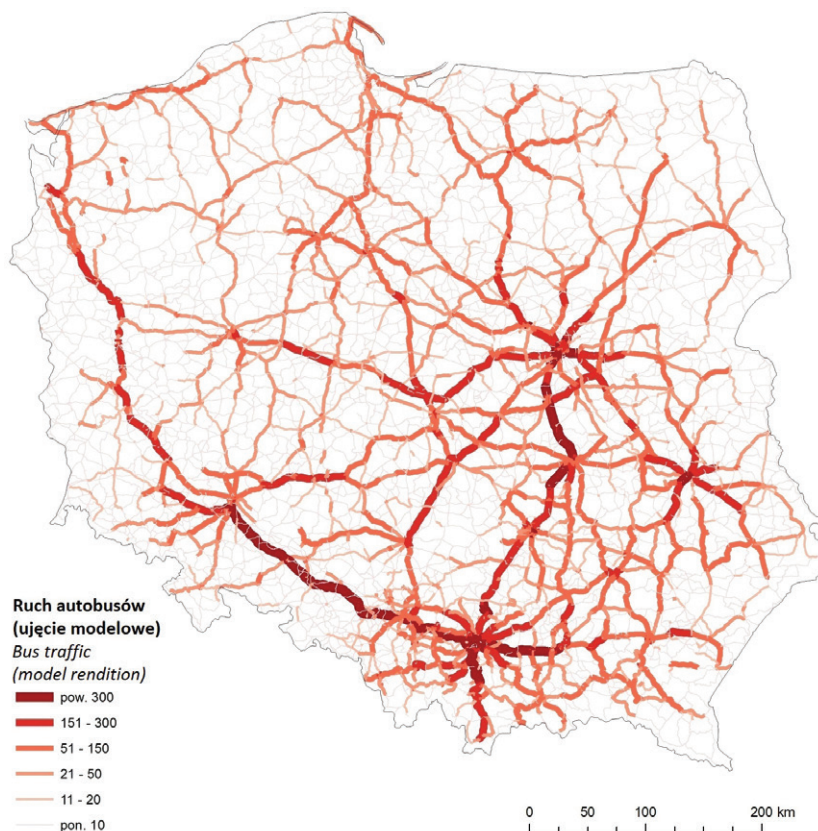
Analizując szczegółową mapę wszystkich połączeń międzypowiatowych (ryc. 7.1) można zauważyć szereg interesujących zjawisk. Transport autobusowy jest najsilniej rozwinięty w aglomeracji warszawskiej oraz w Polsce środkowej i południowo-wschodniej (z silnymi węzłami w Lublinie, Rzeszowie, Kielcach, Radomiu i przede wszystkim – w Krakowie), a najsłabiej na peryferiach północno-zachodniej Polski. Bardzo ciekawe zróżnicowanie wielkości węzłów można zauważyć w przypadku ośrodków subregionalnych. Z jednej strony mamy relatywnie duże węzły jak przykładowo Koszalin (co akurat można wytłumaczyć jego rolą byłego miasta wojewódzkiego i nieformalnej stolicy regionu środkowo-pomorskiego), Piłę (co już trudniej wytłumaczyć, zwłaszcza wobec faktu bycia znaczącym węzłem kolejowym), Piotrków Trybunalski (o skali porównywalnej do Łodzi), Bielsko-Białą, Częstochowę i Zamość. Z drugiej strony relatywnie słaba jest rola węzłów takich jak na przykład Kalisz i Konin. Przy wykorzystaniu danych o regularnych przewozach autobusowych międzypowiatowych oraz oprogramowania PTV VISUM, podjęto próbę rozłożenia ruchu autobusowego na sieć drogową (ryc. 7.2). W ten sposób jeszcze wyraźniej uwidacznia się dominacja węzłów warszawskiego i krakowskiego, znacząca rola największych miast Polski południowo-wschodniej, relatywnie słabo rozwinięta sieć autobusowa w Polsce północnej i zachodniej, a także koncentracja przewozów dalekobieżnych wzdłuż ciągów autostrad i dróg ekspresowych (analiza została wykonana w latach 2014-2015, gdy sieć drogową była znacznie bardziej rozbudowana niż w 2010 r. (możliwość dodatkowego ruchu wzbudzonego), funkcjonowali przewoźnicy typu PolskiBus (od 2011 r.), co mogło wpłynąć na duże różnice w przewozach dalekobieżnych między 2010, a 2015 r. (ryc. 7.2).



Ryc. 7.1. Sieć krajowych regularnych przewozów autobusowych międzypowiatowych (w przewozach krajowych i wojewódzkich). Liczba dobowych połączeń

Fig. 7.1. National network of regular inter-county bus transportation lines (in national and voivodship transport). Number of daily connections

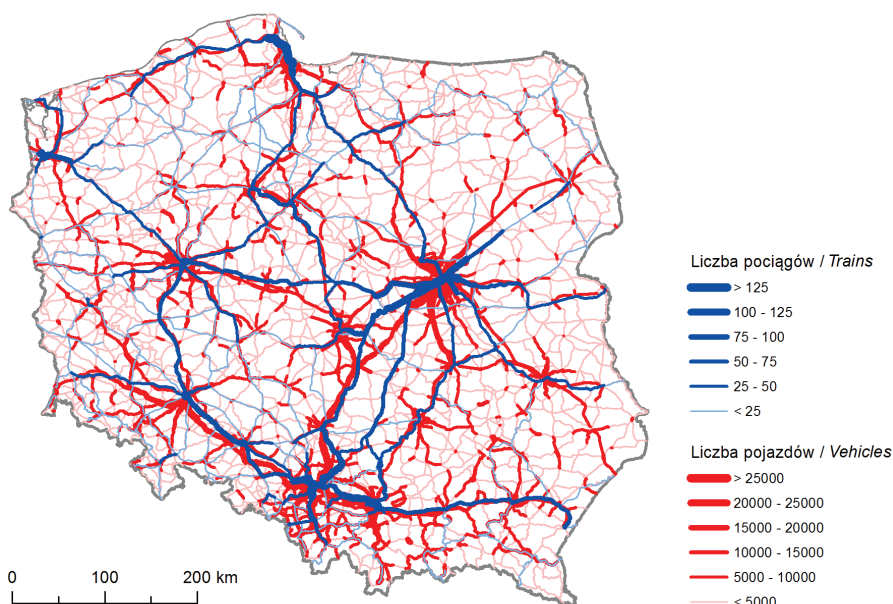
Źródło / Source: Rosik i in. 2017



Ryc. 7.2. Liczba połączeń międzygminnych transportem autobusowym (tylko linie przekraczające granice powiatu) w dniu powszednim (badanie z lat 2014-2015). Rozkład ruchu na sieć

Fig. 7.2. Number of inter-municipality bus connections (only connections crossing the county boundaries) on a working day (data from the years 2014-2015). Distribution of the traffic over the network

**Transport kolejowy.** W przypadku transportu kolejowego sytuacja jest nieco inna, gdyż największą pracę przewozową w skali kraju wykonywała w 2010 r. spółka PKP Intercity specjalizująca się w przewozach międzyaglomeracyjnych. Z tego względu potoki ruchu są najwyższe w ujęciu korytarzowym/międzyaglomeracyjnym. W ujęciu wewnątrzregionalnym w tamtym okresie kolej miała dużo mniejsze znaczenie niż transport autobusowy, z wyjątkiem obsługujących Mazowsze i linie dojazdowe do Warszawy Kolei Mazowieckich, względnie pojedynczych linii w aglomeracji poznańskiej, w Trójmieście i innych miastach, głównie zachodniej i południowej Polski. Przy założeniu 200 osób w pociągu i jednej w samochodzie osobowym porównanie pracy eksploatacyjnej/pracy przewozowej w transporcie indywidualnym i kolejowym przedstawiono na ryc. 7.3 (pełny opis metodyczny w Rosik i Kowalczyk, 2015).



Ryc. 7.3. Obciążenie ruchem pojazdów osobowych oraz pociągów pasażerskich w 2010 r. – ujęcie przestrzenne

Fig. 7.3. Traffic load of passenger vehicles and passenger trains in 2010 – the spatial image

Źródło / Source: Rosik i Kowalczyk (2015), opracowanie własne z wykorzystaniem informacji z GPR 2000, 2005, 2010 i z bazy PKP PLK (*Przeciętna dobowa...*)

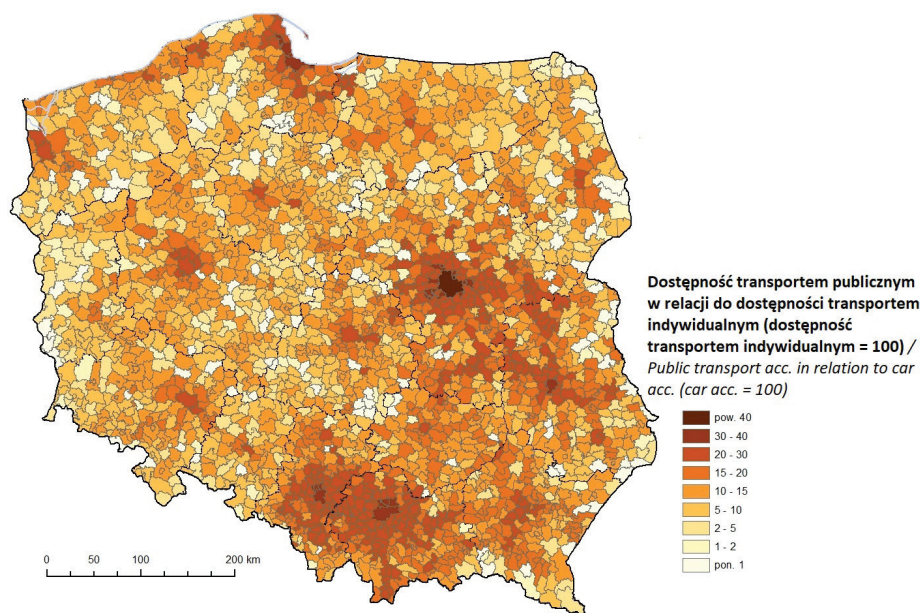
**Wnioski.** Można wnioskować (analogicznie jak w rozdziale 3.5 niniejszego opracowania), że stopień korzystania z transportu autobusowego jest uwarunkowany historycznie i jest on najwyższy w Polsce południowo-wschodniej, a najniższy w Polsce zachodniej. Z drugiej strony, bardziej rozwinięta sieć kolejowa w Polsce zachodniej nadal skutkuje wyższą częstotliwością połączeń w tej części kraju, aczkolwiek na obraz różnic między transportem autobusowym a kolejowym w ujęciu wschód-zachód należy nałożyć rozwinięty system połączeń kolejowych na Mazowszu koncentrycznie rozchodzących się od Warszawy.

**Różnice między dostępnością multimodalną a indywidualną.** Różnice w udziale w pracy przewozowej między transportem indywidualnym a publicznym są pewną pochodną różnic w dostępności między gałęziami transportu (ryc. 7.4). Średnia dostępność potencjałowa transportem publicznym w ujęciu multimodalnym w Polsce wynosi mniej niż 12% dostępności transportem indywidualnym (por. szerzej o metodyce badania dostępności potencjałowej w ujęciu multimodalnym w Rosik i in. 2017). Tylko w Warszawie i w Ząbkach dostępność multimodalna przekracza 40% dostępności transportem indywidualnym. Generalnie, najmniejsza przewaga transportu indywidualnego nad publicznym cechuje trzy aglomeracje: warszawską, krakowską i trójmiejską oraz konurbację górnośląską. W mniejszym stopniu również relatywnie dobra dostępność w transporcie publicznym w relacji do transportu indywidualnego cechuje Wrocław, Poznań, Szczecin, Rzeszów i Lublin z Puławami. Wśród obszarów



przygranicznych relatywnie dobra dostępność transportem publicznym cechuje atrakcyjne turystycznie Pobrzeże Bałtyku oraz zachodnią część Karpat.

Podsumowując, łączny udział transportu publicznego (autobusowego i kolejowego) w transporcie pasażerskim w skali kraju można określić na kilkanaście procent, lecz są obszary i relacje dla których jest on znacznie wyższy lub znacznie niższy. W Polsce południowo-wschodniej oraz dla wybranych miast/aglomeracji (warszawska, krakowska, GOP, trójmiasto, poznańska, lubelska, rzeszowska), dla których multimodalna dostępność transportem publicznym przekracza 20%, można mówić o ponadprzeciętnym udziale transportu publicznego (również powyżej 20%). To samo dotyczy wybranych relacji korytarzowych i połączeń funkcjonalnych, typu: Warszawa-Kraków, Warszawa-Gdańsk lub Warszawa-Lublin oraz relacji z mniejszymi miastami stanowiącymi ważne stacje kolejowe i jednocześnie położonymi przy węzłach autostradowych lub wzdłuż dróg szybkiego ruchu (np. Częstochowa lub Opole).



Ryc. 7.4. Różnice w dostępności. Autobus+kolej+samolot / Samochód. Wariant samochód = 100%. Podroże długie ( $\beta = 0,0116$ )

Fig. 7.4. Variations in accessibility. Bus+rail+air / Car. Car variant = 100%. Long-distance trips ( $\beta = 0,0116$ )

Źródło / Source: Rosik i in. (2017)

Z drugiej strony można wyróżnić obszary o wielokrotnej przewadze dostępności transportem indywidualnym nad publicznym. Mają one charakter mozaikowo-wyspowy na obszarach pozaaglomeracyjnych w części centralnej kraju (np. widoczny peryferyjny obszar styku województw łódzkiego i świętokrzyskiego) oraz wzdłuż granicy wschodniej i zachodniej Polski. Co więcej, można oczekiwać, że wraz z kolejnymi inwestycjami, zwłaszcza na sieci kolejowej mozaikowość „przewag dostępnościowych” może wzrastać, m.in. na skutek

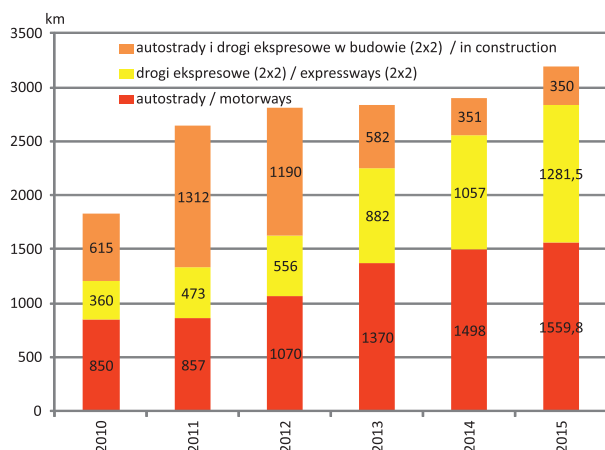


położenia stacji na liniach magistralnych, a także lokalizacji węzłów na drogach ekspresowych i autostradach. Będzie to także skutkowało dalszą „regionalizacją” potencjałów ruchotwórczych w transporcie indywidualnym (silnie zróżnicowany terytorialnie poziom konkurencji ze strony transportu publicznego). Stanowi to przesłankę do ponawiania badań i aktualizacji bazy danych w zakresie modelowania ruchu uwzględniającego czynniki społeczno-gospodarcze. Może to pozwolić na uchwycenie dynamiki poziomu dopasowania modelu w zależności od kolejnych etapów modernizacji poszczególnych podsieci i przesunięć modalnych.

## 7.2. WYNIKI GENERALNEGO POMIARU RUCHU Z 2015 R.

Kolejną ważną implikacją dla dalszych badań związanych z modelowaniem ruchu są trendy przestrzenne w kształtowaniu się rozkładu ruchu jakie zaistniały już po zakończeniu badania (czyli po 2010 r.). W pewnym stopniu należy odnieść się do dostępnych w momencie oddawania niniejszej publikacji wyników Generalnego Pomiaru Ruchu z 2015 r. W latach 2010-2015 sieć autostrad i dróg ekspresowych w Polsce wydłużyła się ponad dwukrotnie (ryc. 7.5), co miało istotne konsekwencje dla rozkładu ruchu samochodów osobowych. Jednocześnie w 2015 r. znacznie mniej niż w 2010 r. dróg było w budowie, co oznacza, że trwające modernizacje i inwestycje nie miały w 2015 r. prawdopodobnie tak dużego wpływu na najkrótsze ścieżki podróży jak w 2010 r.

Ogólny wzrost ruchu średniodobowego na drogach krajowych w latach 2010-2015 wyniósł ok. 13%, co było wskaźnikiem dużo niższym niż w okresie 2005-2010 (22%). Nieznacznie większy wzrost zaobserwowano w odniesieniu do samochodów osobowych (SDR-3) (16%). Na sieci dróg wojewódzkich można mówić nawet o pewnej stagnacji ruchu średniodobowego (dla samochodów osobowych wzrost jedynie o 6%) (tab. 7.1).



Ryc. 7.5. Rozbudowa infrastruktury drogowej w latach 2010-2015

Fig. 7.5. Road infrastructure development (2010-2015)

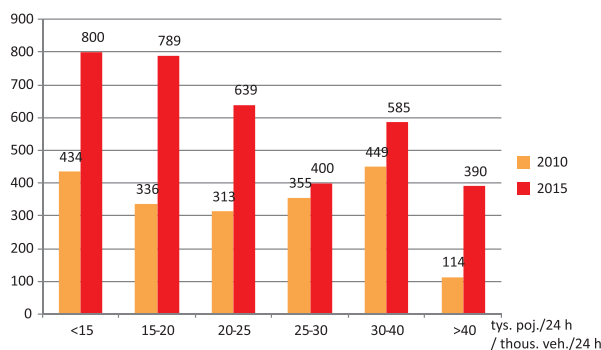
Źródło / source: opracowanie własne na podstawie [www.skyscrapercity.com](http://www.skyscrapercity.com)

Tabela 7.1. Wzrost ruchu samochodów osobowych i pojazdów ogółem na drogach krajowych i wojewódzkich w latach 2010-2015

Kategorie pojazdów	Drogi krajowe			Drogi wojewódzkie		
	2010	2015	Wskaźnik wzrostu 2010-2015	2010	2015	Wskaźnik wzrostu 2010-2015
Samochody osobowe	6914	8015	1,16	2787	2950	1,06
Pojazdy silnikowe ogółem	9888	11178	1,13	3398	3520	1,04
Udział samochodów osobowych	69,9%	71,7%		82,0%	83,8%	

Źródło: GDDKiA

Kluczową konstatacją wynikającą z rozbudowy sieci dróg dwujezdniowych jest ta, iż w wyniku przeniesienia i koncentracji ruchu na autostradach i drogach ekspresowych (ryc. 7.6), nastąpił wzrost ogólnej płynności ruchu na sieci dróg jednojezdniowych (ryc. 7.7). Drogi dwujezdniowe najczęściej budowano tam, gdzie rzeczywiście popyt jest wysoki, a natężenie ruchu ogółem przekracza 15 tys. pojazdów na dobę (co można przyjąć za granicę warunkującą potrzebę funkcjonowania drogi dwujezdniowej). Drogi te przejęły zarówno ruch wzbudzony (choć wzrost ruchu w skali całej sieci dróg krajowych wskazuje, że typowy ruch wzbudzony jest marginalny), jak i przede wszystkim ruch przeniesiony z równoległych do nowych odcinków dróg krajowych i wojewódzkich. Po raz pierwszy w historii łączna długość dróg jednojezdniowych o natężeniu ruchu powyżej 15000 poj./24h spadła z 1399 km do 966 km (ryc. 7.7), co można uznać za duży sukces, zwiększający nie tylko płynność ruchu na tych drogach, ale przede wszystkim bezpieczeństwo, nie mówiąc o korzyściach środowiskowych, społecznych itd.

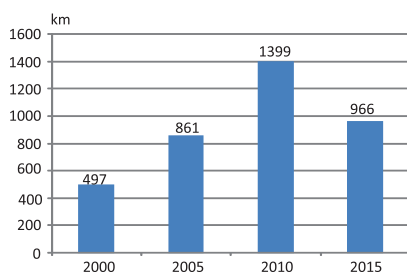


Ryc. 7.6. Długość dróg dwujezdniowych wg średniodobowego natężenia ruchu ogółem w 2010 i 2015 r.

Fig. 7.6. Length of the dual carriageways according to the daily average intensity of total traffic in 2010 and 2015

Źródło / source: opracowanie własne na podstawie GDDKiA

W ujęciu przestrzennym nastąpił przede wszystkim ponadprzeciętny, wręcz bezprecedensowy, wzrost ruchu w aglomeracjach, m.in. na obwodnicach autostradowych/ekspresowych w Krakowie, Poznaniu, Trójmieście. Wraz z odnotowanym niedoszacowaniem ruchu w modelu wskazuje to na szczególną sytuację stref suburbanizacji i dojazdów, gdzie trasy w założeniu tranzytowe pełnią rosnącą rolę w ruchu lokalnym (tab. 7.2).



Ryc. 7.7. Długość dróg jednojezdniowych o średniodobowym natężeniu ruchu ogółem powyżej 15000 poj./24h w latach 2000, 2005, 2010 i 2015

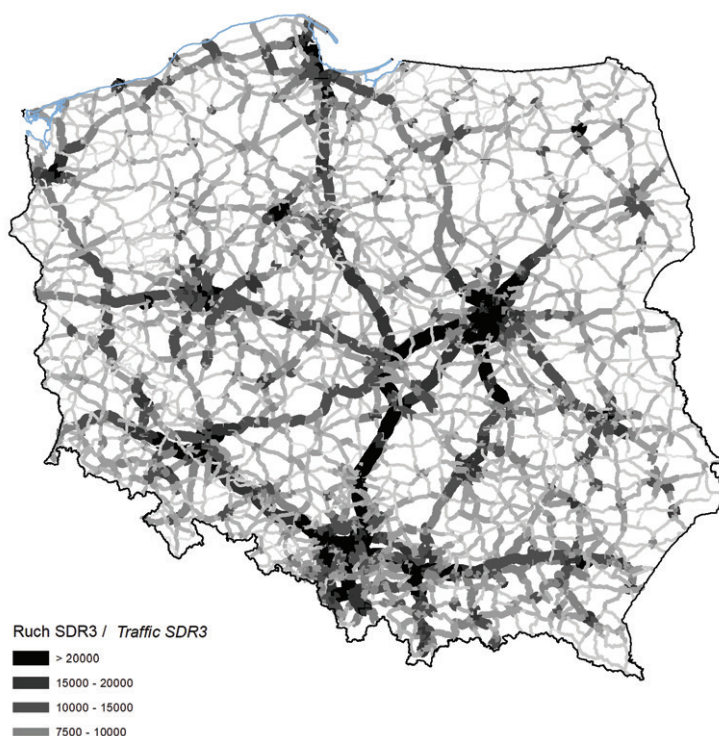
Fig. 7.7. Length of the single carriageways with average daily total traffic intensity exceeding 15 000 vehicles per 24 hours in the years 2000, 2005, 2010 and 2015

Źródło / source: opracowanie własne na podstawie GDDKiA

Tabela 7.2. Zmiany w średniodobowym ruchu ogółem i samochodów osobowych w latach 2010-2015 na wybranych odcinkach obwodnic największych miast w Polsce

Obwodnica	Nr drogi	Ruch ogółem	Ruch sam. osob.	Ruch ogółem	Ruch sam. osob.	Wzrost ruchu (%)	
						Ogółem	Sam. osob.
		2010	2010	2015	2015	2010-2015	2010-2015
Obwodnica Trójmiasta	S6	47807	38910	77141	65923	61,36	69,42
Obwodnica Poznania	A2	39500	25726	61932	42580	56,79	65,51
Obwodnica Wrocławia	A4	39164	25450	50037	34508	27,76	35,59
Obwodnica Krakowa	A4	41520	29605	58630	45631	41,21	54,13

Niezwykle interesująco wyglądają zmiany bezwzględne ruchu samochodów osobowych na poszczególnych odcinkach sieci dróg krajowych i wojewódzkich (ryc. 7.9). Nowe odcinki sieci (przede wszystkim autostrady i drogi ekspresowe) jakie powstały w okresie 2010-2015 przejęły dużą część ruchu nie tylko z położonych w ich bezpośrednim sąsiedztwie jednojezdniowych dróg równoległych, ale również z odcinków położonych niejednokrotnie kilkadziesiąt kilometrów obok, a które stanowiły przed inwestycją połączenia funkcjonalne w danych relacjach. Typowym i najbardziej jaskrawym przykładem jest spadek natężenia ruchu na drodze krajowej nr 10 między Płońskiem a Toruniem (efekt nowej, istniejącej od 2012 r., najkrótszej ścieżki przejazdu między Warszawą a Toruniem i Gdańskiem autostradami A2 i A1). Innym przykładem tego typu jest spadek natężenia ruchu na odcinku między Pniewami a Skwierzyną (DK24 na styku województwa wielkopolskiego i lubuskiego), gdzie duża część kierowców wybierała, mimo funkcjonującej opłaty autostradowej, w połączeniu funkcjonalnym między Poznaniem a Szczecinem, ścieżkę podróży autostradą A2 i drogą ekspresową S3. Podobne przekierowanie nastąpiło również w województwie łódzkim, gdzie powstanie brakujących odcinków S8 skutkowało spadkiem natężenia ruchu samochodów osobowych na DK74 między Wieluniem a Piotrkowem Trybunalskim.



Ryc. 7.8. Rozkład średniodobowego ruchu pojazdów osobowych w 2015 r.

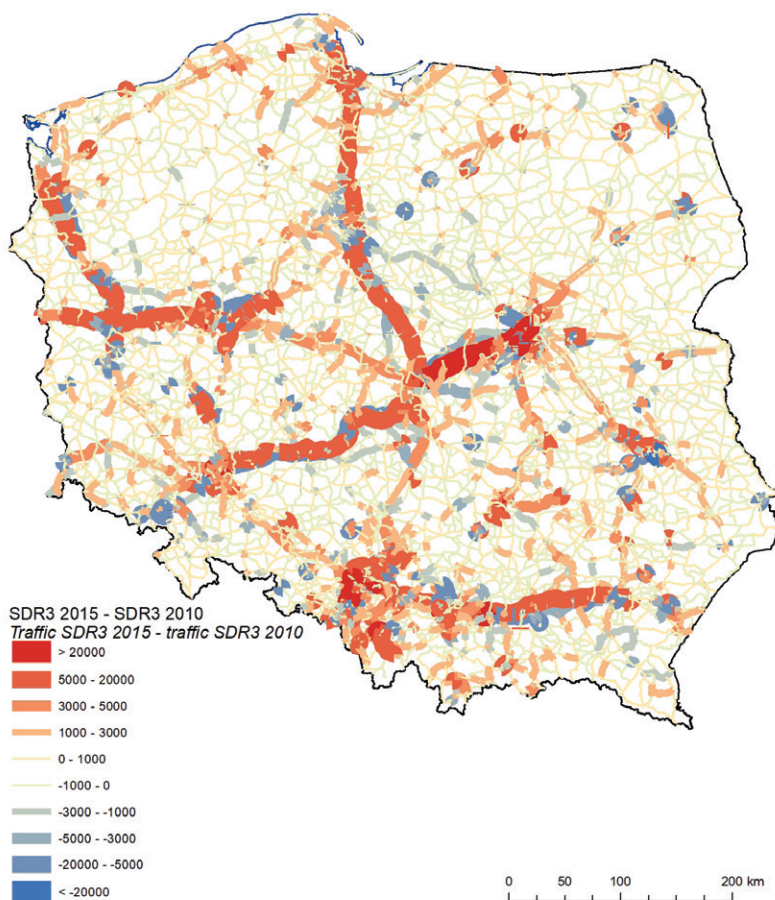
Fig. 7.8. The distribution of traffic of passenger vehicles in 2015

Źródło / Source: opracowanie własne na podstawie GPR2015.

Osobną obserwacją jest w coraz większym stopniu uwidoczniający się tzw. **efekt sieciowy**. Oddawanie kolejnych odcinków korytarza prowadzi do coraz większej koncentracji ruchu międzyaglomeracyjnego na docelowej trasie budowanej w standardzie wyższej klasy. Widać to na autostradzie A2, gdzie część kierowców w relacji Poznań-Warszawa, przed 2012 r. wybierało alternatywny szlak drogą krajową nr 92. Wzrost zamożności społeczeństwa (mniejsza wrażliwość na konieczność uiszczenia opłaty autostradowej), możliwość pokonania całej trasy w systemie bezkolizyjnym, a także wzrost znaczenia ruchu zewnętrznego (do granicy z Niemcami w Świecku) skutkowały wysokim wzrostem natężenia ruchu pojazdów dla całego odcinka autostrady A2 od granicy z Niemcami do Warszawy. Z kolei na północnym odcinku autostrady A2 (istniejącym już w 2010 r.) efekt sieci skutkował gwałtownym przeniesieniem ruchu, w tym ruchu turystycznego w połączeniu funkcjonalnym Warszawa-Trójmiasto z drogi ekspresowej S7 (brak większych zmian w okresie 2010-2015), na autostradę A1. Efekt sieci widoczny jest w połączeniu funkcjonalnym Wrocław-Poznań-Trójmiasto, gdzie widać wzrosty wynikające z oddawania kolejnych odcinków drogi ekspresowej S5. Istnieją jednak połączenia, gdzie nie dokonano znaczących inwestycji, a ruch gwałtownie wzrósł. Są to głównie połączenia doprowadzające ruch do aglomeracji, przede wszystkim do Warszawy (wzrost ruchu do Lublina, Białegostoku i Radomia, gdzie najważniejsze inwestycje na tych kierunkach są realizowane po

2015 r.), między Lublinem a Rzeszowem, a także w połączeniu funkcjonalnym między Zieloną Górą a Wrocławiem. Wzrost ruchu na tych odcinkach jest jedną z przesłanek do przyspieszenia inwestycji na S19 oraz S3. Charakterystyczny jest również szybki wzrost ruchu na drodze krajowej nr 6 łączącej Szczecin z Gdańskiem, a także na niektórych trasach karpackich, co może w obu przypadkach wskazywać na istnienie dodatkowych uwarunkowań lokalnych na tych obszarach, również w kontekście ruchu turystycznego.

Interesujący jest relatywnie nieduży (w porównaniu do innych odcinków autostradowych) wzrost ruchu na autostradzie A4 (która była zdecydowanym liderem wzrostu w poprzednich latach), a także brak większych zmian ruchu samochodów osobowych w Polsce północno-wschodniej (ryc. 7.9).



Ryc. 7.9. Różnice bezwzględne w rozkładzie średniodobowego ruchu pojazdów osobowych między 2010 a 2015 r.

Fig. 7.9. The absolute differences in traffic of passenger vehicles between 2015 and 2010

Źródło / Source: opracowanie własne na podstawie GPR2015



**Wnioski.** Podsumowując, zmiany ruchu w latach 2010-2015 nie wykazują jednoznacznych prawidłowości makroprzestrzennych, poza dość dużym przestrzennie wpływem nowych inwestycji, koncentracją ruchu na autostradach i drogach ekspresowych, a także coraz większym znaczeniem efektu sieciowości.

Rozkład ruchu w Polsce jest obecnie silnie zdeterminowany prowadzonymi inwestycjami. Nadal nie można być pewnym jak ruch rozłoży się po zakończeniu prowadzonych programów i jakie będą konsekwencje oddania do końca takich tras jak np. droga ekspresowa S7 Trójmiasto-Warszawa-Kraków (możliwy wpływ na spadek ruchu na autostradzie A1 i drodze krajowej nr 1), S17 (prawdopodobne odciążenie trasy S7 Radom-Warszawa).

### 7.3. BADANIE TERENOWE – NAJWAŻNIEJSZE WNIOSKI

#### 7.3.1. ZAŁOŻENIA BADANIA TERENOWEGO

W celu weryfikacji otrzymanych wyników z modelu wielomotywacyjnego w ramach projektu na wybranych odcinkach sieci przeprowadzono badanie terenowe techniką pomiaru ręcznego w ciągu jednego dnia w ciągu sześciu godzin przy uwzględnieniu dwóch godzin szczytu rannego (7.00-9.00), dwóch godzin uspokojenia ruchu w godzinach okołopołudniowych (11.00-13.00) oraz dwóch godzin szczytu popołudniowego (15.30-17.30). Łącznie zarejestrowano w badaniu **17 889** pojazdów (w tym 17 378 samochodów osobowych i 511 mikrobusów) (szczegółowe założenia i wyniki badania przedstawiono w aneksie niniejszego opracowania). Badanie terenowe pozwoliło na określenie paru ważnych prawidłowości. Wnioski te mogą służyć w przyszłości bardziej trafnemu modelowaniu ruchu pojazdów osobowych.

Tabela 7.3. Charakterystyka odcinków studium przypadku

Odcinek	Relacja	Kategoria drogi	Położenie w kraju	Położenie w sieci osadniczej*
Kostrzyn-Nekla	Poznań-Września	DK92 dwujęzdniowa	wielkopolskie	OM/inne
Łagiewniki-Wierzbice	Kłodzko-Wrocław	DK8	dolnośląskie	OM/inne
Liszki - Alwernia	Kraków-Oświęcim	DW780	małopolskie	OM
Leszno-Żelazowa Wola-Sochaczew	Warszawa-Sochaczew	DW 580	mazowieckie	OM
Lębork /Gr.m./-Osowo	Lębork-Bytów	DW214	pomorskie	inne
Hoczew-Myczków	Lesko-Polańczyk	DW894	podkarpackie	peryferia
DW 158/Drezdenko/ – Gr.woj../Sowia Góra/	Drezdenko-Międzychód	DW 160	lubuskie	inne
Moszczanka-Przytoczno	Dęblin-Kock	DK48	lubelskie	inne
Str. Kielbonki-Rozogi	Mrażowo-Myszyniec	DK59	warmińsko-mazurskie	peryferyjne
Wólka Milanowska – Raków	Połańiec-Starachowice	DW756	świętokrzyskie	inne

\*OM – obszar metropolitalny



Ryc. 7.10. Lokalizacja punktów pomiaru ruchu w badaniu terenowym  
 Fig. 7.10. Location of points of traffic monitoring

Procedura wyboru odcinków miała charakter wielokryterialny. Kluczowe było m.in.

- kryterium położenia w kraju – każdy z odcinków jest zlokalizowany w innym województwie,
- kryterium położenia względem największych ośrodków, czyli produkcji i atrakcji ruchu – cztery odcinki zlokalizowane w obszarach metropolitalnych, w tym dwa na granicy tych obszarów, a także odcinki peryferyjne,
- kryterium kategorii drogi – wybrano cztery odcinki na drogach krajowych i sześć na drogach wojewódzkich,
- kryterium braku inwestycji – wszystkie odcinki są lokalizowane w miejscach, gdzie w latach 2010-2015 nie były podejmowane duże inwestycje infrastrukturalne,
- kryterium niedoszacowania/przeszacowania względem wstępnych wyników modelowych – starano się tak dobrać odcinki by część z nich była w modelu niedoszacowana a część przeszacowana względem wyników GPR2010.

Ostatecznie wybrano 10 odcinków scharakteryzowanych w tab. 7.3. Lokalizacja odcinków na ryc. 7.10.

Starano się wybrać odcinki zróżnicowane pod kątem wielkości dobowego ruchu pojazdów osobowych. Z tego względu wybrane odcinki znacząco różnią się pod tym względem. Najwyższym natężeniem charakteryzowały się krajowe drogi wylotowe z aglomeracji poznańskiej (DK92) i wrocławskiej (DK8) (ok. 10 tys. pojazdów osobowych w 2010 r. na dobę), a w dalszej kolejności wojewódzkie drogi wylotowe z aglomeracji krakowskiej (DW780) i warszawskiej (DW580). Natężenie ruchu przewyższające 5000 pojazdów osobowych na dobę zaobserwowano również na DW214 w okolicy Lęborka. Pozostałe odcinki to drogi znacznie mniej obciążone ruchem, nawet jak w przypadku DW756 – poniżej 2000 pojazdów na dobę. Udział ruchu samochodów osobowych i mikrobusów w ruchu ogółem wynosił w 2010 r. od 67,6% dla DW160 w okolicy Drezdenka do 91,5% dla DW894 w okolicy Zalewu Solińskiego w Bieszczadach.

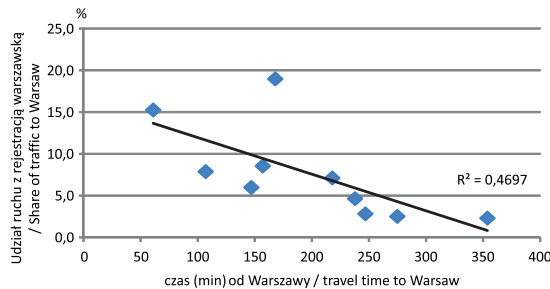
### 7.3.2. NAJWAŻNIEJSZE REZULTATY BADANIA TERENOWEGO

Pierwszą i chyba najbardziej kluczową prawidłowością jest to, że **ruch pojazdów z rejestracjami warszawskimi jest znacznie wyższy niż to wynikałoby z tradycyjnego modelowania ruchu**. Jest znamiennym, że dla wszystkich badanych odcinków, niezależnie od odległości ich lokalizacji od Warszawy, pojazdy z rejestracją warszawską były najniżej na 5 miejscu w rankingu źródeł podróży. Udział ruchu z rejestracją warszawską stanowił od 2-3% ruchu dla odległych lokalizacji (DW214 w okolicach Lęborska i DW894 w Bieszczadach) do 15% w okolicach Żelazowej Woli (co jest uzasadnione bliskością Warszawy) i nawet 20% na DK59 w województwie warmińsko-mazurskim. Szczególnie zastanawiający jest wysoki udział ruchu na rejestracjach warszawskich w tym drugim, relatywnie oddalonym fizycznie, drogowo i czasowo miejscem od stolicy Polski. Poza tym jednym przypadkiem można jednak mówić o pewnej zależności między udziałem ruchu na rejestracjach warszawskich a czasem podróży do Warszawy (tab. 7.4; ryc. 7.10).

Tabela 7.4. Udział ruchu na rejestracjach warszawskich na odcinkach objętych pomiarem

	Ruch samochodów osobowych			Miejsce w rankingu	Odległość do Warszawy	
	Ruch z rejestracją warszawską	Ogółem	Udział ruchu z rejestracją warszawską		Drogowa (km)	Czasowa (min) (google)
DK92; Kostrzyn-Nekla	281	4625	6,1%	4	279	147
DK8; Łagiewniki-Wierzbice	236	3270	7,2%	5	390	218
DW780; Liszki - Alwernia	89	3056	2,9%	5	348	247
DW580; Leszno-Żelazowa Wola-Sochaczew	185	1205	15,4%	3	51	61
DW214; Lębork /Gr.m./-Osowo	50	1921	2,6%	5	481	275
DW894; Hoczew-Myczków	22	918	2,4%	4	398	354
DW160; DW 158/Drezdenko/ - Gr.woj./Sowia Góra/	23	486	4,7%	4	418	238
DK48; Moszczanka-Przytoczno	110	1379	8,0%	2	116	107
DK59; Str. Kielbonki-Rozogi	66	346	19,1%	1	185	168
DW756; Wólka Milanowska - Raków	59	683	8,6%	3	181	157

Kolejną prawidłowością jest **relatywnie wysoki udział ruchu z miasta rdzenia aglomeracji**. Wśród wybranych odcinków cztery zlokalizowane zostały w odległości czasowej ok. 40-60 minut od centrum miasta rdzenia aglomeracji, przy czym każdorazowo był to inny rdzeń (Poznań, Wrocław, Kraków i Warszawa). Udział ruchu na rejestracjach miasta rdzenia był wyraźnie skorelowany z odległością i wyniósł ok. 15-23% ruchu (tab. 7.5). Można sugerować iż zasięg oddziaływania dużych miast w Polsce, w sensie wyraźnego udziału w ruchu rejestracji z miast rdzeni to ok. jedna godzina dojazdu. Wskazane są dalsze badania w tym zakresie, najlepiej prowadzone na dużej grupie miast na prawach powiatu, w różnych kierunkach i różnych odległościach od miasta-rdzenia.



Ryc. 7.11. Zależność między udziałem ruchu na rejestracjach warszawskich a czasem dojazdu do Warszawy

Fig. 7.11. Dependence between the share of traffic of vehicles with Warsaw license plates and the travel time to Warsaw

Tabela 7.5. Udział ruchu na rejestracjach rdzenia aglomeracji na odcinkach objętych pomiarem

	Miasto-rdzeń aglomeracji	Udział ruchu z rejestracją rdzenia aglomeracji	Odległość drogowa do rdzenia (km)	Odległość czasowa do rdzenia (min) (google)
DK92; Kostrzyn-Nekla	Poznań	22,6%	34,8	39
DK8; Łagiewniki-Wierzbice	Wrocław	20,3%	38,1	47
DW780; Liszki - Alwernia	Kraków	21,4%	22,4	38
DW580; Leszno-Żelazowa Wola-Sochaczew	Warszawa	15,4%	51,3	61

Źródło: opracowanie własne

Na wszystkich analizowanych odcinkach (poza DK59 w warmińsko-mazurskim, gdzie dominowały pojazdy z rejestracją warszawską) potwierdzono intuicyjnie wyczuwalną **dominację ruchu lokalnego**.

Dla badanych odcinków generalnie wykazano dużą **trafność modelu wielomotywacyjnego w określaniu źródeł podróży kierowców**. Przy wszystkich różnicach metodycznych, wyniki można uznać za zadowalające. Aczkolwiek model wielomotywacyjny niedoszacowywał ruch z/do Warszawy i nadszacowywał ruch z/do innych dużych ośrodków. Wyjaśnienie tego zjawiska może być trojaki. Pierwsze wyjaśnienie to takie, że mieszkańców Warszawy cechuje

wyższa mobilność niż mieszkańców innych ośrodków, co wynika m.in. z wyższego dochodu, który jest wyraźnie powiązany np. z mobilnością turystyczną.

Drugie wyjaśnienie, leży w motywacji odwiedzin znajomych i krewnych i wyjątkowo dużej sięgającej całego kraju zlewni migracyjnej stolicy. Co interesujące, z punktu widzenia migracji i np. niższych kosztów ubezpieczeń pojazdów wydawałoby się, że zależność powinna być odwrotna, tzn. przynajmniej „nowym” mieszkańcom Warszawy powinno się nie opłacać rejestrować swoje pojazdy w stolicy.

Trzecie wyjaśnienie to fakt, iż możliwe jest, że duża część kierowców (przede wszystkim w podróżach służbowych) korzysta z pojazdów zarejestrowanych w Warszawie, mimo że miejsce ich zamieszkania jest zupełnie gdzie indziej. Popularne jest rejestrowanie pojazdów przez tzw. klientów flotowych w miejscu lokalizacji głównej siedziby danej firmy, podczas gdy faktycznie użytkowane są one w różnych regionach kraju (np. w miejscach, gdzie funkcjonują filie danego przedsiębiorstwa). Kolejną z przyczyn może być rosnącą popularność leasingu (i innych pokrewnych form – np. CFM). W przypadku tych rozwiązań właścicielem samochodu nie jest jego użytkownik. Pojazd jest natomiast najczęściej rejestrowany w miejscu funkcjonowania leasingodawcy (czyli najczęściej w dużych miastach).

Niezależnie od rozwiązywania tego problemu faktem jest dość wysoki udział podróży długich.

**Podział kraju na dużą liczbę rejonów transportowych w modelowaniu ruchu na skalę krajową jest niezbędny.** Nawet wykorzystany w niniejszym opracowaniu podział na poziomie gminnym jest niewystarczający dla obszarów aglomeracyjnych, gdzie bardziej adekwatny jest dodatkowy podział największych miast na dzielnice oraz zwiększenie gęstości sieci (również większość dróg powiatowych i gminnych). Innym przykładem są skrajne obszary peryferyjne (np. Bieszczady), które cechuje duża powierzchnia rejonów transportowych (gmin).

**Ruch lokalny realizowany po drogach wojewódzkich jest trudny do uchwycenia w modelowaniu, przede wszystkim w warunkach istnienia kilku dróg równoległych** (np. autostrada i droga krajowa równoległe do drogi wojewódzkiej), przede wszystkim w warunkach prowadzonych na drogach równoległych pracach inwestycyjnych (np. budowa autostrady) lub zmianach organizacyjnych (np. zmiany opłat autostradowych). Ruch na drogach wojewódzkich jest bardzo wrażliwy na zmiany infrastrukturalne i organizacyjne na drogach równoległych wyższej kategorii.



## 8. WNIOSKI

### 8.1. WNIOSKI EMPIRYCZNE

Wnioski o charakterze empirycznym dotyczą przede wszystkim trzech typów badań zrealizowanych w niniejszym opracowaniu. Pierwsza analiza dotyczyła zależności między poziomem motoryzacji a determinantami popytu w transporcie indywidualnym i empirycznej weryfikacji znaczenia struktury przestrzennej, cech społeczno-ekonomicznych i demograficznych oraz jakości sieci drogowej i transportu publicznego dla poziomu motoryzacji. Drugi typ analizy dotyczył już *stricte* modelowania ruchu na sieci zamiejskich dróg krajowych i wojewódzkich w Polsce i przyjął formę modelu bazowego (w ujęciu wewnętrznym i zewnętrznym), modeli jednomotywacyjnych i modelu wielomotywacyjnego. Trzecia analiza to rezultaty badania terenowego tablic rejestracyjnych przeprowadzonego na dziesięciu celowo wybranych odcinkach sieci (szczegółowe wyniki przedstawiono w aneksie statystycznym).

Wnioski z rozdziału drugiego i trzeciego dotyczą klasyfikacji determinant popytu w transporcie indywidualnym ze szczególnym uwzględnieniem aspektów przestrzennych, przy czym w **rozdziale drugim** zostały określone pewne prawidłowości na podstawie literatury przedmiotu, a w **rozdziale trzecim** przedstawiono analizę empiryczną zależności między determinantami popytu w transporcie indywidualnym a poziomem motoryzacji. Otrzymano następujące wnioski.

**Determinanty popytu.** Motoryzacja indywidualna jest determinowana wieloma czynnikami, które podzielono w opracowaniu na: strukturę przestrzenną, cechy społeczno-ekonomiczne i demograficzne gospodarstwa domowego, jakość sieci drogowej i transportu publicznego oraz sytuację związaną z podróżą, w tym motywację podróży.

**Struktura przestrzenna.** Wraz ze wzrostem gęstości sieci osadniczej oraz intensywności użytkowania rośnie kongestia oraz wzrasta jakość transportu publicznego. Skutkuje to zmniejszeniem stopnia wykorzystania posiadanego samochodu, jak i ma wpływ na generalnie niższy poziom motoryzacji, szczególnie w dużych miastach. Na peryferyjnie położonych obszarach wiejskich brak alternatywnych środków transportu, a także dłuższe dystanse do celów podróży skutkują zarówno wyższym poziomem motoryzacji i wyższymi przebiegami samochodów. **W Polsce** na podstawie przeprowadzonej analizy empirycznej trudno jednoznacznie ocenić wpływ gęstości zaludnienia oraz położenia w układzie centrum-peryferie na poziomie regionalnym i krajowym na wielkości wskaźnika motoryzacji. Poziom motoryzacji jest nieznacznie niższy od średniej w rdzeniach dużych aglomeracji. Z kolei obszary peryferyjne są bardzo zróżnicowane.

**Cechy społeczno-ekonomiczne i demograficzne.** Dochód ma silny wpływ na poziom motoryzacji. Elastyczność dochodowa popytu względem zakupu paliwa ma wpływ na rzeczywiste wykorzystanie samochodu. Najwyższymi przebiegami pojazdów charakteryzują się osoby w wieku produkcyjnym. Osoby w wieku poprodukcyjnym, wraz z ubiegiem lat coraz mniej korzystają z posiadanych pojazdów. Kobiety jeżdżą mniej niż mężczyźni, ale w młodym pokoleniu różnice w tym względzie są prawie niewidoczne. W krajach wysoko rozwiniętych coraz mniejsze znaczenie ma prestiż i pozycja społeczna jaką daje posiadanie samochodu, a coraz większą rolę pełni styl życia „bez samochodu”. **W Polsce** pewna słaba zależność statystyczna między poziomami wynagrodzeń a motoryzacji została zaobserwowana jedynie dla powiatów rdzeniowych. W przypadku pozostałych grup powiatów, w tym powiatów peryferyjnych, charakteryzujących się relatywnie niskim poziomem wynagrodzeń, występuje duże zróżnicowanie poziomu motoryzacji. W dużych miastach wyższy udział liczby ludności w wieku przedprodukcyjnym idzie w parze z niższym poziomem motoryzacji, a na terenach podmiejskich następuje sytuacja odwrotna – im więcej dzieci i młodzieży tym więcej pojazdów. Dla osób starszych zaobserwowano odmiennie tendencje. Obszary peryferyjne są w tym względzie heterogeniczne. Zależności te są jednak otrzymywane przy relatywnie niskich współczynnikach determinacji.

**Jakość sieci drogowej i transportu publicznego.** Różnice przestrzenne w jakości sieci drogowej i sieci transportu publicznego, a także sposobie zarządzania tymi sieciami mogą mieć znaczny wpływ na wybór środka transportu. Wzrost jakości transportu publicznego sprzyja przesunięciu modalnemu i rezygnacji z samochodu, szczególnie w ujęciu wewnątrz- i międzyaglomeracyjnym. Na obszarach peryferyjnych czynnik ten ma mniejsze znaczenie. **W Polsce** układ rdzeń-peryferie nie ma znaczenia dla relacji poziom motoryzacji-poziom wykorzystania usług w transporcie autobusowym i kolejowym. Nie wykazano też zależności między poziomem motoryzacji a wykorzystaniem autobusów i pociągów. Stopień korzystania z transportu autobusowego jest uwarunkowany historycznie i jest on najwyższy w Polsce południowo-wschodniej, a najniższy w Polsce zachodniej. Bardziej rozwinięta sieć kolejowa w Polsce zachodniej skutkuje wyższą częstotliwością połączeń w tej części kraju. Na obraz różnic wschód-zachód należy nałożyć rozwinięty system połączeń kolejowych na Mazowszu koncentrycznie rozchodzących się od Warszawy.

**Sytuacja związana z podróżą, w tym motywacja podróży.** Motywacja podróży jest jednym z najbardziej istotnych czynników wpływających zarówno na wybór środka transportu jak i długość podróży, a także częstotliwość jej odbywania. Struktura motywacji podróży różni się w zależności od gęstości struktury osadniczej. Przykładowo na obszarach wiejskich znacznie wyższy niż w miastach jest udział wyjazdów na zakupy. Na decyzję dotyczącą samochodu jak środka transportu w danej podróży mają wpływ również pozostałe czynniki, takie jak: pora dnia/roku, wielkość zabieranego bagażu, liczba podróżujących osób, potrzeba wykorzystania pojazdu w mieście docelowym oraz warunki pogodowe.

W **rozdziale czwartym** przedstawiono metodykę badawczą, założenia i rezultaty tzw. modelu bazowego w podziale na model bazowy wewnętrzny i zewnętrzny (uwzględniający również opłaty autostradowe). W **modelu bazowym wewnętrznym (MBW)** zauważalne jest niedoszacowanie ruchu na obszarach przygranicznych, przede wszystkim odcinkach doprowadzających ruch do przejść granicznych i punktów przecięcia granicy, co jest związane z brakiem ruchu zewnętrznego w modelu bazowym wewnętrznym oraz dla

dróg dojazdowych do największych rynków pracy, np. do Warszawy, Poznania, Trójmiasta lub Krakowa, co wynika z przyjętej atrakcji w postaci liczby ludności, a nie liczby miejsc pracy. Przeszacowanie ruchu występuje natomiast na odcinkach płatnych autostrad oraz południowej autostradowej obwodnicy Poznania, a także na wielu odcinkach dróg położonych z dala od aglomeracji i na terenach wiejskich. W **modelu bazowym zewnętrznym (MBZ)**, który uwzględnia ruch zewnętrzny źródłowo-docelowy w podróżach krótkich i długich oraz ruch tranzytowy, dopasowanie modelu jest relatywnie wysokie –  **$R^2$  na poziomie 0,63**. W porównaniu do modelu bazowego wewnętrznego widać wyraźną poprawę dopasowania modelu na odcinkach przygranicznych. Wprowadzenie opłat autostradowych znacznie poprawiło dopasowanie modelu na odcinkach dróg objętych opłatami, a także na odcinkach do nich równoległych. Przeszacowania ruchu na drogach wojewódzkich widoczne są generalnie bardziej w Polsce południowo-wschodniej.

W **rozdziale piątym** do głównych motywacji podróży zaliczono: dojazdy do pracy, wyjazdy na zakupy, dojazdy do szkoły wyższej, podróże biznesowe, odwiedzin znajomych i krewnych oraz podróże turystyczne. Dla każdej z motywacji przeprowadzono symulację jak rozkładałby się ruch, gdyby cała mobilność związana była tylko z jedną motywacją podróży. **Modele jednomotywacyjne** różnią się pomiędzy sobą nie tylko w zakresie produkcji i atrakcji oraz oporu przestrzeni, ale, również rozkładem ruchu na sieci. Model dojazdów do pracy jest najbardziej promienisto-koncentryczny, ruch skupia się wyraźnie na drogach prowadzących do aglomeracji. Model dojazdów do szkoły wyższej cechuje wyraźny regionalizm ruchu oraz swoistego rodzaju zlewnie ośrodków akademickich, najczęściej ograniczone, z wyjątkiem największych ośrodków, do granic administracyjnych województw. Model podróży służbowych akcentuje najbardziej prężne rynkowo aglomeracje i trasy pomiędzy nimi. Modele wyjazdów na zakupy oraz odwiedzin znajomych i krewnych rozkładają ruch na pozostałe drogi, w tym drogi wojewódzkie. Model podróży turystycznych różni się znacznie od pozostałych ze względu na fakt, iż lokalizacja produkcji i atrakcji ruchu znacząco różni się w ujęciu przestrzennym. Wnioski szczegółowe związane z poszczególnymi modelami jednomotywacyjnymi są następujące.

**Dojazdy do pracy** są najważniejszą motywacją podróży, której udział wynosi ok. 45% podróży ogółem. Udział dojeżdżających do pracy poza gminę zamieszkania sukcesywnie z roku na rok rośnie. Średni czas dojazdu do pracy wynosił od 19 do 31 minut. Przebieg funkcji oporu przestrzeni jest dosyć zróżnicowany w zależności do atrakcyjności lokalnego rynku pracy. Średni udział podróży samochodem osobowym w dojazdach do pracy wyniósł 64%, przy czym jest on zróżnicowany w zależności od województwa, a także od alternatywnych możliwości korzystania z transportu publicznego. Rozmieszczenie miejsc pracy w Polsce akcentuje w dużym stopniu największe miasta, a także gminy, w których siedzibę mają duże spółki i przedsiębiorstwa logistyczne. Największa liczba wyjeżdżających jest w gminach wiejskich zlokalizowanych w największych aglomeracjach, a także w rejonach przemysłowych oraz rejonach o układach policentrycznych (np. na Podkarpaciu). **Model dojazdów do pracy (COM)** dla którego punktem wyjścia jest macierz międzygminnych dojazdów do pracy z 2011 r. (tylko dojazdy do 2 godzin) jest relatywnie dobrze dopasowany ( **$R^2$  na poziomie 0,65**). Model przeszacowuje ruch na drogach dojazdowych do aglomeracji oraz w wybranych obszarach przemysłowych cechujących się dużą liczbą miejsc pracy. Niedoszacowanie ruchu jest widoczne na obszarach wiejskich, szczególnie na terenach peryferyjnych, w ujęciu regionalnym jak i krajowym.

Podróże do centrów handlowych to kilka procent ogółu podróży, ale wraz z innymi, szeroko rozumianymi **wyjazdami na zakupy** może stanowić nawet ponad 20% podróży. W coraz większym stopniu wyjazdy te są sposobem na spędzenie wolnego czasu. Największe nasycenie powierzchnią sprzedażową jest w rdzeniach aglomeracji, co wynika z hierarchii osadniczej i specjalizacji funkcjonalnej. Udział klientów pochodzących spoza powiatów, w których zlokalizowane są wyspecjalizowane centra handlowe może wynosić nawet ponad 30%. Średnia odległość dojazdu w tej motywacji w Polsce wynosi ok. 7 km. **Model wyjazdów na zakupy (CH)** dla którego atrakcją jest liczba supermarketów, hipermarketów, domów towarowych i domów handlowych, a atrakcyjność celu podróży maleje do połowy po 10 minutach podróży, jest nieznacznie gorzej dopasowany niż model bazowy (**R<sup>2</sup> na poziomie 0,6**). Gorsze dopasowanie modelu wynika przede wszystkim ze znacznego przeszacowania ruchu w ciągach autostrad oraz wybranych aglomeracjach, np. na Górnym Śląsku lub w aglomeracji krakowskiej.

Udział **dojazdów do szkół i na wyższe uczelnie** wynosi ok. 8-19% podróży ogółem, przy czym najwyższy jest w aglomeracjach i dużych miastach ze względu na lokalizację uczelni wyższych. Największe znaczenie dla celów pracy mają dojazdy studentów zaocznych do dużych miast z obszaru oddziaływania uczelni. Obszar ten to głównie region, w którym jest ona zlokalizowana, z nielicznymi wyjątkami Wrocławia lub Olsztyna, gdzie duża część studentów pochodzi spoza regionu. Znaczenie mają również wizyty u rodzin studentów stacjonarnych, które również w dużym stopniu dotyczą obszaru położonego ponad 50 km od ośrodka akademickiego do mniej więcej granicy województwa. Ogólnie ok. 20% dojeżdżających do szkoły lub uczelni wykorzystuje samochód osobowy jako środek transportu. **Model dojazdów na uczelnię wyższą (EDU)** którego atrakcją jest liczba studentów na uczelniach, a produkcją liczba ludności w wieku 19-24 lata jest relatywnie gorzej dopasowany (**R<sup>2</sup> na poziomie 0,51**) niż inne modele jednomotywacyjne, co wynika przede wszystkim z bardzo wyraźnej koncentracji uczelni wyższych w ośrodkach regionalnych i braku tychże na peryferiach województw. Wyraźnie zaznacza się dominacja najważniejszych ośrodków akademickich, m.in. Warszawy i Krakowa.

Udział **podróży służbowych** w pracy przewozowej jest wyższy niż się powszechnie uważa i może wynosić kilkanaście (a nie kilka) procent. Świadczą o tym relatywnie dłuższe odległości realizowane w tego rodzaju podróżach, kilkukrotnie przewyższające inne podróże o charakterze obligatoryjnym. **Model podróży służbowych (BIZ)**, gdzie zarówno produkcją jak i atrakcją jest liczba spółek handlowych okazuje się być bardzo dobrze dopasowany (**R<sup>2</sup> na poziomie 0,62**). Wyraźnie zaznacza się lepsze dopasowanie na obszarze byłego zaboru pruskiego, gdzie liczba spółek handlowych w przeliczeniu na mieszkańca jest relatywnie wyższa. Z kolei nadwartościowanie obserwuje się na drogach dojazdowych do aglomeracji poznańskiej, wrocławskiej i krakowskiej.

**Odwiedziny znajomych i krewnych**, w tym udział w uroczystościach rodzinnych to znacząca motywacja, szczególnie w podróżach długich i długoterminowych. Udział samochodu w tych podróżach wynosi ok. 70%. Macierz migracji i pochodzenie małżonków wskazują na silne powiązania z Warszawą, wyraźną i dominującą w układzie kraju zlewnię warszawską, a także silne powiązania wewnątrzaglomeracyjne oraz nieco mniej istotne powiązania o charakterze wewnątrzregionalnym. Większość migracji na poziomie wewnątrzwojewódzkim dotyczy procesów suburbanizacji (również dla mniejszych miast o znaczeniu

subregionalnym). **Model odwiedzin znajomych i krewnych (VFR)** dla którego punktem wyjścia jest macierz migracji (średnia z lat 2006 i 2009) jest najlepiej dopasowany z wszystkich modeli jednomotywacyjnych ( **$R^2$  na poziomie 0,66**). Model przeszacowuje ruch na drogach dojazdowych łączących peryferia wewnętrzne województw z największymi ośrodkami zameldowań, w tym przede wszystkim aglomeracją warszawską, poznańską, wrocławską, trójmiejską i szczyńską. Niedoszacowanie ruchu jest widoczne w Polsce południowej.

**Podróże turystyczne** mogą stanowić nawet ponad połowę pracy przewozowej wykonywanej w podróżach z wykorzystaniem noclegu. Atrakcyjność celu podróży może rosnąć wraz z wydłużaniem się czasu podróży. Aktywność turystyczna mieszkańców dużych miast jest ponad dwukrotnie wyższa niż mieszkańców wsi. Rozmieszczenie miejsc noclegowych przy granicach kraju, w tym przy granicy morskiej, wymusza konieczność dłuższych podróży krajowych, a co się z tym wiąże szczególnie wysokiej pracy przewozowej. 76% podróży turystycznych jest wykonywanych samochodem. **Model podróży turystycznych (TUR)** w którym zdefiniowaną atrakcją podróży jest liczba miejsc noclegowych, a atrakcyjność celu podróży maleje do połowy dopiero przy 60 minutach, jest najgorzej dopasowanym modelem z analizowanych modeli jednomotywacyjnych ( **$R^2$  na poziomie 0,39**). Szczególnie wysokie przeszacowanie model pokazuje na drogach dojazdowych nad polskie morze oraz na wybranych trasach prowadzących do najważniejszych ośrodków wypoczynkowych w górach.

Generalnie wysoki poziom dopasowania w **modelach jednomotywacyjnych** (poza ruchem turystycznym) świadczy o koncentrowaniu się różnych rodzajów ruchu na tych samych odcinkach (efekt skupienia wielu funkcji społeczno-gospodarczych w tych samych ośrodkach, ale także po części rezultat silnego zróżnicowania jakościowego polskiej infrastruktury drogowej). Modele wyjazdów na zakupy oraz odwiedzin znajomych i krewnych w największym stopniu rozkładają ruch również na drogi wojewódzkie na obszarach pozametropolitalnych. Jednomotywacyjny model dojazdów do pracy niedoszacowuje obszary wiejskie (poza policentrycznym Podkarpaciem), a nieznacznie przeszacowuje niektóre aglomeracje, co można ostrożnie wiązać z wyższym udziałem transportu publicznego w dojazdach. Model podróży służbowych jest odzwierciedleniem podziału na Polskę zachodnią (relatywnie dobre dopasowanie) i wschodnią (niedoszacowanie spowodowane mniejszą ilością przedsiębiorstw). Częściowo przeszacowane są też niektóre trasy do Krakowa, Poznania, Wrocławia, przy niedoszacowaniu Warszawy.

W **rozdziale piątym** podjęto próbę określenia rocznych przebiegów samochodów osobowych według motywacji, a także przedstawiono założenia i rezultaty kluczowego z punktu widzenia celów projektu tzw. modelu wielomotywacyjnego. W **modelu bazowym wewnętrznym (MBW)** zauważalne jest niedoszacowanie ruchu na obszarach przygranicznych, przede wszystkim odcinków doprowadzających ruch do przejść granicznych i punktów przecięcia granicy, co jest związane z brakiem ruchu zewnętrznego w modelu bazowym wewnętrznym oraz dla dróg dojazdowych do największych rynków pracy, np. do Warszawy, Poznania, Trójmiasta lub Krakowa, co wynika z przyjętej atrakcji w postaci liczby ludności, a nie liczby miejsc pracy. Przeszacowanie ruchu występuje natomiast na odcinkach płatnych autostrad oraz południowej autostradowej obwodnicy Poznania, a także na wielu odcinkach dróg położonych z dala od aglomeracji i na terenach wiejskich. W **modelu bazowym zewnętrznym (MBZ)**, który uwzględni



ruch zewnętrzny źródłowo-docelowy w podróżach krótkich i długich oraz ruch tranzytowy, dopasowanie modelu jest relatywnie wysokie – **R<sup>2</sup> na poziomie 0,63**. W porównaniu do modelu bazowego wewnętrznego widać wyraźną poprawę dopasowania modelu na odcinkach przygranicznych. Ruch zewnętrzny dalekobieżny oraz tranzytowy ma odrębne uwarunkowania. W Polsce wschodniej istnieje ryzyko jego nagłych przemieszczeń w wyniku zmian geopolitycznych. Z kolei wprowadzenie **opłat autostradowych** znacznie poprawiło dopasowanie modelu na odcinkach dróg objętych opłatami, a także na odcinkach do nich równoległych. Przeszacowania ruchu na drogach wojewódzkich widoczne są generalnie bardziej w Polsce południowo-wschodniej.

W **rozdziale szóstym** wnioskuje się, że przeciętna praca eksploatacyjna wykonywana przez samochody będące do dyspozycji w gospodarstwie domowym na wsi i w mieście w Polsce jest porównywalna ponieważ liczniejsze gospodarstwa domowe na wsi posiadają relatywnie więcej samochodów niż gospodarstwa w mieście, ale średni roczny przebieg posiadanych przez nie pojazdów jest odpowiednio niższy. Najwyższy stopień wykorzystania samochodu cechuje duże i średnie miasta za wyjątkiem aglomeracji. Na poziomie całego kraju istnieje pewien konsensus (średnie przebiegi w przedziale ok. 13-14 tys. km.), ale na poziomie aglomeracji i miast istnieją duże różnice w wynikach poszczególnych badań. **Udział dojazdów do pracy** może nawet przekraczać połowę rocznych przebiegów, nawet do 60%. Pozostałe podróże krótkie, tj. dojazdy do szkoły i na uczelnię oraz wyjazdy na zakupy to odpowiednio 3-4% i 11-12% łącznych przebiegów. Najbardziej problematyczny jest udział podróży długich. W przypadku podróży służbowych to zapewne ok. 4-6% łącznych przebiegów, a odwiedziny znajomych i krewnych oraz podróże turystyczne, mogą dotyczyć przedziałów: odpowiednio 9-17% i 10-16%.

**Model wielomotywacyjny** jest najlepiej dopasowanym modelem (**R<sup>2</sup> na poziomie 0,72**, a przy uwzględnieniu jedynie odcinków przekraczających granicę gmin – nawet **0,75**). Prowadzi to do wniosku, że połączenie sześciu motywacji w jednym modelu powiodło się i doprowadziło do poprawy jego dopasowania.

Model jest relatywnie dobrze dopasowany na kluczowych drogach krajowych charakteryzujących się wysokim natężeniem ruchu. Wyjątek stanowią pojedyncze **przeszacowane** odcinki dróg wylotowych do największych miast (Wrocławia, Poznania, Krakowa oraz Szczecina). **Niedoszacowanie** ruchu wystąpiło natomiast na tzw. dużej obwodnicy Warszawy, co może wynikać z faktu, iż duży jest udział kierowców indywidualnych omijających przejazd przez stolicę. Innym wyjaśnieniem zjawiska jest również to, że brak wystarczającej liczby autostrad i dróg ekspresowych skutkowało w 2010 r. podobnie jak na innych drogach wojewódzkich w centrum Mazowsza, przenoszeniem ruchu na inne ciągi dróg, przede wszystkim długie ciągi dróg wojewódzkich, np. między Warszawą i Lublinem. Wraz z rozbudową infrastruktury i dokończeniem podstawowych ciągów dróg ekspresowych i autostrad (pełnych połączeń międzyaglomeracyjnych) problem przenoszenia ruchu na drogi niższej kategorii będzie tracił na znaczeniu. Dopasowanie modelu na drogach wojewódzkich poza aglomeracjami ma charakter niedoszacowania co stanowi pewną odwrotność wniosków wynikających z modelu bazowego.

Z kolei tam gdzie koncentracja wyróżnionych atrakcji jest relatywnie niewielka w relacji do potencjału demograficznego (gęstość ludności), w procesie modelowania należałoby znaleźć **dotatkowe atrakcje na poziomie lokalnym**,

które stają się „prawdziwymi” celami podróży na obszarach wiejskich. Ludność na obszarach peryferyjnych okazała się bardziej mobilna niż wynikałoby to z rozkładu wyróżnionych atrakcji. Prowadzi to do wniosku, że istnieją tam „atrakcje” nie ujęte w modelowaniu lub też takie, które umykają statystyce bazowej.

Do powyższych obserwacji dochodzą czynniki związane z procesem tworzenia się sieci drogowej (proces ten był szczególnie intensywny w 2010 r.). Występujące na wielu odcinkach remonty i modernizacje mogły skutkować chęcią poszukiwania przez kierowców alternatywnych tras obwodowych. Ponadto niektóre odcinki autostrad i dróg ekspresowych były „ślepe”, tzn. brakowało efektu sieciowości. Wszystkie wyżej wymienione czynniki sieciowe mają charakter przejściowy i po okresie modernizacji sieci można oczekiwać „łatwiejszego” modelowania i większego dopasowania modelu do rzeczywistego rozkładu ruchu.

W **rozdziale siódmym** przedstawiono implikacje przestrzenne oraz przesłanki do dalszych badań wynikające ze zróżnicowań przestrzennych w podziale modalnym, trendów ukazanych na podstawie interpretacji przestrzennej wyników Generalnego Pomiaru Ruchu z 2015 r., a także najważniejsze wnioski z przeprowadzonego w ramach projektu badania terenowego.

Różnice w **podziale modalnym w ujęciu przestrzennym** odniesiono do międzygminnych różnic w multimodalnej dostępności transportem publicznym i indywidualnym. Średnia dostępność transportem publicznym w ujęciu multimodalnym w Polsce wynosi mniej niż 12% dostępności transportem indywidualnym. Łączny udział transportu publicznego (autobusowego i kolejowego) w transporcie pasażerskim w skali kraju można również określić na kilkanaście procent, lecz są obszary i relacje dla których jest on znacznie wyższy lub znacznie niższy. W Polsce południowo-wschodniej oraz dla wybranych miast/aglomeracji (warszawska, krakowska, GOP, trójmiasto, poznańska, lubelska, rzeszowska), dla których multimodalna dostępność transportem publicznym przekracza 20%, można mówić o ponadprzeciętnym udziale transportu publicznego (również powyżej 20%). To samo dotyczy wybranych relacji korytarzowych i połączeń funkcjonalnych, typu: Warszawa-Kraków, Warszawa-Gdańsk lub Warszawa-Lublin oraz relacji z mniejszymi miastami stanowiącymi ważne stacje kolejowe i jednocześnie położonymi przy węzłach autostradowych lub wzdłuż dróg szybkiego ruchu (np. Częstochowa lub Opole). Z drugiej strony można wyróżnić obszary o wielokrotnej przewadze dostępności transportem indywidualnym nad publicznym. Mają one charakter mozaikowo-wyspowy na obszarach pozaaglomeracyjnych w części centralnej kraju (np. widoczny peryferyjny obszar styku województw łódzkiego i świętokrzyskiego) oraz wzdłuż granicy wschodniej i zachodniej Polski.

Analiza wyników **Generalnego Pomiaru Ruchu z 2015 r.** wykazała, że zmiany ruchu w okresie 2010-2015 nie wykazują jednoznacznych prawidłowości makroprzestrzennych, poza dość dużym przestrzennie wpływem nowych inwestycji, koncentracją ruchu na autostradach i drogach ekspresowych, a także coraz większym znaczeniem efektu sieciowości. Rozkład ruchu w Polsce jest obecnie silnie zdeterminowany prowadzonymi inwestycjami.

W dalszej kolejności przedstawiono również najważniejsze wnioski z **badania terenowego**. Wskazano, że ruch pojazdów z **rejestracjami warszawskimi** jest znacznie wyższy niż to wynikałoby z tradycyjnego modelowania ruchu, a jego udział stanowił od 2-3% do nawet 20% ruchu ogółem. Istnieje ponadto zależność

między udziałem ruchu na rejestracjach warszawskich a czasem podróży do Warszawy. Badanie terenowe wskazało, że model wielomotywacyjny niedoszacowywał ruch z/do Warszawy i nadszacowywał ruch z/do innych dużych ośrodków, co można wiązać z wyższą mobilnością mieszkańców Warszawy, sięgającej całego kraju zlewni migracyjnej stolicy lub podróżami służbowymi pojazdami zarejestrowanymi w Warszawie.

Zasięg **oddziaływania innych największych miast** załamuje się skokowo w okolicach izochrony 60 minut (potwierdzenie licznych założeń w innych badaniach), ale w podróżach krótszych relatywnie wysoki jest udział ruchu z miasta rdzenia aglomeracji, który jest wyraźnie skorelowany z odległością od rdzenia i wyniósł ok. 15-23% ruchu.

Generalnie jednak na wszystkich odcinkach dominuje **ruch lokalny**. Badania terenowe potwierdziły dużą rolę ruchu lokalnego, występującego także na drogach ponadlokalnych. Generalnie, ruch lokalny realizowany po drogach wojewódzkich, jest trudny do uchwycenia w modelowaniu, przede wszystkim w warunkach istnienia kilku dróg równoległych (np. autostrada i droga krajowa równoległe do drogi wojewódzkiej), przede wszystkim w warunkach prowadzonych na drogach równoległych pracach inwestycyjnych (np. budowa autostrady) lub zmianach organizacyjnych (np. zmiany opłat autostradowych). Ruch na drogach wojewódzkich jest bardzo wrażliwy na zmiany infrastrukturalne i organizacyjne na drogach równoległych wyższej kategorii. Lokalnych uwarunkowań ruchu szukać trzeba zatem przede wszystkim w demografii (struktura wieku i migracje), w rozmieszczeniu szeroko rozumianych ponadlokalnych usług pożytku publicznego (centra handlowe, ale także inne nie badane w projekcie jak usługi finansowe, administracja, obiekty kultury, porty lotnicze), w znaczeniu i strukturze rolnictwa, rozmieszczeniu przedsiębiorstw oraz miejsc pracy.

Podsumowując, klasyczny christallerowski układ sieci osadniczej (Polska zachodnia) lepiej poddaje się modelowaniu ruchu (równomierny rozkład ludności, miejsc, pracy, uczelni, obiektów handlowych itd.). Polska wschodnia i centralna są większym wyzwaniem badawczym, m.in. z uwagi na silne różnicowanie wewnętrzne i rolę rolnictwa.

## 8.2. WNIOSKI PROGNOSTYCZNE (TRENDY)

Kluczowe jest wykonanie kompleksowego modelowania ruchu samochodów osobowych **po 2020 r.** (a może nawet po 2023 r., gdy będą kończone największe inwestycje współfinansowane ze środków unijnych), gdy zakończy się efekt wpływu toczących się inwestycji infrastrukturalnych na najkrótsze ścieżki podróży i powstanie (prawie) docelowy układ sieci dróg szybkiego ruchu w Polsce.

Generalnie na poziomie krajowym należy spodziewać się:

- dalszej **koncentracji ruchu na autostradach i drogach ekspresowych**, pewnej stabilności w podziale modalnym (a w długim okresie być może odwrócenia niekorzystnego trendu dominacji samochodu prywatnego),
- dalszego **zwiększenia ruchu w aglomeracjach** i na głównych ciągach prowadzących do największych miast, których promień oddziaływania w codziennych podróżach będzie rósł, przede wszystkim w wyniku procesu suburbanizacji,

- spadku ruchu na depopulacyjnych **obszarach peryferyjnych**,
- dalszego wzrostu znaczenia **ruchu międzynarodowego**.

Równocześnie należy obserwować trendy w zakresie kształtowania się podstawowych zmiennych warunkujących ruch w wybranych **motywacjach podróży**. Do trendów tych należą m.in.

- wydłużanie się **dojazdów do pracy (model COM)**, przede wszystkim na obszarze aglomeracji, co przy poprawiającym się stanie infrastruktury dojazdowej, będzie w dużym stopniu warunkować dalsze wzrosty ruchu (o ostatecznym wzroście decydować będzie również konkurencyjność transportu publicznego),
- dalsze migracje krajowe, przede wszystkim do stolicy i innych największych ośrodków, które mogą skutkować zwiększonym popytem na przejazdy w motywacji **odwiedziny krewnych i znajomych (model VFR)**; jednocześnie migranci z wyżu demograficznego w najbliższych latach będą powiększać swoje rodziny, co w większym stopniu wpłynie na decyzje o samochodzie jako głównym środku transportu w tej motywacji (dotyczy to również migracji zagranicznych, np. gdy mieszkańcy Podlasia decydują się całą rodziną jechać samochodem z Wielkiej Brytanii na święta do Polski); w niektórych relacjach po raz pierwszy znaczący udział ruchu mogą mieć obcokrajowcy, przede wszystkim obywatele Ukrainy w relacjach Dorohusk (Hrebenne)-Lublin-Warszawa,
- gwałtowne zmniejszanie się liczby ludności w wieku 19-24 (wiek uczęszczania do szkoły wyższej), przy jednoczesnym spadku liczby starszych roczników z wyżu demograficznego potrzebujących dokończenia, co będzie skutkowało spadkiem znaczenia dojazdów w motywacji **dojazdy do szkoły wyższej (model EDU)**,
- coraz większa rola handlu przez internet, zwiększenie możliwości wykonywania zakupów w galeriach handlowych w miastach powiatowych, a nawet gminnych i mniejszych, co będzie skutkowało zmniejszeniem roli motywacji podróży **dojazdy na zakupy (model CH)**; można natomiast spodziewać się wzrostu udziału kurierów w ruchu (poruszających się po głównie samochodami dostawczymi),
- trudności w oszacowaniu podróży biznesowych; z jednej strony rosnąca rola przedstawicieli handlowych i bezpośrednich relacji z klientami, a z drugiej strony, w coraz większym stopniu cięcie kosztów związanych z tzw. eventami firmowymi oraz rosnąca rola telekonferencji ograniczających potrzebę podróżowania w motywacji **podróże biznesowe (BIZ)**,
- swoistego rodzaju moda na krajowe podróże turystyczne, przede wszystkim nad morze, w góry oraz nad jeziora, a z drugiej strony wzrost zamożności i możliwości podróżowania za granicę; te przeciwstawne trendy, a także rozkład liczby pasażerów obsługiwanych przez rynek lotniczy (porty regionalne versus Port Lotniczy Chopina, a w przyszłości, jeżeli powstanie, również Centralny Port Lotniczy, będą mieć duże znaczenie w ocenie roli i oporu przestrzeni w podróżach turystycznych (**model TUR**).

### 8.3. DYSKUSJA METODYCZNA

Wskazane są dalsze rozwinięcia opracowanego w niniejszym opracowaniu modelu wielomotywacyjnego. Potencjalne rozszerzenia mające na celu poprawę dopasowania modelu mogą polegać m.in. na:

- zwiększeniu znaczenia **natężenia ruchu** (w tym ruchu pojazdów ciężarowych) jak zmiennej warunkującej prędkość pojazdów (co ma znaczenie przy rosnącym ruchu, również na niektórych trasach dwujezdniowych) przy jednoczesnym zachowaniu roli uwzględnianych dotąd czynników mających wpływ na prędkość (liczba ludności w buforze odcinka, teren zabudowany, spadki terenu),
- uwzględnieniu **podziału modalnego** jako pełnych macierzy potoków ruchu autobusowego i kolejowego w ujęciu gminnym; zabieg ten jest bardzo trudny i czasochłonny i wymagałby osobnego dużego projektu mającego na celu uzyskanie więźb ruchu na poziomie gminnym w podziale na środki transportu,
- uwzględnieniu dodatkowej motywacji podróży, w postaci podróży do **obiektów użyteczności publicznej** i wykorzystanie istniejącej w IGiPZ PAN bazy milionów adresów takich obiektów jak m.in.: urzędy, szkoły podstawowe, szkoły średnie, apteki, przychodnie, szpitale i inne,
- uwzględnienie dojazdów do **portów lotniczych**, których atrakcja mogłaby być mierzona liczbą obsłużonych pasażerów,
- weryfikacja empiryczna i kalibracja **funkcji oporu przestrzeni** dla poszczególnych motywacji podróży,
- weryfikacja **danych ludnościowych** i przeprowadzenie dodatkowych symulacji w oparciu o szacunki ludnościowe uwzględniające nierejestrowane zmiany (np. migracje),
- uwzględnienie dzielnic w większych miastach, a może nawet rejonów spiszowych, co będzie prowadzić do zwiększenia **liczby rejonów transportowych** oraz zagęszczenia sieci na obszarze aglomeracji (a także dużych gmin, przykładowo na obszarach górskich),
- uwzględnienie w większym stopniu **badania ruchu** na poziomie regionalnym (powstające prace w czasie trwania niniejszego projektu), a także przyszłych badań mobilności na poziomie całego kraju,
- uwzględnienie w większym stopniu zależności między **mobilnością a dostępnością** (mierzoną z wykorzystaniem wskaźnika potencjału lub dostępności izochronowej), przede wszystkim na obszarach wiejskich i peryferyjnych (również na styku województw) oraz w aglomeracjach i dużych miastach, w kontekście również różnic w podziale modalnym wynikających z dostępności transportu publicznego wraz z identyfikacją sprzężeń zwrotnych,
- ujęcie modelowania ruchu samochodów osobowych w Polsce w **ujęciu dynamicznym**, przynajmniej w okresie 2010-2015-2020, a może nawet również z uwzględnieniem 2005 r. (zadanie badawcze na czas po 2020 r., lub w przypadku dużych opóźnień inwestycyjnych związanych z realizacją projektów unijnych do 2023 r., dopiero po otrzymaniu wyników GPR w 2025 r.).



#### 8.4. REKOMENDACJE DLA POLITYKI TRANSPORTOWEJ

Zaproponowana metodologia może być w przyszłości podstawą ustalenia **zasad prognozowania ruchu** na sieci drogowej całego kraju (na podstawie obserwacji specyficznych uwarunkowań regionalnych). Znajomość uwarunkowań regionalnych i lokalnych to szansa na **terytorializację polityki transportowej** (np. jako element zintegrowanych programów rozwojowych – ZPR – proponowanych w Strategii Odpowiedzialnego Rozwoju).

Rola opracowanych modeli i dalszych szczegółowych badań dla prawidłowego prowadzenia polityki transportowej jest największa w rejonie dużych aglomeracji oraz na peryferiach, zwłaszcza w Polsce wschodniej. Może to być np. wskazówką dla podziału środków między inwestycje na drogach krajowych i wojewódzkich. Postuluje się przeprowadzenie szeroko zakrojonych **badania ankietowych** (badanie ruchu na poziomie krajowym) uwzględniających **obszary wiejskie**.

Badanie wskazuje, że niektóre odcinki dróg służą wyraźnie odmiennym rodzajom (motywacjom) ruchu, a inne zaspokajają potrzeby w zakresie wielu motywacji. Może to być wykorzystane np. w **rangowaniu projektów** inwestycyjnych.

**Czynnik demograficzny** musi być w większym stopniu uwzględniany w analizach transportowych oraz w polityce transportowej. Sam rozkład ludności nie może być jednak podstawą decyzji inwestycyjnych, zwłaszcza w Polsce wschodniej.

Otoczenie największych **metropolii** nadal potrzebuje dużego wysiłku inwestycyjnego w transporcie (nie tylko w zakresie drogownictwa). Przewidywany wzrost ruchu był niedoszacowany przy podejmowaniu decyzji o liczbie pasów na niektórych obwodnicach i trasach wylotowych.

Autorzy niniejszego opracowania mają nadzieję, że zarówno zastosowana metodyka badawcza, jak i rezultaty uzyskane w ramach projektu zostaną zauważone i wykorzystane w **celach aplikacyjnych** przez instytucje na szczeblu centralnym (GDDKiA, Ministerstwo Infrastruktury, GUS).

Nadrzędnym celem zespołu badawczego jest integracja w najbliższej przyszłości istniejących **baz danych** funkcjonujących do tej pory niezależnie i wykorzystywanych w różnych celach, takich jak:

- pełna baza tras autobusowych przekraczających granice powiatów,
- pełna baza tras kolejowych,
- podział kraju na rejony transportowe na poziomie gminnym (a w przypadku liczby ludności – również na rejony spisowe),
- baza milionów adresów obiektów użyteczności publicznej,
- szczegółowa sieć drogowa na poziomie rejonów spisowych,
- unikalny model prędkości ruchu, umożliwiający ocenę ruchu lokalnego (liczba ludności zamieszkałej w buforze odcinka).

W przypadku powodzenia integracji istniejących baz danych oraz rozwinięcia metodyki badawczej istnieje możliwość stworzenia **całościowego dynamicznego modelu ruchu zarówno samochodów osobowych jak i pojazdów ciężarowych**. Wskazane jest by taki model powstał na początku dekady lat dwudziestych, równoległe do zamykania docelowej sieci autostrad i dróg ekspresowych w Polsce.

## LITERATURA

- Acker van V., Witlox F., 2010, *Car ownership as a mediating variable in car travel behaviour research using a structural equation modelling approach to identify its dual relationship*, Journal of Transport Geography, 18, s. 65-74.
- Badanie obrotu towarów i usług w ruchu granicznym na granicy zewnętrznej Unii Europejskiej na terenie Polski w IV kwartale 2010 roku*, GUS, Urząd Statystyczny w Rzeszowie ([http://www.stat.gov.pl/cps/rde/xbcr/rzesz/ASSETS\\_BAD\\_OBROT\\_GRAN\\_IV\\_KWARTAL\\_2010.pdf](http://www.stat.gov.pl/cps/rde/xbcr/rzesz/ASSETS_BAD_OBROT_GRAN_IV_KWARTAL_2010.pdf)) oraz analogiczne badania dla poszczególnych kwartałów dla lat 2011-2014.
- Badanie pilotażowe zachowań komunikacyjnych ludności w Polsce*, 2015, Etap III – raport końcowy, Praca badawcza w ramach projektu: *Wsparcie systemu monitorowania polityki spójności w perspektywie finansowej 2007-2013 oraz programowania i monitorowania polityki spójności w perspektywie finansowej 2014-2020*, GUS w Warszawie i Centrum Badań i Edukacji Statystycznej GUS w Jachrance.
- Baza danych transportowych Katedry Badań Porównawczych Systemów Transportowych*, Wydział Ekonomiczny Uniwersytetu Gdańskiego.
- Bednarek-Szczepańska M., 2009, *Wybrane problemy dostępności i pozyskiwania danych do badań empirycznych w zakresie agroturystyki*, [w:] E. Rydz, R. Rudnicki (red.), *Procesy przekształceń przestrzeni wiejskiej*, Studia Obszarów Wiejskich, 17, PTG, PAN IGiPZ, Warszawa, s. 9-19.
- Biernacki W., Działek J., Guzik R., Gwosdz K., Kocaj A., Kołoś A., Panecka M., Wiedermann K., 2014, *Relacje przestrzenne komunikacji zbiorowej i indywidualnej Miejskiego Obszaru Funkcjonalnego Olsztyna w kontekście mobilności miejskiej. Raport końcowy wraz z raportem metodologicznym*, Centrum Studiów Regionalnych UNIREGIO, Kraków.
- Bijak J., Kicinger A., Kupiszewski M., Śleszyński P. (wsp.), 2007, *Studium metodologiczne oszacowania rzeczywistej liczby ludności Warszawy*, CEFMR Working Paper, 2/2007, Central European Forum for Migration Research, Warsaw, 78 ss.
- Biuro Inżynierii Transportu, Millward Brown, *Badania i opracowanie planu transportowego Aglomeracji Poznańskiej. Raport z drugiego etapu opracowania – badanie modelowe*, Poznań 2014.
- Black W.R., 1973, *An analysis of gravity model distance exponents*, Transportation, 2, s. 299-312.
- Borowiec M., 2010, *Funkcjonowanie uczelni krakowskiego i rzeszowskiego ośrodka akademickiego w świetle koncepcji układów bipolarnych*, Uniwersytet Pedagogiczny w Krakowie, Prace Monograficzne 539, Kraków.
- BPRW, 2001, Biuro Planowania Rozwoju Warszawy, *Studium systemu komunikacyjnego dla miasta Łodzi*, Warszawa.
- BPRW, 2010, Biuro Planowania Rozwoju Warszawy, *Aktualizacja modelu ruchu kołowego indywidualnego dla Warszawy dla szczytu porannego i popołudniowego na rok 2010*, Warszawa.
- Brzeziński A., 1999, *Ruch na drogach szybkiego ruchu w otoczeniu miast, cz. I – metoda analiz*, Transport Miejski, 2.
- Bul R., 2014, *Migracje wahadłowe ludności w aglomeracji poznańskiej*, Biblioteka Aglomeracji Poznańskiej, 24, Bogucki Wydawnictwo Naukowe, Poznań.
- Button K.J., Pearman A.D., Fowkes A.S., 1982, *Car ownership modelling and forecasting*, Gower, Aldershot.
- Cascetta E., 2010, *Traffic assignment: O-D estimation from traffic counts*, Handouts of Course on Advanced Modeling and Simulation of Transportation Networks, Sorrento.

- Chmielewski T., Śleszyński P., Chmielewski S., Kułak A., 2018, *Ekologiczne i fizjonomiczne koszty bezładu przestrzennego*, Prace Geograficzne, 264, IGiPZ PAN, Warszawa.
- Chojnicki Z., 1966, *Zastosowanie modeli grawitacji i potencjału w badaniach przestrzenno-ekonomicznych*, Studia, 14, KPZK PAN, Warszawa, 127 ss.
- Chojnicki Z., Czyż T., Ratajczak W., 2011, *Model potencjału. Podstawy teoretyczne i zastosowania w badaniach przestrzenno-ekonomicznych oraz regionalnych*, Bogucki Wydawnictwo Naukowe, Poznań, 170 s.
- Choo S., Mokhtarian P., 2004, *What type of vehicle do people drive? The role of attitude and lifestyle in influencing vehicle type choice*, Transportation Research – Part A, 38, s. 201-222.
- Chrzanowska A., Rochmińska A., 2012, *Zachowania nabywcze i przestrzenne klientów Galerii Łódzkiej w Łodzi*, Acta Universitatis Lodziensis, Folia Geographica Socio-Economica 12, s. 203-219 (<http://foliags-o.geo.uni.lodz.pl/folia12/chrzanowska.pdf>).
- Dargay J.M., 2001, *The effect of income on car ownership: evidence of asymmetry*, Transportation Research, Part A, 35, s. 807-821.
- Dargay J.M., Clark S., 2012, *The determinants of long distance travel in Great Britain*, Transportation Research Part A: Policy and Practice 46, 3, 576-587.
- De Jong G.C., 1990, *An indirect utility model of car ownership and private car use*, European Economic Review, 34, s. 971-985.
- Dojazdy do pracy NSP, 2014, Narodowy Spis Powszechny Ludności i Mieszkań 2011, GUS, Warszawa.
- Dojazdy do pracy w 2010 roku na podstawie BAEL, 2011, Materiał na konferencję prasową w dniu 22 grudnia 2011 roku, GUS ([http://stat.gov.pl/cps/rde/xbcr/gus/pw\\_dojazdy\\_do\\_pracy\\_w\\_2010\\_r\\_na\\_podstawie\\_BAEL.pdf](http://stat.gov.pl/cps/rde/xbcr/gus/pw_dojazdy_do_pracy_w_2010_r_na_podstawie_BAEL.pdf)).
- Downes J.D., 1980, *Life cycle in household structure and travel characteristics*, Transport and Road Research Laboratory Report, LR930.
- Działek J., Guzik R., Gwosdz K., Kocaj A., Panecka M., Sykała Ł., 2015, *Powiązania funkcjonalne i ciężenia do miast*, [w:] R. Guzik, A. Kołoś (red.), *Relacje funkcjonalno-przestrzenne między ośrodkami miejskimi i ich otoczeniem w województwie pomorskim*, Pomorskie Studia Regionalne, Urząd Marszałkowski Województwa Pomorskiego, Gdańsk, s. 269–304.
- Elektroniczny rozkład jazdy PKP działające w aplikacji HAFAS (HaCon Fahrplan-Auskunfts-System) dla okresu: 12.2009-12.2010.*
- Entuzjaści i bywalcy. Generacja X i Y w galeriach handlowych. Style zakupowe w różnicach pokoleniowych i geograficznych*, 2015, Atrium European Real Estate, JLL.
- EU transport in figures*, Statistical Pocketbook 2012 (<http://ec.europa.eu/transport/facts-fundings/statistics/doc/2012/pocketbook2012.pdf>).
- Ewert U.C., Prskawetz A., 2002, *Can regional variations in demographic structure explain regional differences in car use? A case study in Austria*, Population and Environment, 23, s. 315-345.
- Fortheringham A.S., 1986, *Modelling hierarchical destination choice*, Environment and Planning A, vol. 18, s. 401-418.
- Fortheringham A.S., 1983, *A new set of spatial-interaction models: the theory of competing destinations*, Environment and Planning A, vol. 15, s. 15-36.
- Frändberg L., Vilhelmson B., 2011, *More or less travel: personal mobility trends in the Swedish population focusing gender and cohort*, Journal of Transport Geography, 19, s. 1235-1244.
- Gaca S., Suchorzewski W., Tracz M., 2008, *Inżynieria ruchu drogowego. Teoria i praktyka*, WKiŁ, Warszawa.

- Garber N., *Traffic and Highway Engineering*, Third Edition, University of Virginia, Thomson Learning, Pacific Groove, 2002.
- Gawryszewski A., Korcelli P., Nowosielska E., 1998, *Funkcje metropolitalne Warszawy*, Zeszyty Instytutu Geografii i Przestrzennego Zagospodarowania PAN, 53, Warszawa, 144 ss.
- Gdańsk, 2012, *Transportowy model symulacyjny Miasta Gdańska, Raport wyników*, Biuro Rozwoju Gdańska, Fundacja Rozwoju Inżynierii Lądowej.
- Generalny Pomiar Ruchu*, 2010, Generalna Dyrekcja Dróg Krajowych i Autostrad.
- Giuliano G., Dargay J., 2006, *Car ownership, travel and land use: a comparison of the US and Great Britain*, Transportation Research, Part A, 40, s. 106-124.
- Gołachowski S., Kostrubiec B., Zagożdżon A., 1974, *Metody badań geograficzno-osadniczych*, PWN, Warszawa.
- Gruchociak H., 2013, *Delimitacja lokalnych rynków pracy w Polsce z wykorzystaniem modelowania wielopoziomowego*, Praca doktorska, UE w Poznaniu, Poznań.
- Guzik R., 2015, *Dojazdy do pracy w województwie małopolskim 2006-2011*, Wojewódzki Urząd Pracy, Kraków.
- Guzik R., Wiedermann K., 2012, *Powiązania w zakresie dojazdów do pracy*, [w:] R. Guzik (red.), *Czynniki i ograniczenia rozwoju miast województwa pomorskiego w świetle relacji przestrzennych i dostępności komunikacyjnej*, Urząd Marszałkowski Województwa Pomorskiego, Gdańsk, s. 67-100.
- Halás M., 2014, *Modelovanie priestorového usporiadania a dichotómie centrum – periféria*, Geografie, 119, 384-405.
- Hagman O., 2006, *Morning queues and parking problems. On the broken promises of the automobile*, Mobilities, 1, s. 63-74.
- Heller J., Bogdański M., 2013, *Pochodzenie terytorialne studentów Uniwersytetu Warmińsko-Mazurskiego w kontekście kształtowania się makroregionu funkcjonalnego Olsztyna*, Studia Regionalne i Lokalne 4(54), s. 82-104.
- Ilnicki D., 2008, *Przestrzenne aspekty funkcjonowania wyższych uczelni w Polsce*, [w:] T. Markowski, D. Drzazga (red.), *Rola wyższych uczelni w rozwoju społeczno-gospodarczym i przestrzennym miast*, Studia KPZK PAN, tom CXXI, Warszawa, s. 33-44.
- Ingram K.G., Zhi Liu, 1999, *Vehicles, roads and road use. Alternative empirical specifications*, Policy Research Working paper 2036, The World Bank.
- Kamińska W., 2006, *Pozarolnicza indywidualna działalność gospodarcza w Polsce w latach 1988-2003*, Prace Geograficzne, 203, IGiPZ PAN, Warszawa.
- Kaufmann V., 2002, *Re-thinking mobility*, Ashgate, Burlington.
- Kaufmann V., Bergman M.M., Joye D., *Motility: Mobility as Capital*, International Journal of Urban and Regional Research 28(4), s745-756, February 2004.
- Kisiała W., Kudlak R., Gadziński J., Dyba W., Kołsut B., Strykiewicz T., 2017, *An attempt to model the demand for new cars in Poland and its spatial differences*, Economics and Business Review, 3(17), 4, s. 111-127.
- Kistowski M., Śleszyński P., 2010, *Presja turystyczna na tle walorów krajobrazowych Polski, Krajobraz a turystyka*, Prace Komisji Krajobrazu Kulturowego PTG, 14, Komisja Krajobrazu Kulturowego PTG, Sosnowiec, s. 36-51.
- Knap R., *Centra handlowe – rynek, konsument i kariera*, Prezentacja na stronie <http://www.zo.ue.poznan.pl/pliki/Knap2.pdf>
- Komornicki T., 2003, *Factors of development of car ownership in Poland*, Transport Reviews, 23, 4, Taylor and Francis, London, s. 413-432.
- Komornicki T., 2006, *Regionalne zróżnicowanie poziomu motoryzacji w świetle danych GUS – ocena krytyczna*, [w:] T. Komornicki, Z. Podgórski (red.), *Idee i praktyczny uniwersalizm w geografii. Geografia społeczno-ekonomiczna. Dydaktyka*, Dokumentacja Geograficzna, 33, IGiPZ PAN, Warszawa.

- Komornicki T., 2010, *Przepływy osób i towarów przez polski odcinek zewnętrznej granicy Unii Europejskiej*, raport końcowy z projektu badawczego MNiSW.
- Komornicki T., 2011, *Przemiany mobilności codziennej Polaków na tle rozwoju motoryzacji*, Prace Geograficzne, 227, IGiPZ PAN, Warszawa, s. 144.
- Komornicki T., Korcelli P., Siłka P., Śleszyński P., Świątek D., 2013, *Powiązania funkcjonalne pomiędzy polskimi metropoliami*, IGiPZ PAN, Warszawa.
- Komornicki T., Rosik P., Stępnia M., Śleszyński P., 2014, *Zweryfikowana metodologia szacowania WMDT*. Raport przygotowany w ramach I etapu projektu: *Oszacowanie oczekiwanych rezultatów interwencji za pomocą miar dostępności transportowej dostosowanych do potrzeb dokumentów strategicznych i operacyjnych dot. Perspektywy finansowej 2014-2020*, Warszawa ([https://www.ewaluacja.gov.pl/Dokumenty\\_ewaluacyjne/Documents/Zweryfikowana\\_metodologia\\_szacowania\\_WMDT\\_etapI.pdf](https://www.ewaluacja.gov.pl/Dokumenty_ewaluacyjne/Documents/Zweryfikowana_metodologia_szacowania_WMDT_etapI.pdf)).
- Komornicki T., Rosik P., Stępnia M., Śleszyński P., Goliszek S., Pomianowski W., Kowalczyk K., 2018, *Ewaluacja i monitoring zmian dostępności transportowej w Polsce z wykorzystaniem wskaźnika WMDT*, Ministerstwo Inwestycji i Rozwoju, Warszawa, 90 ss.
- Komornicki T., Śleszyński P., 2009, *Typologia obszarów wiejskich pod względem powiązań funkcjonalnych i relacji miasto-wieś*, [w:] J. Bański (red.), *Analiza zróżnicowania i perspektyw rozwoju obszarów wiejskich w Polsce do 2015 roku*, Studia Obszarów Wiejskich, 16, s. 9-38.
- Komornicki T., Śleszyński P., Pomianowski W., Rosik P., Siłka P., 2008, *Opracowanie metodologii liczenia wskaźnika międzygałęziowej dostępności transportowej terytorium Polski oraz jego oszacowanie*, PAN IGiPZ, Warszawa, 54 ss.
- Komornicki T., Śleszyński P., Rosik P., Pomianowski W., 2010, *Dostępność przestrzenna jako przesłanka kształtowania polskiej polityki transportowej*, Biuletyn KPZK 241, Komitet Przestrzennego Zagospodarowania Kraju PAN, 167 ss., Warszawa,
- Kowalewski A., Mordasewicz J., Osiatyński J., Reguński J., Stępień J., Śleszyński P., 2014, *Ekonomiczne straty i społeczne koszty niekontrolowanej urbanizacji w Polsce – wybrane fragmenty raportu*, Samorząd Terytorialny, 25, 4, s. 5-21.
- Krajowe i zagraniczne wyjazdy Polaków w 2010 roku*, 2011, Instytut Turystyki Sp. z o.o.
- Krajowy Model Ruchu*, 2007, Politechnika Warszawska, opracowany w oparciu o Generalny Pomiar Ruchu 2005.
- Kraków, 2004, PBS, *Kompleksowe Badania Ruchu - Kraków 2003*, *Przetwarzanie wyników badań, Modelowanie ruchu*, Sopot.
- Kruszka K. (red.), 2010, *Dojazdy do pracy w Polsce. Terytorialna identyfikacja przepływów ludności związanych z zatrudnieniem*, Ośrodek Statystyki Miast Urzędu Statystycznego w Poznaniu
- Krych A., 2010, *Słownictwo kompleksowych badań i modelowania potoków ruchu*, referat opublikowany w materiałach konferencyjnych II Ogólnopolskiej Konferencji Naukowo-Technicznej Modelowanie podróży i prognozowanie ruchu, Kraków, 18-19.11.2010.
- Kudłak R., Kisiała W., Gadziński J., Dyba W., Kołsut B., Stryjakiewicz T., 2017, *Społeczno-ekonomiczne i przestrzenne uwarunkowania popytu na nowe samochody w Polsce*, Studia Regionalne i Lokalne, 2(68), s. 119-139.
- Kulpa T., 2013, *Modelowanie potencjałów ruchotwórczych w drogowych przewozach ładunków w skali regionu*, Praca doktorska, Politechnika Krakowska, Kraków.
- Kuźnar M., Wyrzecz E., 2015, *Międzymiastowe środki transportu wykorzystywane przez studentów Politechniki Krakowskiej*, Logistyka 3, s. 2706-2714.



- Last J., Manz W., 2003, *Unselected mode alternatives: What drives modal choice in long-distance passenger transport?*, Conference Paper, 10th Interantional Conference on Travel Behaviour Research.
- Lijewski T., 1998, *Rozmieszczenie ruchu drogowego w Polsce*, Prace Komisji Geografii Komunikacji PTG, Tom IV, Warszawa-Rzeszów, s. 57-66.
- Limtanakool N., Dijst M., Schwanen T., 2006, *The influence of socio-economic characteristics, land use and travel time considerations on mode choice for medium- and longer-distance trips*, Journal of Transport Geography, 14, s. 327-341.
- Maat K., Timmermans H.J.P., 2009, *Influence of the residential and work environment on car use in dual-earner households*, Transportation Research Part A, 43, s. 654-664.
- Małopolska, 2013, *Opracowanie symulacyjnych modeli system transportowego województwa dla celów prognostycznych, w tym dla oceny scenariuszy rozwoju infrastruktury system I wariantów obsługi komunikacyjnej*, Edycja IV – wersja finalna, Kraków.
- Marcinowicz D., Kaczmarek M., 2008, *Student jako konsument. Ekonomiczne aspekty studiowania w Poznaniu*, [w:] T. Markowski I D. Draszga (red.), *Rola wyższych uczelni w rozwoju społeczno-gospodarczym i przestrzennym miast*, Studia KPZK PAN, tom CXXI, Warszawa, s. 162-171.
- Matas A., Raymond J.-L., 2008, *Changes in the structure of car ownership in Spain*, Transportation Research, Part A, 42, s. 187-202.
- Menes E., 2001, *Społeczno-ekonomiczne aspekty rozwoju motoryzacji indywidualnej w Polsce*, Przegląd Komunikacyjny, 1, Warszawa, s. 1-6.
- Menes M., 2014, *Czynniki determinujące i wielkość średniorocznych przebiegów samochodów osobowych w krajach wysoko zmotoryzowanych*, Transport Samochodowy 1, s. 15-32.
- Menes M., 2015, *Wyniki badań średniorocznych przebiegów samochodów osobowych w Polsce w roku 2014*, Przegląd Komunikacyjny, 5, s. 6-10.
- Meurs H., Haaijer R., 2001, *Spatial structure and mobility*, Transportation Research Part D, 6, s. 429-446.
- Miasta w liczbach 2010, 2012*, GUS, Warszawa.
- Międzygminna macierz wymeldowań i zameldowań*, GUS, Warszawa (dane coroczne).
- Migracje wewnętrzne ludności, 2014*, Narodowy Spis Powszechny Ludności i Mieszkań 2011, Warszawa.
- Misztal S., 1997, *Przekształcenia struktury przemysłu Warszawy*, Atlas Warszawy, 6, IGiPZ PAN, Warszawa
- Mobilität in Deutschland 2008*, Tabellenband, Bundesministerium für Verkehr, Bau und Stadtentwicklung.
- Mobilność i preferencje migracyjne Polaków, 2010*, CBOS, Warszawa ([http://www.cbos.pl/SPISKOM.POL/2010/K\\_026\\_10.PDF](http://www.cbos.pl/SPISKOM.POL/2010/K_026_10.PDF)).
- Moseley M.J., 1979, *Accessibility: the rural challenge*, London, Methuen.
- Munkoe M.M., 2017, *Regulating the European Sharing Economy: State of Play and Challenges*, Intereconomics, January 2017, 52/1, s. 38-44, <https://link.springer.com/article/10.1007/s10272-017-0641-3>.
- Niedzielski M., Śleszyński P., 2008, *Analyzing accessibility by transport mode in Warsaw*, Geographia Polonica, 81(2), s. 61-78.
- Olsztyn, 2006, *Badanie zachowań i preferencji komunikacyjnych mieszkańców Olsztyna, Główne wyniki badania*, PBS DGA Sp. z o.o., Sopot-Warszawa.
- Paradysz J., 2009, *Błędy pokrycia w Narodowych Spisach Powszechnych*, [w:] J. Kolonko, W. Gamrot (red.), *Statystyka w praktyce społeczno-gospodarczej*, Wydawnictwo Akademii Ekonomicznej w Katowicach, Katowice, s. 65-76.

- Pasaoglu G., Fiorello D., Martino A., Scarcella G., Alemanno A., Zubaryeva A., Thiel C., 2012, *Driving and parking patterns of European car drivers – a mobility survey*, JRC Scientific and Policy Reports, EC JRC, Institute for Energy and Transport.
- Pietrzak M., 1999, *Geoekologiczne podstawy badania i planowania krajobrazu rekreacyjnego*, Bogucki Wyd. Naukowe, Poznań.
- Podróże służbowe w Polsce 2012*, 2012, *Optymalizacja kosztów noclegu i transportu*, Report Business Travel Cards
- Polish Retail Guide, 2014, *Przewodnik po rynku handlowym w Polsce Wiosna 2014*, DTZ ([http://bpcc.org.pl/uploads/publication\\_attachment\\_translation/attachment/141/ccce0e3f-cc81-424a-887d-1a0e9fe93e80\\_dtz-polish-retail-guide-spring-2014.pdf](http://bpcc.org.pl/uploads/publication_attachment_translation/attachment/141/ccce0e3f-cc81-424a-887d-1a0e9fe93e80_dtz-polish-retail-guide-spring-2014.pdf)).
- Polk M., 2004, *The influence of gender on daily car use and on willingness to reduce car use in Sweden*, Journal of Transport Geography, 12, s. 185-195.
- Polska Roczny Raport Rynku Nieruchomości. Powierzchnie handlowe*, 2010, Colliers International ([www.propertynews.pl/media/plik/632.html](http://www.propertynews.pl/media/plik/632.html)).
- Potrykowski M., 1980, *Modele grawitacji i potencjału w badaniach przestrzenno-transportowych*, [w:] *Metody ilościowe i modele w geografii transportu*, Przegląd Zagranicznej Literatury Geograficznej, 1980, z. 4, Wrocław-Warszawa-Kraków-Gdańsk, Wydawnictwo PAN.
- Potrykowski M., Taylor Z., 1982, *Geografia transportu. Zarys problemów, modeli i metod badawczych*, PWN, Warszawa, 266 s.
- Poznań, 2013, *Badania i opracowanie planu transportowego aglomeracji poznańskiej, Etap I*, Biuro Inżynierii Transportu Pracownie Projektowe sp.j., MillwardBrown S.A.
- Pracujący w gospodarce narodowej w 2010 r.*, 2011, Główny Urząd Statystyczny, Warszawa.
- Przeciętna dobowa liczba pociągów na sieci zarządzanej przez PKP Polskie Linie Kolejowe S.A.*, baza danych PKP PLK S.A.
- Przepływy ludności związane z zatrudnieniem w Polsce w 2006 r.*, 2009, Urząd Statystyczny w Poznaniu.
- Rauhut D., Komornicki T., 2015., *The Challenge of SSGI Provision in Rural Areas*, ERSA conference papers ersa15p274, European Regional Science Association; [https://www.econstor.eu/bitstream/10419/124605/1/ERSA2015\\_00274.pdf](https://www.econstor.eu/bitstream/10419/124605/1/ERSA2015_00274.pdf).
- Ratajczak W., 1999, *Modelowanie sieci transportowych*, Bogucki Wydawnictwo Naukowe, Poznań, 274 s.
- Rich J., Mabit S.L., 2011, *A long-distance travel demand model for Europe*, EJTIR, 12 (1), s. 1-20.
- Rohr Ch., Fox J., Daly A., Patrui B., Patil S., Tsang F., 2010, *Modelling long-distance travel in the UK*, Association for European Transport and contributors (<http://abstracts.aetransport.org/paper/download/id/3371>).
- Romanowska A., Jamroz K., 2012, *Ruchotwórczość wielkopowierzchniowych obiektów handlowych trzeciej generacji na przykładzie Trójmiasta*, Zeszyty Naukowo-Techniczne SITK, Oddział w Krakowie; seria Materiały Konferencyjne nr 2(98), *Modelowanie podróży i prognozowanie ruchu*, Kraków.
- Romanowska A., Jamroz K., Budziszewski T., 2012, *Problemy modelowania liczby podróży generowanych i absorbowanych na przykładzie Gdańska*, Zeszyty Naukowo-Techniczne SITK, Oddział w Krakowie; seria Materiały Konferencyjne nr 1(97), *Modelowanie podróży i prognozowanie ruchu*, Kraków.
- Rosik P., 2012, *Dostępność lądowa przestrzeni Polski w wymiarze europejskim*, Prace Geograficzne 231, IGiPZ PAN, Warszawa, 310 ss.

- Rosik P., Komornicki T., Stępnia M., Śleszyński P., Goliszek S., Pomianowski W., Kowalczyk K., 2018, *Evaluation and monitoring of accessibility changes in Poland using the MAI indicator*, Ministry of Investment and Economic Development, Warsaw, 91 ss.
- Rosik P., Kowalczyk K., 2015, *Rozwój infrastruktury drogowej i kolejowej a przesunięcie modalne w Polsce w latach 2000-2010*, Prace Geograficzne 248, IGiPZ PAN, Warszawa, 215 ss.
- Rosik P., Pomianowski W., Goliszek S., Stępnia M., Kowalczyk K., Guzik R., Kołoś A., Komornicki T., 2017, *Multimodalna dostępność transportem publicznym gmin w Polsce (MULTIMODACC)*, Prace Geograficzne, 258, IGiPZ PAN, Warszawa, 303 ss.
- Rosik P., Stępnia M., 2015, *Monitoring of changes in road potential accessibility at municipality level in Poland, 1995-2015*, Geographia Polonica, 88, 4 s. 607-620.
- Rosik P., Stępnia M., Wiśniewski R., 2010, *Dojazdy do pracy do Warszawy i Białegostoku – alternatywne podejście metodologiczne*, Studia Regionalne i Lokalne, 2, s. 77-98.
- Rosik P., Śleszyński P., 2009, *Wpływ zaludnienia w otoczeniu drogi, ukształtowania powierzchni terenu oraz natężenia ruchu na średnią prędkość jazdy samochodem osobowym*, Transport Miejski i Regionalny, 10, s. 26-31.
- Ruch graniczny oraz przepływ towarów i usług na zewnętrznej granicy Unii Europejskiej na terenie Polski w 2010 r.*, 2011, GUS, US w Rzeszowie, Warszawa-Rzeszów.
- Ruch graniczny oraz wydatki cudzoziemców w Polsce i Polaków za granicą w 2014 r.*, 2015, GUS, Warszawa-Rzeszów.
- Rudnicki A., 2010, *Zrównoważona mobilność a rozwój przestrzenny miasta*, Czasopismo techniczne, 107, 1-A, s. 57-74.
- Rudnicki A., 2014, *Porównanie modeli podróży dla wybranych dużych polskich miast*, Zeszyty Naukowo-Techniczne SITK, Oddział w Krakowie, seria Materiały Konferencyjne 1(103), *Modelowanie podróży i prognozowanie ruchu*, Kraków.
- Rykiel Z., 1985, *Zagadnienia regionalnych systemów osadniczych*, Studia KPZK PAN, 88, Warszawa.
- Sakson B., 1998, *Szacunek rzeczywistej liczby Polaków, którzy opuścili kraj w latach 1981-1989 na podstawie danych Systemu Ewidencji Ruchu Paszportowego*, Studia Demograficzne, 1 (131), s. 27-66.
- Sarbiewska J., Mokrzański M., Konarski A., 2012, *Tworzenie modeli podróży i prognozowanie ruchu na przykładzie miasta Szczecin*, Zeszyty Naukowo-Techniczne SITK, Oddział w Krakowie, seria Materiały Konferencyjne 1(97), *Modelowanie podróży i prognozowanie ruchu*, Kraków.
- Scheiner J., 2010, *Interrelations between travel mode choice and trip distance: trends in Germany 1976-2002*, Journal of Transport Geography, 18, s. 75-84.
- Singh L.K., 2008, *Fundamental of tourism and travel*, Gyan Publishing House, Delhi.
- Spiekermann K., Wegener M., Květoň V., Marada M., Schürmann C., Biosca O., Ulied Segui A., Antikainen H., Kotavaara O., Rusanen J., Bielańska D., Fiorello D., Komornicki T., Rosik P., Stępnia M., 2015, *TRACC Transport Accessibility at Regional/Local Scale and Patterns in Europe, Final Report*, ESPON Applied Research.
- Stępnia M., Rosik P., 2013, *Accessibility improvement, territorial cohesion and spillovers: a multidimensional evaluation of two motorway sections in Poland*. Journal of Transport Geography 31, 154-163.
- Stępnia M., Rosik P., 2018, *The role of transport and population components in change in accessibility: the influence of the distance decay parameter*, Networks and Spatial Economics, 18, 2 s. 291-312.
- Stępnia M., Wiśniewski R., Goliszek S., Marcińczak S., 2017, *Dostępność przestrzenna do usług publicznych w Polsce*, 356 ss.

- Strykiewicz T., Kudlak R., Gadziński J., Kołsut B., Dyba W., Kisiała W., 2017, *Czasoprzestrzenna analiza rynku nowych samochodów osobowych w Polsce*, Prace Komisji Geografii Przemysłu Polskiego Towarzystwa Geograficznego, 31 (3), s. 64-79, <https://doi.org/10.24917/20801653.313.5>.
- Studium układu dróg szybkiego ruchu w Polsce, układ kierunkowy horyzont 2025 rok, wraz z analizą podziału funkcjonalnego całej sieci drogowej Polski – udostępnienie jednolitych danych wejściowych do prognoz ruchu, 2007, Politechnika Warszawska.
- Suchecki B. (red. nauk.), 2010, *Ekonometria przestrzenna. Metody i modele analizy danych przestrzennych*, C.H. Beck, Warszawa, 359 s.
- Szarata A., 2006, *Ocena efektywności funkcjonalnej systemu parkingów przesiadkowych (P+R)*, rozprawa doktorska, Politechnika Krakowska, rozdział 4.
- Szarata A., 2010a, *Kalibracja i możliwości weryfikacji wyników Kompleksowych Badań Ruchu narzędziami symulacyjnymi*, Kompleksowe badania ruchu – teoria i praktyka – doświadczenia miast polskich, Zeszyty naukowo-techniczne, SliTK RP Oddział w Krakowie; Materiały konferencyjne, 93, 152, Kraków, s. 193-204.
- Szarata A., 2010b, *Kalibracja więzby ruchu w oparciu o pomiary przekrojowe*, VII Konferencja Naukowo-Techniczna Systemy Transportowe – Teoria i Praktyka.
- Szarata A., 2012, *Badania ankietowe dotyczące zjawiska ruchu wzbudzonego w podróży transportem zbiorowym*, Drogi: budownictwo infrastrukturalne, 6 (8), s. 36-45.
- Szarata A., 2013, *Modelowanie podróży wzbudzonych oraz tłumionych zmianą stanu infrastruktury transportowej*, Seria Inżynieria Łądowa, Politechnika Krakowska, Monografia 439, Kraków.
- Szczecin, 2010, *Kompleksowe Badania Ruchu w Szczecinie*, [http://bip.um.szczecin.pl/chapter\\_11124.asp?soid=DFD7E3651BF74AD0824410CF5F8E4944](http://bip.um.szczecin.pl/chapter_11124.asp?soid=DFD7E3651BF74AD0824410CF5F8E4944).
- Szkołnictwo wyższe w Polsce, 2013, MNiSW, [https://www.nauka.gov.pl/g2/oryginal/2013\\_07/0695136d37bd577c8ab03acc5c59a1f6.pdf](https://www.nauka.gov.pl/g2/oryginal/2013_07/0695136d37bd577c8ab03acc5c59a1f6.pdf).
- Śleszyński P., 2001, *Percepcja atrakcyjności wizualnej krajobrazu okolic Pińczowa*, Przegląd Geograficzny, 73, 3, s. 371-388.
- Śleszyński P., 2005, *Różnice liczby ludności ujawnione w Narodowym Spisie Powszechnym 2002*, Przegląd Geograficzny, 77, 2, s. 193-212.
- Śleszyński P., 2007, *Szacowanie liczby i rozmieszczenia pracujących w dużym mieście na przykładzie Warszawy*, Przegląd Geograficzny 79, z. 3-4, s. 533-566.
- Śleszyński P., 2009, *Zaludnienie i zróżnicowanie rzeźby terenu w modelowaniu prędkości ruchu w transporcie drogowym*, Przegląd Komunikacyjny, 5, s. 26-32.
- Śleszyński P., 2010, *Studium szacunku liczby i rozmieszczenia pracujących w Krakowie*, Biuletyn KPZK PAN, 243, KPZK PAN, Warszawa, 103 s.
- Śleszyński P., 2011a, *Economic linkages*, [w:] T. Komornicki, P. Siłka (red.), *Functional linkages between Polish metropolises*, *Studia Regionalia*, 29, s. 49-64.
- Śleszyński P., 2011b, *Social linkages*, [w:] T. Komornicki, P. Siłka (red.), *Functional linkages between Polish metropolises*, *Studia Regionalia*, 29, s. 65-80.
- Śleszyński P., 2011c, *Oszacowanie rzeczywistej liczby ludności gmin województwa mazowieckiego z wykorzystaniem danych ZUS*, *Studia Demograficzne*, 2, s. 35-57.
- Śleszyński P., 2012a, *Struktura przestrzenna dojazdów pracowniczych w Polsce w 2006 r.*, [w:] P. Rosik, R. Wiśniewski (red.), *Dostępność i mobilność w przestrzeni*, IGiPZ PAN, Warszawa, s. 23-33.
- Śleszyński P., 2012b, *Kierunki dojazdów do pracy*, *Wiadomości Statystyczne*, 11, s. 59-75.
- Śleszyński P., 2012c, *Warszawa i Obszar Metropolitalny Warszawy a rozwój Mazowsza*, *Trendy Rozwojowe Mazowsza*, 8, Mazowieckie Biuro Planowania Regionalnego, Warszawa, 160 s.

- Śleszyński P., 2013a, *Warszawa jako ośrodek dojazdów pracowniczych*, *Studia Regionalne i Lokalne*, 51, 1, s. 5-25 ([http://www.studreg.uw.edu.pl/pdf/2013\\_1\\_sleszynski.pdf](http://www.studreg.uw.edu.pl/pdf/2013_1_sleszynski.pdf))
- Śleszyński P., 2013b, *Prawidłowości zróżnicowań przestrzennych emigracji zagranicznej z Polski po 1989 r.*, *Studia Migracyjne-Przegląd Polonijny*, 39, 3, s. 37-62.
- Śleszyński P., 2014, *Procesy suburbanizacji w Polsce a polityka przestrzenna i regionalna*, [w:] A. Wolaniuk (red.), *Centra i peryferie w okresie transformacji ustrojowej*. XXVII Konwersatorium Wiedzy o Mieście, Wydawnictwo Uniwersytetu Łódzkiego, Łódź, s. 11-26
- Śleszyński P., 2016, *Współczesne i prognozowane uwarunkowania demograficzno-migracyjne w rozwoju miejskiego systemu osadniczego Polski*, *Konwersatorium Wiedzy o Mieście*, 1, s. 97-106.
- Śleszyński P., Komornicki T., 2016, *Klasyfikacja funkcjonalna gmin Polski na potrzeby monitoringu planowania przestrzennego*, *Przegląd Geograficzny*, 2016, 88, 4, s. 469-488.
- Śleszyński P., Rosik P., 2013, *Struktura drogowego ruchu dojazdowego do Warszawy w świetle badań kordonowych*, *Transport Miejski i Regionalny*, 7, s. 34-41, ([http://www.tmir.sitkrp.org.pl/tmir/images/pdf/2013/gazeta\\_07\\_2013\\_druk.pdf](http://www.tmir.sitkrp.org.pl/tmir/images/pdf/2013/gazeta_07_2013_druk.pdf))
- Taylor Z., 1999, *Przestrzenna dostępność miejsc zatrudnienia, kształcenia i usług a codzienna ruchliwość ludności wiejskiej*, *Prace Geograficzne*, 171, IGiPZ PAN, Warszawa.
- Turystyka i wypoczynek w gospodarstwach domowych w 2009 r.*, 2010, GUS, Warszawa.
- Ubyśz A., 2008, *Prognozowanie zużycia paliwa w samochodzie osobowym w ruchu rzeczywistym*, *Wyd. Politechniki Krakowskiej*, z. 6 – *Mechanika 2008*, zeszyt 10 (105), s. 209-218.
- Understanding the drivers of road travel: current trends in and factors behind roads use*, 2015, Department for Transport ([https://www.gov.uk/government/uploads/system/uploads/attachment\\_data/file/395722/understanding-the-drivers-road\\_travel.pdf](https://www.gov.uk/government/uploads/system/uploads/attachment_data/file/395722/understanding-the-drivers-road_travel.pdf)).
- WBR, 2005, *Warszawskie Badanie Ruchu wraz z opracowaniem modelu ruchu*, BPRW S.A., Warszawa.
- Węclawowicz G., Bański J., Degórski M., Komornicki T., Korcelli P., Śleszyński P., 2006, *Przestrzenne zagospodarowanie Polski na początku XXI wieku*, *Monografie*, 6, IGiPZ PAN, Warszawa.
- Whelan G., 2007, *Modelling car ownership in Great Britain*, *Transportation Research Part A*, 41, s. 205-219.
- Więckowski M., 2010, *Turystyka na obszarach przygranicznych Polski*, IGiPZ PAN, *Prace Geograficzne* 224, Warszawa.
- Więckowski M., Michniak D., Bednarek-Szczepańska M., Chrenka B., Ira V., Komornicki T., Rosik P., Stępnik M., Szekely V., Śleszyński P., Świątek D., Wiśniewski R., 2012, *Pogranicze polsko-słowackie. Dostępność transportowa a turystyka*, IGiPZ PAN, *Geografický Ustav Slovenska Akademia Vied*, Warszawa-Bratysława, 314 s., 10 map + 1 CD-ROM.
- Więckowski M., Michniak D., Bednarek-Szczepańska M., Chrenka B., Ira V., Komornicki T., Rosik P., Stępanik M., Szekely V., Śleszyński P., Świątek D., Wiśniewski R., 2014, *Road accessibility to tourist destinations of the Polish-Slovak borderland: 2010-2030 prediction and planning*, *Geographia Polonica*, 87, 1, s. 5-26.
- Wiśniewski R., 2007, *Codziennie dojazdy do pracy do Białegostoku – założenia badawcze*, [w:] I. Kiniorska, S. Sala, *Rola geografii społeczno-ekonomicznej w badaniach regionalnych*, *Nauki Geograficzne w Badaniach Regionalnych*, 2, IG AŚ, Kielce, s. 441-450.
- Wiśniewski R., 2012a, *Codziennie dojazdy do pracy – metodyczne aspekty badania wielkości i struktury dojazdów na przykładzie Białegostoku*, *Studia Regionalne i Lokalne*, 49, 3, s. 50-64.



- Wiśniewski R., 2012b, *Demograficzne aspekty dojazdów do pracy na przykładzie Białegostoku i województwa podlaskiego*, [w:] P. Rosik, R. Wiśniewski (red.), *Dostępność i mobilność w przestrzeni*, IGiPZ PAN, Warszawa, s. 147-156.
- Wiśniewski R., 2013a, *Spoleczno-demograficzne uwarunkowania dojazdów do pracy do Białegostoku*, *Prace Geograficzne* 244, IGiPZ PAN, Warszawa, 164 s.
- Wiśniewski R., 2013b, *Metoda szacowania rzeczywistej liczby miejsc pracy i liczby pracujących*, *Polityka Społeczna*, 7, Warszawa, s. 14-19.
- Zahabi S.A.H., Miranda-Moreno L.F., Patterson Z., Barla P., 2012, *Evaluating the effects of land use and strategies for parking and transit supply on mode choice of downtown commuters*, *The Journal of Transport and Land Use*, 5 (2), s. 103-119.
- Zajac T., 2011, *Raport na temat przebiegu rekrutacji na studia na Uniwersytecie Warszawskim w roku 2011*, Załącznik nr 1 do protokołu nr 32 posiedzenia Senatu w dniu 14 grudnia 2011 r., Pracownia Ewaluacji Jakości Kształcenia na UW, Warszawa ([http://www.senat.uw.edu.pl/files/Materialy\\_2012/styczen/protokoly/Za%C5%82%C4%85cznik%20nr%201.pdf?short](http://www.senat.uw.edu.pl/files/Materialy_2012/styczen/protokoly/Za%C5%82%C4%85cznik%20nr%201.pdf?short)).
- Zborowski A., 2002, *Commuting in Southern Poland in the Period of System Transformations*, *Biuletyn Geograficzny*, 1, s. 133-144.
- Zimmer W., Schmied M., 2008, *Potentials for a modal shift from road to rail and ship – A methodological approach*, ETC/ACC Technical Paper 18.
- Zużycie energii w gospodarstwach domowych w 2009 r.*, 2012, GUS, Warszawa.
- Żurkowski A., 2009, *Modelowanie przewozów międzyaglomeracyjnych*, *Problemy Kolejnictwa*, zeszyt 148, Warszawa, s. 5-47.

<https://www.gov.uk/government/statistical-data-sets/nts99-travel-by-region-and-area-type-of-residence>

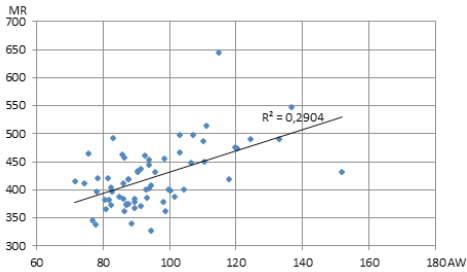
[https://www.gov.uk/government/uploads/system/uploads/attachment\\_data/file/457752/nts2014-01.pdf](https://www.gov.uk/government/uploads/system/uploads/attachment_data/file/457752/nts2014-01.pdf)

<https://www.skyscrapercity.com>

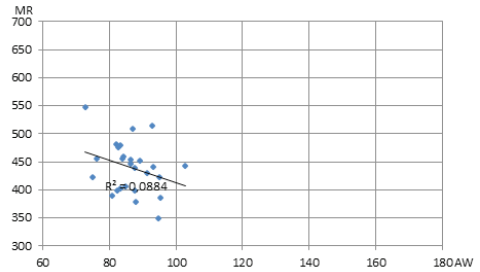
## ANEKS STATYSTYCZNY

### KORELACJE WYBRANYCH ZMIENNYCH SPOŁECZNO-EKONOMICZNYCH Z POZIOMEM MOTORYZACJI

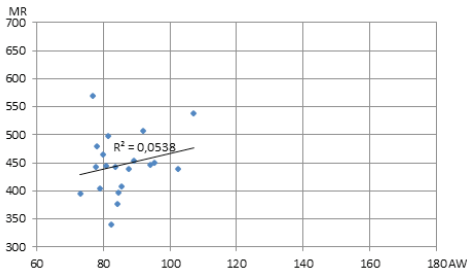
Przeciętne miesięczne wynagrodzenia brutto (AW; zł) a poziom motoryzacji (MR; sam.osob./1000 mieszk.) dla sześciu grup peryferyjności



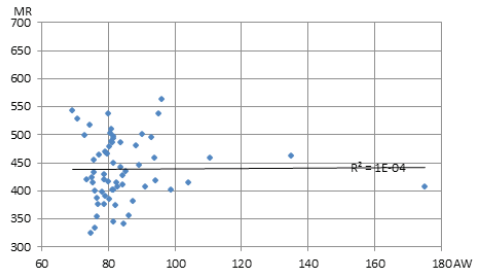
6 - rdzeń



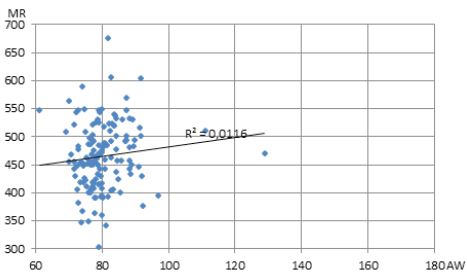
5



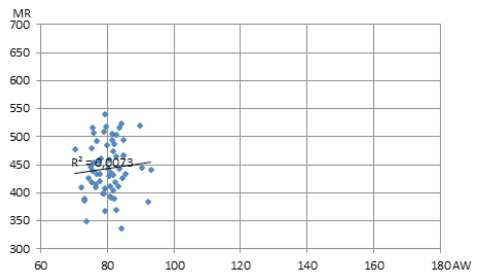
4



3

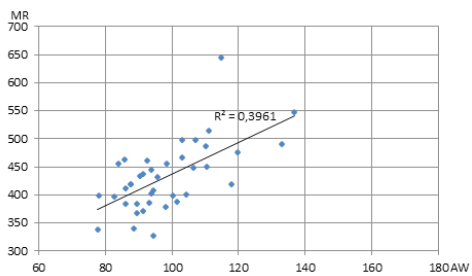


2

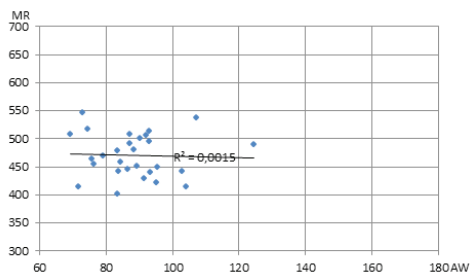


1 - peryferie

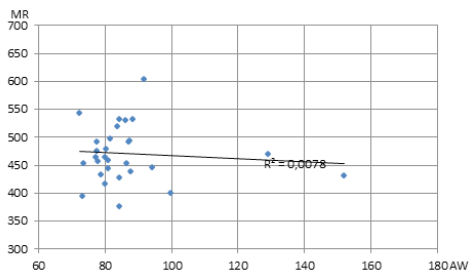
Ryc. I. Wskaźnik POPDEN



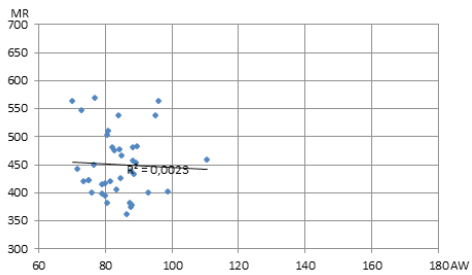
6 - rdzeń



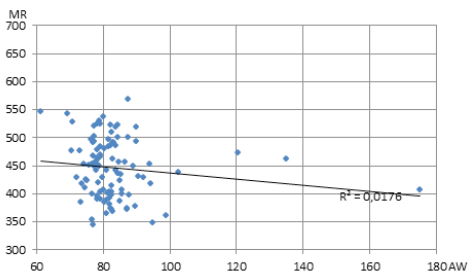
5



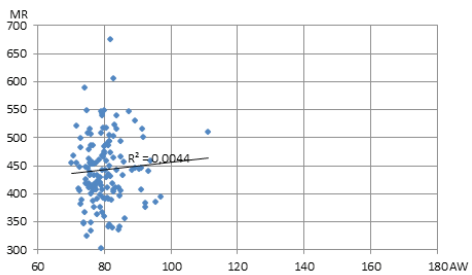
4



3

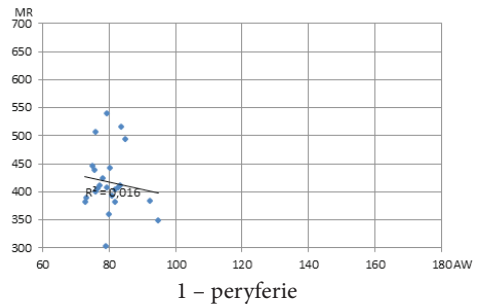
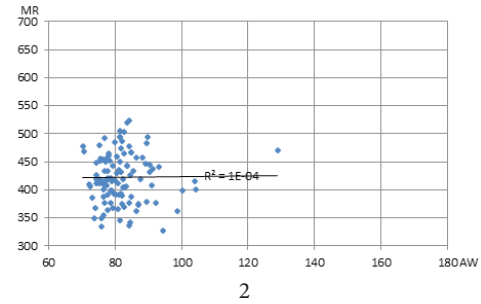
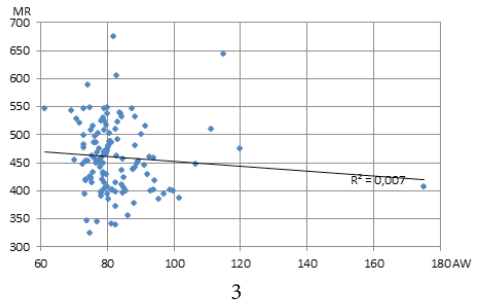
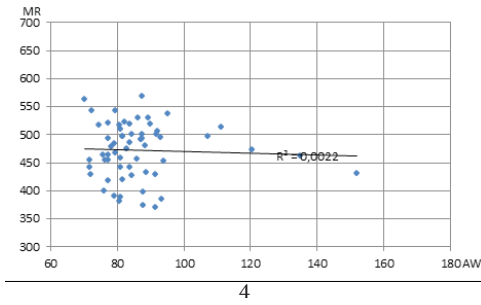
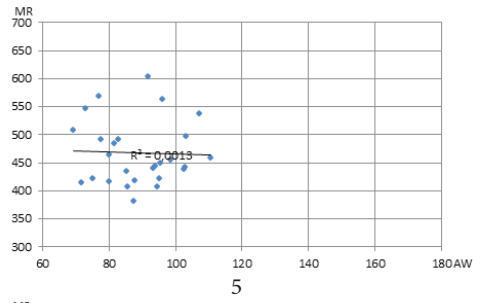
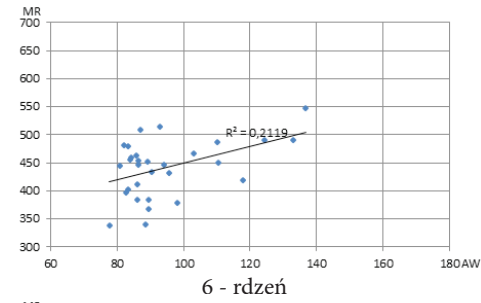


2



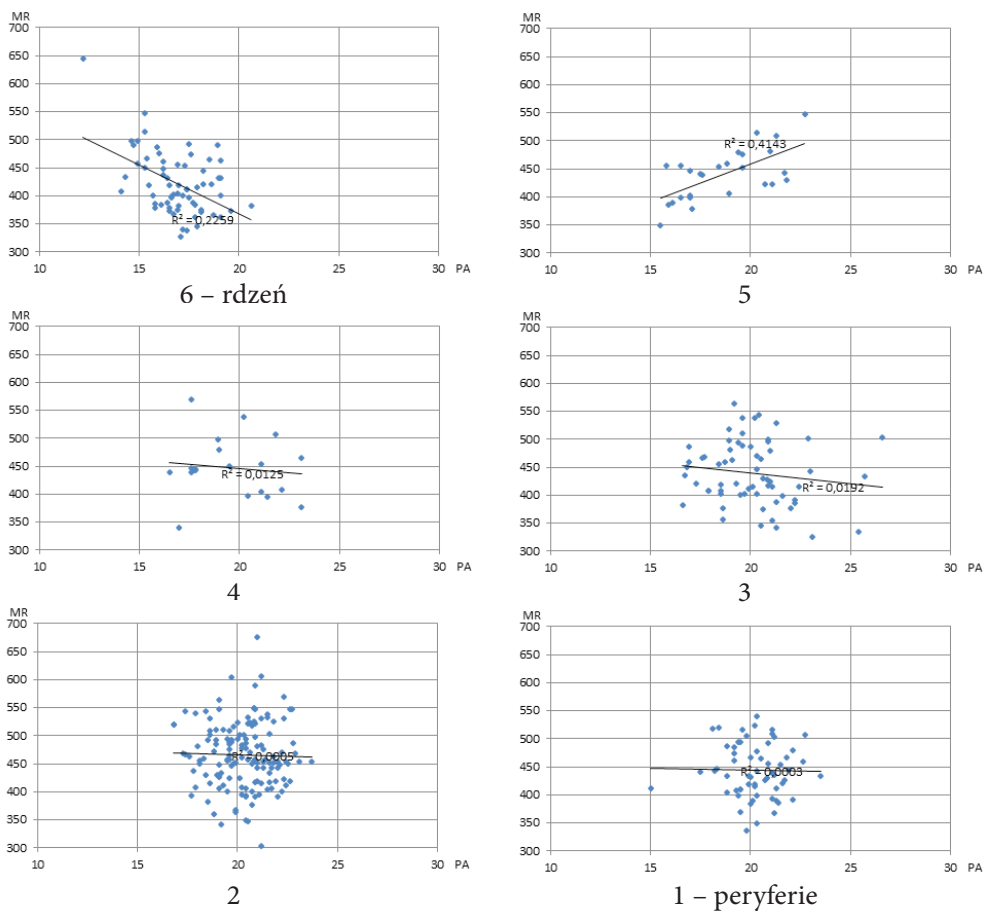
1 - peryferie

Ryc. II. Wskaźnik CPPREG



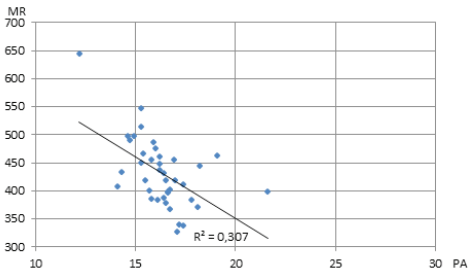
Ryc. III. Wskaźnik CPPNAT

Udział ludności w wieku przedprodukcyjnym (PA; w % ogółu mieszkańców) a poziom motoryzacji (MR; sam.osob./1000 mieszk.) dla sześciu grup peryferyjności

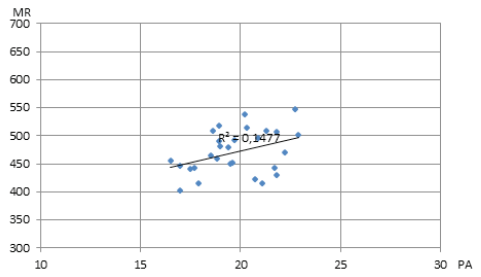


Ryc. IV. Wskaźnik POPDEN

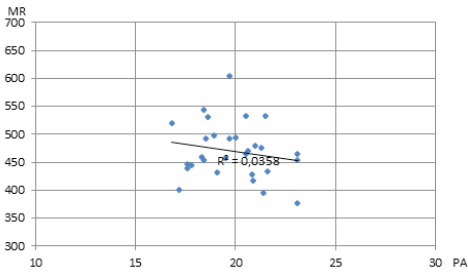




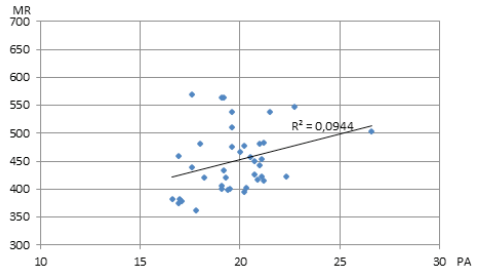
6 - rdzeń



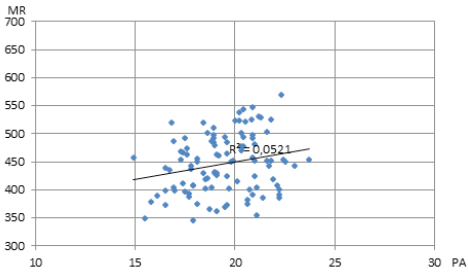
5



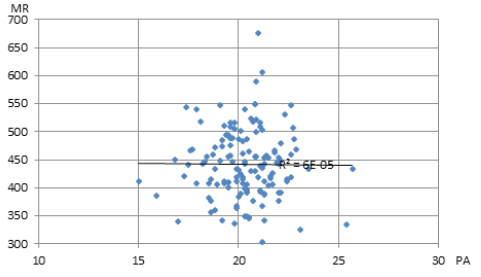
4



3

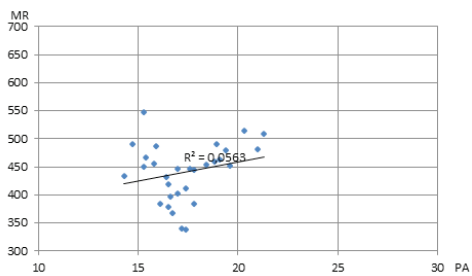


2

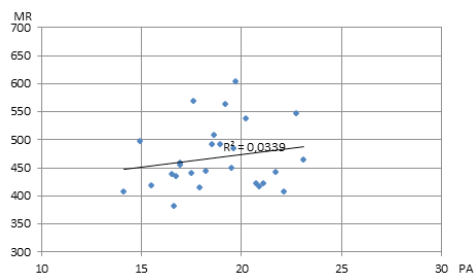


1 - peryferie

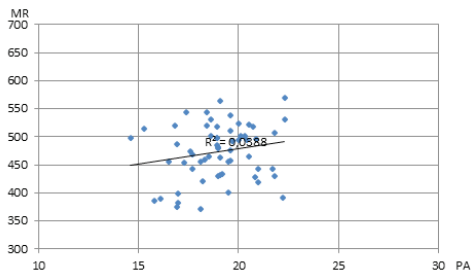
Ryc. V. Wskaźnik CPPREG



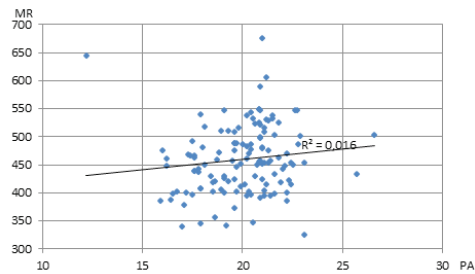
6 - rdzeń



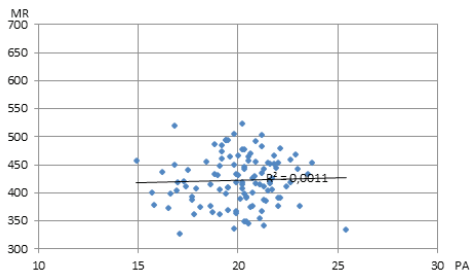
5



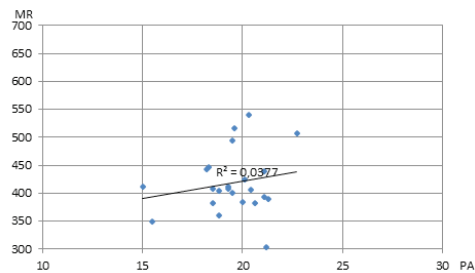
4



3



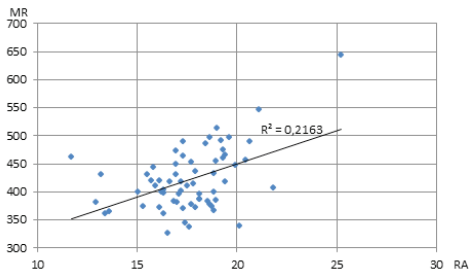
2



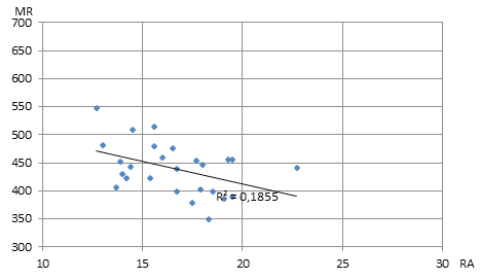
1 - peryferie

Ryc. VI. Wskaźnik CPPNAT

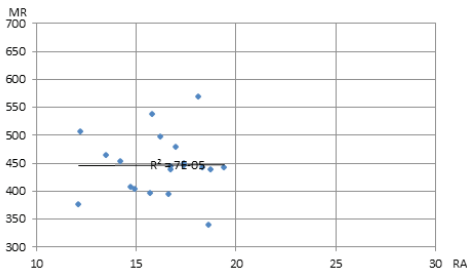
Udział ludności w wieku poprodukcyjnym (RA;  
w % ogółu mieszkańców) a poziom motoryzacji (MR; sam.  
osob./1000 mieszk.) dla sześciu grup peryferyjności



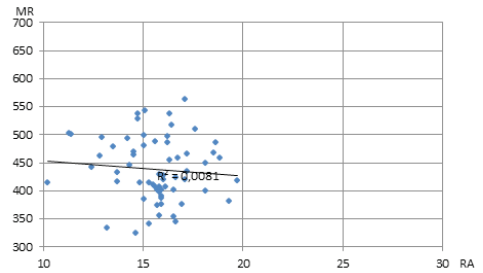
6 - rdzeń



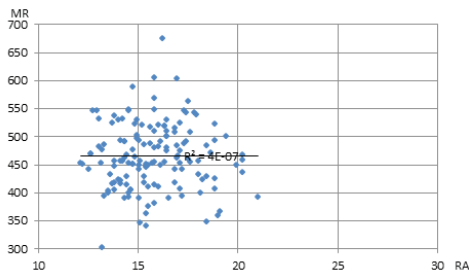
5



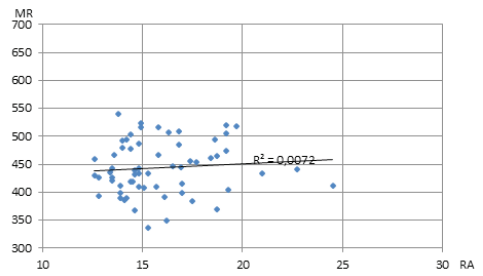
4



3

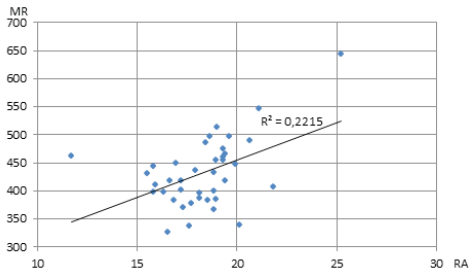


2

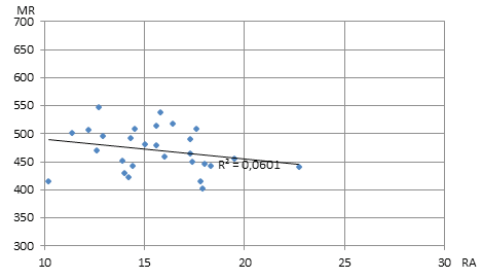


1 - peryferie

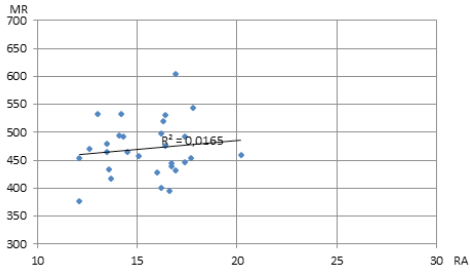
Ryc. VII. Wskaźnik POPDEN



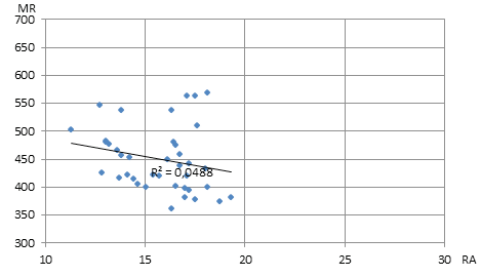
6 – rdzeń



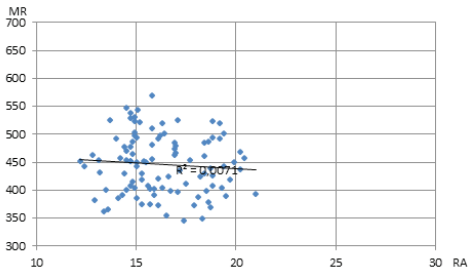
5



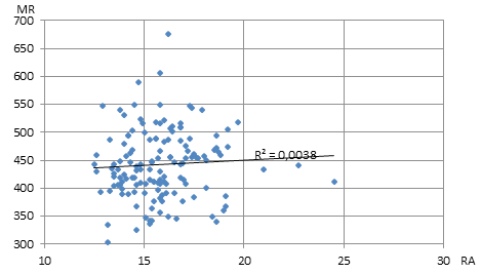
4



3

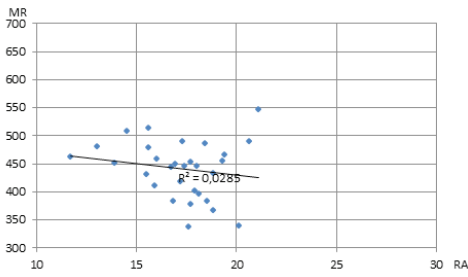


2

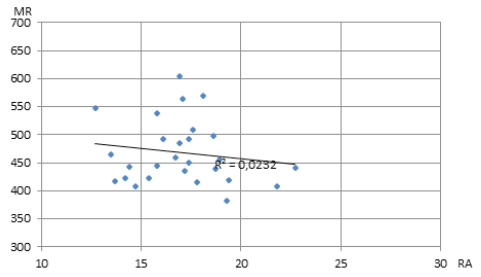


1 – peryerie

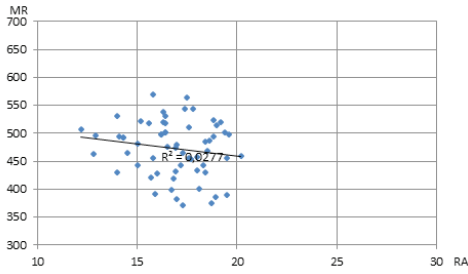
Ryc. VIII. Wskaźnik CPPREG



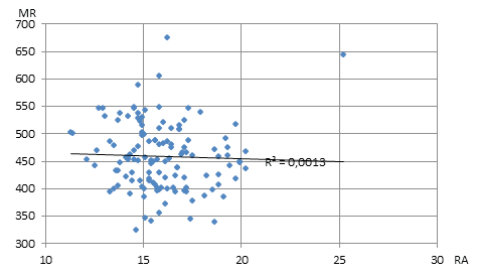
6 - rdzeń



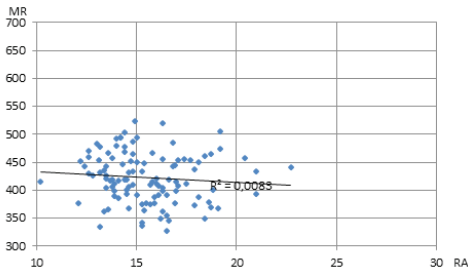
5



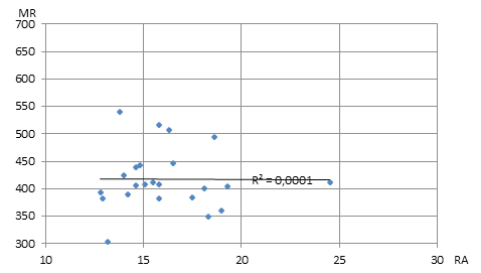
4



3



2



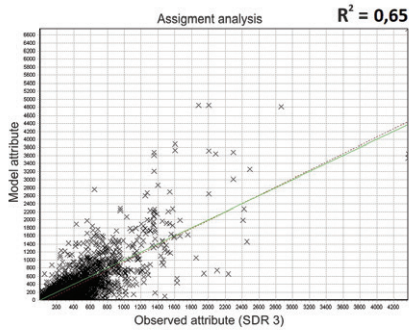
1 - peryferie

Ryc. IX. Wskaźnik CPPNAT

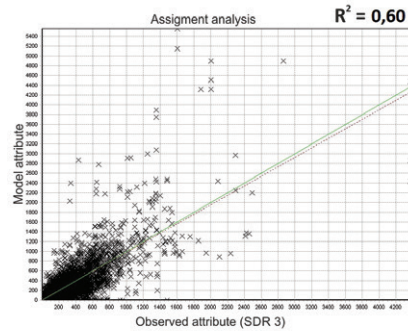


## DOPASOWANIE MODELI JEDNOMOTYWACYJNYCH (MODELE Z RUCHEM ZEWNĘTRZNYM I OPŁATAMI AUTOSTRADOWYMI)

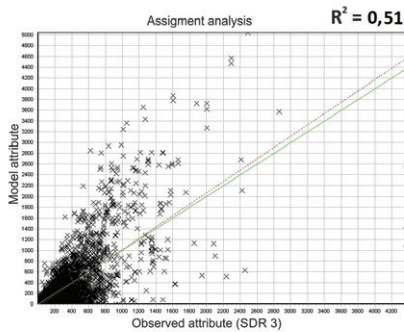
### Dojazdy do pracy (COM)



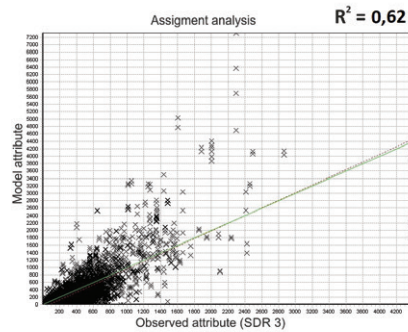
### Wyjazdy na zakupy (CH)



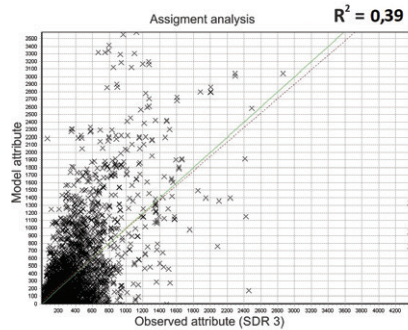
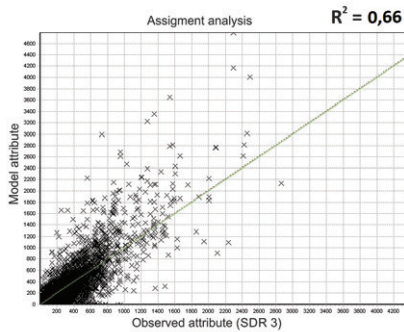
### Dojazdy do szkoły wyższej (EDU)



### Podróże służbowe (BIZ)



### Odwiedziny znajomych i krewnych (VFR) Podróże turystyczne (TUR)



Ryc. X. Modele jednomotywyjne

## BADANIE TERENOWE – ZAŁOŻENIA I REZULTATY

### ZAŁOŻENIA BADANIA (ODNIESIENIE DO WYNIKÓW GPR2015)

W trakcie przeprowadzenia badania nieznane były wyniki Generalnego Pomiaru Ruchu 2015. Wyniki te są znane w momencie oddawania niniejszej publikacji do druku. Istnieje zatem możliwość porównania natężenia ruchu do aktualnego pomiaru, a także do zmian w latach 2010-2015. W przypadku paru odcinków nastąpiły znaczące zmiany. Szczególnie widoczne są one dla odcinków aglomeracyjnych, gdzie inwestycje infrastrukturalne prowadzone na relatywnie oddalonych fragmentach sieci lub zmiany organizacyjne w postaci opłat autostradowych mogły mieć duży wpływ na odpływ ruchu. Przykładowo, oddanie do użytku w 2012 r. bezpłatnej autostrady A2 spowodowało odpływ ruchu z równoległej drogi krajowej nr 92 między Sochaczewem i Warszawą, co z kolei zachęciło kierowców do powrotu na DK92 z DW580 na której prowadzone było badanie terenowe. Z kolei na analogicznym odcinku aglomeracyjnym w pobliżu Krakowa (DW780) nastąpił gwałtowny wzrost ruchu, który mógł być konsekwencją wzrostu opłaty autostradowych na równoległej autostradzie A4 dla odcinka Katowice-Kraków z 16 zł w 2010 r. do aż 20 zł od 1 marca 2015 r. (z podobnych względów wzrost ruchu jest również widoczny na równoległej do autostrady A2 DK92 w Wielkopolsce). Duże zmiany są również obserwowalne na dwóch oddalonych od głównych ciągów drogowych odcinków DW: DW160 w okolicach Drezdenka (znaczący spadek ruchu) i DW756 w Świętokrzyskim (znaczący wzrost ruchu). W pozostałych przypadkach zmiany obciążenia odcinków nie przekraczają 10% (tab. I).

Tabela I. Natężenie dobowe ruchu samochodów osobowych i mikrobusów w świetle wyników GPR2010 i GPR2015 na wybranych odcinkach

	SDR3 (2010)	SDR3 (2015)	Wzrost ruchu SDR3 (2010-2015)
DK92; Kostrzyn-Nekla	10973	12586	1,15
DK8; Łagiewniki-Wierzbice	9912	9846	0,99
DW780; Liszki - Alwernia	6199	8576	1,38
DW580; Leszno-Żelazowa Wola-Sochaczew	6062	4602	0,76
DW214; Lębork /Gr.m./-Osowo	5481	5238	0,96
DW894; Hoczew-Myczków	3328	3623	1,09
DW160; DW 158/Drezdenko/ - Gr.woj../Sowia Góra/	2701	1316	0,49
DK48; Moszczanka-Przytoczno	2425	2348	0,97
DK59; Str. Kiełbonki-Rozogi	2165	2097	0,97
DW756; Wólka Milanowska - Raków	1459	2163	1,48

Źródło: opracowanie własne na podstawie GPR2010 i GPR2015

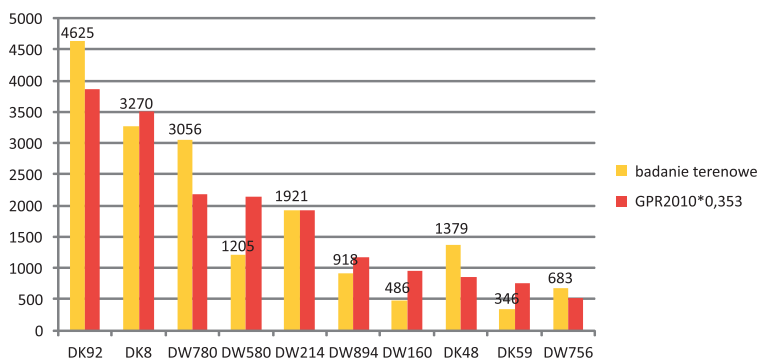
## WYNIKI BADANIA. CECHY SIECIOWE ODCINKÓW

**Udział godzin badania w ruchu dobowym.** W badaniu terenowym dokonano na wszystkich odcinkach obserwacji ok. 34,1% ruchu dobowego samochodów osobowych i mikrobusów (w porównaniu do GPR2015). Przy założeniu, że dla wszystkich odcinków udział ruchu w badanych godzinach w relacji do ogółu ruchu dobowego jest identyczny, dokonano przeliczenia liczby zaobserwowanych pojazdów względem ruchu dobowego. Dla większości odcinków zachowane są proporcje, jednak istnieją wyjątki, np. DK48 w lubelskim, gdzie ruch w badaniu terenowym jest przeszacowany względem GPR o ponad 72% i DK59 w warmińsko-mazurskim, gdzie zidentyfikowano mniej niż 17% ruchu dobowego (tab. II. i ryc. XI).

Tabela II. Natężenie ruchu samochodów osobowych i mikrobusów w świetle wyników SDR3 w ramach GPR2015 i badania terenowego na wybranych odcinkach

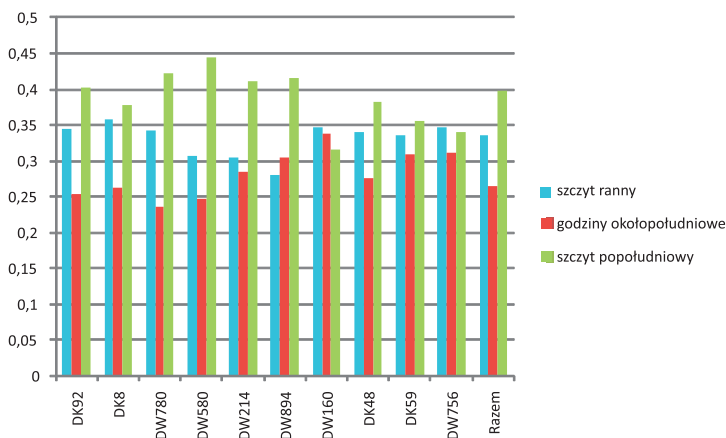
	SDR3 (2015)	Badanie terenowe - liczba pojazdów	Badanie terenowe (x2,929)	Badanie terenowe względem GPR (2015) (%)
DK92; Kostrzyn-Nekla	12586	4625	13546	107,63
DK8; Łagiewniki-Wierzbice	9846	3270	9577	97,27
Dw780; Liszki - Alwernia	8576	3056	8951	104,37
Dw580; Leszno-Żelazowa Wola-Sochaczew	4602	1205	3529	76,69
Dw214; Lębork /Gr.m./-Osowo	5238	1921	5626	107,42
Dw894; Hoczew-Myczków	3623	918	2689	74,21
Dw160; Dw 158/Drezdenko/ - Gr.woj./ Sowa Góra/	1316	486	1423	108,16
DK48; Moszczanka-Przytoczno	2348	1379	4039	172,02
DK59; Str. Kielbonki-Rozogi	2097	346	1013	48,33
Dw756; Wólka Milanowska - Raków	2163	683	2000	92,48
Razem	52395	17889		

Źródło: opracowanie własne na podstawie GPR2010 i GPR2015

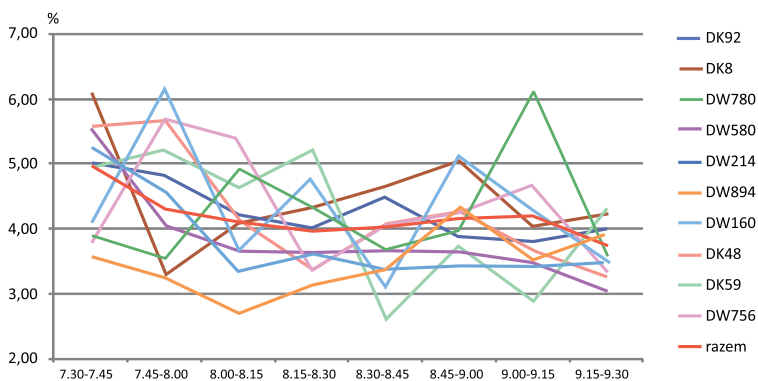


Ryc. XI. Różnice między liczbą zarejestrowanych pojazdów w badaniu a wynikiem badania SDR3 w ramach GPR2015 (z uwzględnieniem przelicznika 34,1% ruchu dobowego w badanych godzinach)

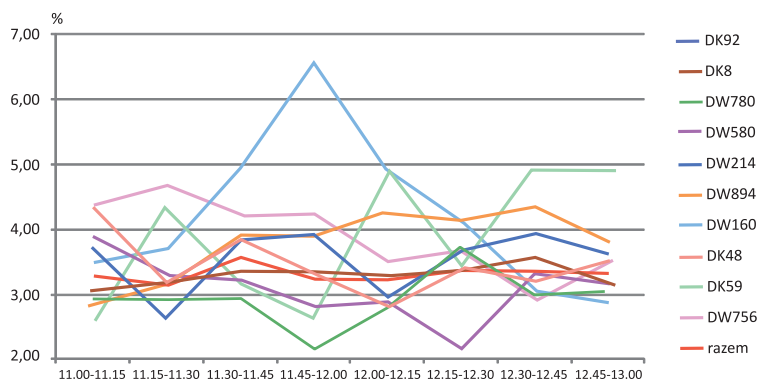
**Rozkład godzinowy natężenia ruchu** był w badaniu stosunkowo zróżnicowany w zależności od badanego odcinka. Najwyższy udział ruchu zazwyczaj dotyczy ruchu popołudniowego, szczególnie jest on widoczny na DW580 na Mazowszu. Są jednak odcinki gdzie nie dominuje ruch popołudniowy. Na DW756 w województwie świętokrzyskim nieznacznie wyższy jest udział szczytu rannego, a na DW160 w województwie lubuskim wyższe natężenie ruchu jest również w godzinach okołopołudniowych. Odcinek pod Drezdenkiem jest specyficzny gdyż utrzymuje się tam podobne natężenie w szczycie rannym, popołudniowym oraz w godzinach okołopołudniowych, przy czym występują bardzo duże różnice między poszczególnymi kwadransami. Z kolei w województwie podkarpackim na odcinku DW894 wyjątkowo niski jest udział szczytu rannego (ryc. XII-XV).



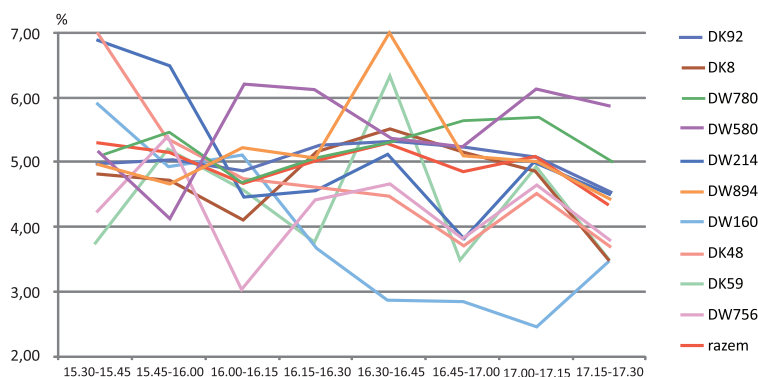
Ryc. XII. Udziały ruchu w szczycie rannym, godzinach okołopołudniowych i szczycie popołudniowym (100% - ruch w badanych 6 godzinach)



Ryc. XIII. Udziały ruchu w poszczególnych kwadransach w szczycie rannym (100% - ruch w badanych 6 godzinach)



Ryc. XIV. Udziały ruchu w poszczególnych kwadransach w godzinach około południowych (100% - ruch w badanych 6 godzinach)



Ryc. XV. Udziały ruchu w poszczególnych kwadransach w szczycie popołudniowym (100% - ruch w badanych 6 godzinach)

#### WYNIKI BADANIA. ŹRÓDŁA PODRÓŻY KIEROWCÓW

Źródła podróży kierowców na wybranych odcinkach można wskazać z wykorzystaniem dwóch źródeł danych: **badania terenowego** na podstawie tablic rejestracyjnych oraz **modelu wielomotywacyjnego**. Należy mieć na uwadze, że w modelu wielomotywacyjnym ruch na danym odcinku zależy od lokalizacji produkcji, atrakcji oraz motywacji podróży, podczas gdy w badaniu terenowym jedyną informacją jest źródło podróży (przy założeniu, że wszystkie pojazdy rozpoczynają podróż w miejscu rejestracji widocznym na tablicy rejestracyjnej pojazdu). Tym samym, kierowca pojazdu z Warszawy jadący do dowolnego miejsca w Polsce lub zagranicę jest widoczny w badaniu terenowym jako element wstęgi od Warszawy do badanego odcinka, podczas gdy w modelu wielomotywacyjnym ruch pojazdu w postaci wstęgi jest widoczny od Warszawy do miejsca docelowego z odcinkiem badanym jako elementem trasy transportowej (ścieżki podróży).



Dla czterech odcinków ruch w modelu jest przeszacowany względem wyników GPR2010 (por. tab. III). Są to wszystkie odcinki dróg krajowych za wyjątkiem DK59 oraz droga wojewódzka DW756 w świętokrzyskim. Najwyższe przeszacowanie zaobserwowano na DK92, gdzie ruchu w modelu jest o ponad 50% wyższy niż w rzeczywistości.

Szczególnie wysokie jest jednak niedoszacowanie modelu na niektórych odcinkach. Ruch na odcinkach aglomeracyjnych pod Warszawą i Krakowem w modelu wielomotywacyjnym nie przekracza 15%, a na DW894 w Bieszczadach jest niższy niż 1% rzeczywistego ruchu! Analiza źródeł podróży kierowców wykonana równoległe dla badania terenowego i modelu wielomotywacyjnego pozwoli częściowo odpowiedzieć na pytanie skąd tak duże niedopasowanie modelu dla tych odcinków. Wizualizacja wyników została wykonana z wykorzystaniem modułu Flowbundle w ramach oprogramowania PTV VISUM. Dla każdego z odcinków przyrównano wyniki badania terenowego i modelu wielomotywacyjnego dla ruchu na odcinku, tak by można było obserwować różnice w źródłach podróży.

Tabela III. Natężenie ruchu samochodów osobowych i mikrobusów GPR2010 w porównaniu do wyników modelu wielomotywacyjnego

	<b>SDR3 (2010)</b>	<b>Model wielomotywacyjny (PTV VISUM)</b>	<b>Przewartościowanie modelu wielomotywacyjnego względem GPR (2010); SDR3(2010)=100%</b>
DK92; Kostrzyn-Nekla	10973	16800	153,10
DK8; Łagiewniki-Wierzbice	9912	13790	139,12
DW780; Liszki - Alwernia	6199	570	9,20
DW580; Leszno-Żelazowa Wola-Sochaczew	6062	830	13,69
DW214; Łęborg /Gr.m./-Osowo	5481	3170	57,84
DW894; Hoczew-Myczków	3328	30	0,90
DW160; DW 158/Drezdenko/ - Gr.woj../Sowia Góra/	2701	500	18,51
DK48; Moszczanka-Przytoczno	2425	2910	120,00
DK59; Str. Kiełbonki-Rozogi	2165	1170	54,04
DW756; Wólka Milanowska - Raków	1459	1600	109,66

Źródło: opracowanie własne

#### DK92; KOSTRZYN-NEKLA

Punkt kontrolny znajdował się na dwujezdniowej drodze krajowej nr 92 na granicy powiatów poznańskiego i wrzesińskiego (gminy Kostrzyn i Nekla) nieopodal miejscowości Brzeźno. Jest to odcinek dwujezdniowej drogi krajowej stanowiącej alternatywę w relacji Września-Poznań dla równoległej autostrady A2.

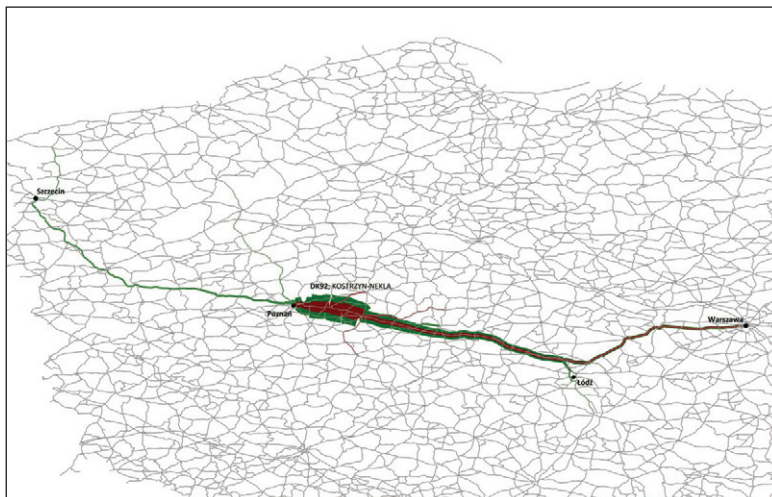
Tabela IV. Podstawowe informacje o odcinku DK92; Kostrzyn-Nekla

NR drogi; odcinek	DK92; Kostrzyn-Nekla
Relacja	Poznań-Września
Kategoria drogi	DK92 dwujezdniowa
Położenie w kraju	wielkopolskie
Położenie w sieci osadniczej*	OM/inne
SDR3 (2010)	10973
SDR3 (2015)	12586
Wzrost ruchu SDR3 (2010-2015)	1,15
Badanie terenowe – liczba pojazdów	4625
Badanie terenowe (x2,929)	13546
Badanie terenowe względem GPR (2015) (%)	107,63
Model wielomotywacyjiny (PTV VISUM) - liczba pojazdów	16800
Przewartościowanie modelu wielomotywacyjnego względem GPR (2010); SDR3(2010)=100%	153,1

Podział ruchu na podróże krótkie i długie (pon. i pow. 100 km; por. Rosik i Kowalczyk 2015) został dla odcinka Kostrzyn-Nekla relatywnie dobrze scharakteryzowany (w sensie oporu przestrzeni) przez model wielomotywacyjiny, aczkolwiek model znacznie (o ponad 50%) przeszacowywał ruch na tym odcinku. Badanie terenowe (bardzo dobrze dopasowana liczba pojazdów względem GPR) potwierdziło duży udział pojazdów z rejestracją warszawską, a także słupecką, gnieźnieńską i konińską. Część kierowców jadących do lub z Poznania decydowała się na wybór tego dwujezdniowego odcinka ze względu na relatywnie wysokie opłaty na równoległej autostradzie A2. Model wielomotywacyjiny ukazuje wyraźny potok ruchu w relacji Szczecin-Łódź. Natomiast badanie terenowe wskazuje jednoznacznie na Warszawę jako główne i najważniejsze źródło podróży w podróżyach długich na tym odcinku (ryc. XVI).

Tabela V. Wyniki badania terenowego. Liczba zaobserwowanych samochodów osobowych i mikrobusów na odcinku DK92; Kostrzyn-Nekla

Województwo	Powiat	Rejestracja	Osobowe	Mikrobusy	Razem
Wielkopolskie	Poznań	PO	1039	8	1047
Wielkopolskie	Wrzesiński	PWR	1034	6	1040
Wielkopolskie	Poznański	POZ, Z	659	7	666
Mazowieckie	Warszawski	W A, WB, WD, WE, WF, WH, WI, WJ, WK, WN, WT, WU, WW, WX, WY	281	0	281
Wielkopolskie	Słupecki	PSL	213	0	213
Wielkopolskie	Gnieźnieński	PGN	155	0	155
Wielkopolskie	Koniński	PKN	142	0	142
Wielkopolskie	Konin	PKO,N	107	1	108
Pozostałe			962	11	973
Razem			4592	33	4625



Ryc. XVI. Źródła ruchu pojazdów i ich ścieżki dojazdu na odcinku DK92; Kostrzyn-Nekla. Wyniki badania terenowego (kolor czerwony) vs model wielomotywacyjny (kolor zielony)

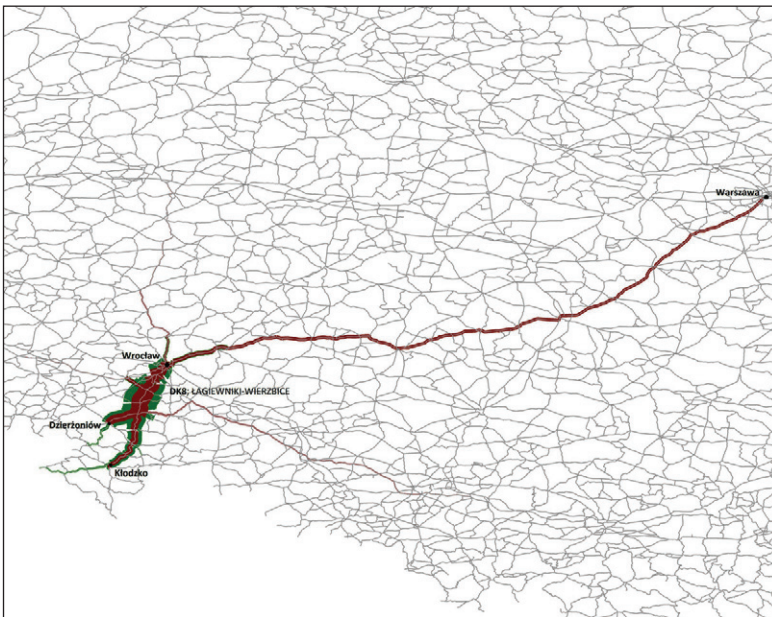
#### DK8; ŁAGIEWNIKI-WIERZBICE

Punkt kontrolny na tym odcinku znajdował się na granicy powiatu dzierżoniowskiego i wrocławskiego (gminy Łagiewniki i Jordanów Śląski) w miejscowości Mleczna. Droga krajowa nr 8 na tym odcinku stanowi najkrótsze połączenie autostrady A4 i Wrocławia z Kłodzkiem i granicą z Czechami w Kudowie Słone.

Tabela. VI. Podstawowe informacje o odcinku DK8; Łagiewniki-Wierzbice

Nr drogi; odcinek	DK8; Łagiewniki-Wierzbice
Relacja	Kłodzko-Wrocław
Kategoria drogi	DK8
Położenie w kraju	dolnośląskie
Położenie w sieci osadniczej*	OM/inne
SDR3 (2010)	9912
SDR3 (2015)	9846
Wzrost ruchu SDR3 (2010-2015)	0,99
Badanie terenowe – liczba pojazdów	3270
Badanie terenowe (x2,929)	9577
Badanie terenowe względem GPR (2015) (%)	97,27
Model wielomotywacyjny (PTV VISUM) - liczba pojazdów	13790
Przewartościowanie modelu wielomotywacyjnego względem GPR (2010); SDR3(2010)=100%	139,12

Ruch na tym odcinku ma zdecydowanie w większym stopniu charakter podróży długich niż to wynika z modelu wielomotywacyjnego. Badanie terenowe (bardzo dobrze dopasowana liczba pojazdów do wyników GPR) wskazuje na kierowców pojazdów z rejestracją warszawską, ale również i poznańską, a także kierowców z południa Polski, których ruch kumuluje się na autostradzie A4. Jest wysoce prawdopodobne, że celem podróży dużej części kierowców są Czechy, na co wskazuje model wielomotywacyjny oraz badanie ruchu zewnętrznego, chociaż z drugiej strony model wielomotywacyjny wskazuje jednocześnie na pewne (ok. 40%) przeszacowanie ruchu na tym odcinku. Może to być również ruch turystyczny, chociaż w tym miejscu również są wątpliwości, ponieważ liczba miejsc noclegowych w Kotlinie Kłodzkiej jest relatywnie niewielka w porównaniu do innych obszarów atrakcyjnych turystycznie. Nie ulega wątpliwości natomiast, że badanie terenowe, a także model wielomotywacyjny, ukazują silny ruch dojazdowy mieszkańców oddalonych o kilkadziesiąt kilometrów od punktu kontrolnego powiatu kłodzkiego (ponad 10% pojazdów), zapewne przede wszystkim w kierunku Wrocławia.



Ryc. XVII. Źródła ruchu pojazdów i ich ścieżki dojazdu na odcinku DK8; Łagiewniki-Wierzbice. Wyniki badania terenowego (kolor czerwony) vs model wielomotywacyjny (kolor zielony)

Tabela VII. Wyniki badania terenowego. Liczba zaobserwowanych samochodów osobowych i mikrobusów na odcinku DK8; ŁAGIEWNIKI-WIERZBICE

Województwo	Powiat	Rejestracja	Osobowe	Mikrobusy	Razem
Dolnośląskie	Dzierżoniowski	DDZ	750	29	779
Dolnośląskie	Wrocław	DW	639	26	665
Dolnośląskie	Kłodzki	DKL	358	18	376
Dolnośląskie	Ząbkowicki	DZA	237	13	250
Mazowieckie	Warszawski	W A, WB, WD, WE, WF, WH, WI, WJ, WK, WN, WT, WU, WW, WX, WY	233	3	236
Dolnośląskie	Wrocławski	DWR	195	7	202
Wielkopolskie	Poznań	PO	58	3	61
Zagranica	Niemcy		45	2	47
Pozostałe			622	32	654
Razem			3137	133	3270

*DW780; LISZKI – ALWERNIA*

Punkt kontrolny został zlokalizowany na granicy gmin Liszki i Czernichów w powiecie krakowskim nieopodal miejscowości Czułówek. Droga wojewódzka nr 780 stanowi równoległą do autostrady A4 i drogi krajowej nr 44 trasę dojazdu między Krakowem, a Oświęcimiem i Chrzanowem.

Tabela VIII. Podstawowe informacje o odcinku DW780; LISZKI – ALWERNIA

Nr drogi; odcinek	DW780; LISZKI - ALWERNIA
Relacja	Kraków-Oświęcim
Kategoria drogi	DW780
Położenie w kraju	małopolskie
Położenie w sieci osadniczej*	OM
SDR3 (2010)	6199
SDR3 (2015)	8576
Wzrost ruchu SDR3 (2010-2015)	1,38
Badanie terenowe – liczba pojazdów	3056
Badanie terenowe (x2,929)	8951
Badanie terenowe względem GPR (2015) (%)	104,37
Model wielomotywacyjny (PTV VISUM) - liczba pojazdów	570
Przewartościowanie modelu wielomotywacyjnego względem GPR (2010); SDR3(2010)=100%	9,2

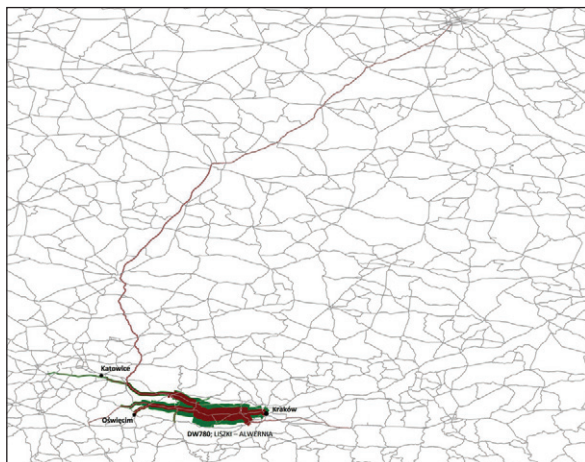


Badanie terenowe potwierdza liczbą pojazdów na tym odcinku ponad 8 tys. na dobę w 2015 r. Gwałtowny wzrost ruchu w latach 2010-2015 mógł wynikać z dwóch przyczyn. Po pierwsze, wzrosły znacznie opłaty na równoległej autostradzie A4. Po drugie, w wyniku procesów suburbanizacyjnych nasiliły się dojazdy od pracy do Krakowa. Niezależnie od tych procesów, model wielomotywacyjny wskazuje na bardzo duże niedoszacowanie (poniżej 10% ruchu rzeczywistego). Może to oznaczać, że zbyt duży jest udział w modelu ruchu między Chrzanowem i Trzebiną prowadzącego drogą krajową nr 79. Wskazane w przeszłości byłoby dla analogicznych badań ruchu na poziomie krajowym również zwiększenie liczby rejonów transportowych tak by w warunkach aglomeracyjnych wydzielać dzielnice miast oraz zwiększyć gęstość sieci na drogach dojazdowych do miast, szczególnie w warunkach istnienia kilku alternatyw dojazdu w tym samym kierunku.

Małopolska jest regionem o wyjątkowo wysokim udziale transportu autobusowego w ruchu ogółem. Duża część ruchu jest wykonywana przez przewoźników prywatnych realizujących kursy zazwyczaj z wykorzystaniem mikrobusów. Z tego względu na analizowanym odcinku w porównaniu do innych badanych mikrobusy stanowią, przede wszystkim w ruchu lokalnym (powiaty krakowski i chrzanowski), znaczącą alternatywę dla motoryzacji indywidualnej. Ogólnie dominuje ruch na rejestracjach krakowskich (Kraków i powiat krakowski) oraz z kierunku z Bielsko-Białej i Oświęcimia. Zaobserwowano relatywnie niewiele pojazdów ze stolicy, chociaż przy rozkładzie ruchu widoczna jest wstęga w kierunku Warszawy (tab. IX).

Tabela IX. Wyniki badania terenowego. Liczba zaobserwowanych samochodów osobowych i mikrobusów na odcinku DW780; Liszki – Alwernia

Województwo	Powiat	Rejestracja	Osobowe	Mikrobusy	Razem
Małopolskie	Krakowski	KRA	673	32	705
Małopolskie	Kraków	KR	604	50	654
Małopolskie	Chrzanowski	KCH	553	75	628
Małopolskie	Oświęcimski	KOS	269	20	289
Mazowieckie	Warszawski	W A, WB, WD, WE, WF, WH, WI, WJ, WK, WN, WT, WU, WW, WX, WY	80	9	89
Śląskie	Bielsko-Biała	SB	50	0	50
Małopolskie	Wadowicki	KWA	48	18	66
Śląskie	Tychy	ST	44	0	44
Pozostałe			511	20	531
Razem			2832	224	3056



Ryc. XVIII. Źródła ruchu pojazdów i ich ścieżki dojazdu na odcinku DW780; Liszki – Alwernia. Wyniki badania terenowego (kolor czerwony) vs model wielomotywacyjny (kolor zielony)

#### DW580; LESZNO-ŻELAZOWA WOLA-SOCHACZEW

Punkt kontrolny na drodze wojewódzkiej nr 580 prowadzącej z Sochaczewa do Warszawy jest położony na granicy powiatu sochaczewskiego i warszawskiego zachodniego (gminy Sochaczew i Kampinos) w miejscowości Dzięglewo. Droga wojewódzka stanowi alternatywą do równoległe położonej w kierunku południowym DK92 trasę dojazdu z Sochaczewa do Warszawy.

Tabela X. Podstawowe informacje o odcinku DW580; Leszno-Żelazowa Wola-Sochaczew

Nr drogi; odcinek	DW580; Leszno-Żelazowa Wola-Sochaczew
Relacja	Warszawa-Sochaczew
Kategoria drogi	DW 580
Położenie w kraju	mazowieckie
Położenie w sieci osadniczej*	OM
SDR3 (2010)	6062
SDR3 (2015)	4602
Wzrost ruchu SDR3 (2010-2015)	0,76
Badanie terenowe – liczba pojazdów	1205
Badanie terenowe (x2,929)	3529
Badanie terenowe względem GPR (2015) (%)	76,69
Model wielomotywacyjny (PTV VISUM) – liczba pojazdów	830
Przewartościowanie modelu wielomotywacyjnego względem GPR (2010); SDR3(2010)=100%	13,69

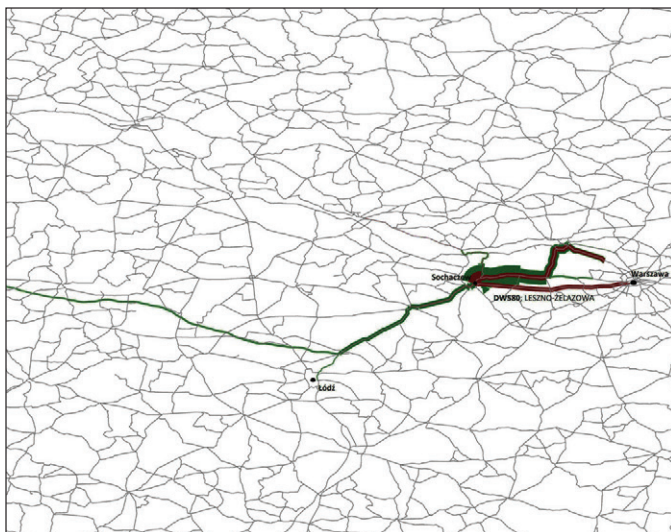
Wyniki badania terenowego różnią się znacząco od rezultatów modelu wielomotywacyjnego. Model wielomotywacyjny jest bardzo niedoszacowany (tylko nieco ponad 13% rzeczywistego ruchu) i wskazuje na ruch z województwa łódzkiego (w tym w szczególności z Łodzi i powiatu łowickiego), a także na wielu w podróży długich z wykorzystaniem autostrady A2 (m.in. z lub do Poznania).

Tymczasem badanie terenowe sugeruje prawie wyłącznie ruch lokalny, dla którego źródłem jest Warszawa i Łomianki (miejscowość o największej liczbie ludności w powiecie warszawskim zachodnim do której „przypisano” pojazdy z rejestracją WZ).

Rezultaty badania wskazują na to, że w latach 2010-2015 nastąpiły duże zmiany w rozkładzie potoków ruchu dla tego odcinka. Oddanie do użytku autostrady A2 na odcinku między Łodzią i Warszawą skutkowało przeniesieniem się ruchu z równoległej drogi krajowej nr 92. Tym samym przejazd przez takie miejscowości jak Błonie i Ożarów Mazowiecki stał się akceptowalny dla tych kierowców, którzy jeszcze w 2010 r. w dojazdach do Warszawy omijali zakorkowaną DK92 i wykorzystywali DW580. Badanie terenowe przeprowadzone w 2015 r. jednoznacznie wskazuje na prawie wyłącznie lokalny charakter ruchu na tym odcinku. Powyższe wnioski potwierdza duży spadek ruchu w latach 2010-2015, podczas gdy jednocześnie w tym samym okresie na innych odcinkach o charakterze aglomeracyjnym ruch wzrósł, co może świadczyć o zwiększeniu się m.in. suburbanizacyjnych dojazdów do pracy przy znaczącym spadku podróży długich, np. służbowych lub odwiedzin znajomych i krewnych (w tym przypadku wyjazdów i powrotów od rodzin do Warszawy).

Tabela XI. Wyniki badania terenowego. Liczba zaobserwowanych samochodów osobowych i mikrobusów na odcinku DW580; Leszno-Żelazowa Wola-Sochaczew

Województwo	Powiat	Rejestracja	Osobowe	Mikrobusy	Razem
Mazowieckie	Sochaczewski	WSC	<b>487</b>	5	492
Mazowieckie	Warszawski zachodni	WZ	<b>260</b>	2	262
Mazowieckie	Warszawski	W A, WB, WD, WE, WF, WH, WI, WJ, WK, WN, WT, WU, WW, WX, WY	<b>185</b>	0	185
Mazowieckie	Płocki	WPL	<b>14</b>	0	14
Łódzkie	Łódź	EL	<b>13</b>	0	13
Łódzkie	Łowicki	ELC	<b>13</b>	0	13
Mazowieckie	Nowodworski	WND	<b>12</b>	0	12
Mazowieckie	Płock	WP	<b>11</b>	0	11
Pozostałe			<b>193</b>	<b>10</b>	203
Razem			1188	17	<b>1205</b>



Ryc. XIX. Źródła ruchu pojazdów i ich ścieżki dojazdu na odcinku DW580; Leszno-Zelazowa Wola-Sochaczew. Wyniki badania terenowego (kolor czerwony) vs model wielomotywacyjny (kolor zielony)

#### DW214; LĘBORK /GR.M./-OSOWO

Punkt kontrolny został zlokalizowany na granicy gmin Cewice i Nowa Wieś Lęborska w powiecie lęborskim (miejscowość Malczyce). Droga wojewódzka nr 214 na badanym odcinku stanowi fragment najkrótszej trasy między Lęborkiem, Kartuzami i Kościerzyną.

Tabela XII. Podstawowe informacje o odcinku DK92; DW214; Lębork /Gr.m./-Osowo

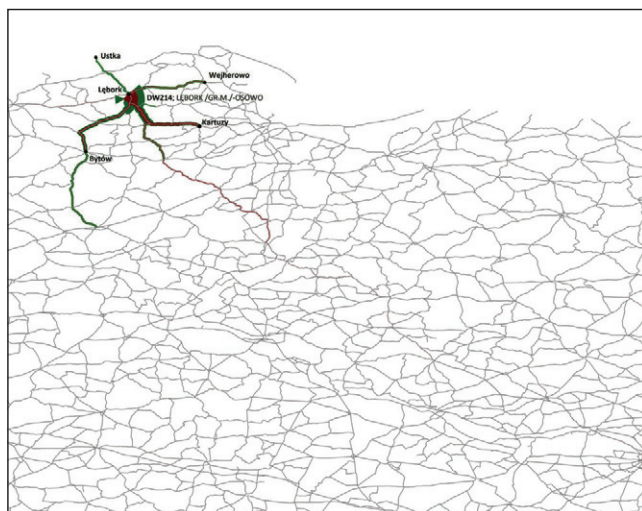
Nr drogi; odcinek	DW214; Lębork /Gr.m./-Osowo
Relacja	Lębork-Bytów
Kategoria drogi	DW214
Położenie w kraju	pomorskie
Położenie w sieci osadniczej*	inne
SDR3 (2010)	5481
SDR3 (2015)	5238
Wzrost ruchu SDR3 (2010-2015)	0,96
Badanie terenowe – liczba pojazdów	1921
Badanie terenowe (x2,929)	5626
Badanie terenowe względem GPR (2015) (%)	107,42
Model wielomotywacyjny (PTV VISUM) – liczba pojazdów	3170
Przewartościowanie modelu wielomotywacyjnego względem GPR (2010); SDR3(2010)=100%	57,84

Powiat lęborski jest relatywnie rozległym powiatem sięgającym wybrzeża morskiego wraz z Lebą. Nie może zatem dziwić tak duża dominacja ruchu lokalnego (pojazdy z rejestracją GLE). Jest znamienne, że badanie terenowe (dobre dopasowanie liczby pojazdów względem GPR2015) wskazało na niewielu kierowców z powiatów kartuskiego, bytowskiego i wejherowskiego, a łączna liczba pojazdów z Trójmiasta tylko nieznacznie przekraczała liczbę pojazdów z Warszawy. Obsługa powiatu kartuskiego może być w przyszłości znacznie niższa przy założeniu realizacji wschodniego odcinka drogi ekspresowej S6 na odcinku Lębork-Żukowo.

Tabela XIII. Wyniki badania terenowego. Liczba zaobserwowanych samochodów osobowych i mikrobusów na odcinku DW214; Lębork /Gr.m./-Osowo

Województwo	Powiat	Rejestracja	Osobowe	Mikrobusy	Razem
Pomorskie	Lęborski	GLE	1179	11	1190
Pomorskie	Kartuski	GKA	190	1	191
Pomorskie	Bytowski	GBY	94	0	94
Pomorskie	Wejherowski	GWE	76	0	76
Mazowieckie	Warszawski	W A, WB, WD,WE, WF, WH, WI, WJ, WK, WN, WT, WU,WW, WX, WY	50	0	50
Pomorskie	Gdańsk	GD	30	0	30
Pomorskie	Gdynia	GA	25	0	25
Pomorskie	Słupsk	GS	21	0	21
Pozostałe			244	0	244
Razem			1909	12	1921

Model wielomotywacyjny, który jest znacznie niedoszacowany (jedynie ok. 58% GPR2010) skazuje natomiast na większy udział ruchu z kierunku Bytowa, Wejherowa i Chojnic. Generalnie zarówno badanie terenowe jak i model wielomotywacyjny ukazują brak obsługi przez ten odcinek Trójmiasta (tab. XIII i ryc. XX).



Ryc. XX. Źródła ruchu pojazdów i ich ścieżki dojazdu na odcinku DW214; Lębork /Gr.m./-Osowo. Wyniki badania terenowego (kolor czerwony) vs model wielomotywacyjny (kolor zielony)



## DW894; HOCZEW-MYCZKÓW

Punkt kontrolny znajduje się na granicy gmin Lesko i Solina w powiecie leskim (w miejscowości Berezka). Droga wojewódzka nr 894 stanowi fragment tzw. małej pętli bieszczadzkiej i najkrótszej trasy prowadzącej do Polańczyka i nad Jezioro Solińskie.

Tabela XIV. Podstawowe informacje o odcinku DW894; Hoczew-Myczków

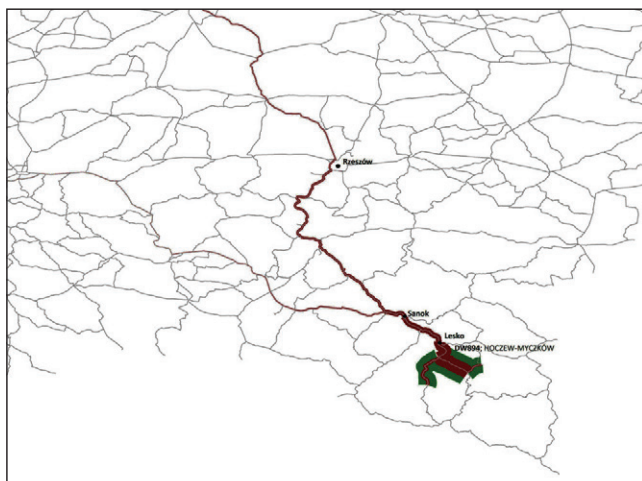
Nr drogi; odcinek	DW894; Hoczew-Myczków
Relacja	Lesko-Polańczyk
Kategoria drogi	DW894
Położenie w kraju	podkarpackie
Położenie w sieci osadniczej*	peryferia
SDR3 (2010)	3328
SDR3 (2015)	3623
Wzrost ruchu SDR3 (2010-2015)	1,09
Badanie terenowe – liczba pojazdów	918
Badanie terenowe (x2,929)	2689
Badanie terenowe względem GPR (2015) (%)	74,21
Model wielomotywyjny (PTV VISUM) – liczba pojazdów	30
Przewartościowanie modelu wielomotywyjnego względem GPR (2010); SDR3(2010)=100%	0,9

Analizowany odcinek jest wyjątkowy pod kątem stopnia niedoszacowania. Model wielomotywyjny wskazuje jedynie 30 samochodów osobowych i mikrobusów na dobę, co w 2010 r. stanowiło mniej niż 1% ruchu pojazdów osobowych. Z pewnością rozwiązaniem problemu byłoby zwiększenie liczby rejonów komunikacyjnych na obszarach gdzie gminy są relatywnie duże, przy rozdrobionym osadnictwie i jednocześnie dużych ograniczeniach naturalnych (obszary górskie, cieki i jeziora).

Badanie terenowe potwierdza, że ruch w dużym stopniu ma charakter lokalny (ponad połowa pojazdów z rejestracją leską RLS), jednak występuje również ruch w podróżach długich, w tym m.in. do Warszawy i Poznania, co może świadczyć o znaczeniu ośrodka turystycznego w Polańczyku, również poza sezonem (badanie było przeprowadzone w październiku) (tab. XV i ryc. XXI).

Tabela XV. Wyniki badania terenowego. Liczba zaobserwowanych samochodów osobowych i mikrobusów na odcinku DW894; Hoczew-Myczków

Województwo	Powiat	Rejestracja	Osobowe	Mikrobusy	Razem
Podkarpackie	Leski	RLS	567	11	578
Podkarpackie	Sanocki	RSA	72	0	72
Podkarpackie	Rzeszów	RZ	36	0	36
Mazowieckie	Warszawski	W A, WB, WD, WE, WF, WH, WI, WJ, WK, WN, WT, WU, WW, WX, WY	21	1	22
Podkarpackie	Krośnieński	RKR	16	0	16
Podkarpackie	Bieszczadzki	RBI	14	0	14
Podkarpackie	Krosno	RK	11	1	12
Wielkopolskie	Poznań	PO	8	0	8
Pozostałe			156	4	160
Razem			<b>901</b>	17	<b>918</b>



Ryc. XXI. Źródła ruchu pojazdów i ich ścieżki dojazdu na odcinku DW894; Hoczew-Myczków. Wyniki badania terenowego (kolor czerwony) vs model wielomotywacyjny (kolor zielony)

*DW160; DW 158/DREZDENKO/ - GR.WOJ../SOWIA GÓRA/*

Punkt kontrolny został zlokalizowany na granicy województwa lubuskiego i wielkopolskiego (powiaty strzelecko-dreźnieński i międzychodzki; gminy Drezdenko i Międzychód) nieopodal miejscowości Sowiec Góra. Droga wojewódzka nr 160 stanowi jedną z niewielu możliwości przekroczenia Puszczy Noteckiej i najkrótsze połączenie Drezdenka z Międzychodem.

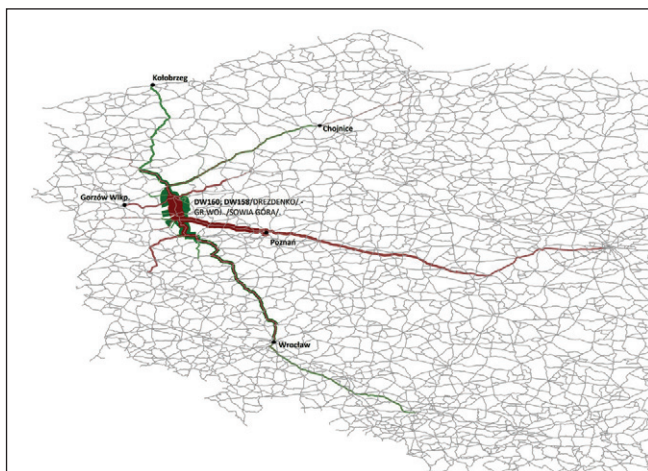
Tabela XVI. Podstawowe informacje o odcinku DW160;  
DW 158/Drezdenko/ - Gr.woj./Sowiec Góra/

Nr drogi; odcinek	DW160; DW 158/Drezdenko/ - Gr.woj../Sowiec Góra/
Relacja	Drezdenko-Międzychód
Kategoria drogi	DW 160
Położenie w kraju	lubuskie
Położenie w sieci osadniczej*	inne
SDR3 (2010)	2701
SDR3 (2015)	1316
Wzrost ruchu SDR3 (2010-2015)	0,49
Badanie terenowe – liczba pojazdów	486
Badanie terenowe (x2,929)	1423
Badanie terenowe względem GPR (2015) (%)	108,16
Model wielomotywacyjny (PTV VISUM) – liczba pojazdów	500
Przewartościowanie modelu wielomotywacyjnego względem GPR (2010); SDR3(2010)=100%	18,51

W modelu wielomotywacyjnym ruch wynosi jedynie 500 pojazdów, co stanowi ok. 18,5% rzeczywistego ruchu w 2010 r. W badaniu terenowym (dobre dopasowanie ruchu względem GPR2015) zaskakuje bardzo duża liczba pojazdów na rejestracjach warszawskich, poznańskich, a także np. z Zielonej Góry. Badanie było przeprowadzone w październiku a rejon jest znany z grzybobrań, co mogłoby wyjaśniać strukturę ruchu (głównie mieszkańcy miast wojewódzkich i Warszawy) i jego odmienność w odniesieniu do modelu wielomotywacyjnego (wyraźny potok ruchu w podróżyach długich północ-południe).

Tabela XVII. Wyniki badania terenowego. Liczba zaobserwowanych samochodów osobowych i mikrobusów na odcinku DW160; DW 158/Drezdenko/ - Gr.woj../Sowia Góra/

Województwo	Powiat	Rejestracja	Osobowe	Mikrobusy	Razem
Lubuskie	Strzelecko-drezdenecki	FSD	134	6	140
Wielkopolskie	Międzychodzki	PMI	50	2	52
Wielkopolskie	Poznań	PO/PZ	43	0	43
Mazowieckie	Warszawski	W A, WB, WD, WE, WF, WH, WI, WJ, WK, WN, WT, WU, WW, WX, WY	23	0	23
Lubuskie	Zielona Góra	FZ	19	2	21
Lubuskie	Gorzów Wielkopolski	FG	15	0	15
Lubuskie	Międzyrzeczki	FMI	13	2	15
Wielkopolskie	Czarnkowsko-trzcianecki	PCT	13	0	13
Pozostałe			<b>161</b>	<b>3</b>	<b>164</b>
Razem			<b>471</b>	<b>15</b>	<b>486</b>



Ryc. XXII. Źródła ruchu pojazdów i ich ścieżki dojazdu na odcinku DW160; DW 158/Drezdenko/ - Gr.woj../Sowia Góra/. Wyniki badania terenowego (kolor czerwony) vs model wielomotywacyjny (kolor zielony)

## DK48; MOSZCZANKA-PRZYTOCZNO

Punkt kontrolny znajdował się na granicy gmin Nowodwór i Ułęż w powiecie ryckim nieopodal miejscowości Trzcianki. Droga krajowa nr 48 łączy DK19 i Kock z Dęblinem i Kozienicami.

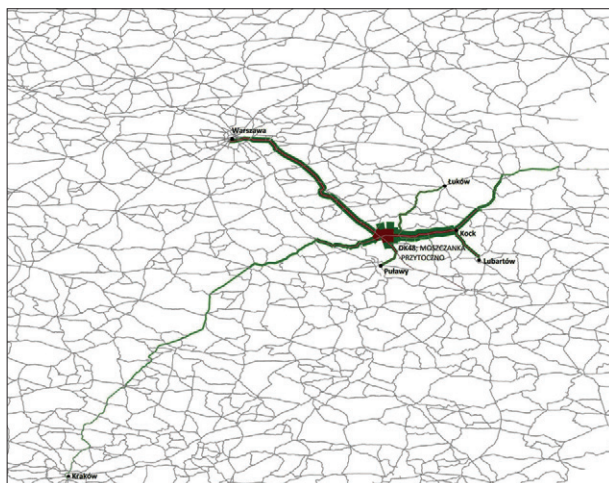
Tabela XVIII. Podstawowe informacje o odcinku DK48; Moszczanka-Przytoczno

Nr drogi; odcinek	DK48; Moszczanka-Przytoczno
Relacja	Dęblin-Kock
Kategoria drogi	DK48
Położenie w kraju	lubelskie
Położenie w sieci osadniczej*	inne
SDR3 (2010)	2425
SDR3 (2015)	2348
Wzrost ruchu SDR3 (2010-2015)	0,97
Badanie terenowe – liczba pojazdów	1379
Badanie terenowe (x2,929)	4039
Badanie terenowe względem GPR (2015) (%)	172,02
Model wielomotywyjny (PTV VISUM) – liczba pojazdów	2910
Przewartościowanie modelu wielomotywyjnego względem GPR (2010); SDR3(2010)=100%	120

Wyniki badania terenowego wskazują na wyjątkowo dużą liczbę pojazdów w godzinach badania. Natomiast model wielomotywyjny na badanym odcinku jest dobrze dopasowany pod kątem liczby pojazdów (ok. 120% rzeczywistego ruchu). W badaniu terenowym dominuje ruch lokalny (powiat rycki i pojazdy z bardzo rozległego i obejmującego Kock powiatu lubartowskiego). Nieco mniej niż 10% stanowią pojazdy z rejestracją warszawską, co jest zgodne z obserwacją wynikającą z modelu wielomotywyjnego. W modelu wielomotywyjnym dodatkowo ukazuje się potok ruchu o charakterze skośnym (Kraków-Biała Podlaska).

Tab. XIX. Wyniki badania terenowego. Liczba zaobserwowanych samochodów osobowych i mikrobusów na odcinku DK48; Moszczanka-Przytoczno

Województwo	Powiat	Rejestracja	Osobowe	Mikrobusy	Razem
Lubelskie	Rycki	LRY	727	0	727
Mazowieckie	Warszawski	W A, WB, WD, WE, WF, WH, WI, WJ, WK, WN, WT, WU, WW, WX, WY	110	0	110
Lubelskie	Lubartowski	LLB	84	0	84
Lubelskie	Puławski	LPU	62	1	63
Lubelskie	Łukowski	LLU	61	0	61
Lubelskie	Lublin	LU	40	0	40
Lubelskie	Radzyński	LRA	35	0	35
Lubelskie	Bialski	LBI	19	0	19
Pozostałe			235	5	240
Razem			1373	6	1379



Ryc. XXIII. Źródła ruchu pojazdów i ich ścieżki dojazdu na odcinku DK48; Moszczanka-Przytoczno. Wyniki badania terenowego (kolor czerwony) vs model wielomotywacyjny (kolor zielony)

#### DK59; STR. KIELBONKI-ROZOGI

Punkt kontrolny znajdował się na granicy gmin Rozogi i Świętajno w powiecie szczycieńskim nieopodal miejscowości Stare Kielbonki. Droga krajowa nr 59 na tym odcinku stanowi najkrótszą trasę łączącą Ostrołękę z Mrągowem i Mikołajkami.

Tabela XX. Podstawowe informacje o odcinku DK59; Str. Kielbonki-Rozogi

Nr drogi; odcinek	DK59; Str. Kielbonki-Rozogi
Relacja	Mrągowo-Myszyniec
Kategoria drogi	DK59
Położenie w kraju	warmińsko-mazurskie
Położenie w sieci osadniczej*	peryferyjne
SDR3 (2010)	2165
SDR3 (2015)	2097
Wzrost ruchu SDR3 (2010-2015)	0,97
Badanie terenowe – liczba pojazdów	346
Badanie terenowe (x2,929)	1013
Badanie terenowe względem GPR (2015) (%)	48,33
Model wielomotywacyjny (PTV VISUM) – liczba pojazdów	1170
Przewartościowanie modelu wielomotywacyjnego względem GPR (2010); SDR3(2010)=100%	54,04

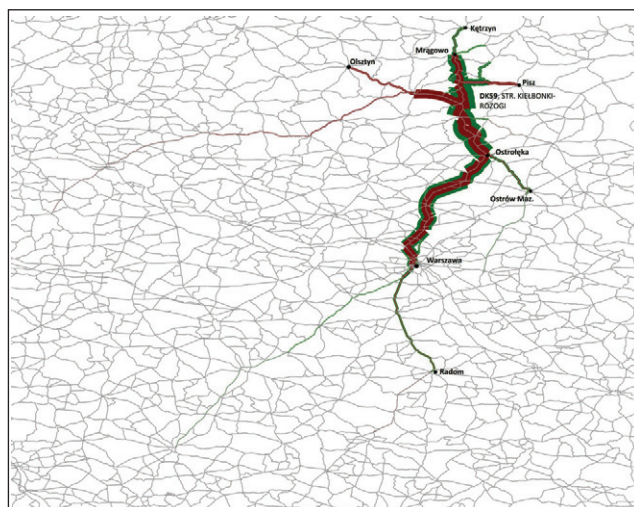
Zarówno badanie terenowe jak i model wielomotywacyjny wskazują na znaczne niedoszacowanie względem rzeczywistych pomiarów ruchu (ok. 50%). Jednak obie analizy ukazują wyraźny potok ruchu północ-południe, a badanie terenowe podkreśla rolę ruchu z Warszawy. Jest to jedyny odcinek, dla którego



tak wyraźny jest udział kierowców z rejestracją warszawską, co można tłumaczyć późnymi (pozasезonowymi) wyjazdami turystycznymi, ale przede wszystkim zasięgiem oddziaływania Warszawy sięgającym województwa warmińsko-mazurskiego (migracje, dojazdy o pracy lub podróże biznesowe). Co interesujące w badaniu terenowym ukazał się również ruch o charakterze równoleżnikowym (pojazdy z Olsztyna i Pizsa), który nie został zaobserwowany w modelu wielomotywacyjnym.

Tabela. XXI. Wyniki badania terenowego. Liczba zaobserwowanych samochodów osobowych i mikrobusów na odcinku DK59; Str. Kiełbonki-Rozogi

Województwo	Powiat	Rejestracja	Osobowe	Mikrobusy	Razem
Mazowieckie	Warszawski	W A, WB, WD, WE, WF, WH, WI, WJ, WK, WN, WT, WU, WW, WX, WY	65	1	66
Warmińsko-Mazurskie	Szczygieński	NSZ	57	0	57
Warmińsko-Mazurskie	Mrągowski	NMR	56	0	56
Mazowieckie	Ostrołęcki	WOS	23	0	23
Warmińsko-Mazurskie	Piski	NPI	23	0	23
Warmińsko-Mazurskie	Olsztyn	NO	13	0	13
Warmińsko-Mazurskie	Kętrzyński	NKE	9	1	10
Mazowieckie	Ostrołęka	WO	8	0	8
Pozostałe			<b>90</b>	<b>0</b>	90
Razem			344	2	<b>346</b>



Ryc. XXIV. Źródła ruchu pojazdów i ich ścieżki dojazdu na odcinku DK48; Str. Kiełbonki-Rozogi. Wyniki badania terenowego (kolor czerwony) vs model wielomotywacyjny (kolor zielony)

## DW756; WÓLKA MILANOWSKA-RAKÓW

Punkt kontrolny został zlokalizowany na granicy gmin Łągów i Nowa Słupia nieopodal miejscowości Zamkowa Wola. Droga wojewódzka nr 756 stanowi alternatywną dla DK73 i DK9 trasę południkową przecinającą województwo świętokrzyskie.

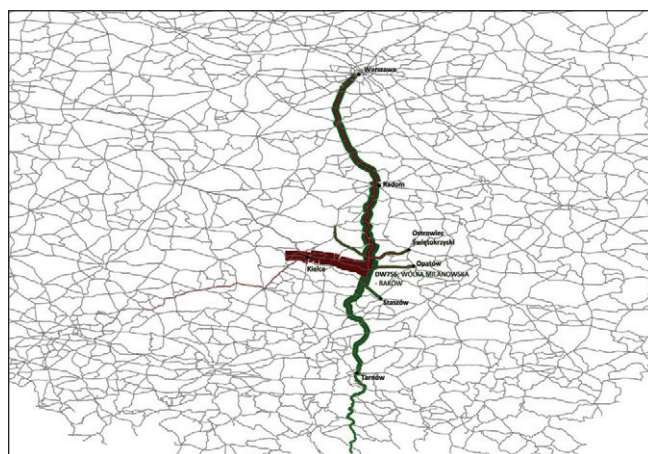
Tabela XXII. Podstawowe informacje o odcinku DW756; Wólka Milanowska-Raków

Nr drogi; odcinek	DW756; Wólka Milanowska-Raków
Relacja	Połaniec-Starachowice
Kategoria drogi	DW756
Położenie w kraju	świętokrzyskie
Położenie w sieci osadniczej*	inne
SDR3 (2010)	1459
SDR3 (2015)	2163
Wzrost ruchu SDR3 (2010-2015)	1,48
Badanie terenowe – liczba pojazdów	683
Badanie terenowe (x2,929)	2000
Badanie terenowe względem GPR (2015) (%)	92,48
Model wielomotywacyjny (PTV VISUM) – liczba pojazdów	1600
Przewartościowanie modelu wielomotywacyjnego względem GPR (2010); SDR3(2010)=100%	109,66

Zarówno badanie terenowe jak i model wielomotywacyjny wskazują na relatywnie dobre dopasowanie liczby pojazdów, a odchylenia nie są większe niż 10% względem ruchu rzeczywistego. Obie analizy ukazują również rolę ruchu z Warszawy oraz ruchu lokalnego, przy czym ze względu na bardzo duży obszar powiatu kieleckiego i przypisanie wszystkich pojazdów z tego powiatu do Kielc w badaniu terenowym obserwuje się wstęgę o charakterze równoleżnikowym co może być mylące, ponieważ pojazdów z rejestracją z Kielc jest kilkukrotnie mniej niż pojazdów z powiatu kieleckiego. W modelu wielomotywacyjnym potok ruchu ma charakter symetryczny: po stronie północnej jest widoczna Warszawa, a po stronie południowej widać ruch w stronę Brzeska i Nowego Sącza oraz Krynicy-Zdrój. Badany odcinek pokazuje jak ułomne w pewnym sensie jest badanie tablic rejestracyjnych w sytuacji gdy odcinek jest zlokalizowany w połowie trasy między dużą atrakcyjną masą (Warszawa), a obszarem absorpcji ruchu. Analiza ukazuje również jak wielu kierowców omija duże ośrodki w przypadku braku odpowiednich obwodnic (brak zachodniego odcinka obwodnicy Krakowa). Wraz z oddawaniem do użytku kolejnych odcinków obwodnic ruch powinien się bardziej kanalizować w ciągach dróg krajowych.

Tabela XXIII. Wyniki badania terenowego. Liczba zaobserwowanych samochodów osobowych i mikrobusów na odcinku DW756; Wólka Milanowska-Raków

Województwo	Powiat	Rejestracja	Osobowe	Mikrobusy	Razem
Świętokrzyskie	Kielecki	TKI	270	11	281
Mazowieckie	Warszawski	W A, WB, WD, WE, WF, WH, WI, WJ, WK, WN, WT, WU, WW, WX, WY	56	3	59
Świętokrzyskie	Ostrowiecki	TOS	55	5	60
Świętokrzyskie	Kielce	TK	30	5	35
Świętokrzyskie	Starachowicki	TST	29	5	34
Świętokrzyskie	Skarżyski	TSK	23	0	23
Świętokrzyskie	Staszowski	TSZ	21	0	21
Świętokrzyskie	Opatowski	TOP	20	2	22
Pozostałe			<b>127</b>	<b>21</b>	148
Razem			<b>631</b>	<b>52</b>	<b>683</b>



Ryc. XXV. Źródła ruchu pojazdów i ich ścieżki dojazdu na odcinku DW756; Wólka Milanowska - Raków. Wyniki badania terenowego (kolor czerwony) vs model wielomotywacyjny (kolor zielony)

## COMPREHENSIVE MODELLING OF PASSENGER ROAD TRAFFIC IN POLAND – THE MUNICIPALITY LEVEL ASPECTS

### Summary

Modelling of the passenger road traffic at the national level in Poland has until now not constituted the subject of in-depth spatial analyses. This is, first of all, due to the shortage of comprehensive traffic studies that would encompass the entire country. The majority of analyses, performed on the basis of the samples, containing several thousand items (surveyed households and network users), are carried out for the level of towns or agglomerations, and – in the recent years – also at the level of individual provinces. There exists a serious need of performing studies at the national level. Better cognition, gained at this level, ought to contribute to enhancement of effectiveness of transport network planning at various scales. It can also be of practical significance in spatial planning (correct location of the definite traffic generators, including the general purpose services), as well as in the design and introduction of the road toll systems.

**The purpose** of the study, described in the present monograph (and thus, at the same time, the purpose of the research project, funded by the Polish National Science Centre, which is the basis of the monograph) was to develop the traffic modelling so as to encompass entire Poland, at a detailed spatial scale (high number of transport districts at the municipal level), with the use of the secondary data, indicating the local conditions, associated with the spatial and socio-economic structure, and with the setting of the functional connections. **The cognitive objective** was constituted by the identification of factors, exerting influence on the distribution and intensity of the passenger vehicle traffic. This identification allows for the distinction of these segments of the network or areas in the country, for which the local socio-economic conditions, and also the specific functional interrelations entail the actual distribution of traffic that is different than that envisaged in the model (for the year 2010) for the extra-urban network of the national and provincial roads in Poland. The factors, exerting influence on the diversified behaviour of the traffic participants, were identified on the basis of analysis of the determinants of possession and actual use of the vehicle, and of the aspects, associated with the transport network and with the spatial structure. **The methodological objective** of the project was to propose the research methodology for the forecasting of traffic on the scale of the entire country for the network of the extra-urban national and provincial roads, this proposal taking the form of a model (acronym: KoMaR), that is – an additional tool, facilitating the utilisation of the available secondary data, both in the perspective of attraction production (traffic-generating potentialities) and of the matrix data, as well as the traffic velocity model, which accounts for a range of aspects, having influence on the speed of vehicles. This is, at the same time, the **applied objective**, since the model developed ought to be applicable in the practice of forecasting of the movements and in planning of the transport networks. A number of **complementary methodological objectives** were indicated, as well, having lesser conceptual and theoretical significance, but being of essential importance from the point of view of the entirety of the project, and having the potential of application in the more specialised questions. These include, in particular, exercising the potential distribution of traffic over the network of the national and provincial roads with respect to the individual travel motivations, as well as the aggregation over these motivations in the form of the multi-motivation model.

The report that now finds its way to the Readers, constitutes the ultimate effect of the research work, carried out in the framework of the scientific grant entitled “Comprehensive modelling of the passenger road traffic in Poland with identification of its local socio-economic conditioning” (project acronym **KoMaR PL**). This project was carried out at the Institute of Geography and Spatial organization of the Polish Academy of Sciences (IGiPZ PAN) in the years 2013–2016. It was financed with the means from the National Science Centre, granted on the basis of the decision

no. DEC-2012/05/B/HS4/04147. Realisation of the above specified objectives of the study took place owing to the integration of the methodology and the achievements of geographical, economic and engineering sciences. This was made possible by the work of the interdisciplinary team of researchers from the IGiPZ PAN and the Cracow Polytechnic.

**The subject of the study** is constituted by the spatial diversification of the population mobility in this part of it, which concerns private car ownership, meaning, actually, for the purposes of this study – travelling with the private passenger car. The **temporal range** of the study was assumed to concern the year 2010, conform to the General Traffic Measurement (GTM), carried out on the network of the extra-urban national and provincial roads. An important part of the statistical material, first of all the data in the setting of production-attraction, also refers to the year 2010. In the case of the matrix data, acquired for the job commuting and for in- and out- movements regarding residence place (movements related to the motivation of visiting friends and relatives), the availability of data required a definite temporal shift. The **spatial range** of the study includes the entire road network on the territory of Poland (primarily the network of national and provincial roads, but also the most important segments of the local, i.e. county and municipal, roads). The reference point for the comparative analysis of the modelled and the actual traffic (the latter represented by GTM2010) was the network of extra-urban national and provincial roads, on which the General Traffic Measurement (GTM) was performed. This means that the whole project was performed on the road network, existing in the year 2010. The study accounted for 2 321 transport districts (internal areas). Besides, the traffic of passenger vehicles was accounted for at 62 distinguished border crossing points (external areas).

The conclusions of empirical character concern, first of all, the three types of investigations, carried out in the framework of the study reported here. The first of the analyses was related to the dependence between the level of car ownership and the determinants of demand, and the empirical verification of the significance of the spatial structure, the socio-economic and demographic features, as well as the quality of the road network and the public transport for the level of car ownership. The second type of analysis was related already to the proper modelling of traffic over the network of extra-urban national and provincial roads in Poland. This analysis took the form of the basic model (in the internal and external perspective), the single-motive and multi-motive models. The third kind of analysis consisted in the field study of the license plates, this study having been carried out on ten purposefully selected segments of the network.

It was concluded (in Chapters 2 and 3) that the private car ownership is determined by a multitude of factors, which were classified in the report into: the spatial structure, the socio-economic and demographic characteristics of the households, the quality of the road network and of the public transport, as well as the situation, associated with travelling, including travel motivation. Along with the increase of the density of the settlement network and of the intensity of land use one observes the increase of congestion and the improvement of quality of the public transport. This is reflected through the decrease in the degree of use of an own car, and, generally, entails a lower level of car ownership, particularly so in the large cities. Within the peripheral rural areas, lack of the alternative transport means, coupled with the longer distances to the trip destinations, result in both the higher intensity of private car ownership and the higher car mileages. On the basis of the empirical investigation, carried out, it is hard to determine for Poland the unambiguous relation between, on the one hand, the density of population and the location in the setting of centre-periphery, at the regional and national levels and, on the other hand, the car ownership levels. The level of car ownership is insignificantly lower than the average in the cores of large agglomerations. At the same time, the peripheral areas are highly differentiated. The spatial differences in the quality of the road network and the network of public transport, as well as in the ways of managing these networks may have an essential influence on the choice of the transport means. An increase in the quality of public transport is conducive to the modal shift and to giving



up car driving, especially in the intra- and inter-agglomeration perspective. On the peripheral areas this particular factor is of a lesser importance. In Poland, the setting of core-periphery has no significance for the relation between the level of private car ownership and the level of use of the public transport services, either offered by coaches or trains.

Chapter four of the report presents the research methodology, the assumptions, and the results from the so-called basic model, in distinction of the internal and external basic model (the latter accounting also for the motorway toll payments). In the **internal basic model (IBM)**, in which the population number appears at the same time as driving production and attraction, the underestimation can be noticed of the traffic within the border-adjacent areas, first of all on the segments, bringing the traffic to the border crossing points. This underestimation is related to the lack of external traffic in this internal basic model. Underestimations of the traffic were also noticed for the roads, leading to the biggest labour markets, e.g. to Warsaw, Poznan, Tri-City, or Cracow, this being the consequence of the adopted attraction force, referring to the population number, and not to the number of jobs. On the other hand, overestimation of traffic is observed for the segments of paid motorways and for the southern passageway of Poznan, as well as for the numerous segments of roads, situated well away from the agglomerations and in the countryside. In the **external basic model (EBM)**, which accounts for the outer origin-destination traffic in the long and short travels, along with the transit traffic, the fit of the model is relatively high,  $R^2 = 0.63$ . Compared to the internal basic model IBM one can observe a distinct improvement in the model fit for the border-adjacent segments. Introduction of the motorway toll payments significantly improved the model fit on the road segments, where the toll payments are in force, and also on the parallel road segments. The overestimations of traffic on the provincial roads are generally more visible in south-eastern Poland.

In chapter 5 of the report the list of main travel motivations was assumed to include job commuting, shopping travels, university commuting, business travels, visiting friends and relatives, as well as tourist trips. For each of these motivations, simulations have been performed as to the distribution of the traffic if the entire mobility were linked with just this single travel motivation. The single-motivation models differ among themselves not only regarding production and attraction, and the resistance of the space, but also with respect to the distribution over the network. **The job commuting model (JCM)**, which takes, as the starting point, the matrix of inter-municipality job commuting trips of the year 2011 (accounting for commuting travels of up to two hours), features a relatively good fit to data ( $R^2 = 0.65$ ). This model overestimates the traffic on the roads, leading to agglomerations and in selected industrial areas, characterised by the high numbers of jobs. The underestimation of traffic is visible within the rural areas, especially so on the peripheral areas, both in regional and in the national terms. **The shopping travels model (STM)**, for which attraction is constituted by the number of supermarkets, shopping centres and shopping malls, and the attractiveness of the trip destination is halved after 10 minutes of travel, is just slightly less fitted than the basic model ( $R^2 = 0.60$ ). This decreased fit of the model results, first of all, from the significant overestimation of the traffic along the motorway routes and in selected agglomerations, e.g. in Upper Silesia and in the agglomeration of Cracow. **The university commuting model (EDU)**, in which attraction is formed by the number of university students, while production is based on the number of population at the age of 19-24 years, is relatively worse fitted ( $R^2 = 0.51$ ) than the other single-motive models. This results, first of all, from the very distinct concentration of the university-level schools in the regional centres and the lack of such schools within the peripheries of the provinces. The domination of the most important academic centres is clearly seen, with the lead of Warsaw and Cracow. **The business trip model (BIZ)**, in which both production and attraction are represented by the number of companies, turned out to be quite well fitted ( $R^2 = 0.62$ ). A distinctly better fit is observed for the territory of the former Prussian partition, where the number of the companies per population number is relatively higher. On the other hand, overestimation by this model is observed for the roads, leading to the

agglomerations of Poznan, Wroclaw and Cracow. Then, the **model of visiting the friends and relatives (VFR)**, for which the starting point is constituted by the migration matrix (the average for the years 2006 and 2009), is the best fitted of all the single-motivation models ( $R^2 = 0.66$ ). This model overestimates the traffic on the roads, linking the internal peripheries of the individual provinces with the biggest centres of residential attraction, meaning, primarily, the agglomerations of Warsaw, Poznan, Wroclaw, Tri-City, and Szczecin. The underestimation of traffic is observed in southern Poland. The **tourist trips model (TUR)**, in which the definitional travel attraction is constituted by the number of hotel beds, and the attractiveness of the destination is halved only at 60 minutes of travel, is the worst fitted model of all the analysed single-motivation models ( $R^2 = 0.39$ ). This model displays an especially high overestimation on the roads, leading to the Baltic coast and on selected routes, leading to the most important vacation centres in the Carpathian and Sudety Mountains. The generally high level of fit in the **single-motivation models** (except, perhaps, for the tourist movements) is the evidence for the concentration of various kinds of movements over the same road segments (the effect of concentration of numerous socio-economic functions in the same centres, but also, partly, the effect of the strong quality differentiation of the Polish road infrastructure).

Chapter 6 of the report shows the reasoning, leading to the conclusion that the **multi-motivation model (MM)** is the best fitted one, with  $R^2 = 0.72$ , and if we account just for the road segments, crossing the county boundaries, even  $R^2 = 0.75$ . This leads to the conclusion that joining of six motivations in one model was successful and resulted in the model improvement. This model is relatively well fitted for the key national roads, featuring high traffic intensity. Along with the expansion of the infrastructure and the finalisation of the basic routes of the expressways and motorways (complete inter-agglomeration connections), the problem of traffic shift to the roads of the lower categories shall be losing in significance. Fitting of this model for the provincial roads outside of the agglomerations leads to underestimation, this being quite opposite to the conclusions from the basic model. On the other hand, in places, where the concentration of the distinguished attractions is relatively small in relation to the demographic potential (population density), it would be advisable to find, for the purposes of more adequate modelling, additional attractions, functioning at the local level, which become the “true” travel destinations within the rural areas. Population of the peripheral areas turned out to be more mobile than this would be suggested by the distribution of the distinguished attractions. This amounts to concluding that there must exist in such places the “attractions” that are not accounted for in modelling or such ones that go unnoticed by the basic statistics. These observations have to be complemented by the factors, associated with the process of development of the road network (and this process was particularly intensive in 2010). The road repairs and modernisations, which were taking place on numerous road segments, might have stimulated the drivers to looking for the alternative roundabouts. On the top of this, some of the segments of the motorways and expressways were, actually, the “dead ends”, meaning that the true network effect was missing. All of the above mentioned network factors are of transitory character and after the period of modernisation of the network one may expect an “easier” modelling and a better fit of models to the actual distribution of traffic.

In chapter 7 the spatial implications and the premises for further studies are presented, as resulting from the spatial differentiations in the modal division, and the trends, demonstrated on the basis of the spatial interpretation of the results from the General Traffic Measurement of 2015. The chapter provides, as well, the most important conclusions from the field study, carried out in the framework of the project. The differences in the modal division were referred to the inter-municipal differences in the multimodal accessibility with the public and private transport. The average accessibility with the public transport in the multimodal perspective in Poland is equal to less than 12% of the accessibility with private transport. The joint share of the public transport (coach and railway) in the passenger transport on the national scale can also be assessed as equivalent to between 10 and 20%, but there are definite areas and connections, for which this

share is either much higher or much lower. In south-eastern Poland and for selected cities / agglomerations (those of Warsaw, Cracow, Upper Silesia, Tri-City, Poznan, Lublin, Rzeszow), for which the multimodal accessibility with public transport exceeds 20%, one can speak of the pronounced share of public transport, not only exceeding the average, but constituting an essential component of transport (also exceeding 20%). On the other hand, one can identify the areas, where the accessibility with private transport is several times higher than that of the public transport. Such areas form the mosaic- and island-like pattern within the extra-agglomeration areas in the central part of the country (the visible peripheral area of the borderland between the provinces of Lodz and Kielce), as well as along the western and eastern boundaries of Poland. The analysis of results of the General Traffic Measurement of 2015 demonstrated that the dynamics of traffic in the years 2010-2015 does not show clear macro-spatial regularities, except for the quite spatially extensive influence of the new transport projects, the concentration of traffic on the motorways and expressways, and the increasing significance of the networking effect. The distribution of traffic in Poland is nowadays strongly determined by the current projects.

Then, the most important conclusions, derived from the field study are presented. It was shown, in particular, that the movement of vehicles with Warsaw license plates is much higher than this would be suggested by the traditional traffic modelling. There is, as well, a dependence between the share of traffic with Warsaw license plates and the time of travel to Warsaw. The field study showed also that the multi-motivation model underestimated the traffic from/to Warsaw and overestimated the traffic from/to other large centres, which can be attributed to the higher mobility of the residents of Warsaw, the migration catchment of Warsaw encompassing almost entire Poland, or the reach of business trips, done with the vehicles, registered in Warsaw.

It was indicated that traffic on the provincial roads is highly sensitive to the infrastructural and organisational changes, taking place on the parallel roads of higher category. Local conditioning ought to be searched, therefore, first of all in demography (age structure and migrations), in the spatial distribution of the broadly conceived supra-local services of general purpose (shopping centres, but also other facilities, not accounted for in the project, like financial services, administration, cultural facilities, airports), in the significance and structure of farming, distribution of enterprises, and of jobs. Summing up, the classical, Christaller-like pattern of the settlement system (like that in western Poland) is more susceptible to traffic modelling (an even distribution of population, job locations, universities, trade centres, etc.). Central and eastern Poland constitute more challenging research areas, in view, in particular, of the strong internal differentiation and the role, played by farming.

Translated by Jan Owsinski

Instytut Geografii i Przestrzennego Zagospodarowania PAN im. Stanisława Leszczyńskiego wydaje następujące publikacje seryjne:

*Geographia Polonica,*  
*Przegląd Geograficzny,*  
*Europa XXI,*  
*Prace Geograficzne,*  
*Studia Obszarów Wiejskich,*  
*Monografie IGiPZPAN (17 tomów)*  
*Atlas Warszawy*

oraz *Dokumentacja Geograficzna, Geopolitical Studies, Bibliografia Geografii Polskiej, Atlas Rzeczypospolitej Polskiej (1993–1997)* i *Centralny Katalog Zbiorów Kartograficznych w Polsce (1961–2000).*

#### MONOGRAFIE

10. Gawryszewski A., 2009, *Ludność Warszawy w XX wieku.*
11. Grzeszczak J., 2010, *Gentryfikacja osadnictwa. Charakterystyka, rozwój koncepcji badawczej i przegląd wyjaśnień.*
12. Eberhardt P., 2011, *Political migrations on Polish territories (1939–1950).*
13. Błażejczyk K., 2011, Kunert A., *Bioklimatyczne uwarunkowania rekreacji i turystyki w Polsce.*
14. Korcelli P., Grochowski M., Kozubek E., Korcelli-Olejniczak E., Werner P., 2012, *Development of Urban-Rural Regions: from European to Local Perspective.*
15. Taylor Z., Ciechański A., 2013, *Bezpośrednie inwestycje zagraniczne w polskim transporcie.*
16. Taylor Z., Ciechański A., 2014, *Transport companies in the servicing of organised tourism in Poland.*
- 17.1. Wolski J. (red.), 2016, *Bojkowszczyzna Zachodnia - wczoraj, dziś i jutro. T.1.*
- 17.2. Wolski J. (red.), 2016, *Bojkowszczyzna Zachodnia - wczoraj, dziś i jutro. T.2.*

Monografia przedstawia końcowe rezultaty projektu „Kompleksowe modelowanie osobowego ruchu drogowego w Polsce wraz z identyfikacją jego lokalnych uwarunkowań społeczno-ekonomicznych” (DEC-2012/05/B/HS4/04147). W opracowaniu pokazano wyniki modelowania ruchu samochodów osobowych na sieci zamiejskich dróg krajowych i wojewódzkich w Polsce w 2010 r., w szczegółowej skali przestrzennej (rejony transportowe na poziomie gminnym), z wykorzystaniem danych wtórnych dla sześciu motywacji podróży (dojazdy do pracy, wyjazdy na zakupy, dojazdy do szkoły wyższej, podróże służbowe, odwiedziny krewnych i znajomych oraz podróże turystyczne). W obliczeniach wykorzystano autorski model prędkości ruchu uwzględniający szereg czynników mających wpływ na prędkość pojazdów.

Identyfikacja czynników mających wpływ na rozkład i natężenie ruchu pojazdów osobowych pozwoliła na wydzielenie tych odcinków sieci lub obszarów kraju, dla których lokalne uwarunkowania społeczno-ekonomiczne, a także specyficzne połączenia funkcjonalne decydują o odmiennym, od obliczonego i możliwie najbardziej dopasowanego do rzeczywistego, rozkładu ruchu. Wykazano, że modelowanie ruchu na drogach krajowych jest dużo łatwiejsze niż na drogach wojewódzkich, a klasyczny christallero-wski układ sieci osadniczej (Polska zachodnia), ze względu na równomierny rozkład ludności, miejsc pracy itd., lepiej poddaje się modelowaniu ruchu, niż obszar Polski wschodniej i centralnej.