

POLSKA AKADEMIA NAUK
KOMITET PRZESTRZENNEGO ZAGOSPODAROWANIA KRAJU

BIULETYN

ZESZYT 241

Tomasz Komornicki
Przemysław Śleszyński
Piotr Rosik
Wojciech Pomianowski

**DOSTĘPNOŚĆ PRZESTRZENNA
JAKO PRZESŁANKA
KSZTAŁTOWANIA
POLSKIEJ
POLITYKI TRANSPORTOWEJ**

WARSZAWA 2009

WYKAZ PUBLIKACJI
KOMITETU PRZESTRZENNEGO ZAGOSPODAROWANIA KRAJU PAN

BIULETYN

- z. 227 Przestrzeń rezydencjalna w miastach polskich. Praca zbiorowa pod red. T. Marszała i D. Stawasz. Warszawa 2006
- z. 228 Wieś polska dwa lata po wstąpieniu do Unii Europejskiej (ze szczególnym uwzględnieniem tzw. Ściany Wschodniej). Praca zbiorowa pod red. A. Stasiaka. Warszawa 2006
- z. 229 Rewitalizacja kompleksu Księżego Młyna. Praca zbiorowa pod red. T. Markowskiego. Warszawa 2006
- z. 230 Procesy metropolizacji w regionie podkarpackim Rzeszów-Lwów. Praca zbiorowa pod red. Z. Makieli i R. Fedana. Warszawa 2007
- z. 231 Rozwój regionalny Polski w warunkach reformy *Europejskiej Polityki Spójności w latach 2007-2013*. Praca zbiorowa pod red. J. Szlachty i J. Woźniaka. Warszawa 2007
- z. 232 Małe miasta w obszarach metropolitalnych. Praca zbiorowa pod red. K. Heffnera i T. Marszała. Warszawa 2007
- z. 233 Rola polskiej przestrzeni w integrującej się Europie. Praca zbiorowa pod red. T. Markowskiego i A. Stasiaka. Warszawa 2007
- z. 234 Dylematy przestrzennego rozwoju wsi polskiej na tle *Programu Rozwoju Obszarów Wiejskich 2007-2013/15*. Praca zbiorowa pod red. A. Stasiaka. Warszawa 2007
- z. 235 Marketing technologiczny i marketing terytorialny. Praca zbiorowa pod red. T. Markowskiego, D. Trzmielaka i J. Sosnowskiego. Warszawa 2007
- z. 236 Nowe paradygmaty gospodarki przestrzennej. Praca zbiorowa pod red. K. Miszczak i Z. Przybyły. Warszawa 2008
- z. 237 O nowy kształt badań regionalnych w geografii i gospodarce przestrzennej. Praca zbiorowa pod red. T. Stryjakiewicza i T. Czyż. Warszawa 2008
- z. 238 Ośrodki lokalne w strefie oddziaływania wielkich miast. Praca zbiorowa pod red. K. Heffnera i T. Marszała. Warszawa 2008
- z. 239 Rola gospodarstw wielkoobszarowych w zagospodarowaniu wsi woj. zachodniopomorskiego. Praca zbiorowa pod red. M. Jasiulewicz i M. Stanny. Warszawa 2008
- z. 240 Eksperycki projekt koncepcji przestrzennego zagospodarowania kraju w świetle zasad zrównoważonego rozwoju i ochrony środowiskaw perspektywiekrajowej, regionalnej i lokalnej. Praca zbiorowa pod red. M. Kistowskiego. Warszawa 2009

STUDIA

- t. CXI K. Kuciński, T. Kudłacz, T. Markowski, Z. Ziobrowski: Zintegrowany rozwój aglomeracji a konkurencyjność polskiej przestrzeni. Warszawa 2002
- t. CXII Marketing terytorialny. Praca zbiorowa pod red. T. Markowskiego. Warszawa 2002
- t. CXIII R. Domański, A. Marciniak: Sieciowe koncepcje gospodarki miast i regionów. Warszawa 2003
- t. CXIV T. Zipser, M. Mlek: Modelowe próby interpretacji prawa Zipfa w systemie osadniczym. Warszawa 2005
- t. CXV Przestrzenne aspekty rozwoju wsi polskiej z uwzględnieniem obszarów depresji społeczno-gospodarczej. Praca zbiorowa pod red. A. Stasiaka, R. Horodeńskiego. Warszawa 2005
- t. CXVI Marketing terytorialny. Praca zbiorowa pod red. T. Markowskiego. Warszawa 2006 (II wyd.)
- t. CXVII Gmina pasywna. Praca zbiorowa pod red. W. Dziemianowicza, P. Swianiewicza. Warszawa 2007
- t. CXVIII W. M. Gaczek: Regiony europejskie w procesie budowy gospodarki opartej na wiedzy. Warszawa 2008
- t. CXIX Możliwości rozwoju wsi polskiej na obszarach urbanizacji i semiurbanizacji w ramach *PROW 2007-2013*. Praca zbiorowa pod red. T. Markowskiego i Z. Strzeleckiego. Warszawa 2008
- t. CXX Rola polskich aglomeracji wobec wyzwań Strategii Lizbońskiej. Praca zbiorowa pod red. T. Marszała. Warszawa 2008
- t. CXXI Rola wyższych uczelni w rozwoju społeczno-gospodarczym i przestrzennym miast. Praca zbiorowa pod red. T. Markowskiego i D. Drzazgi. Warszawa 2008
- t. CXXII *Koncepcja przestrzennego zagospodarowania kraju a wizje i perspektywy rozwoju przestrzennego Europy*. Praca zbiorowa pod red. T. Markowskiego. Warszawa 2009
- t. CXXIII System przyrodniczy w zarządzaniu rozwojem obszarów metropolitalnych. Praca zbiorowa pod red. T. Markowskiego i D. Drzazgi. Warszawa 2009
- t. CXXIV Zrównoważone warunki życia w zmieniającym się systemie klimatycznym Ziemi. Praca zbiorowa pod red. M. Gutry-Koryckiej i T. Markowskiego. Warszawa 2009
- t. CXXV Potencjalne metropolie ze szczególnym uwzględnieniem Polski Wschodniej. Praca zbiorowa pod red. Z. Makieli. Warszawa 2009
- t. CXXVI Kapitał ludzki i społeczny w procesie rozwoju obszarów wiejskich. Praca zbiorowa pod red. W. Kamińskiej i K. Heffnera. Warszawa 2010

STUDIA REGIONALIA

- Vol. 8 Emerging Spatial and Regional Structures of an Economy in Transition. Ed. R. Domański, Warszawa 1998
- Vol. 9 The Competitiveness of Regions in the Polish and European Perspective. Ed. R. Domański, Warszawa 1999
- Vol. 10 Cities and Regions in an Enlarging European Union. Ed. R. Domański, Warszawa 2002
- Vol. 11 Polycentric Metropolitan Regions – New Concepts and Experiences. Eds. T. Markowski, T. Marszał, Warszawa 2002
- Vol. 12 Recent Advances in Urban and Regional Studies. Ed. R. Domański, Warszawa 2003
- Vol. 13 Spatial Aspects of Entrepreneurship. Ed. T. Marszał, Warszawa 2003
- Vol. 14 Urban and Regional Development – Concepts and Experiences. Eds. T. Gök, T. Marszał, Warszawa 2004
- Vol. 15 Regional Scientists' Tribute to Professor Ryszard Domański. Ed. T. Markowski, Warszawa 2005
- Vol. 16 Human Capital Development Factor of the Region: Macro- and Microeconomic Approach, Eds. K. Heffner, K. Malik, Warszawa 2006
- Vol. 17 The Development of Polish Social and Economic Space at the Beginning of the 21st Century – Chosen Aspects. Ed. S. Korenik, Warszawa 2006
- Vol. 18 New Members – New Challenges for European Regional Development Policy. Eds. T. Markowski, M. Turała, Warszawa 2006
- Vol. 19 Financial Aspects of Regional Development in Poland. Eds. B. Filipiak, K. Wilk, Warszawa 2007
- Vol. 20 Metropolises and Metropolitan Areas – Structures, Functions and Role (Based on Polish and Brazilian Experience). Eds. T. Marszał, W. Zmitrowicz, Warszawa 2007
- Vol. 21 Finance in Spatial Economy. Eds. S. Korenik, M. Łyszczak, Warszawa 2008
- Vol. 22 The Polish Spatial Development Concept versus European Visions of Spatial Development Perspectives. Ed. T. Markowski, Warsaw 2009
- Vol. 23 Innovations and Space – European and National Approach. Eds. T. Markowski, M. Turała, P. Żuber, Warsaw 2009
- Vol. 24 Theoretical and Practical Aspects of Urban and Regional Development. Eds. T. Markowski, M. Turała, Warsaw 2009

Poszczególne zeszyty Biuletynu i tomy Studiów można kupić lub zamówić
w Redakcji Wydawnictw KPZK PAN
oraz w Warszawskiej Drukarni Naukowej PAN

POLSKA AKADEMIA NAUK
KOMITET PRZESTRZENNEGO ZAGOSPODAROWANIA KRAJU

BIULETYN

ZESZYT 240

**Tomasz Komornicki
Przemysław Śleszyński
Piotr Rosik
Wojciech Pomianowski**
przy współpracy:
**Marcina Stępnika
i Piotra Silki**

**DOSTĘPNOŚĆ PRZESTRZENNA
JAKO PRZESŁANKA KSZTAŁTOWANIA
POLSKIEJ POLITYKI TRANSPORTOWEJ**

*(Spatial Accessibility as a Background
for Polish Transport Policy)*



WARSZAWA 2009

POLSKA AKADEMIA NAUK
KOMITET PRZESTRZENNEGO ZAGOSPODAROWANIA KRAJU

Rada Redakcyjna

Tadeusz Markowski (przewodniczący), Teresa Czyż, Jacek Szlachta, Janusz Zaleski
(zastępcy przewodniczącego), Wojciech Dziemianowicz, Krystian Heffner,
Andrzej Klasik, Tomasz Komornicki, Andrzej Malinowski, Tomasz Parteka

Redakcja Wydawnictw

Tadeusz Markowski (redaktor naczelny), Wojciech Dziemianowicz (zastępca
redaktora naczelnego), Ewa Ryżlak (sekretarz redakcji)

Adres Redakcji

00-901 Warszawa, Pałac Kultury i Nauki,
piętro XXIV, pokój 2410, tel. (022) 826-10-63, (022) 656-70-73
e-mail: kpzk@pan.pl

Recenzent: Jan Wendt

© Copyright by Komitet Przestrzennego Zagospodarowania Kraju PAN
Warszawa 2009

ISBN 978-83-89693-86-0
ISSN 0079-3493

Publikacja dofinansowana przez Ministerstwo Rozwoju Regionalnego

Spis treści

Contents

1. Wstęp	
<i>Introduction</i>	
2. Definicja i komponenty dostępności transportowej	
<i>Definition and components of accessibility</i>	
2.1. Zakres przedmiotowy i definicja dostępności transportowej	
<i>Scope and definition of accessibility</i>	
2.2. Komponent transportowy	
<i>Transport component</i>	
2.3. Komponent użytkowania przestrzeni	
<i>Land-use component</i>	
2.4. Zależności między komponentami dostępności a dostępnością transportową	
<i>Relationship between components and accessibility</i>	
3. Metodyka pomiaru dostępności transportowej	
<i>Methodology of measurement of accessibility</i>	
3.1. Klasyfikacja metod badawczych	
<i>Classification of methods</i>	
3.2. Dostępność mierzona wyposażeniem infrastrukturalnym	
<i>Infrastructure-based accessibility measure</i>	
3.3. Dostępność mierzona odległością	
<i>Distance-based accessibility measure</i>	
3.4. Dostępność mierzona izochronami. Dostępność czasowa	
<i>Isochrone-based accessibility measure. Time accessibility</i>	
3.5. Dostępność potencjalna	
<i>Potential-based accessibility measure</i>	
3.6. Dostępność mierzona w geografii czasu lub czasoprzestrzeni	
<i>Space-time-geography-based accessibility measure</i>	
3.7. Dostępność mierzona maksymalizacją użyteczności	
<i>Utility-based accessibility measure</i>	
3.8. Podsumowanie – metody pomiaru dostępności transportowej	
<i>Conclusions – methods of accessibility measurement</i>	

4. Metodyka obliczania dostępności czasowej na potrzeby KPZK	.....
<i>Methodology of time accessibility for the needs of KPZK</i>	
4.1. Techniczne możliwości wyznaczania zasięgów izochron i obliczania liczby mieszkańców	.....
<i>Technical opportunities for evaluation of isochrones</i>	
4.2. Metodyka analiz dostępności czasowej przyjęta w pracach nad KPZK 2030 (przy współpracy P. Siłki i M. Stepniaka)	.....
<i>Methodology of time accessibility in KPZK 2030</i>	
5. Wskaźnik międzygałęziowej dostępności transportowej	.....
<i>Multimodal transport accessibility indicator</i>	
5.1. Ogólne założenia wskaźnika	.....
<i>Assumptions for the indicator</i>	
5.2. Model topologiczny sieci transportowej Polski (przy współpracy P. Siłki i M. Stepniaka)	.....
<i>Topological model of transport network of Poland</i>	
5.2.1. Bazy kartograficzne dla sieci transportowych	.....
<i>Cartography database for transport networks</i>	
5.2.2. Masy węzłów transportowych	.....
<i>Masses of transportation nodes</i>	
5.2.3. Modele prędkości ruchu	.....
<i>Traffic speed models</i>	
5.2.4. Wskaźnik dostępności potencjalnej	.....
<i>Multimodal accessibility indicator</i>	
5.3. Rozszacowanie pracy przewozowej	.....
<i>Assessment of transport work</i>	
5.4. Aplikacja komputerowa	.....
<i>Computer software</i>	
5.4.1. Praca z programem	.....
<i>Workflow</i>	
5.4.2. Aktualizacja i modyfikacja danych	.....
<i>Data updating and modification</i>	
5.4.3. Obliczenia	.....
<i>Computation</i>	

6. Dostępność w systemie osadniczo-transportowym Polski (2008-2015)	.....
<i>Transport accessibility of the territory of Poland (2008-2015)</i>	
6.1. Planowane inwestycje transportowe	.....
<i>Planned transport investments</i>	
6.1.1. Stan infrastruktury oraz inwestycje w realizacji	.....
<i>State of infrastructure and investments in realization</i>	
6.1.2. Inwestycje planowane w okresie 2007-2013	.....
<i>Planned investments in the years of 2007-2013</i>	
6.2. Ogólna dostępność czasowa (na podstawie wyników analizy dla KPZK 2008-2033) (przy współpracy P. Siłki i M. Stepniaka)	...
<i>Time accessibility (KPZK 2008-2033)</i>	
6.2.1. Dostępność wzajemna sieci osadniczej	.....
<i>Accessibility to the settlement network</i>	
6.2.2. Dostępność do przestrzeni europejskiej	.....
<i>Accessibility to the European area</i>	
6.2.3. Dostępność do regionów turystycznych	.....
<i>Accessibility to touristic regions</i>	
6.2.4. Dostępność do portów lotniczych	.....
<i>Accessibility to airports</i>	
6.2.5. Podsumowanie analizy na potrzeby KPZK)	.....
<i>Conclusions – time accessibility</i>	
6.3. Międzygałęziowa dostępność transportowa	.....
<i>Multimodal transport accessibility</i>	
6.3.1. Symulacje dla wybranych inwestycji drogowych	.....
<i>Simulations for particular road investments</i>	
7. Znaczenie prognozowanych zmian dostępności w latach 2008-2015 dla polityki transportowej Polski	.....
<i>Importance of accessibility changes in the years of 2008-2015 for Polish transport policy</i>	
8. Podsumowanie	.....
<i>Conclusions</i>	
Literatura	.....
<i>References</i>	
Informacje o Autorach	.....
<i>Notes on Authors</i>	

Abstract: Spatial Accessibility as a Background for Polish Transport Policy.

Spatial accessibility is very important issue for socio-economic geography, spatial economy and transport planning at the local, regional and national level. The accessibility determines the advantage of one location over the other and allows to assess the degree of regional inequality in the distribution of activities (opportunities) in space. Although there are different measures, variety of approaches and number of studies on accessibility in the world literature, there are relatively few so far in Poland. Most of the Polish empirical studies concerning accessibility issue were carried out at the local or regional level. However, so far in Poland there have been conducted relatively few accessibility studies at the national level.

The accession of Poland to the European Union caused the significant change in accelerating of the construction of the transport infrastructure networks. The need for assessment and evaluation of realized infrastructure projects has been acknowledged. The accessibility analysis is used more and more frequently to create a map of peripheral regions or to assess the catching areas of metropolitan centers. To improve the accessibility is one of the general objectives of every the transport plans, at every geographical level (for example, at the European level, the ESPON project, in particular 1.2.1 and 1.1.3). In Poland government institutions (Ministry of Regional Development and Ministry of Infrastructure) and self-government institutions are also interested in the accessibility projects and programmes' results.

The intensive studies that have been carried out for last few years in the Institute of Geography and Spatial Organization of Polish Academy of Sciences in Warsaw (IGSO PAS) by the team lead by Tomasz Komornicki aim at filling the gap in the knowledge in this area (accessibility of the territory of Poland). The popular methods of analysis of the accessibility are used: infrastructure-based, isochrone-based, distance-based and potential-based accessibility measures.

The major methodological aim of this book is to implement and improve the above mentioned measurement tools and methods to assess the accessibility. The first chapters of the monograph can be regarded as a survey of literature on accessibility issue. The study has been carried out in the context of discussing regional and transport policy needs in Poland. For that reason, the empirical aim of the book is to assess the impact of transport infrastructure investments on accessibility changes at the regional level in the years of 2007-2013 (2015), when the European Union funds from the new programming period are and will be available. One can expect in Poland further increase of the road and air transport demand. However, the scale of increase will be lower than so far experienced historically. On the other hand, in the

middle of the second decade of the 21st century Polish infrastructure network will be still in its construction stage and only a small fraction of planned investments will be finished by 2015. Due to the above mentioned facts, the need for further priority investments in transport infrastructure should be assessed in the light of the guidelines of European policy on environmental protection (CO₂ emission) and the rising energy costs. The redirection and verification of priorities of transport policy leading to the improvement of the interior (within the Poland's territory) accessibility, particularly by the strengthening the links between the major national centers, will not be possible before 2015. The aim of the book is also to establish the investment priorities for next programming period of European Union Structural Funds.

The book collects some results of ongoing research that was carried out at the IGSO PAS in 2008 and 2009. The first project, commissioned by the Ministry of Regional Development is called "Alternative Solutions Analysis of the Land Transportation Accessibility". The project, carried out in summer of 2008, led to the development of methods the time accessibility calculating. The project included recommendations for the new Spatial Development Concept for the years of 2008-2033. The main aim of the alternative solutions analysis of the land (road and railway) transportation was first of all to measure the time accessibility to: particular cities, city network, voivodship and subregional cities, national border and border crossing points, airports, harbors and touristic regions. Three different points of time were taken into consideration: 2008 (according to the current state of infrastructure), 2015 and 2033. The forecasts for 2033 were carried out in two variants: according to the current plans from the present Concepts of Spatial Development Policy, and according to the real domestic demand needs (the authors' postulates).

The potential-based accessibility measure is developed in the second project carried out in the IGSO PAS for the Ministry of Regional Development of Poland. The project called "Assessment of the Multimodal Accessibility Indicator of the Poland's Territory" concerning the potential accessibility and is meant to be utilized, inter alia, for evaluating the possible effects of construction and modernization of the transport network that are envisaged in the EU supported operational programs. A form of potential Hansen-type accessibility indicator is proposed. The basic issues related to methodology and practical applications of the indicator are dealt with. A graph model of settlement and transportation system was elaborated for the needs of the project. It was presumed that the poviats (county) towns represent transportation hubs, including also a whole mass of connected land and municipal entities, as well as metropolitan areas. These data were incorporated into the matrices for calculating the time of travel by means of transport such as road, railways, air and inland waterways. In addition to the existing infrastructure, the base topological network involves also projected road and railway sections that are to be completed by 2015, which can be then easily included into the developed model over the subsequent years as the investment projects are realized, as well as making it possible to use it for various computer

simulations. A special model of traffic speed was developed for the needs of the road transport, utilizing the real speed values. Each of the road network sections had its own set of detailed features – the length of the section and the average speed on it. The research investigated the factors that influence the average speed of the vehicles. These factors are distinguished as follows: road category, population density in the road surrounding area (1 km buffer) and the lie of the land. As regards railway network, a model of traffic makes use of data concerning a maximum technical speed for individual sections. As far as the air connection network is concerned, distances between different airports were measured in straight lines, and, based on the current flight timetable, the average travel times were calculated, however, taking into account only domestic connections. As for the inland waterways, a small fixed speed value at 10 km.p.h. was set. The project aims at giving opportunities for all the users of computer application, particularly for ministry officials, to evaluate the effects of infrastructure projects within Sectoral Operational Programmes. The evaluation is conducted according to the multimodal potential accessibility model.

The spatial scope of both described projects covers the territory of Poland. However, the accessibility from the European area (via accessibility to border crossing points) has also been taken into account. The time scope of the book is in particular the years of 2008-2013 (2015). The authors devote special attention to the current period of programming in the European Union. The analysis of the current state of infrastructure and accessibility has been carried out for the 2008 year (the year following the beginning of the programming period). The changes in plans that have appeared since 2008, have not been taken into account in the book, so that the time accessibility (land transportation accessibility) and the potential accessibility (multimodal accessibility indicator) were comparable to each other.

In the second chapter of the book, the authors discuss the definition of accessibility on the basis of the world literature and previous Polish studies. Following Geurs and Ritsema van Eck (2001) the components that determine the accessibility are described: land-use component (spatial distribution of activities at destinations and the demand for these activities), transport component (travel time, cost or effort of travelling between the origin and destination), individual component (needs, abilities and opportunities of individual travelers) and temporal component (time restrictions of individual travelers and availability of activities at different times of the day).

In the third chapter of the book, different approaches to the methodology of measurement of accessibility are shown. On the basis of literature survey the authors identified six groups of methods. The first method is the infrastructure-based accessibility measure where the regional infrastructure equipment is evaluated by its quantity and quality. This approach is relatively widely used in national transport policy plans. The second method is the distance-based accessibility measure (travel-cost accessibility) which means the distance, time or cost of travel where the activity is sought (a single destination or a set of destinations), e.g., the average or total travel time

between given origin and destination points in the network. The third method is the isochrone-based accessibility measure (daily accessibility) which equals the assessment of set of destinations available in particular travel distance, time or cost from the origin. A brief summary of the use of isochrones (lines of equal travel distance, time or cost) for measurement of accessibility to activities is given. The fourth method is the potential-based (gravity-based) accessibility measure, which is the most popular one at present. The accessibility is measured by the number of activities (opportunities) which can be reached in a certain distance, time or effort weighted by the travel distance, time or effort to do so. The concept of potential of interactions between the origin and the set of destinations is widely used and the potential analysis has spawned a number of different approaches and models. The fifth and sixth method, mathematically advanced and commonly used in the western countries at the micro level (e.g. in metropolitan areas), are the person-based accessibility measures (which means analyzing accessibility at the individual level). This package of measures is founded in the space-time geography and includes space-time-geography-based and utility-based accessibility measures. The models take into account the individual behavior of the transport network user and focus on the person's ability to contribute in activities through space and time. The authors of this book used first four measures which are relatively easy to calculate and give the possibility to evaluate the ease of reaching the destinations in a certain distance, time or cost. The authors use travel time in the distance-decay function.

The methods used in the project called "Alternative Solutions Analysis of the Land Transportation Accessibility" are described in details in the fourth chapter. The time accessibility is measured by utilizing the isochrone-based and distance-based accessibility measures. Maps of isochrones are used in the project and the number of inhabitants living within the particular isochrones' range is calculated for all points of time and all variants using isochrone-based accessibility measure.

The project "Assessment of Multimodal Accessibility Indicator of the Territory of Poland" is characterized in more detail in the fifth chapter. The model used in the project is characterized by some features which are aimed at ensuring its overall comprehensiveness and effectiveness. Firstly, it takes into consideration all modes of transport occurring throughout the country (on a nationwide basis). Secondly, the detailed scale applied in the model allows to utilize it both at the national as well as regional level. Thirdly, all widely available source data are included in the calculations. Fourthly, this model is user-friendly as far as making calculations and obtaining results are concerned, since there was a software application developed running on personal computer. The software allows to calculate actual accessibility measure as well as to run simulations on variant/future enhancements to the transportation network. Results are given for basic transportation nodes (powiaty) and aggregates (voivodships and whole country). The model accounts for the modal structure of transport (including also individual road transport). On national level the weight (importance)

of particular transport mode (road, rail, air and inland water) is measured by its share in total traffic volume. On regional level the operating work was calculated, based on the data from General Directorate for National Roads and Motorways and PKP (Polish Railway Lines Company). The variables introduced into the model are data such as: transport performance expressed by millions of passenger-kilometers, trips by individual motorization, transport performance indicated by millions of passenger-kilometers (road and railway transport), passenger traffic in airports in total (domestic and abroad) and carriage performance by millions of ton-kilometers (road and railway transport, inland waterways).

The results of empirical analysis on the forecasts of accessibility changes in the years 2008 to 2013/2015 are described in the sixth chapter. The methods described in the previous chapters are used. The presentation of the results is preceded by a brief characteristics of the planning infrastructure investments. In the seventh chapter, the obtained simulation results are referred to the Polish transport policy. Summing up the results, the authors conclude that results from both approaches (time accessibility and potential accessibility) are complementary to each other. The regions located on the central south of Poland (Śląskie, Małopolskie and Opolskie Voivodship) and in the central Poland (Łódzkie) have the highest accessibility, while the lowest one is observed in the north and west regions of Poland, in Lubuskie, Warmińsko-Mazurskie, Pomorskie and Podlaskie.

The eighth chapter is a reflection of the aims that are introduced at the beginning of the book. The authors admit that the projects concerning isochronic (time) accessibility and potential accessibility of the Poland's territory are on its initial stage. The main future works on content and formula of the model should be these four in this order: to expand the computer application and the demarcation area to the international level (so that to include the destinations which are located on the other side of the border), to include in the model the quality elements of the infrastructure network, e.g., the state of the paving or the width of the road, to include of the self-potential (local accessibility) of nodes (regions) and to add the possibility of modifying the structure and the form of the distance-decay function (use of exponential, power and log-logistic functions).

*Tomasz Komornicki
Przemysław Śleszyński
Piotr Rosik
Wojciech Pomianowski*

1. Wstęp

Jednym z podstawowych zagadnień wykorzystywanych w pracach związanych z planowaniem przestrzennym jest szeroko rozumiana dostępność transportowa. Badania w tym zakresie mają długą tradycję. Rozwijały się one na styku takich dyscyplin, jak geografia ekonomiczna, ekonomia i gospodarka przestrzenna. Liczne prace dotyczące dostępności przestrzennej powstały także w Polsce. Miały charakter zarówno teoretyczny, jak i empiryczny oraz zróżnicowany zasięg terytorialny. W ostatnich latach odczuwa się brak opracowań przekrojowych dotyczących całego obszaru kraju. Tymczasem akcesja Polski do Unii Europejskiej zaowocowała nie tylko przyspieszeniem prac inwestycyjnych w transporcie, ale również koniecznością średnio- i długookresowego programowania rozwoju, a także potrzebą ewaluacji realizowanych projektów. Spowodowało to znaczny wzrost zainteresowania problematyką dostępności, w kontekście badań aplikacyjnych, przede wszystkim jako narzędzia oceny i symulacji. Charakterystyki dostępnościowe coraz częściej zaczęto również wykorzystywać przy delimitacji zarówno obszarów peryferyjnych (problemowych), jak i potencjalnych zasięgów oddziaływania ośrodków metropolitalnych w kontekście rynków pracy, dostępu do usług społecznych, itd.

Wspomniany wzrost zainteresowania nawiązuje bezpośrednio do pierwszych szczegółowych analiz dostępności wykonanych dla całej Europy w ramach pierwszej edycji programu ESPON (zwłaszcza w projektach 1.2.1 i 1.1.3). W kraju instytucjami zainteresowanymi tą problematyką są obecnie przede wszystkim Ministerstwo Rozwoju Regionalnego, Ministerstwo Infrastruktury oraz Ministerstwo Rolnictwa i Rozwoju Wsi, a ponadto władze samorządowe szczebla regionalnego. Badania dostępności zaczęły być także wykorzystywane przez podmioty publiczne i prywatne przy studiach lokalizacyjnych dla różnego rodzaju obiektów, np. portów lotniczych, osiedli mieszkaniowych, placówek medycznych, centrów handlowych itd.

Od kilku lat metodyka pomiaru dostępności przestrzennej i transportowej na terenie Polski jest przedmiotem badań Instytutu Geografii i Przestrzennego Zagospodarowania PAN. Prezentowana monografia jest zatem swego rodzaju przeglądem i podsumowaniem dotychczasowego dorobku w tym zakresie. Jej **głównym celem – metodycznym**, jest próba implementacji oraz udoskonalenia

wybranych metod analizy dostępności, w tym opartych na Systemach Informacji Geograficznej, na potrzeby polskiej polityki przestrzennej, regionalnej i transportowej.

Rozbudowa infrastruktury transportowej uważana jest współcześnie za jedną z najbardziej widocznych w przestrzeni korzyści, jakie przyniosła Polsce akcesja do Unii Europejskiej. Oczekiwania z tym związane odwołują się do wcześniejszych przykładów Hiszpanii i Portugalii. Nie bez znaczenia jest też to, że okres transformacji przedakcesyjnej odznaczał się w Polsce znikomym tempem prac inwestycyjnych w transporcie. Dlatego **celem empirycznym** opracowania jest wykorzystanie zaproponowanych metod do oszacowania wpływu, jaki na poziom dostępności poszczególnych regionów kraju będą miały inwestycje transportowe przewidziane do realizacji w latach 2007-2013 (2015), a więc w obecnie trwającym okresie programowania finansowego Unii Europejskiej.

Do 2015 r. można się spodziewać dalszego wzrostu znaczenia transportu drogowego i lotniczego. Należy przy tym oczekiwać, że dynamika tych zmian będzie mniejsza niż dotychczas. W 2015 r. polska infrastruktura transportowa będzie znajdowała się nadal w fazie rozbudowy i modernizacji. Zakończona zostanie tylko część spośród inwestycji planowanych w ramach programów operacyjnych na okres 2007-2013. W efekcie, w kolejnych latach zajdzie konieczność dalszych intensywnych działań inwestycyjnych i modernizacyjnych, które będą się odbywać w warunkach nowej struktury budżetu Unii Europejskiej, znowej polityki wspólnotowej w zakresie ochrony środowiska (w tym w zakresie emisji CO₂) oraz przy rosnących kosztach energii. Będzie to miało wpływ na zasady etapowania i finansowania poszczególnych inwestycji. Jednocześnie, dopiero po 2015 r. pojawi się możliwość weryfikacji priorytetów inwestycyjnych (perspektywa roku 2020 i kolejne) i ukierunkowania ich na poprawę dostępności wewnętrznej oraz wzmocnienie powiązań między najważniejszymi ośrodkami kraju (*Ekspertycki Projekt...* 2008). Wyznacza to **cel aplikacyjny** tego opracowania, którym może być ustalenie priorytetów inwestycyjnych dla kolejnego okresu programowania rozwoju oraz okresu finansowego Unii Europejskiej.

W opracowaniu bezpośrednio wykorzystano wyniki dwóch prac studialnych dotyczących dostępności przestrzennej i transportowej, które w latach 2008-2009 zostały wykonane w Instytucie Geografii i Przestrzennego Zagospodarowania PAN na zlecenie Ministerstwa Rozwoju Regionalnego. Pierwsze opracowanie zrealizowano na potrzeby przygotowywanej *Koncepcji Przestrzennego Zagospodarowania Kraju na lata 2008-2033* (Komornicki *et al.* 2008). Powstało ono w drugiej fazie prac nad projektem dokumentu przy

stałej współpracy z Zespołem Ekspertów Naukowych (ZEN) ds. KPZK przy MRR. Jego celem głównym była bieżąca weryfikacja zapisów projektu *KPZK* w zakresie rozwiązań transportowych, w tym uwzględnienie propozycji, które znalazły się we wcześniej wykonanych ekspertyzach. Celem poznawczym badania była ocena efektów przestrzennych podejmowanych i planowanych inwestycji w transporcie lądowym. Tym samym stała się ona potencjalnie podstawą do wskazania korytarzy transportowych, których budowa lub modernizacja przyniesie największe korzyści z punktu widzenia rozwoju ekonomicznego (dostęp do rynków i ich powiązanie) oraz celów polityki regionalnej (dostępność z obszarów peryferyjnych). Jednocześnie wyniki badań ukazały obszary najbardziej upośledzone w zakresie dostępności przestrzennej w transporcie lądowym. Mogą być one traktowane jako próba oceny szeroko rozumianych wariantów inwestycyjnych z punktu widzenia: (a) popytu wewnętrznego, (b) popytu związanego z interakcjami z Unią Europejską oraz (c) polityki regionalnej. Wymienione trzy kryteria eksperci *KPZK*, przygotowujący opracowania na temat wizji docelowej infrastruktury transportu (Burnewicz 2008; Friedberg 2008; Kuryłowicz 2008; Suchorzewski 2008; Taylor 2008), zgodnie uznali za najważniejsze przy określaniu priorytetów inwestycyjnych w transporcie.

Dostępność czasową analizowano w trzech przekrojach czasowych:

- 2008 r. – stan obecny infrastruktury,
- 2013 r. (2015) – stan infrastruktury po realizacji zatwierdzanych obecnie planów operacyjnych,
- 2033 r. – stan docelowy infrastruktury proponowany w *KPZK*, w ujęciu wariantowym.

W obecnym opracowaniu wykorzystano tylko dwa pierwsze przekroje czasowe. Przekrój dla 2033 r. miał charakter symulacji roboczej. We wszystkich przekrojach czasowych analizę wykonano dla sieci drogowej (transport indywidualny) oraz kolejowej. Uzyskane wyniki mają charakter uniwersalny, gdyż mogą być punktem wyjścia do dalszych analiz dotyczących efektów inwestycji transportowych, w tym szczególnie efektów realizacji poszczególnych indywidualnych projektów według Programów Operacyjnych.

Drugim wykorzystanym badaniem było *Opracowanie metodologii liczenia wskaźnika międzygałęziowej dostępności transportowej oraz jego oszacowanie* (Komornicki *et al.* 2008). W tym przypadku cel opracowania był przede wszystkim metodyczny. Zadaniem głównym było skonstruowanie syntetycznego miernika, który mógłby być wykorzystywany do: (a) ewaluacji realizowanych projektów transportowych (ich wpływu na dostępność przestrzenną

w skali krajowej i regionalnej), (b) symulacji efektów trwających lub przyszłych programów inwestycyjnych.

Zaproponowany sposób obliczania wskaźnika średniej międzygałęziowej dostępności transportowej miał na celu przewyższenie niedoskonałości i ograniczeń dotychczas stosowanych metod (w tym prostej dostępności czasowej) oraz wskazanie nowych, bardziej poprawnych metodologicznie i metodycznie rozwiązań. Zaproponowano zróżnicowanie wagi dostępności do poszczególnych ośrodków w zależności od ich pozycji w systemie osadniczym i społeczno-ekonomicznym kraju. Zastosowana metoda konstrukcji wskaźnika ma charakter oryginalny i może służyć ocenie efektywności istniejących i planowanych systemów transportowych w nawiązaniu do celów polityki regionalnej i polityki spójności. W 2009 r. prace nad wskaźnikiem międzygałęziowym były kontynuowane, co pozwoliło na uzyskiwanie zestawu porównywalnych wielkości miary także dla poszczególnych węzłów, w znacznej mierze odpowiadających poziomowi powiatowemu. W prezentowanej monografii korzystano również z tych najnowszych, niepublikowanych doświadczeń.

Oba cytowane opracowania narzuciły opracowaniu zakres przestrzenny i czasowy. Geograficznie praca ogranicza się do terytorium Polski. Uzupełniając opisano jednak także dostępność ośrodków krajowych z przestrzeni europejskiej, rozumianą jako dostępność z najważniejszych przejść granicznych. Zakres czasowy można utożsamiać z latami 2008-2013 (2015), a więc z okresem trwania bieżącego okresu programowania rozwoju. Warunkowe rozszerzenie zakresu czasowego do 2015 r. wiąże się z dwuletnim przesunięciem w możliwości alokowania środków pochodzących z funduszy strukturalnych Unii Europejskiej. Analiza stanu obecnego została wykonana w rok po rozpoczęciu tego okresu, a więc dla 2008 r. Tym samym uwzględnione zostały te elementy infrastruktury transportowej, które funkcjonowały w połowie 2008 r. oraz te, które mają zostać oddane do użytku przed rokiem 2015 zgodnie z planami obowiązującymi latem 2008 r. W kolejnych miesiącach plany inwestycyjne były korygowane. Zmian tych jednak nie wprowadzano, tak aby zapewnić porównywalność wyników uzyskanych obydwoma zasadniczymi metodami (dostępność czasowa oraz wskaźnik międzygałęziowy). Wyjątkiem są symulacje efektów realizacji wybranych inwestycji drogowych, w których przypadku uwzględniono kilka odcinków, znajdujących się na tzw. listach rezerwowych projektów (co bardzo ogranicza szansę ich rzeczywistej realizacji). W chwili obecnej jest też niemal pewne, że nie wszystkie inwestycje zostaną zrealizowane nie tylko do 2013, ale i do 2015 r.

W rozdziałach drugim i trzecim Biuletynu, na podstawie literatury zagranicznej i krajowej, omówiono stan badań nad szeroko rozumianą dostępnością przestrzenną. W pierwszym z nich skoncentrowano się na definicji i komponentach (składowych lub segmentach) dostępności transportowej, a drugi poświęcono różnym sposobom jej pomiaru. W rozdziale czwartym przedstawiono metodykę zastosowaną przy analizie dostępności czasowej obliczanej na potrzeby nowej *KPZK*. Kolejny rozdział (piąty) stanowi kompleksowe omówienie metodologii opracowania i obliczenia wskaźnika międzygałęziowej dostępności transportowej (WMDT) terytorium Polski. W jego ramach scharakteryzowano także autorską metodę oszacowania struktury pracy przewozowej na poziomie regionalnym oraz podano zasady działania obsługującej wskaźnik aplikacji komputerowej. Rozdział szósty poświęcono wynikom empirycznym dotyczącym prognozowanym na lata 2008-2013/2015 przestrzennym przemianom poziomu dostępności na terenie Polski z zastosowaniem obu omówionych wcześniej metod badawczych. Prezentacje wyników poprzedzono krótką charakterystyką planowanych inwestycji transportowych. W rozdziale siódmym otrzymane rezultaty, w sposób syntetyczny, odniesiono do założeń polskiej polityki transportowej. Rozdział ósmy stanowi odniesienie do postawionych na wstępie celów. Jest też próbą wskazania dalszych kierunków badań w tym zakresie.

Oddawane do rąk czytelnika studium jest dziełem zespołowym, jakkolwiek poszczególne rozdziały mają swoje autorstwo. W obydwu wymienionych opracowaniach, które stały się załącznikiem oddawanej do rąk czytelnika publikacji, brał udział wieloosobowy zespół ekspercki, pod kierunkiem doc. dr hab. T. Komornickiego. Podział zadań z natury miał zróżnicowany charakter, tak merytoryczny, jak i techniczny. W publikacji starano się uwzględnić ten wspólny i zróżnicowany wysiłek.

W monografii rozdziały drugi i trzeci, poświęcone stanowi badań, zostały przygotowane przez dr P. Rosikę, przy współudziale doc. dr hab. P. Śleszyńskiego w zakresie pomiaru dostępności czasowej (podrozdz. 3.4). Są to w większości nowe zagadnienia, które nie były przedmiotem dyskusji w ekspertyzach opracowanych na potrzeby Ministerstwa Rozwoju Regionalnego. Rozdział czwarty (zwłaszcza podrozdz. 4.2) bazuje na wspomnianym opracowaniu wykonanym na potrzeby *KPZK*, zrealizowanym przez zespół w składzie T. Komornicki, P. Śleszyński, mgr P. Siłka i mgr M. Stępnia, w którym ostatnie dwie wymienione osoby były odpowiedzialne za przeprowadzenie skomplikowanych prac technicznych, w tym końcowych obliczeń wskaźni-

ków dostępności i przygotowanie baz danych do map. Został on w większości przygotowany przez P. Śleszyńskiego. Z kolei rozdział piąty opiera się na drugim wymienionym opracowaniu (wskaźnik międzygałęziowej dostępności transportowej terytorium Polski). Zespół realizacyjny w tym przypadku stanowiło sześć osób, tj. T. Komornicki, P. Śleszyński, P. Rosik, mgr W. Pomianowski, M. Stępnik, P. Siłka, przy czym W. Pomianowski był autorem programu komputerowego, będącego integralną częścią zamówienia ze strony Ministerstwa Rozwoju Regionalnego. Rozdział szósty częściowo bazuje na opracowaniu wykonanym na potrzeby KPZK, a częściowo został przygotowany od nowa przez T. Komornickiego. Rozdział siódmy został całkowicie wykonany od nowa, również przez T. Komornickiego.

2. Definicja i komponenty dostępności transportowej

2.1. Zakres przedmiotowy i definicja dostępności transportowej

Dostępność jest jednym z kluczowych pojęć nie tylko w geografii społeczno-ekonomicznej i gospodarce przestrzennej, ale również w całym bogatym zbiorze nauk społecznych. W najogólniejszej definicji możemy uznać, że jest to zdolność do zachodzenia (powstania) relacji pomiędzy więcej niż jednym elementem zbioru. Tak szkicowo nakreślone założenie implikuje dwie fundamentalne cechy, charakterystyczne z punktu widzenia określenia przedmiotu dostępności lub jej dziedzin przedmiotowych:

1. Istnienie co najmniej dwóch elementów w przestrzeni społeczno-gospodarczej (absolutnej lub geodezyjnej), mogących być jednostronnie lub wzajemnie osiągalnymi, a więc mogącymi teoretycznie oddziaływać na siebie. Inaczej jest to założenie o elemencie źródłowym i docelowym dostępności, w szczególnym przypadku np. punktach źródła i końca podróży.
2. Istnienie nośnika tej relacji, czyli w szczególnym przypadku środka transportu, a szerzej komunikacji. W świecie rzeczywistym relacje te są utrudniane przez wiele barier o charakterze fizycznym, politycznym, społecznym i ekonomicznym.

Jak się wydaje, wymienione dwie kwestie w zasadniczy sposób determinują dyskusję metodologiczną, w której najczęściej używane są, w świetle powyższych założeń nieprzypadkowo, dwa pojęcia dostępności: przestrzennej i transportowej. Co więcej, te dwa pojęcia nie są sobie przeciwstawne, ale ściśle komplementarne.

Nie do przecenienia jest użyteczność koncepcji dostępności w zastosowaniach praktycznych. Dostępność jest zatem powszechnie używanym terminem w planowaniu transportowym i urbanistyce. Spiekermann i Neubauer (2002) wskazują, że dostępność ma istotne znaczenie w polityce transportowej, ponieważ jest „podstawowym produktem systemu transportowego i determinuje lokalną przewagę określonej lokalizacji w stosunku do innych lokalizacji”. Zakres narzędzi do mierzenia dostępności, stosowany przez decydentów politycznych jest jednak często słaby i niewystarczający. Wśród planistów transportowych może ograniczać się tylko do badań poziomu kongestii na sieci transportowej lub określenia czasów przejazdu między głównymi aglomeracjami kraju. Według Handy’ego i Niemeiera (1997), takie rozumienie dostępności charakteryzuje w pewnym sensie system transportowy, jednak nie odzwierciedla szerszego kontekstu, związanego z użytkowaniem przestrzeni. Z kolei planiści przestrzeni wskazują na gęstość zaludnienia i inne zmienne związane z użytkowaniem przestrzeni, ignorując często powiązania funkcjonalne między poszczególnymi lokalizacjami. Wąskie rozumienie tematu dostępności transportowej jest wynikiem braku dobrej definicji dostępności oraz wiedzy na temat sposobów mierzenia dostępności. Ratajczak (1999) stwierdza, że podjęcie wysiłku teoretycznego zdefiniowania operacyjnego i empirycznego określenia dostępności transportowej jest zadaniem niełatwym i kompleksowym.

W ujęciu ogólnym, dostępność odzwierciedla fundamentalną zasadę ludzkiej aktywności oraz ludzkiego postępowania, jaką jest dążenie człowieka do maksymalizacji kontaktów przy minimalnej aktywności, w sensie trudu lub wysiłku, jaki trzeba podjąć przy utrzymywaniu tych kontaktów (Karlqvist 1975). Podobnego zdania jest Vickerman (1974), który wskazuje, że w literaturze ekonomicznej dostępność jest synonimem minimalizacji kosztów przemieszczania się. Tak rozumiana definicja dostępności wydaje się być powszechnie akceptowana. Problemem jest natomiast wybór metod oraz narzędzi analizy dostępności, które możliwie najwierniej pokazałyby międzynarodowe, międzyregionalne lub też lokalne różnice w możliwościach, jakie daje użytkownikowi sieci system transportowy, czyli odpowiedź na dwa podstawowe pytania:

- do czego (lub też od czego) dostępność ma być mierzona,
- dla kogo (w sensie cech społeczno-ekonomicznych użytkownika sieci) tak zmierzona dostępność jest właściwa.

Jak wskazuje Gould (1969), dostępność jest jednym z tych powszechnie stosowanych wyrażen, których każdy używa, ale nie potrafi poprawnie zdefiniować oraz zmierzyć. Przede wszystkim problemem jest właściwe

ujęcie relacji między dostępnością a zachowaniem użytkownika sieci transportowej. Przykładowo Taylor (1999) uważa, że dostępności nie należy mylić z ruchliwością, ponieważ ruchliwość oznacza faktyczne przemieszczanie się, a dostępność jedynie „możliwość skorzystania z szans, jakie stwarzają różne funkcje”. Ponadto, według Autora należy rozróżnić pojęcia przewozów od dostępności, ponieważ dostępność w znacznym stopniu warunkuje wielkość potoków ruchu, jest „czynnikiem sprawczym podróży, a nie ich rezultatem”. Wzrost dostępności następujący w wyniku rozbudowy lub modernizacji infrastruktury transportowej rzeczywiście może skutkować ruchem wzbudzonym (zmianą w wielkości potoków ruchu; Komornicki, Rosik 2009). Z kolei dla niektórych autorów, niezależnie od wzajemnych interakcji między dostępnością a natężeniem ruchu, wskaźniki dostępności powinny uwzględniać, np. przy wykładnikach funkcji oporu, rzeczywisty rozkład potoków ruchu (Mitchell, Town 1977). Z powyższych względów za poprawne można uznać stwierdzenie, że nie ma jednej, uniwersalnej i powszechnie uznanej za obowiązującą, definicji dostępności transportowej (Baradaran, Ramjerdi 2001), jak też definicji dostępności przestrzennej.

Jedną z najczęściej cytowanych w literaturze przedmiotu definicją dostępności jest definicja Hansena (1959), według której „dostępność określa potencjał dla możliwości zajścia interakcji”. Handy i Niemeier (1997) podkreślają, że interakcje należy rozumieć w szerokim sensie, zarówno ekonomicznym, jak i społecznym. Bruinsma i Rietveld (1998) wskazują na jeszcze inne możliwości definicyjne, takie jak: „łatwość przestrzennych interakcji” lub ściślej: „atrakcyjność węzła sieci przy uwzględnianiu masy innych węzłów i kosztów dotarcia do tych węzłów za pomocą sieci”. Ingram (1971) wskazuje podobną definicję, w świetle której **dostępność** to „inherentna właściwość miejsca, związana z pewną formą pokonywania oporu przestrzeni, np. odległości fizycznej lub czasowej”. Z kolei według Dalvi’ego i Martina (1976), dostępność to „łatwość dotarcia do dowolnej aktywności, z dowolnego miejsca, z wykorzystaniem określonego systemu transportowego”. Podobnej definicji użyli Wegener *et al.* (2002), którzy wskazują, że „wskaźniki dostępności opisują konkretną lokalizację w stosunku do szans, działalności lub zasobów znajdujących się w innych lokalizacjach, gdzie pod pojęciem lokalizacji można rozumieć region, miasto lub korytarz transportowy”. Według Warakomskiej (1992) ze względu na obiekt, wobec którego mierzymy dostępność należy dokonać podziału dostępności na m.in.: **dostępność obszaru** (np. nasycenie regionu drogami transportowymi), **dostępność sieci transportowej** (odległość od/do

drogi transportowej stanowiącej element sieci) oraz **dostępność topologiczną sieci transportowej** (dostępność badaną za pomocą metod grafowych).

Najpoważniejsze trudności definicyjne rodzi współzależność pojęć związanych z dostępnością, tj. przede wszystkim dostępności transportowej, komunikacyjnej, przestrzennej, społecznej, ekonomicznej, fizycznej oraz czasowej. Pewien konsensus istnieje w zasadzie tylko w przypadku wzajemnych zależności między pojęciami **dostępności komunikacyjnej** i **dostępności transportowej**. Komunikacja to transport i łączność (Potrykowski, Taylor 1982). Z tego względu dostępność komunikacyjna może być definiowana jako dostępność transportowa oraz dostępność łącznościowa (telekomunikacyjna).

Kolejnym zagadnieniem definicyjnym jest rozróżnienie **osiągalności** i **dostępności**. Taylor (1999) podkreśla, że istnieje możliwość rozdziału definicyjnego dostępności na **dostępność przestrzenną, społeczną i ekonomiczną**. W świetle powyższego podziału dostępność społeczna oraz ekonomiczna są związane z cechami indywidualnymi użytkownika sieci (środki finansowe, status, położenie społeczne), które z kolei warunkują „osiągalność” atrakcyjnego obiektu lub celu podróży. Natomiast dostępność przestrzenna wiąże się z pokonywaniem przestrzeni, niezależnie od posiadanych przez użytkownika sieci środków finansowych. Tymczasem w wielu opracowaniach dostępność transportowa różni się w zależności od cech indywidualnych użytkownika sieci (komponent indywidualny), w tym m.in. od jego dochodu (Geurs, Ritsma van Eck 2001). Dostępność szacowana z uwzględnieniem komponentu indywidualnego jest zatem definicyjnie bardziej zbliżona do „osiągalności”. Analizując różnice między dostępnością komunikacyjną a dostępnością przestrzenną warto dodać, że dostępność komunikacyjna (w tym transportowa) jest pojęciem szerszym niż dostępność przestrzenna, ponieważ „obejmuje całość kształt stosunków komunikacyjnych na badanym obszarze” (Guzik 2003), w tym również wskaźniki ilościowe i jakościowe wyposażenia infrastrukturalnego obszaru oraz wskaźniki zatłoczenia sieci (kongestia).

Reasumując, istnieją poważne trudności związane ze stawianiem równości między pojęciami dostępności przestrzennej oraz dostępności komunikacyjnej (w tym transportowej). Ogólnie **dostępność przestrzenną** można utożsamiać z **dostępnością transportową**, zakładając, że:

- sposobami pomiaru odległości może być czas lub koszt jej pokonania, a nie tylko odległość fizyczna;
- istnieje możliwość analizy różnic w dostępności wynikających z cech indywidualnych użytkownika sieci transportowej;

- dostępność może być mierzona również wyposażeniem infrastrukturalnym danego obszaru.

Tematyka dostępności transportowej jest bardzo widoczna w światowej literaturze przedmiotu od czasu ukończenia drugiej wojny światowej. Koncepcja dostępności, wraz z modelami potencjału i grawitacji, była szeroko stosowana w studiach transportowych i planistycznych, przy czym szczególnie impuls dały prace Isarda oraz studia inspirowane jego dorobkiem – wprost lub pośrednio nawiązujące do koncepcji dostępności, powstające sukcesywnie wraz z rozwojem *regional science*. Rozwój badań nad dostępnością przestrzenną i transportową był często stymulowany potrzebami aktywizacji obszarów peryferyjnych, zwłaszcza w krajach anglosaskich.

W krajach Europy Zachodniej tematyka dostępności transportowej została ugruntowana w literaturze nie tylko „przestrzennej” wraz z przyspieszeniem procesu integracji europejskiej. W polityce transportowej integracja znalazła swój oddźwięk w planowanej od początku lat 90. budowie tzw. transeuropejskich sieci transportowych TEN-T. Jednym z priorytetów związanych z rozwojem tej sieci jest dążenie do możliwie najwyższej spójności przestrzennej.

Przełom lat 80. i 90. ubiegłego wieku był okresem intensywnej dyskusji na temat postępującej integracji państw rozwiniętych oraz liberalizacji handlu (powstanie NAFTA oraz utworzenie jednolitego rynku w Traktacie z Maastricht ustanawiającym Unię Europejską). Działania polityków nie skutkowały jednak regionalną konwergencją dochodową. Z tego względu, zwiększenie aktywności państwa w zakresie tworzenia infrastruktury zaczęto analizować w kontekście podwyższenia stopy produktywności gospodarek. Wskazywano, że publiczne inwestycje infrastrukturalne są ważnym czynnikiem wpływającym na kształtowanie się globalnej produkcji. Aschauer (1989) powiązał spadek stopy wzrostu produktywności gospodarek krajów rozwiniętych (od początku lat 70.) z malejącymi nakładami na publiczne inwestycje infrastrukturalne. Seria prac tego ekonomisty posłużyła jako przyczynek do „lawiny” publikacji ekonometrycznych dotyczących roli infrastruktury i jej poszczególnych elementów, w tym np. nakładów na sieć drogową oraz w rozwoju regionalnym. Przeglądu badań na ten temat dokonali m.in. Rosik i Szuster (2008). Podobnie jak w przypadku publikacji ekonometryków, również w dziedzinie dostępności transportowej widać znaczne ożywienie w literaturze przedmiotu po 1989 r.

Badania dostępności były i są powiązane z koncepcją peryferyjności i spójności regionalnej (Frost, Spence 1995). Pionierskie badania zostały przeprowadzone przez Keeble *et al.* (1982, 1988) dla Komisji Europejskiej już w la-

tach 80. ubiegłego wieku. W latach 90., wraz z utworzeniem Funduszu Spójności, położono nacisk na rozwój infrastruktury transportu w krajach mających duże zapóźnienia infrastrukturalne, tj. w Grecji, Portugalii, Hiszpanii czy też Irlandii, a w późniejszym okresie również w kandydujących krajach z Europy Środkowo-Wschodniej i pozostałych krajów europejskich.

Jak dotąd jednak, wśród nowych członków Wspólnoty (wyjątkiem jest Hiszpania), zostało przeprowadzonych relatywnie niewiele ilościowych badań dostępności transportowej. Jednocześnie w krajach Europy Środkowo-Wschodniej dominuje spojrzenie tradycyjne, oparte na relatywnie nieskomplikowanych metodach badawczych. Tymczasem w lepiej dostępnych, choć wciąż rozbudowujących intensywnie sieć transportową krajach, autorzy, tacy jak: Spiekermann, Wegener (1996) oraz Bröcker (1989) w Niemczech, Bruinsma, Rietveld (1998) w Holandii, Gutiérrez *et al.* (1996) w Hiszpanii, Linneker, Spence (1992) w Wielkiej Brytanii, czy też Erlandsson, Lindell (1993) w Szwecji, przeprowadzili wiele analiz, których efektem były próby oszacowania międzyregionalnych lub w przypadku modeli ogólnoeuropejskich (model SASI¹, projekt IASON²) także międzynarodowych, w obrębie Unii Europejskiej, różnic w dostępności transportowej.

Niezależnie od przyjętej definicji, większość autorów wskazuje na istnienie pewnych komponentów, członów lub składowych (*component*), które są niezbędne do właściwego rozumienia problemu oraz stanowią integralne składniki dostępności transportowej. Można wyróżnić dwa podstawowe komponenty dostępności:

- komponent transportowy (*transport component*),
- komponent użytkowania przestrzeni lub użytkowania terenu (*land-use component*).

Uwzględnienie obu komponentów jest jedną z ważniejszych zalet dostępności transportowej, która dzięki tej właściwości stanowi sprzężenie zwrotne między polityką transportową (*transport policy*) a polityką zagospodarowania przestrzennego (*land-use policy*). Tym samym dostępność

¹ Pełna nazwa modelu brzmi: Społeczno-Ekonomiczne i Przestrzenne Efekty Inwestycji Infrastrukturalnych w Transporcie i Poprawy Systemu Transportowego (*Socio-Economic and Spatial Impacts of Transport Infrastructure Investments and Transport System Improvements*; Schürmann *et al.* 1997).

² Pełna nazwa projektu brzmi: Zintegrowana Ocena Przestrzennych, Ekonomicznych i Sieciowych Efektów Inwestycji w Transporcie i Polityki Transportowej (*Integrated Appraisal of Spatial Economic and Network Effects of Transport Investments and Policies*; Bröcker *et al.* 2001).

transportowa jest wydajnym narzędziem używanym do wskazywania potrzeb i szacowania efektywności poszczególnych inwestycji związanych z budową lub modernizacją odcinków sieci transportowych (Handy, Niemeier 1997). Oprócz wymienionych dwóch podstawowych komponentów, niektórzy autorzy podają również komponent czasowy (*temporal component*) oraz komponent indywidualny (*individual component*) (Geurs, Ritsema van Eck 2001). W prezentowanym opracowaniu komponent czasowy został uwzględniony w opisie komponentu transportowego, a komponent indywidualny przedstawiono przy okazji omawiania komponentu użytkownika przestrzeni.

W Polsce do licznych autorów, zajmujących się problematyką dostępności transportowej, należą m.in. Chojnicki (1966), Czyż (2002), Domański (1979), Guzik (2003), Powęska (1990), Ratajczak (1992, 1999), Sobczyk (1985), Taylor (1979, 1999), Warakomska (1992), Wendt (2000) oraz pośrednio autorzy zajmujący się tematyką dojazdów do pracy: Dzieciuchowicz (1979), Gawryszewski i Potrykowska (1980), Hołowiecka (2004), Lijewski (1967) i Namysowski (1980). W ostatnich latach w Instytucie Geografii i Przestrzennego Zagospodarowania PAN w Warszawie podejmowane są liczne analizy przypadków oraz prace koncepcyjno-teoretyczne, związane z szerszym zastosowaniem problematyki dostępności transportowej w planowaniu i zagospodarowaniu przestrzennym. Analizy te zostały opisane bardziej szczegółowo w dalszych rozdziałach pracy.

2.2. Komponent transportowy

Komponent transportowy, w literaturze spotykany również pod nazwą komponentu oporu (*resistance, impedance*) odzwierciedla łatwość (względnie trudność) odbycia podróży między dwoma punktami w przestrzeni określonej gałęzią transportu. Łatwość odbycia podróży jest zdeterminowana charakterem i jakością usług transportowych dostarczanych przez system transportowy (Handy, Niemeier 1997). Według Geursa i Ritsema van Ecka (2001) komponent transportowy można scharakteryzować według:

- podaży infrastruktury, jej lokalizacji i charakteru – tj. maksymalnych prędkości, liczby pasów (torów) itp., rozkładu jazdy (przy transporcie publicznym) oraz kosztów transportu;
- popytu ze strony użytkowników sieci transportowej (transport pasażerski i towarowy);
- charakteru użytkownika sieci, który jest następstwem relacji między podażą i popytem na infrastrukturę; charakter użytkownika sieci implikuje

przestrzenną dystrybucję i natężenie przepływów transportowych oraz czas, koszt lub wysiłek poniesiony przez użytkownika sieci.

Istnieją dwa podstawowe czynniki wpływające na różne postrzeganie komponentu transportowego przez poszczególnych autorów. Są to:

- wybór elementów (miar) komponentu transportowego,
- wybór formy, jaką przybiera funkcja oporu przestrzeni.

Wybór elementów (miar) komponentu transportowego. W modelach dostępności dwa punkty w przestrzeni, między którymi odbywa się podróż, najczęściej nazywane są źródłem podróży (*origin*) oraz celem podróży (*destination*). Trudność pokonania dystansu między źródłem podróży a celem podróży jest mierzona na parę sposobów. Ze względu na stosowaną miarę można wyróżnić:

- odległość fizyczną (linia prosta w jednostkach odległości, np. km),
- odległość fizyczną rzeczywistą (najkrótsza odległość drogowa w km),
- odległość czasową (mierzona w godzinach lub minutach),
- odległość ekonomiczną (mierzona w jednostkach pieniężnych, tj. koszt podróży),
- wysiłek (m.in. komfort podróży, ryzyko wypadku).

Odległość fizyczna przykładowo została użyta jako miara dostępności w badaniach Ingrama (1971) oraz Baxtera i Lenzi'ego (1975) i nazwana przez nich dostępnością relatywną. Miejsca fizycznie bardziej odległe są wzajemnie gorzej dostępne. Keeble *et al.* (1982) w analizie dostępności posłużyli się natomiast odległością fizyczną rzeczywistą (odległością drogową). Najczęstszym wyborem w ostatnich dekadach jest jednak czas związany z pokonywaniem odległości między punktami (Spiekermann, Neubauer 2002).

W zależności od branego pod uwagę środka transportu, różne elementy składają się na **czas, koszt** lub **wysiłek** związany z podróżą (tab. 2.1). Przy podróży samochodem czas podróży i koszt podróży są relatywnie mocno skorelowane ze sobą. Związane jest to z wysokim udziałem kosztów paliwa w całkowitych kosztach podróży. W przypadku transportu publicznego korelacja jest już niższa. Wraz ze wzrostem czasu podróży najczęściej koszt podróży w przeliczeniu na godzinę podróży maleje.

Kalkulację czasu podróży między dowolną parą miejsc przeprowadza się za pomocą algorytmu najkrótszej ścieżki (*shortest path algorithm*). Obliczenia zasadzają się na metodach topologicznych, wykorzystujących teorię grafów (algorytm Dijkstry'ego, Floyda-Warshalla, Bellmana-Forda i in.). Przyjmowane jest w tym przypadku milczące założenie, że użytkownik kieruje się racjonalizmem i wybiera zawsze najbardziej optymalną pod względem

Tabela 2.1

Elementy komponentu transportowego w transporcie pasażerskim

Elementy	Gałąź (środek) transportu		
	samochód	transport publiczny	rower
Czas	<ul style="list-style-type: none"> - dojście do miejsca parkingowego - czas podróży (w samochodzie) - kongestia (natężenie ruchu) - szukanie miejsca parkingowego - czas przejścia z miejsca parkingowego do celu podróży 	<ul style="list-style-type: none"> - czas dotarcia do stacji/przystanku - czas oczekiwania na środek transportu na stacji/przystanku - czas podróży (w środku transportu) uwzględniający liczbę stacji/przystanków oraz długość oczekiwania na przyjazd - czas przejścia ze stacji końcowej do celu podróży 	<ul style="list-style-type: none"> - czas podróży - czas parkowania roweru
Koszt	<ul style="list-style-type: none"> - koszty stałe (prawo jazdy, zakup samochodu, ubezpieczenie) - koszty zmienne (koszty paliwa, koszty użytkowania) - koszty parkingowe - koszty związane z opłatami za przejazd 	<ul style="list-style-type: none"> - koszty biletów 	<ul style="list-style-type: none"> - koszty stałe (zakup roweru) - koszty użytkowania
Wysięk	<ul style="list-style-type: none"> - stopień (dys)komfortu podróży (hałas, zatłoczenie) - wysięk fizyczny - niezawodność - stres - ryzyko wypadku 	<ul style="list-style-type: none"> - stopień (dys)komfortu podróży (hałas, zatłoczenie) - wysięk fizyczny - niezawodność - stres - bezpieczeństwo społeczne 	<ul style="list-style-type: none"> - stopień (dys)komfortu podróży - wysięk fizyczny - bezpieczeństwo społeczne

Źródło: Geurs, Ritsema van Eck (2001).

ekonomicznym lub czasowym trasę. W zależności od stosowanego **modelu ruchu (modelu prędkości ruchu)**, gałęzi transportu oraz rodzaju transportu (pasażerski lub towarowy) uwzględnia się różne bariery warunkujące czas podróży danym odcinkiem sieci. Bariery mogą wynikać z:

- regulacji (limity prędkości według kategorii drogi, obniżenie prędkości na terenie zabudowanym, zakaz ruchu pojazdów o określonej ładowności na poszczególnych kategoriach dróg i maksymalna liczba godzin „za kółkiem” w przypadku transportu ciężarowego);
- warunków podróży (parametry techniczno-funkcjonalne i stan nawierzchni dróg, jakość środków transportu, natężenie ruchu, ukształtowanie powierzchni terenu, warunki pogodowe, itd.).

Dodatkowo, jeżeli uwzględniono kongestię, należy rozróżnić porę dnia, tygodnia i roku, której dotyczy badanie dostępności. Przy podróżach na dłuższych dystansach, różnice w porze dnia wydają się mieć niewielki wpływ na dostępność transportową (Baradaran, Ramjerdi 2001). Według niektórych autorów jednak, rozróżnienie por dnia jest tak istotne (przede wszystkim na krótszych dystansach), że oprócz komponentu transportowego i komponentu użytkowania przestrzeni, wyróżniają oni w badaniu dostępności **komponent czasowy (temporal component)** (Geurs, Ritsema van Eck 2001; Burns 1979).

W przypadku kosztu podróży ważne są również inne kwestie, takie jak koszty stałe lub zmienne, a przy wysiłku, uwzględnia się również komfort podróży oraz jej bezpieczeństwo. Są to jednak zmienne trudne do zmierzenia w ujęciu ilościowym. Funkcja oporu, która uwzględnia zarówno czas, koszt jak i wysiłek związany z podróżą jest znana pod nazwą funkcji uogólnionego kosztu podróży (*generalised cost function*; Geurs, Ritsema van Eck 2001). Problemem pojawiającym się przy szacowaniu uogólnionego kosztu podróży jest wycena czasu w kategoriach pieniężnych. Ludzie w różny sposób wyceniają czas podróży. Z tego względu dostępność powinna być wówczas liczona oddzielnie dla każdej kategorii społecznej (Bruinsma, Rietveld 1998).

W badaniu dostępności należy także uwzględnić różnice w czasie i koszcie podróży w zależności od **gałęzi transportu**, tj. transportu drogowego, kolejowego, wodnego-śródlądowego lub lotniczego. Istnieją trzy możliwe podejścia do problemu. W pierwszym oblicza się wskaźniki dostępności oddzielnie dla każdej gałęzi transportu. Ta metoda jest najczęściej stosowana. Jednak tylko transport samochodowy i infrastruktura drogowa charakteryzuje „struktura sieci pająka”, tzn. wszystkie punkty są „podłączone” do najbliższego węzła sieci (*ibid.*). Przy pozostałych gałęziach transportu potrzebna jest integracja wskaźników (drugie i trzecie podejście). W drugim podejściu, konstruuje się jeden wskaźnik, wspólny dla wszystkich gałęzi, nazywany też multimodalnym lub międzygałęziowym. Jednym z rozwiązań jest w tym przypadku wybór najszybszej lub najmniej kosztownej gałęzi transportu mię-

dzy źródłem a celem podróży, przy ignorowaniu pozostałych gałęzi dla danej relacji. Można również uśredniać czas lub koszt podróży różnymi gałęziami transportu. W trzecim podejściu, powstaje natomiast wskaźnik intermodalny, który uwzględnia możliwość przesiadek w czasie trwania podróży między dwiema lub więcej gałęziami transportu. Wskaźnik jest szczególnie istotny w transporcie towarowym (łańcuchy logistyczne) oraz w transporcie pasażerskim na dłuższych dystansach (Spiekermann, Neubauer 2002).

Wybór formy funkcji oporu przestrzeni. Wraz z rosnącym dystansem (mierzonym czasem, kosztem lub wysiłkiem podróży) maleje stopień interakcji między dwoma punktami w przestrzeni (modele grawitacji) lub maleje atrakcyjność celu podróży (modele potencjału). Szybkość spadku interakcji lub atrakcyjności celu jest w modelach dostępności mierzona funkcją oporu przestrzeni lub funkcją utrudnienia (*distance decay function, impedance function, deterrence function*). Wielkość parametrów, według których jest obliczana funkcja utrudnienia zależy od: wyboru gałęzi transportu, rodzaju transportu (pasażerski lub towarowy), celu podróży (dojazd do pracy, cele rekreacyjno-turystyczne lub zakupy, podróże biznesowe) oraz charakterystyki użytkownika sieci transportowej (wiek, dochód, wykształcenie, itd.).

W modelach dostępności stosuje się dla funkcji oporu różne **funkcje matematyczne**. Do najczęściej używanych należą: funkcja potęgowa, wykładnicza, rozkładu normalnego Gaussa oraz logistyczna³. Cechą funkcji potęgowej jest dosyć szybki (zbyt szybki) spadek atrakcyjności celu podróży na krótszych dystansach, podczas gdy funkcja rozkładu normalnego Gaussa charakteryzuje się powolnymi (zbyt powolnymi) spadkami atrakcyjności celu podróży w początkowych minutach podróży oraz i szybkimi (zbyt szybkimi) spadkami atrakcyjności na dłuższych dystansach (Geurs, Ritsema van Eck 2001). Z punktu widzenia użytkownika sieci transportowej duże różnice w atrakcyjności celu oddalonego o 5, 10 i 15 minut od początku podróży wydają się być nieuzasadnione. Według Fotheringham i O'Kelly'ego (1989), funkcja wykładnicza jest bardziej odpowiednia przy analizie krótkich odległości (np. wewnątrz aglomeracji), podczas gdy S-kształtne funkcje: logistyczna i rozkładu normalnego są właściwsze przy badaniu dostępności na dłuższych dystansach. Do podobnych wniosków dochodzi również Ingram (1971). Natomiast Geurs porównał wyniki badań 700 tys. podróży (badanie zostało przeprowadzone w 1995 r. przez holenderski

³ Chojnicki (1966) wymienia następujące funkcje oporu: funkcję rozkładu normalnego, logarytmiczno-normalnego, wykładniczego, logarytmiczno-wykładniczego, hiperbolicznego (potęgowego), potęgowego w postaci logarytmicznej oraz rozkładu funkcji Gamma.

urząd statystyczny), z różnymi formami funkcyjnymi. Funkcjami oporu, które najlepiej obrazują rzeczywiste zachowania użytkowników są funkcja logistyczna i funkcja wykładnicza. Najmniej trafnie spadek atrakcyjności celu podróży wraz z wydłużaniem czasu podróży opisują funkcje potęgowa oraz rozkładu normalnego Gaussa (Geurs, Ritsema van Eck 2001).

2.3. Komponent użytkowania przestrzeni

Na poziom dostępności transportowej, obok cech systemu transportowego, wpływa rozmieszczenie w przestrzeni szans, możliwości lub potrzeb, istotnych dla użytkownika sieci transportowej. Wśród wielu określeń charakteryzujących **komponent użytkowania przestrzeni**, najtrafniejszym wydaje się być określenie atrakcyjności (atrakcji) danej lokalizacji (najczęściej masy związanej z węzłem), jako celu podróży w systemie transportowym (Handy, Niemeier 1997).

Według Geursa oraz van Wee (2004) komponent użytkowania przestrzeni można określić według:

- przestrzennego zróżnicowania podaży atrakcji (celów podróży) i ich cech charakterystycznych;
- przestrzennego zróżnicowania popytu na atrakcje i jego cech charakterystycznych;
- relacji między podażą i popytem w przestrzeni, co jest szczególnie istotne przy wystąpieniu tzw. efektów konkurencji, tj. wówczas gdy atrakcje mają „ograniczoną wydajność” i ich podaż nie równoważy wysokiego popytu na nie (miejsca pracy, szpitale lub szkoły).

Podobnie jak przy komponencie transportowym, w którym istotny był wybór elementów oraz formy funkcji oporu przestrzeni, także komponent użytkowania przestrzeni może być różnie postrzegany w zależności od:

- sposobu demarkacji przestrzeni,
- rozumienia pojęcia atrakcyjności masy.

Sposób demarkacji przestrzeni implikuje cztery kategorie problemów. Pierwszy z nich związany jest z zasięgiem przestrzennym badania, drugi dotyczy efektów skali, tj. liczby jednostek, które w modelu dostępności są brane pod uwagę, trzecim jest sposób demarkacji regionów w badanej przestrzeni (demarkacja węzłowa lub demarkacja rastrowa), a czwartym – uwzględnianie w badaniu i sposób mierzenia tzw. potencjału własnego masy.

Zasięg przestrzenny badania zależy od celów analizy. Badanie może być przeprowadzone na poziomie kontynentu, międzynarodowym, krajowym, regio-

nalnym lub lokalnym. Im niższa wrażliwość użytkownika sieci na wzrost czasu lub kosztu podróży, tym większą powierzchnię należy badać (Bruinsma, Rietveld 1998). W przypadku krótkich podróży, takich jak dojazdy do szkoły, szpitala, i zakupy, częstym zabiegiem jest ograniczenie wielkości obszaru badawczego do obszarów metropolitalnych (Black, Conroy 1977; Knox 1978; Niedzielski 2006). Niemniej, analiza porównawcza między poszczególnymi układami metropolitalnymi wymagałaby już rozszerzenia analizy na poziom krajowy.

W wielu opracowaniach obszar badawczy jest ograniczony granicami danego kraju. Przykładami są tutaj badania dostępności transportowej w Niemczech (Bröcker 1989), Wielkiej Brytanii (Linneker, Spence 1992) lub Belgii (Vandenbulcke *et al.* 2008). Konsekwencją nieuwzględniania w analizie powiązań międzynarodowych, jest niski poziom dostępności transportowej regionów przygranicznych. Najlepiej dostępne są wówczas regiony centralne, podczas gdy zależności między masami położonymi przy granicy państwa a atrakcjami położonymi za granicą nie są brane pod uwagę. Przy badaniu regionalnej dostępności Polski problem ten jest szczególnie widoczny w przypadku Szczecina i innych miast położonych przy granicy z Niemcami. Ograniczenie obszaru badawczego do terytorium Polski skutkuje nieuwzględnieniem silnych związków z Berlinem, który jest celem podróży o dużej atrakcyjności. Bliskość dużych „zagranicznych” mas w znaczny sposób podwyższa dostępność terenów przygranicznych, jeżeli tylko uwzględnić je w analizie.

Warto zaznaczyć, że w przypadku powiązań międzynarodowych istnieją w mniejszym lub większym stopniu ograniczenia i bariery o charakterze politycznym, ekonomicznym, prawnym, kulturalnym i językowym (Spiekermann, Neubauer 2002). Ograniczenia te wpływają na wydłużenie czasu przejazdu (czas oczekiwania na granicy), czyli deformują funkcję oporu przestrzeni. Jakkolwiek bariery ekonomiczne, kulturowe i językowe – w przypadku krajów należących do strefy Schengen, i wszystkie rodzaje ograniczeń – w przypadku innych krajów, skutkują mniejszymi, niż wewnątrz krajowe potokami ruchu na trasach międzynarodowych w pobliżu przejść granicznych. Z tego względu atrakcyjność mas położonych poza granicami kraju powinna zostać w modelu dostępności odpowiednio zważona i zmniejszona. Skala spadku atrakcyjności masy zależy m.in. od gałęzi transportu, rodzaju transportu oraz cech indywidualnych użytkownika sieci.

W przypadku badań na poziomie całego kontynentu, np. Europy problematyczne staje się wytyczenie granic obszaru badawczego. Można zauważyć pewną korelację między czasem przeprowadzenia badania dostępności

a zasięgiem Unii Europejskiej (lub przed 1993 r. – Europejskiej Wspólnoty Gospodarczej). W badaniach z lat 80. lub z początku 90. ubiegłego wieku, brano pod uwagę dostępność dziewięciu lub dwunastu krajów (Keeble *et al.* 1982, 1988; Lutter *et al.* 1992; Gutierrez, Urbano 1996). Wraz z procesem rozszerzania Wspólnoty, powiększaniu ulegał również obszar badawczy: do piętnastu krajów (Wegener *et al.* 2000, 2002), dwudziestu pięciu (Schürmann, Talaat 2000) oraz dwudziestu siedmiu (Spiekermann, Wegener 2007). Podstawową zaletą ograniczania zasięgu obszaru badawczego do krajów należących do Unii Europejskiej jest dostępność zestandaryzowanych danych statystycznych dla całego obszaru badawczego (Bruinsma, Rietveld 1998). Problemem stają się jednak kraje graniczne Wspólnoty. Przykładowo z perspektywy Polski ważniejsza jest dostępność do leżących poza granicami UE Białorusi lub Ukrainy niż Portugalii. Z kolei dla Portugalczyków bardziej istotna może okazać się dostępność do Maroka niż do Polski lub Finlandii. Z tego względu właściwe wydaje się rozszerzenie obszaru badawczego poza obszar Wspólnoty. W niektórych analizach uwzględniono Norwegię oraz Szwajcarię (Chatelus, Ulled 1995; Copus 1997, 1999). Z kolei Spiekermann i Neubauer (2002) swoim badaniem objęli obszar krajów (lub ich części) położonych wokół Morza Bałtyckiego, a Schürmann *et al.* (1997) określili dostępność całej przestrzeni europejskiej, uwzględniając również terytorium Rosji i Turcji.

Efekty skali są związane z liczbą jednostek reprezentowanych w badaniu. Na wyższym poziomie dezagregacji (np. na poziomie jednostek statystycznych NUTS 4 lub NUTS 5) analiza jest bardziej dokładna i ujawniają się wewnątrzregionalne różnice w dostępności, niezauważalne na poziomie NUTS 2 lub NUTS 3. Najczęstszym sposobem demarkacji regionów jest przypisanie dostępności transportowej jednostki statystycznej do węzła transportowego (**demarkacja węzłowa**). Zakłada się, że obliczona dostępność węzła jest równa dostępności całego obszaru. Przy większej liczbie węzłów w jednostce statystycznej można założyć, że dostępność jednostki jest równa dostępności węzła położonego przy centroidzie, stolicy regionu, największym mieście lub centrum aktywności gospodarczej. Z tego względu, na poziomie NUTS 2 lub NUTS 3, dostępność wszystkich mieszkańców jednostki statystycznej jest równa, niezależnie od odległości między węzłem, dla którego jest liczona dostępność danej jednostki a rzeczywistym miejscem zamieszkania (Baradaran, Ramjerdi 2001). Innymi słowy, im wyższy poziom dezagregacji tym bardziej prawdopodobne jest uzyskanie mocniej spolaryzowanego obrazu dostępności badanej przestrzeni. Jest to przede wszystkim widoczne dla gałęzi transportu,

które swym zasięgiem nie obejmują całego obszaru badania, a tylko wybrane węzły, tj. dla transportu kolejowego i lotniczego.

Alternatywą dla demarkacji węzłowej jest użycie w badaniu **demarkacji rastrowej GIS** (*raster-based GIS*). Syntetyczne dane rastrowe (*synthetic raster data*) mogą być konstruowane przez alokowanie danych do komórek rastrowych (*raster cells* lub *grids*) o średnicy kilku lub kilkunastu kilometrów, znajdujących się wewnątrz jednostki statystycznej (Geurs, Ritsema van Eck 2001). Problemem jest wybór komórki rastrowej, przy wskazywaniu wartości dostępności dużych miast, takich jak np. Londyn lub Paryż (Bruinsma, Rietveld 1998). Rozwiązaniem tego problemu może być kombinacja obu systemów demarkacji, tj. systemu węzłowego z systemem rastrowym. Przykładowo Spiekermann i Wegener (1996) dokonali dezagregacji danych dotyczących 200 regionów UE do 70 tys. komórek rastrowych, każda szerokości 10 km. W następnym etapie badania autorzy zagregowali dane z rastrow na poziom regionalny i uzyskali w ten sposób dostępność poszczególnych jednostek statystycznych w systemie NUTS. Warto zauważyć, że na wysokim poziomie dezagregacji (NUTS 5 lub komórki rastrowe) istnieje również możliwość trójwymiarowej prezentacji graficznej różnic w dostępności. Z powyższych względów zaleca się przeprowadzenie badania dostępności transportowej na możliwie najwyższym, jeżeli tylko pozwala na to dostępność danych statystycznych, poziomie dezagregacji.

Ze sposobem demarkacji oraz poziomem dezagregacji związany jest również problem tzw. **potencjału własnego masy** (*selfpotential*) lub też inaczej – **dostępności wewnętrznej** (*internal accessibility*). Potencjał własny mówi o wpływie masy własnej regionu na jego dostępność transportową. Według Frosta i Spence'a (1995) może on wynosić, w przypadku dużych miast, nawet do 30-60% potencjału ogółem, w zależności od przyjętych wielkości parametrów modelu. **Potencjał własny** regionu jest bardziej istotny (relatywnie wysoki w relacji do dostępności regionu ogółem) przy (Rosik, w druku):

- szacowaniu dostępności dużych mas;
- badaniu dostępności regionów oddalonych od dużych mas;
- wysokim poziomie agregacji badania;
- wysokiej wrażliwości podróżującego na wydłużanie się odległości czasowej podróży (wysokie wartości parametru *beta*);
- dużym zróżnicowaniu gęstości zaludnienia między centrum a peryferiami regionu, tj. małej przeciętnej odległości fizycznej podróży wewnątrzregionalnej w stosunku do promienia jednostki statystycznej (niskie wartości parametru *delta*) (tab. 2.2).

Istotność uwzględniania potencjału własnego w badaniach dostępności

Charakterystyka		Potencjał własny
Masa (atrakcja) własna	wysoka (duże miasta)	bardziej istotny
	mała (małe miasta)	mniej istotny
Masa (atrakcja) regionów sąsiednich	wysoka (obszary w bliskości dużych miast)	mniej istotny
	niska (obszary oddalone od dużych miast)	bardziej istotny
Poziom agregacji	wysoki (NUTS 0-4)	bardziej istotny
	niski (NUTS 5)	mniej istotny
Parametr <i>beta</i>	wysoki	bardziej istotny
	niski	mniej istotny
Parametr <i>delta</i>	wysoki	mniej istotny
	niski	bardziej istotny

Źródło: Opracowanie własne.

Atrakcyjność masy. Jednym z podstawowych pytań w badaniu dostępności transportowej, jest pytanie o cechy charakterystyczne celu podróży, tj. co stanowi o atrakcyjności celu podróży dla użytkownika sieci transportowej i w jaki sposób zmierzyć tę atrakcyjność? Atrakcyjność oznacza dla podróżującego potencjalną użyteczność szans zlokalizowanych w celu podróży (Baradaran, Ramjerdi 2001). Atrakcyjność może być mierzona w wielkościach fizycznych (np. liczba ludności), jak i ekonomicznych (np. wielkość PKB). Właśnie liczba ludności (potencjał demograficzny) oraz dochód (potencjał ekonomiczny) mierzony PKB są najczęstszymi wyborami miary atrakcyjności mas (Spiekermann, Neubauer 2002). Według Keeble'a *et al.* (1982), PKB jest najlepszym dostępnym wskaźnikiem charakteryzującym rozmiar aktywności ekonomicznej regionu. Z kolei Linneker i Spence (1992) uważają, że liczba osób zatrudnionych, jako ekonomiczna miara komponentu użytkowania przestrzeni, ma więcej zalet niż PKB. Należy zaznaczyć jednak, że podstawowym błędem w badaniach dostępności jest wyznaczanie *a priori* zmiennej charakteryzującej atrakcyjność masy, bez uwzględnienia motywacji podróży (Vickerman 1974).

Można wyróżnić sześć podstawowych **motywacji podróży** (*travel purposes*) w transporcie pasażerskim:

- dojazdy do pracy,
- wyjazdy służbowe i biznesowe,

- zakupy,
- wyjazdy w celu osiągnięcia usług zdrowotnych, edukacyjnych i innych (dojazdy do szkoły, uczelni, szpitala),
- wyjazdy rekreacyjne i turystyczne,
- wizyty (towarzyskie, rodzinne, itp.).

Dla każdej z ww. motywacji podróży można założyć inny **cel podróży** (w sensie miejsca w przestrzeni). Dla dojazdów do pracy, celem podróży (*destination*) dla użytkownika sieci będą miejsca pracy. Dla wyjazdów „na zakupy”, atrakcyjność celu podróży można zmierzyć biorąc pod uwagę wielkość powierzchni handlowej, obrotów handlowych, lub jakość i ceny wybranych grup towarów na danym obszarze (region, węzeł). W przypadku wyjazdów w celu osiągnięcia usług zdrowotnych przykładowymi celami podróży są liczba lekarzy rodzinnych oraz liczba łóżek w szpitalach. Dla usług edukacyjnych ważne mogą być: liczba szkół podstawowych, średnich, wyższych lub liczba studentów.

Przy wyjazdach rekreacyjnych i turystycznych wiele potencjalnych zmiennych może wpływać na ocenę atrakcyjności celu podróży. Przykładowo, dla narciarzy ważne będą takie wskaźniki, jak długość stoków narciarskich lub liczba miejsc noclegowych. Dla każdego użytkownika sieci inne zmienne będą miały większe znaczenie przy wyborze celu podróży. Wybór ma charakter subiektywny i z tego względu oszacowanie atrakcyjności turystycznej (rekreacyjnej) jest znacznie trudniejsze niż przy dojazdach do pracy, wyjazdach „na zakupy” lub wyjazdach w celu osiągnięcia usług. Z podobnymi trudnościami wiąże się oszacowanie celu podróży przy wyjazdach towarzyskich i rodzinnych. Można jednak opisać „grupę docelową”, do której użytkownik sieci chce podróżować. Charakterystyka „grupy docelowej” może dotyczyć jej wieku, dochodu, płci lub wykształcenia.

Również samego użytkownika sieci można scharakteryzować pod kątem wieku, płci, dochodu, wykształcenia, narodowości i wielu innych cech szczególnych, które wpływają na jego ruchliwość. Według Geursa i Ritsema van Ecka (2001), **komponent indywidualny** związany jest z jednostkową, specyficzną mobilnością użytkownika sieci oraz jego cechami społeczno-ekonomicznymi. Determinują go trzy grupy czynników: potrzeby (*needs*), możliwości (*abilities*) oraz szanse (*opportunities*).

Potrzeby użytkownika sieci zależą od wieku, fazy życia, sytuacji rodzinnej, dochodu oraz poziomu wykształcenia. Przykładowo młodzi ludzie szukają szkoły jako celu podróży, podczas gdy dla ludzi starszych takim celem podróży znacznie częściej będą placówki ochrony zdrowia (Powęska 1990). Dla

kawalera/panny w młodym wieku ważna będzie dostępność miejsca zamieszkania transportem publicznym w porze nocnej w weekend. Dla osób pracujących, posiadających rodzinę ten rodzaj dostępności jest już mniej istotny. Komponent indywidualny jest zatem związany z komponentem czasowym, tj. dostępnością atrakcji według pory dnia, tygodnia, a nawet roku. Dojazdy do pracy (do domu) zazwyczaj występują w porach zwiększonego ruchu rannego (popołudniowego), co wiąże się w warunkach kongestii ze znacznym wydłużeniem czasu przejazdu. Podobnie wyjazdy rekreacyjne mają miejsce głównie w weekendy.

Możliwości użytkownika sieci zależą z kolei od jego zdrowia (np. stopień niepełnosprawności) oraz zdolności potrzebnych do podróżowania (np. posiadanie prawa jazdy). **Szanse** są natomiast związane z wysokością dochodu oraz tej jego części, która jest przeznaczana na podróż. Ludzie relatywnie biedni lub też ci, którzy mają inne potrzeby (np. kupno leków), nie mogą pozwolić sobie na podróż własnym samochodem. Wybierają zatem transport publiczny jako relatywnie tańszy środek podróżowania (Geurs, Ritsema van Eck 2001).

Warto zaznaczyć, że wybór motywacji podróży, „grupy docelowej” oraz środka transportu determinuje nie tylko cel podróży, lecz również wpływa na komponent transportowy, konkretnie – na postać funkcji oporu. Wpływ ten zaznacza się tym, że spadek atrakcyjności celu podróży wraz ze wzrostem odległości czasowej między źródłem podróży a jej celem, jest dużo niższy np. w przypadku podróży biznesowych lub turystycznych, a wyższy przy codziennych dojazdach do pracy lub wyjazdach „na zakupy” (Rosik *et al.* w druku, Bruinsma, Rietveld 1998). Powyższą zależność potwierdzają Geurs i Ritsema van Eck (2001). Według nich dodatkowo, dla wszystkich motywacji podróży, wraz ze wzrostem odległości fizycznej lub czasowej, atrakcyjność celu podróży spada wolniej przy transporcie publicznym, niż przy komunikacji indywidualnej. W Holandii w 1995 r., transport publiczny był wykorzystywany przy dłuższych dojazdach do pracy (średnio ok. 40 km), podczas gdy przejazdy samochodem – przy odpowiednio krótszych (średnio ok. 20 km). 75% wszystkich dojazdów do pracy samochodem było krótszych niż 30 min, w porównaniu do jedynie 5% przy transporcie publicznym. Tylko 10% wszystkich podróży samochodem do pracy trwało dłużej niż 50 min, a transportem publicznym aż 50%. Powyższe zależności należy wziąć pod uwagę przy wyborze formy funkcji oporu w modelu dostępności transportowej.

Podobnie jak w przypadku funkcji oporu, **funkcja atrakcyjności masy** może przybierać różne formy. Najczęściej stosowaną jest funkcja liniowa (według wielkości masy). Jednak można rozważyć zastosowanie funkcji nielinio-

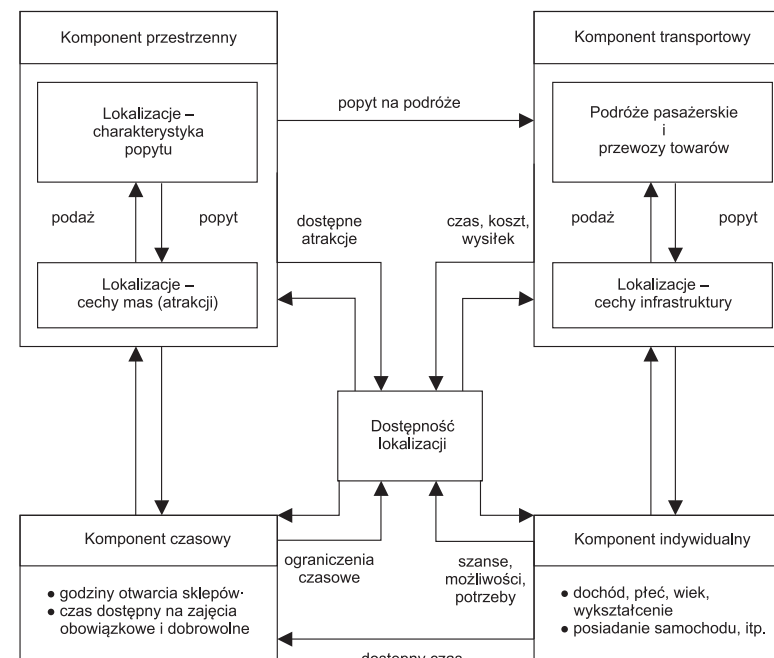
wej, w celu uchwycenia tzw. **efektów aglomeracji** (*agglomeration effects*). Według Baradarana i Ramjerdi'ego (2001) szanse, jakie oferuje dana lokalizacja (masa) powinny uwzględniać również szanse dostępne w sąsiednich lokalizacjach. Uwzględnienie efektów aglomeracji jest jednak dość skomplikowane.

Niezależnie od wyboru motywacji podróży (*travel purpose*) i celu podróży (*destination*), **źródłem podróży** (*origin*) dla transportu pasażerskiego będzie zwykle miejsce zamieszkania. Jednak nie można wykluczyć, że użytkownik sieci transportowej rozpocznie podróż w swoim miejscu pracy, lub w innej, dowolnie wybranej przez niego lokalizacji (Handy, Niemeier 1997). Według Pirie'ego (1979), dla podróży, które nie są dojazdami do pracy, założenie że źródłem podróży jest miejsce zamieszkania, jest założeniem kontrfaktycznym. Nie uwzględnia bowiem, że część podróży jest wielomotywacyjna (*multipurpose*). Przykładem wielomotywacyjnej podróży jest wyjazd z miejsca pracy (dojazdy do pracy), na zakupy, połączony z odwiedzinami rodziny (wyjazd „do innych ludzi”) i spacerem w parku (wyjazd rekreacyjny). Przy podróżach wielomotywacyjnych źródłem kolejnej podróży jest cel podróży poprzedniej, a nie miejsce zamieszkania. Mimo że podróżujący nie wraca do znacznie oddalonego miejsca zamieszkania, dostępność miejsc rekreacji może być dla niego bardzo wysoka ze względu na bliskość miejsca pracy. Według Piriego (1979), aż 30% wszystkich podróży ma charakter wielomotywacyjny. W przypadku transportu towarowego źródłem podróży (przewozu) najczęściej jest siedziba firmy – nadawcy towaru lub miejsce przeładunku (np. port morski).

2.4. Zależności między komponentami dostępności a dostępnością transportową

Dostępność transportowa jest determinowana przez sposób zagospodarowania przestrzeni (komponent przestrzenny), ale też przez system transportowy (komponent transportowy). Ponadto, użytkownicy sieci mogą różnić się w ocenie dostępności, w zależności od ich cech społeczno-ekonomicznych (komponent indywidualny) oraz czasu podróży (komponent czasowy; Handy, Niemeier 1997).

Charakter powiązań między komponentami dostępności a dostępnością transportową przedstawiono na ryc. 2.1. Warto zaznaczyć, że relacja między komponentami dostępności a samą dostępnością może być sprzężeniem zwrotnym. Dostępność danej lokalizacji jest jednym z ważniejszych czynników przy podejmowaniu decyzji lokalizacyjnych (wpływ na komponent użytkownika przestrzeni). Dostępność warunkuje też ilość i charakter podróży, a co się z tym



Ryc. 2.1. Powiązania między komponentami dostępności

Źródło: Geurs, Ritsema van Eck (2001).

wiąże również czas, koszt i wysiłek dotarcia do celu podróży (komponent transportowy) oraz liczbę użytkowników sieci o konkretnych cechach społeczno-ekonomicznych (komponent indywidualny), w określonym czasie (komponent czasowy; Geurs, Ritsema van Eck 2001).

3. Metodyka pomiaru dostępności transportowej

3.1. Klasyfikacja metod badawczych

Wśród ekonomistów, planistów i geografów panuje duża różnorodność w klasyfikacji metod analizy dostępności transportowej. Bruinsma i Rietveld (1998) wyróżniają aż jedenaście alternatywnych sposobów mierzenia dostępności. Baradaran i Ramjerdi (2001) piszą o pięciu podejściach teoretycznych. Geurs i van Wee (2004) wymieniają cztery podstawowe grupy metod, a Geurs i Ritsema van Eck (2001) opisali trzy grupy metod (w tym kilka podgrup).

Trzy podejścia zostały wyodrębnione przez Gutiérreza (2001) oraz (przy wskaźnikach złożonych) przez Spiekermanna i Neubauera (2002).

Większa liczba metod badawczych nie jest jednoznaczna z szerszym ujęciem tematu. To, co jedni autorzy uważają za odrębną metodę, przez innych jest klasyfikowane jako jeden z wariantów wcześniej opisanej metody.

Na podstawie przeglądu literatury przedmiotu można zaproponować następujący podział wyróżniający sześć metod badania i pomiaru dostępności transportowej:

- **dostępność mierzona wyposażeniem infrastrukturalnym** (*infrastructure-based accessibility measure*); jest identyfikowana za pomocą wskaźników wyposażenia infrastrukturalnego danego obszaru, np. ilości i jakości infrastruktury oraz poziomu kongestii;
- **dostępność mierzona odległością** (*distance-based accessibility measure*) fizyczną, fizyczną rzeczywistością, czasową lub ekonomiczną do celu lub zbioru celów podróży, np. średnim lub całkowitym kosztem podróży między źródłem podróży a pozostałymi interesującymi dla użytkownika siecią celami podróży (np. miastami powyżej 100 tys. mieszk.);
- **dostępność mierzona izochronami** (*isochrone-based accessibility measure*); inaczej jest to dostępność mierzona zasięgiem równego (porównywalnego) oddziaływania komunikacyjnego i wielu w przypadkach może stanowić odmianę ww. dostępności mierzonej odległością, gdyż z kartograficznego punktu widzenia metoda izochron polega na wyznaczaniu stref o jednakowej odległości czasowej; mierzona jest przez oszacowanie zbioru celów podróży dostępnych w określonym czasie, lub przy określonym koszcie lub wysiłku podróży; jako przykłady można podać badanie za pomocą izochron dostępności celów podróży (np. ludności) w odległości czasowej 15, 30, 45, 60 min od źródła podróży;
- **dostępność potencjalna** (*potential-based accessibility measure*) jest mierzona możliwością zajścia interakcji między źródłem podróży a zbiorem celów podróży, np. różnych wariantów dostępności mierzonej za pomocą wskaźników potencjału lub modeli grawitacji;
- **dostępność mierzona w geografii czasu lub czasoprzestrzeni** (*space-time-geography-based accessibility measure*); zasadza się na koncepcjach Hägerstranda z lat 70. ubiegłego wieku, związanych z indywidualnym charakterem przemieszczania się człowieka, w postaci np. dziennych ścieżek życia; może być mierzona przez szacowanie tych jednostkowych, specyficznych podróży między źródłem a celem;

- **dostępność mierzona maksymalizacją użyteczności** (*utility-based accessibility measure*) to indywidualna dostępność mierzona zachowaniem użytkownika systemu transportowego.

3.2. Dostępność mierzona wyposażeniem infrastrukturalnym (*infrastructure-based accessibility measure*)

Dostępność mierzona za pomocą wskaźników wyposażenia infrastrukturalnego danego obszaru (najczęściej jednostki statystycznej) jest szeroko stosowaną metodą ewaluacji polityki transportowej (Geurs, van Wee 2004). Ten rodzaj dostępności można inaczej określać jako dostępność liczoną za pomocą wskaźników prostych. Do wskaźników prostych zalicza się:

- ilość składników infrastruktury, (np. długość dróg samochodowych, długość linii kolejowych, istnienie portu lotniczego, wodnego-śródlądowego, morskiego);
- jakość składników infrastruktury, (np. długość dróg wyższych klas, tj. autostrad i dróg ekspresowych lub kolei dużej prędkości, średnia prędkość gałęzi transportu wynikająca z modelu ruchu na danym obszarze, wskaźnik potrzeb remontowych, przepustowość portów lotniczych);
- poziom kongestii, (np. prawdopodobieństwo zatłoczenia na określonym odcinku sieci) wynika z natężenia ruchu oraz jakości infrastruktury (liczba pasów ruchu, torów); występuje przy tym sprzężenie zwrotne między poziomem kongestii a jakością infrastruktury, ponieważ kongestia wpływa na średnią prędkość ruchu oraz potrzeby remontowe, które z kolei można uważać za determinanty jakości infrastruktury.

Zaletami wskaźników prostych są: możliwość uzyskania danych statystycznych oraz relatywnie wysoka łatwość interpretacji wyników przez decydentów politycznych (Geurs, van Wee 2004). Wskaźniki wyposażenia infrastrukturalnego dostarczają istotnych informacji o stanie wewnątrzregionalnej infrastruktury, jednak nie uwzględniają celów podróży zlokalizowanych poza granicami analizowanego obszaru (Spiekermann, Neubauer 2002). Tym samym nie spełniają podstawowego teoretycznego kryterium, jakim jest uwzględnienie w badaniu komponentu użytkownika przestrzeni. Zaletą innych podejść badawczych jest włączenie do analizy, zgodnie z definicją dostępności, komponentu przestrzennego. Z wyjątkiem dostępności mierzonej wyposażeniem infrastrukturalnym wszystkie pozostałe podejścia bazują na wskaźnikach złożonych z dwóch komponentów – transportowego oraz użytkownika przestrzeni.

3.3. Dostępność mierzona odległością (*distance-based accessibility measure*)

Dostępność mierzona odległością jest często w literaturze przedmiotu określana alternatywnie jako podejście bazujące na koszcie podróży (*travel-cost approach*; Baradaran, Ramjerdi 2001; Spiekermann, Neubauer 2002) lub dostępność czasowa (Guzik 2003). Warto jednak zaznaczyć, że odległość zdefiniowano jako: odległość fizyczną, fizyczną rzeczywistą, czasową lub ekonomiczną do celu lub zbioru celów podróży (Warakomska 1992). Z tego względu dostępność mierzona odległością jest kategorią znacznie szerszą niż podejście bazujące na koszcie podróży lub dostępność czasowa, ponieważ uwzględnia nie tylko aspekt ekonomiczny lub czasowy, lecz również przestrzenny. Tym samym pod pojęciem *dostępności mierzonej odległością* można rozumieć: dostępność fizyczną (odległość fizyczna), dostępność czasową (czas przejazdu) oraz dostępność ekonomiczną (koszt przejazdu; Guzik 2003).

Dostępność mierzona odległością można ogólnie podzielić na:

- **dostępność mierzona odległością do jednego celu podróży**, określaną w literaturze również jako „dostępność relatywną” i definiowaną jako stopień powiązania dwóch miejsc lub punktów w przestrzeni (Ingram 1971); najprostszą miarą jest tutaj odległość fizyczna, czyli prosta poprowadzona między źródłem podróży i celem podróży; można wyróżnić również odległość fizyczną rzeczywistą (odległość drogową), odległość czasową (np. czas podróży między miejscowością x a najbliższym węzłem autostradowym, najbliższym portem lotniczym, najbliższym szpitalem) oraz odległość ekonomiczną (koszt podróży);
- **dostępność mierzona odległością do zbioru celów podróży**; ten typ dostępności bazuje na tzw. **dostępności topologicznej**, definiowanej w metodach grafowych jako suma oddaleń z danego węzła w sieci do wszystkich pozostałych (Garrison 1960; Taylor 1999; Ratajczak 1999); miarą dostępności mierzonej odległością jest zatem odległość całkowita (suma odległości) lub odległość średnia, np. średnia odległość fizyczna, drogową, czasową lub ekonomiczną między źródłem podróży a pozostałymi interesującymi dla użytkownika sieci celami podróży (np. miastami powyżej 100 tys. mieszk., centrami handlowymi w mieście itp.).

Dostępność mierzona odległością (podobnie jak mierzona izochronami) jest często stosowana przez geografów dla ukazania maksymalnych, dopuszczalnych z punktu widzenia celów polityki transportowej, czasów przejazdu do

danych lokalizacji. Przykładowo, zakłada się, że celem polityki transportowej jest zagwarantowanie 90% mieszkańców kraju szpitala lub węzła drogi szybkiego ruchu w odległości czasowej do 1 godziny od miejsca zamieszkania (początek podróży). Przykładami badań dostępności mierzonej odległością są: Lutter *et al.* (1992), Gutiérrez i Urbano (1996), Schürmann *et al.* (1997). Według badań Schürmanna w 2010 r. średni czas dotarcia do dużych miast (192 miast powyżej 250 tys. mieszk.) w Europie wyniesie 22 godziny, przy czym najwyższą dostępnością będą charakteryzować się Niemcy i Austria, a najgorsza (w tym sensie) dostępność będzie dotyczyć krajów skandynawskich i części krajów Europy Wschodniej.

Zaletami wskaźników dostępności mierzonej odległością są: łatwość dostępu do danych, łatwość w odbiorze wyników oraz połączenie komponentu transportowego z komponentem użytkowania przestrzeni. Poważną wadą jest jednak brak uwzględnienia wzajemnych zależności między oboma komponentami. Wskaźniki dostępności mierzonej odległością nie uwzględniają różnic w wielkości celów przeznaczenia (np. atrakcyjność miast z 1 mln i 101 tys. mieszk. jest taka sama, z założeniem badania odległości do miast powyżej 100 tys.). Ponadto, wraz ze zwiększeniem zasięgu przestrzennego badania (a co się z tym wiąże – liczby potencjalnych celów podróży), dostępność mierzona odległością spada. Dzieje się tak, ponieważ odległość do potencjalnych celów podróży jest sumowana lub uśredniana i nie zakłada się spadku atrakcyjności celu podróży wraz ze wzrostem odległości między źródłem a celem podróży. Tym samym wadą wskaźników opartych na odległości czasowej jest to, że nie wskazują różnic w atrakcyjności między odległymi i sąsiednimi regionami. Ponadto, przy dużej ilości celów podróży i ich względnie równomiernym przestrzennym rozmieszczeniu, dochodzi do wyrównania przeciętnych czasów podróży dla wszystkich uwzględnianych w badaniu źródeł podróży. Wyniki nie wskazują wówczas dużych różnic w dostępności między regionami. Inną wadą badań dostępności mierzonej odległością jest to, że nie bierze się pod uwagę również komponentu indywidualnego, tj. zróżnicowania społeczno-ekonomicznego użytkowników sieci.

3.4. Dostępność mierzona izochronami. Dostępność czasowa (*isochrone-based accessibility measure*)

Dostępność mierzona izochronami jest w literaturze przedmiotu określana niekiedy alternatywnie jako dostępność dzienna (*daily accessibility*). Warto zaznaczyć, że izochrony mogą służyć także za narzędzie oceny dostępności

mierzonej odległością. Z tego względu w niektórych przeglądach metod, dostępność mierzona odległością do zbioru celów podróży jest w tej samej kategorii, co dostępność mierzona izochronami. W badaniach dostępności najczęściej obie metody, w przypadku wyboru czasu jako elementu funkcji oporu przestrzeni, znajdują wspólny mianownik w postaci **dostępności czasowej**.

Czas przejazdu między dwoma punktami w kartezjańskiej przestrzeni geograficznej jest uwarunkowany bardzo wieloma czynnikami, wynikającymi zarówno z cech tej przestrzeni, jak też środka transportu i użytkownika sieci transportowej. Konieczne jest tutaj przyjmowanie wielu uproszczeń, z których najważniejsze to dążenie człowieka do minimalizacji czasu przejazdu między źródłem a celem podróży. Jest to zresztą jedną z naczelných zasad efektywności ekonomicznej systemów społeczno-gospodarczych.

W najbardziej uproszczonym schemacie problem czasu w układach społeczno-gospodarczych sytuuje Berry (1964), który zauważa, że każdy proces geograficzny da się zidentyfikować w postaci kartograficznej na podstawie trzech nierozłącznych wymiarów: przestrzennego, czasowego i atrybutowego. Z kolei Vasiliev (1997) formułuje pięć podstawowych kategorii przedstawiania zagadnień czasu na mapach:

- 1) chwilowych, np. dat konkretnych zdarzeń lub stanu na dany moment,
- 2) czasu trwania, np. występowania jakiegoś zjawiska,
- 3) struktury czasowej, np. stref czasowych,
- 4) dystansu czasowego (czasu jako miary odległości), a więc np. klasycznych izochron,
- 5) natężenia jakiegoś zjawiska w czasie, np. prędkości ruchu, opadów w jednostce czasu.

Ogólnie, przedstawianie zagadnień związanych z czasem na mapach datuje się tak dawno, jak rozwija się kartografia astronomiczna. Jeszcze w starożytności powstawały reprezentacje ciał niebieskich i ich pozycji w czasie. W 1644 r. flamandzki astronom Florent van Langren przedstawił prawdopodobnie pierwsze zobrazowanie odległości, polegające na graficznym, zgeneralizowanym na mapie wyrażeniu w jednostkach długości geograficznej (stopniach) drogi z Toledo do Rzymu (Tuftę 1997). Natomiast jako pierwszego autora, który wyznaczył typowe izochrony, czyli linie jednakowej odległości czasowej, wymienia się Sir Francis Galtona (1881). Przedstawił on mapę świata, na której wyrysował obszary o jednakowym czasie dotarcia z Londynu (w przedziałach poniżej 10-20-30-40 i więcej dni podróży). Z kolei podstawy teoretyczno-metodyczne konstrukcji izochron dał Schjerning (1903). Współcześnie, literatura dotycząca

dostępności oraz odległości czasowej jest bardzo bogata, przykładowo popularna baza bibliograficzna Biblioteki Wirtualnej Nauki w kolekcji Elsevier/ICM na podstawie słów kluczowych, takich jak *time distance*, *journey time*, *drive time* oraz *travel time* podaje ok. 300 pozycji z ostatnich 10 lat, z czego mniej więcej połowa dotyczy zagadnień dostępności przestrzennej.

W Polsce pierwsze prace dotyczące dostępności czasowej, wraz z wyznaczeniem izochron, pojawiły się jeszcze w okresie międzywojennym (Kubijowicz 1923; Rewieńska 1929; Smoleński 1932; Boczar 1933; Rowicki 1934; Wąsowicz 1934; Bissaga 1938 i in.). Po drugiej wojnie światowej badania odległości czasowej w skali całego kraju były prowadzone m.in. przez Baję (1948), Lijewskiego (1962), Gawryszewskiego i Pietkiewicza (1966), Bidermana (1967), Ziembową (1969), Maciejewskiego (1972), Dudzińską-Kryszak (1982), Stryjka i Warakomską (1980) oraz Deję (1983). Po 1990 r. można również wskazać wiele przykładów badań na ten temat (Ratajczak 1992; Rydzewski 1999, 2000; Wendt 2000; Guzik, Kołoś 2003).

Rozwój badań dostępności czasowej był stymulowany potrzebami zagospodarowania przestrzennego oraz szerzej praktyki gospodarczej i wiązał się z ujawnieniem intensywnych dojazdów do pracy, wynikających z przyspieszonej industrializacji i urbanizacji kraju. Dostępność czasowa stała się jedną z podstawowych przesłanek rozwoju regionalnego i kształtowania się społeczno-ekonomicznej struktury przestrzennej Polski. Po II wojnie światowej, zwłaszcza w Instytucie Geografii i Przestrzennego Zagospodarowania PAN, powstały liczne prace dotyczące problematyki dostępności czasowej oraz szerzej, dojazdów do pracy (Wróbel 1959; Lijewski 1967; Potrykowska 1983; Potrykowski 1989 i in.). Były one z powodzeniem kontynuowane i rozwijane w innych ośrodkach geograficznych w kraju (m.in. Namysłowski 1980).

W geografii transportu na określenie miar dostępności używa się takich pojęć, jak odległość, oddalenie, dystans i długość, które niesłusznie stosowane są jako synonimy. Biorąc pod uwagę dotychczasowy stan wiedzy, w zakresie odpowiednim do analiz dostępności pod względem czasowym, można wskazać trzy grupy wskaźników przestrzennej dostępności transportowej, wyróżniane na podstawie:

- a) kryteriów **częstotliwości** środka transportu – w przypadku transportu publicznego jest to określona liczba kursów w jednostce czasu, natomiast w transporcie indywidualnym jest to w zasadzie częstotliwość permanentna (inaczej dostęp ciągły); pochodną tego wskaźnika może być poziom motoryzacji;

- b) kryteriów **dostępności czasowej do środka transportu**, np. izochrony dojścia pieszego do przystanku, dojazdu do stacji kolejowej, portu lotniczego, itd.; na tej podstawie możliwa jest konstrukcja izochron monocentrycznych (z jednego punktu), jak i policentrycznych (z wielu punktów), ta druga metoda pozwala na podział przestrzeni na obszary jednakowych odległości czasowych lub oddziaływań, o czym mowa dalej;
- c) kryteriów **dostępności czasowej przemieszczania się środkami transportu**, np. dojazdu koleją lub samochodem do miejsca pracy, inaczej długości podróży i jej pochodnej, tj. prędkości przemieszczania się.

Na tej podstawie mogą być obliczane różnorodne wskaźniki efektywności transportu względem jego dostępności przestrzennej, takie jak np. związane z koncentracją ludności w strefach o określonej dostępności (procent ludności w strefie n -minutowego dojazdu koleją do ośrodka wojewódzkiego, liczba mieszkańców w zlewni transportowej). W prezentowanym opracowaniu zajmowano się przede wszystkim ostatnią z wymienionych dostępności, tj. czasowym przemieszczaniem się środkami transportu.

Chociaż czas jest ścisłym pojęciem fizycznym, oznaczającym niezależną zmienną, dającą się skwantyfikować w postaci sekund, minut, godzin, dni, itd., zagadnienie odległości czasowej w studiach dostępności przestrzennej nie jest jednorodne. W badaniach naukowych i zastosowaniach praktycznych istnieje bardzo wiele przykładów konkretyzacji modeli opisujących czasową dostępność przestrzenną. W polskiej literaturze znanych jest kilkanaście obszerniejszych pozycji, dokonujących podsumowania i systematyzacji wskaźników, przede wszystkim w pracach Lijewskiego (1967), Domańskiego (1963), Sobczyk (1985), Warakomskiej (1992), Pietrusiewicza (1996), Ratajczaka (1999) i Taylora (1999). Ponieważ zagadnienia dostępności czasowej zostały tam szczegółowo omówione (zwłaszcza w metodycznej pozycji Pietrusiewicza), w tym miejscu zajmiemy się tylko skrótowo sposobami mierzenia ilości czasu, potrzebnej do oznaczenia chronologicznej różnicy między osiągnięciem punktu B z punktu A dla przemieszczającego się pasażera. Przy tym, jeżeli możliwe jest obliczenie tego czasu, to przy znanej odległości fizycznej daje się także obliczyć średnią prędkość ruchu.

Zarówno w przypadku podróży, jak i wynikającej z niej prędkości ruchu, należy uwzględnić najbardziej istotne zróżnicowanie, mianowicie, czy pomiary dotyczą ilości czasu potrzebnego na samo poruszanie się, czy też na całą podróż. Ma to znaczenie przede wszystkim z punktu widzenia transportu publicznego, w którym istotne są przesiadki i częstotliwość kursowania. W niektórych pra-

cach, czas potrzebny na przemieszczenie się transportem publicznym jest wydłużany o pewien współczynnik, mający rekompensować niską częstotliwość kursowania. Warakomska (1993) powstałe przy takich założeniach izochrony nazywa zmodyfikowanymi. Oprócz samej jazdy dochodzi do tego konieczność dotarcia, np. pieszego do przystanku. W transporcie indywidualnym czynnik ten nie ma oczywiście takiego znaczenia, jednak i w tym przypadku długość podróży nie zależy wyłącznie od czasu jazdy. Przy długich trasach zachodzi bowiem potrzeba nie tylko postojów w celu odpoczynku, posiłków itd., ale również muszą być uwzględnione ograniczenia wynikające z warunków drogowych. Jest to bardziej złożony problem, któremu są poświęcane studia z zakresu typowej inżynierii ruchu (Gaca *et al.* 2008).

Biorąc pod uwagę powyższe uwarunkowania, ogólnie, najprościej będzie wymienić następujące kategorie czasu, mające wpływ na **pomiar odległości czasowej w indywidualnym transporcie samochodowym**:

- a) czas podróży brutto – całkowity czas potrzebny na pokonanie odległości między dwoma punktami „od drzwi do drzwi” (*door-to-door*);
- b) czas podróży netto – wynikający z podróżowania między wsiadaniem i wysiadaniem ze środka transportu;
- c) czas jazdy brutto – potrzebny na pokonanie odległości między dwoma punktami, bez zjazdów z drogi (np. na odpoczynek i posiłki)⁴;
- d) czas jazdy netto – potrzebny na pokonanie odległości między dwoma punktami; bez jakichkolwiek zatrzymań i postojów (np. wynikających z organizacji ruchu, kongestii drogowej, itd.), jest to inaczej czas pojazdu w ruchu.

Wymienione na wstępie podrozdziału zagadnienie konstrukcji izochron policentrycznych wiąże się w istocie z wyznaczeniem powierzchni zaplecza przypadającego na jeden punkt transportowy, czy szerzej, na jeden obiekt będący celem podróży (Boots 1980; Lee 1991; Hyndman *et al.* 1997; South, Boots 1999; Radke, Mu 2000; Pantazis, Liefner 2006; Fuellhart 2007; Luo, Qi 2009). Jest to szczególnie ważne ze względu na kształtowanie popytu w warunkach rynkowych. Metodyka ta nadaje się szczególnie do oceny lokalizacji punktów komunikacyjnych, takich jak np. przystanek autobusowy i kolejowy lub port lotniczy. W literaturze można spotkać się z różnymi sposobami podziału przestrzeni na obszary rozgraniczone liniami o jednakowej odległości czasowej. Kluczowe znaczenie ma tutaj metodyka wyznaczania *catchment area* (**zlewni**

⁴ W prezentowanych w Biuletynie badaniach empirycznych posługiwano się właśnie tą kategorią.

transportowych, nazywanych niekiedy błędnie działami komunikacyjnymi, gdyż działają oznaczają linie rozgraniczające), opartych albo na ekwidystancjach (Śleszyński 2004a, 2007) i rzeczywistych izochronach dojazdu do danego miejsca (Śleszyński, Komornicki 2009), albo też na geometrycznym podziale przestrzeni, np. w postaci teselizacji i poligonów Woronoja (Śleszyński 2004b). Jeżeli przyjmiemy, że zlewnia komunikacyjna pokrywa się z zasięgiem oddziaływania rynkowego pod względem jednakiego przyciągania, to uprawnione jest posługiwanie się terminem **obszar konsumentki** lub **obszar rynkowy**.

Wyznaczanie linii na mapie łączących punkty o jednakowych wartościach wywodzi się, podobnie jak późniejsze izochrony, z potrzeb praktycznych przemieszczania się, w tym przypadku nawigacji żeglarskiej. Metodę izoliniovą prawdopodobnie jako pierwszy zastosował Nautonier (1602/1604) na mapie świata do wyznaczenia linii jednakowych deklinacji magnetycznych; metodę tę w dużo bardziej dokładny sposób powtórzył Halley (1701)⁵.

Współcześnie wyróżnia się różne kategorie izolinii, czyli linii łączących punkty o jednakowych wartościach na mapie. Wspomniana wcześniej izochrona jest podstawową z zakresu kartograficznej prezentacji dostępności czasowej. Oznacza linie jednakowej odległości czasowej od danego punktu lub zbioru punktów. Zasadnicze znaczenie dla wyznaczenia izochron ma prędkość poruszania się, która może być rzeczywista lub teoretyczna (Ratajski 1989), ale jak wspomniano przy okazji wymienienia kategorii czasu (podróży oraz jazdy brutto i netto), nie są to jedyne uwarunkowania, wpływające na wyznaczenie izochrony. Pietrusiewicz (1996) pisze wręcz, że mimo podejmowanych wielokrotnie prób nie udało się sprecyzować jednolitych zasad konstrukcji map izochronicznych oraz że ich autorzy są skazani na własne wyczucie i wyobraźnię.

Oprócz pojęcia *izochrony*, inne określenia linii łączących punkty o jednakowych wartościach, mogące być przydatne w badaniach nad dostępnością mierzoną odległością (w tym dostępnością czasową) to:

- *ekwidystanta (izodystanta)* – linia jednakowej odległości od punktu lub ogólniej, linii mierzonej miarami kartezjańskimi (długość, szerokość, wysokość);

⁵ Zestawienie bibliograficzne najstarszych tematycznych opracowań kartograficznych, w tym dotyczących przedstawiania zagadnienia czasu, można znaleźć na stronach internetowych projektu *Milestones in the History of Thematic Cartography, Statistical Graphics and Data Visualization* autorstwa Friendly'ego oraz Denisa, <http://euclid.psych.yorku.ca/SCS/Gallery/milestone/>.

- *izochora* – linia jednakowych odległości od linii kolejowych lub niekiedy stacji i przystanków kolejowych;
- *izochronanomala* – linia jednakowych odchyłań (anomali) przebiegu modelowego izochron;
- *izodapana (izofoda)* – linia jednakowych kosztów transportu lub podróży;
- *izodata* – linia jednakowych dat (punktów czasowych) rozprzestrzeniania się albo ograniczania zjawisk;
- *izodyna* – linia jednakowych oddziaływań, np. ciężarów grawitacyjnych miasta w postaci jego masy demograficznej lub gospodarczej;
- *izogona (izodeklinata)* – linia jednakowego kierunku danego zjawiska, np. gradientu natężenia ruchu;
- *izosynecha* – linia jednakowej częstotliwości lub natężenia ruchu, np. drogowego;
- *izochroma* – strefa znajdująca się między dwoma sąsiednimi izoliniami.

Uogólniając, przy mierzeniu dostępności za pomocą izochron zakłada się określony maksymalny czas lub koszt (budżet podróży). Oblicza się następnie liczbę celów podróży dostępnych w określonym czasie, lub przy określonym koszcie. Przykładem może być badanie za pomocą izochron dostępności do ludności w odległości czasowej do 15, 30, 45, 60 min od źródła podróży lub przy tzw. dostępności dziennej (powrót do miejsca zamieszkania w tym samym dniu), gdzie zazwyczaj zakłada się maksymalny czas trwania podróży służbowej w jedną stronę do 3-5 godzin (Spiekermann, Neubauer 2002). Innymi przykładami badań dziennej dostępności są: Törnquist (1970), Schürmann *et al.* (1997), Spiekermann i Wegener (1996) oraz Vickerman *et al.* (1999). Według badań Schürmanna, zakładając pięciogodzinny czas podróży pociągiem w jedną stronę, w 2010 r., najwięcej, bo aż 100 mln osób będzie można osiągnąć w tzw. rdzeniu Europy, tzn. we Francji, południowej Anglii, Belgii, Holandii, Niemczech, Szwajcarii, Austrii i północnych Włoszech. Zdecydowanie niższymi wskaźnikami będą charakteryzować się regiony położone peryferyjnie – zarówno na północy, południu jak i wschodzie Europy.

Zalety i wady dostępności mierzonej izochronami są analogiczne do zalet i wad dostępności mierzonej odległością. Dodatkową zaletą jest to, że zawężenie obszaru badania do konkretnej odległości fizycznej, czasowej lub ekonomicznej pozwala uniknąć uchybień związanych ze zbyt szerokim zasięgiem obszaru badawczego. Przy dostępności dziennej wskaźnik nie obrazuje jednak różnic w atrakcyjności celów podróży odległych przykładowo o 3 godziny i 1 godzinę. Rozwiązaniem tego problemu jest szczegółowy podział na

izochrony (co 15 min), który pozwala wychwycić bardziej dostępne i mniej dostępne cele podróży. Jednak również i w tym przypadku, w ramach zasięgu jednej izochrony 15-minutowej, nadal brakuje zróżnicowania atrakcyjności celów podróży. Wady dostępności mierzonej odległością lub izochronami doprowadziły do wykształcenia metod obliczania dostępności potencjalnej.

3.5. Dostępność potencjalna (*potential-based accessibility measure*)

Słowo „potencjalny” jest jednym ze słów składowych niektórych definicji dostępności transportowej. Przykładowo, dostępność może być rozumiana jako „**potencjał** dla możliwości zajścia interakcji” (Hansen 1959). Chociaż przyjmuje się, że do gospodarki przestrzennej model potencjału wprowadził wspomniany wcześniej „ojciec regionalistyki” Isard (1954) w jego teorii rozwoju regionalnego w naukach społecznych koncepcja ta była stosowana przez Ravensteina (1885).

Względy definicyjne są jedną z głównych przyczyn, dla których dostępność potencjalna jest zdecydowanie najczęściej spotykanym podejściem w badaniu dostępności transportowej. W grupie modeli określanych jako „dostępność potencjalna” znajdują się różne warianty dostępności mierzonej za pomocą wskaźników potencjału lub modeli grawitacji. Trzeba też zaznaczyć, że dostępność potencjalna początkowo pochodziła od słowa „potencjał”, a nie od słowa „potencjalny” (prawdopodobny, możliwy), co jest do dziś powodem wielu nieporozumień.

Jak już wspomniano, komponenty determinujące dostępność transportową – transportowy oraz użytkownika przestrzeni – są ze sobą powiązane. Wskaźniki dostępności potencjalnej bazują na założeniu, że atrakcyjność celu podróży wzrasta wraz z jego rozmiarem (komponent użytkownika przestrzeni) i maleje w miarę wydłużania się odległości fizycznej, czasowej lub ekonomicznej (komponent transportowy). Powiązanie między komponentami na poziomie regionalnym można przedstawić za pomocą ogólnego wzoru dostępności potencjalnej:

$$A_i = \sum_j f_1(M_j) f_2(c_{ij}) \quad (3.1)$$

gdzie:

- A_i – dostępność transportowa regionu i ,
- funkcja $f_1(M_j)$ – komponent użytkownika przestrzeni, czyli funkcja atrakcyjności masy,
- M_j – masy (atrakcje) dostępne w regionie j ,
- funkcja $f_2(c_{ij})$ – komponent transportowy, czyli funkcja oporu przestrzeni,

c_{ij} – łączna odległość fizyczna, czasowa (czas) lub ekonomiczna (koszt) związana z podróżą z regionu i do regionu j .

Potencjał geograficzny ma swoje źródło w teorii fizyki, przy czym jego koncepcja jest analogiczna do potencjału elektrycznego (Stewart 1947). Wskaźniki dostępności potencjalnej, znane geografom od czasów drugiej wojny światowej, zostały zaangażowane na początku w celu uchwycenia potencjału rynkowego (ekonomicznego) w analizie lokalizacji (Harris 1954). Pierwszym autorem odnoszącym się bezpośrednio do dostępności i najczęściej cytowanym w literaturze przedmiotu jest wspomniany Hansen (1959). Najprostszym wskaźnikiem użytym przez tego badacza, nazwanym też wskaźnikiem typu Hansena, jest dostępność rozumiana jako suma ilorazów atrakcji (mas) celów podróży i czasów (kosztów) podróży do tych celów. W późniejszych latach formułę zastosowali również Keeble *et al.* (1982), Rich (1978) oraz Linneker i Spence (1992). Wskaźnik Hansena przedstawia się następująco (oznaczenia jak we wzorze 3.1):

$$A_i = \sum_j \frac{M_j}{c_{ij}^\alpha} \quad (3.2)$$

gdzie: α to wykładnik *alfa*, najczęściej zakłada się, że jest równy jeden (tak przykładowo postąpił Isard w swojej klasycznej pracy z 1954 r.).

Uwzględniając w badaniu dostępność wewnętrzną (potencjał własny masy) wskaźnik Hansena przyjmuje postać:

$$A_i = \frac{M_i}{c_{ii}} + \sum_j \frac{M_j}{c_{ij}^\alpha} \quad (3.3)$$

gdzie:

- M_i – masa (atrakcja) dostępna w regionie i (masa własna),
- c_{ii} – odległość fizyczna, czasowa lub ekonomiczna przejazdu wewnątrz regionu i .

W zależności od motywacji podróży i celu podróży (funkcja atrakcyjności masy) za *atrakcję* można rozumieć: liczbę ludności (potencjał demograficzny), dochód (potencjał ekonomiczny), wielkość powierzchni handlowej, liczbę lekarzy rodzinnych, liczbę szkół wyższych itd. Natomiast dla funkcji oporu stosuje się, w zależności od gałęzi transportu, rodzaju transportu (pasażerski lub towarowy), celu podróży (dojazdu do pracy, cele rekreacyjne – turystyczne lub zakupy, podróże biznesowe) oraz charakterystyki użytkownika sieci transportowej (jego wieku, płci, dochodu, wykształcenia), różne formy funkcyjne, m.in.: funkcję potęgową, wykładniczą, rozkładu normalnego Gaussa

oraz logistyczną. Przykładowo, zakładając najczęściej stosowaną w badaniach funkcję wykładniczą eksponens (wykładniczą o podstawie logarytmu naturalnego) oraz zróżnicowanie gałęzi transportu wskaźnik dostępności potencjalnej z uwzględnieniem dostępności wewnętrznej przyjmuje postać:

$$A_{im} = M_i \exp(-\beta c_{iim}) + \sum_j M_j \exp(-\beta c_{ijm}) \quad (3.4)$$

gdzie:

A_{im} – dostępność transportowa regionu i przez gałąź transportu m . Współczynnik β oznacza wrażliwość użytkownika sieci na wzrost fizycznej, czasowej lub ekonomicznej odległości podróży.

Dostępność potencjalna ma wiele zalet. W odróżnieniu od dostępności mierzonej odległością i izochronami, dostępność potencjalna uwzględnia zależności między komponentem użytkowania przestrzeni a komponentem transportowym. Ponadto, wymaga mniej danych niż metody uwzględniające komponent indywidualny (tzn. dostępność mierzona w geografii czasu lub maksymalizacją użyteczności)⁶. Dostępność potencjalna to podejście relatywnie łatwe w obliczeniach i często stosowane zarówno na szczeblu krajowym, jak i międzynarodowym, w tym europejskim. Przykłady to model SASI oraz projekt IASON.

Wadą dostępności potencjalnej jest duża wrażliwość na: wybór formy funkcyjnej, wysokość parametrów funkcji oporu, sposób demarkacji przestrzeni, uwzględnianie potencjału własnego oraz rozumienie pojęcia atrakcyjności masy. Nieznaczne różnice w wysokości parametrów mogą skutkować znacznymi różnicami w ostatecznych wynikach. Ponadto, jak wskazuje Chojnicki (1966) model potencjału „zakłada istnienie nieograniczonego przestrzennie kontinuum” i z tego względu nie może być stosowany w badaniu przestrzennie ograniczonych zależności. Zawsze zaistnieje bowiem problem relatywnie niższej dostępności obszarów na krańcu zasięgu przestrzennego badania. Inną wadą jest to, że wyniki modelu potencjału nie są łatwe w interpretacji, ponieważ dostępność potencjalna nie ma łatwo identyfikowalnych jednostek. Z tego względu rezultaty badań są często podawane w ujęciu relatywnym, tj. w formie procentowych zmian dostępności potencjalnej poszczególnych obszarów w stosunku do pewnego wyjściowego poziomu, np. stanu w roku rozpoczęcia progra-

⁶ Komponent indywidualny (cechy społeczno-ekonomiczne użytkownika sieci) może być uwzględniony również w ramach modelu dostępności potencjalnej przez przyjęcie odpowiednich wysokości parametru β (na podstawie obserwacji empirycznych) dla poszczególnych grup ludności w zależności od wieku, płci, dochodu, wykształcenia itd.

mu rozwoju infrastruktury transportu w danym kraju. Inną z możliwości jest wykreślenie mapy potencjału za pomocą metody izoliniowej. Odstęp między liniami jednakowego potencjału ustala się wówczas na podstawie rozpiętości między wartościami potencjału w tzw. punktach odniesienia, tj. przykładowo stolicami powiatów, podregionów lub innych jednostek statystycznych, których potencjał jest badany (*ibid.*).

Warto zwrócić uwagę na bliski związek między dostępnością potencjalną a **modelami grawitacji** (Wilson 1971). Związek ten jest tak silny, że w niektórych przeglądach literaturowych modele grawitacji są nazwą zamiennie stosowaną z dostępnością potencjalną. Według Chojnickiego (1966) podstawowa różnica między potencjałem a grawitacją polega na tym, że modele potencjału, analogicznie do pojęcia potencjału grawitacyjnego, przedstawiają „potencjalne” oddziaływanie mas j na jedną masę (ośrodek, obszar) i , natomiast modele grawitacji, zbliżone do siły lub energii grawitacyjnej, pokazują wielkość wzajemnego oddziaływania dwóch mas, tj. masy i oraz masy j . Chojnicki wskazuje ponadto na pierwotność pojęcia grawitacji w stosunku do pojęcia potencjału.

Modele grawitacji, szeroko stosowane przez geografów w latach 50. i 60. ubiegłego wieku tłumaczą poziom przestrzennych interakcji między źródłami a celami podróży. Tym samym zaletą modeli grawitacji jest, w odróżnieniu do modeli potencjału⁷, możliwość uchwycenia tzw. **efektów konkurencji**, gdy np. na rynku pracy zakłady pracy konkurują o pracowników, a pracownicy o miejsca pracy. Wówczas znaczenie przestrzennych interakcji (w przypadku transportu – wielkości przepływów) w tzw. modelu interakcji z ograniczeniem podwójnym (*doubly constrained interaction model*) między regionem i oraz regionem j jest zgodny z formułą (Vickerman 1974):

$$Z_{ij} = a_i b_j S_i K_j f(c_{ij}) \quad (3.5)$$

gdzie:

Z_{ij} – znaczenie przestrzennych interakcji (wielkość przepływów) między regionem i a regionem j ,

⁷ Wśród modeli potencjału pewne możliwości w zakresie oszacowania efektów konkurencji daje tzw. koncepcja różnicy lub ilorazu potencjałów, polegająca na określeniu obszarów o nadwyżce lub niedoborze dostępności. Koncepcja różnicy lub ilorazu potencjałów polega na porównaniu (odjęciu lub podzieleniu) dwóch wielkości. Pierwszą wielkością jest udział potencjału popytu (np. liczby miejsc w szkołach wyższych) w danym punkcie (regionie i) w potencjale popytu wszystkich punktów (regionów) na danym obszarze badawczym. Drugą wielkością jest udział potencjału podaży (np. liczby maturzystów) w danym punkcie (regionie i) w potencjale podaży wszystkich punktów (regionów) na danym obszarze badawczym (Czyż 2002; Guzik 2003).

a_i, b_j – parametry równowagi (określane również jako parametry konkurencji),
 S_i – masy (atrakcje) dostępne w źródle podróży, tj. regionie i , np. liczba mieszkańców (potencjalnych pracowników),

K_j – masy (atrakcje) dostępne w celu podróży, tj. regionie j , np. liczba miejsc pracy,

$f(c_{ij})$ – funkcja oporu przestrzeni.

Równanie (3.5) jest zgodne z rodziną modeli stworzonych przez Wilsona (1971), która bazuje na koncepcji entropii przestrzennej (Ratajczak 1999). Parametry a_i i b_j przyjmują postać:

$$a_i = \frac{1}{\sum_j b_j K_j f(c_{ij})} \quad (3.6)$$

$$b_j = \frac{1}{\sum_i a_i S_i f(c_{ij})} \quad (3.7)$$

Wielkość przepływów mających swój początek w regionie i odpowiada masie (atrakcjom) dostępnej w regionie i (parametr równowagi a_i). Wielkość przepływów mających swój koniec w regionie j odpowiada masie (atrakcjom) dostępnej w regionie j (parametr równowagi b_j). Ponieważ oba parametry są wzajemnie od siebie zależne, powinny być estymowane wielokrotnie, aż do osiągnięcia równowagi (Geurs, Ritsema van Eck 2001). Według Ratajczaka (1999), mimo że modele interakcyjne Wilsona bazują głównie na termodynamice, a nie na teorii grawitacji, to jednak opisują, podobnie jak modele potencjału, to samo „pole oddziaływań, które występuje pomiędzy masami”.

Według Chojnickiego (1966) modele grawitacji powinny mieć szerokie zastosowanie m.in. w badaniach wielkości ruchu (transport, łączność, przepływy pieniężne), badaniach ruchliwości migracji oraz wyznaczaniu obszarów dominacji miast i obszarów rynkowych. Jak już wspomniano, jedną z zalet modeli grawitacji jest także możliwość uchwycenia efektów konkurencji (Geurs, Ritsema van Eck 2001). W ostatnich latach modele grawitacji zostały użyte w analizie rynku pracy w Warszawie przez Niedzielskiego (2006) oraz Niedzielskiego i Śleszyńskiego (2008). Trudności w estymowaniu modelu interakcji z ograniczeniem podwójnym skutkują jednak relatywnie rzadkim w porównaniu do badań potencjałowych, stosowaniem modeli grawitacji przy badaniach dostępności transportowej (Geurs, van Wee 2004).

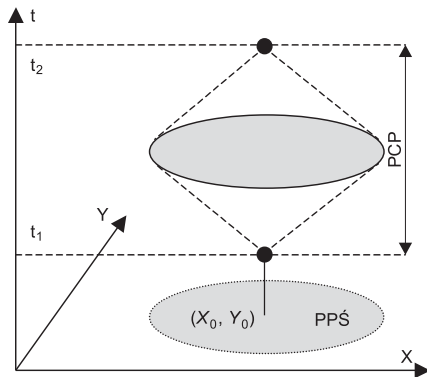
3.6. Dostępność mierzona w geografii czasu lub czasoprzestrzeni (*space-time-geography-based accessibility measure*)

Modele dostępności mierzonej w geografii czasu lub czasoprzestrzeni (*space-time geography*) są nazywane, wraz z dostępnością mierzoną maksymalizacją użyteczności, również modelami bazującymi na zachowaniu użytkownika sieci (*person-based accessibility measure*). Mocną stroną tych modeli jest silne oparcie w behawioryzmie, który ujawnia się przez obserwację harmonogramu działań użytkownika ruchu lub członków gospodarstwa domowego (Neutens *et al.* 2008). Głównym wyróżnikiem tej grupy modeli jest wyraźne podkreślenie znaczenia wymiaru czasowego i przestrzennego, a przede wszystkim ograniczeń czasowych i przestrzennych w dostępności transportowej użytkownika sieci. Do ograniczeń należą czynności obowiązkowe wykonywane codziennie przez użytkownika ruchu, do których zalicza się godziny spędzone w miejscu pracy i miejscu zamieszkania, odwożenie członków rodziny do pracy, szkoły, przedszkola, itp. Do czynności dobrowolnych należą natomiast np. zakupy, rozrywka, wyjścia rekreacyjne, turystyczne, odwiedziny znajomych.

W modelach wykreśla się tzw. Przestrzeń Potencjalnych Ścieżek (*Potential Path Space*; ryc. 3.1). Zakłada się, że przestrzeń dwuwymiarowa do dyspozycji użytkownika ruchu w określonych ramach czasowych, jest reprezentowana przez tzw. powierzchnię potencjalnych ścieżek (*potential path area*). Na powierzchnię potencjalnych ścieżek mają wpływ następujące czynniki (Neutens 2008):

- lokalizacje kotwiczne (*anchor locations*) – lokalizacje czynności obowiązkowych dla użytkownika ruchu (miejsce zamieszkania, miejsce pracy, przedszkole, itp.);
- ramy czasowe, które użytkownik ruchu może przeznaczyć na czynności dobrowolne i podróżowanie;
- możliwe do uzyskania prędkości ruchu w określonym czasie; na terenach miejskich również uwzględnione ulice jednokierunkowe, zakazy zawracania oraz zróżnicowanie kongestii w różnych dzielnicach (Kim, Kwan 2003);
- minimalny czas potrzebny do realizacji czynności obowiązkowych i dobrowolnych.

Czasoprzestrzeń (trzy wymiary), reprezentowaną przez tzw. pryzmę czasoprzestrzeni (*space-time prism*), konstruuje się zakładając, że użytkownik sieci zlokalizowany w momencie czasu t_1 w węźle źródła podróży (X_0, Y_0) ma być w momencie t_2 z powrotem w tym samym węźle (ryc. 3.1). Dostępny czas dla wszyst-



Ryc. 3.1. Powierzchnia potencjalnych ścieżek (PPS) oraz pryzma czasoprzestrzeni (PCP)
 Źródło: Baradaran, Ramjerdi (2001), s. 34.

kich celów podróży to różnica między momentami czasu w postaci $t_2 - t_1$. Poszczególni autorzy modyfikowali pryzmę czasoprzestrzeni przez zróżnicowanie prędkości w modelu ruchu, wprowadzanie wielomotywacyjnych podróży i zmian w harmonogramie zajęć użytkownika ruchu (Baradaran, Ramjerdi 2001).

Dostępność mierzona w geografii czasu ma niewątpliwą zaletę w postaci uwzględniania czasowych ograniczeń aktywności człowieka i wielomotywacyjnych podróży podejmowanych przez użytkowników ruchu z podziałem na cechy społeczno-ekonomiczne, płeć, wiek lub grupę etniczną. Słabymi stronami tej grupy modeli są: trudność w uzyskaniu danych dotyczących harmonogramu dziennych zajęć użytkownika sieci oraz ich niekompletność, a także zbyt duże skomplikowanie modelu przy założeniu zmiennych prędkości ruchu (Baradaran, Ramjerdi 2001). Mimo znacznego postępu, jaki dokonał się w technikach GIS, stworzenie poprawnego algorytmu podróży nadal stwarza problemy badaczom. Jest to jedna z przyczyn zawężenia badania do obszaru metropolitalnego, dzielnic miast oraz próby badawczej, a nie całej populacji. Przykładem jest model PESASP (*Program Evaluating the Set of Alternative Sample Paths*), używany przy analizach transportu publicznego w miastach, dostępności miejsc pracy dla kobiet w różnych etapach życia oraz dostępu do usług edukacyjnych lub ochrony zdrowia dla ludzi starszych na terenach wiejskich. Na wyższym poziomie agregacji, ze względu na brak odpowiednich danych, nie podejmuje się badań dostępności mierzonej w geografii czasu. Modele te kładą także nacisk na stronę popytową i z tego względu nie są odpowiednie do badań efektów konkurencji, np. na rynku pracy (Geurs, Ritsema van Eck 2001).

3.7. Dostępność mierzona maksymalizacją użyteczności (utility-based accessibility measure)

Innym sposobem włączenia zachowań użytkowników sieci transportowej (komponent indywidualny) jest mierzenie dostępności maksymalizacją użyteczności podróżujących. Podejście to odwołuje się do modelowania popytu na transport (*travel demand modelling*) oraz teorii użyteczności. Jest tym samym bezpośrednio powiązane z teorią mikroekonomii, w tym sensie, że preferencje konsumenta traktuje się jako miernik wartości i zysków związanych z wyborami podejmowanymi przez użytkownika sieci transportowej (Geurs, Ritsema van Eck 2001). Dostępność jest rozumiana jako wynik wyboru między zbiorem możliwych rozwiązań transportowych. Każde z tych rozwiązań jest jednym ze sposobów realizacji konkretnej potrzeby użytkownika sieci. Podróżujący będzie dążył do maksymalizacji użyteczności zgodnie z formułą (Baradaran, Ramjerdi 2001):

$$A_{i,j}^n = \max_{i,j} U_{j/i}^n \quad (3.8)$$

gdzie:

- U – oczekiwana użyteczność,
- n – użytkownik sieci (podróżujący),
- j – cel podróży,
- i – źródło podróży,

oraz:

$$U_{j/i}^n = v_j^n - \beta c_{ij}^n + \varepsilon_{ij} \quad (3.9)$$

gdzie:

- v – miara atrakcyjności alternatywy j dla podróżującego n , obserwowalna przez twórcę model,
- ε – stochastyczna, losowa i nieobserwowalna część użyteczności ($\varepsilon = 0$ dla podróżującego, ale nieznaną dla twórcę model).

Rozwój modeli dostępności mierzonej maksymalizacją użyteczności prowadził, przede wszystkim w Stanach Zjednoczonych, do połączenia omawianego podejścia z modelami geografii czasu. Maksymalizacja oczekiwanej użyteczności w ramach pryzmy czasoprzestrzeni jest szacowana bazując na logistycznym modelu decyzyjnym (Miller 1999).

Warto zaznaczyć, że relatywnie niewiele badań empirycznych dostępności transportowej zostało przeprowadzonych na podstawie maksymalizacji użyteczności. Do nielicznych wyjątków należy badanie Handy'ego i Nieme-

Tabela 3.1

Wybrane analizy i modele dostępności transportowej

Autorzy	Rok	Metoda badawcza	Sposób demarkacji	Funkcja atrakcyjności masy	Funkcja oporu przemieszczenia	Rodzaj transportu	Gałąź transportu	Zasięg przestrzenny
Vickerman	1974	dostępność potencjalna	strefy w mieście	centra handlowe, restauracje, kluby i inne	odległość, czas podróży	pasażerski (transport publiczny)	samochodowy (autobusy)	Oxford, Wielka Brytania
Keeble <i>et al.</i>	1982, 1988	dostępność potencjalna	NUTS 2	PKB	odległość	-	samochodowy	EU9; EU12
Spiekermann i Wegener	1996	dostępność mierzona izochronami	rastry (szerokość – 10km)	ludność	czas podróży	pasażerski	kolejowy	paneuropejski
Handy i Niemeier	1997	dostępność mierzona maksymalizacją użyteczności	-	miejsca pracy	koszt podróży	pasażerski	multimodalny	hrabstwo King, Waszyngton, USA
Wegener <i>et al.</i>	2000	dostępność potencjalna	NUTS 3	ludność i PKB w rastrach	czas podróży	pasażerski	samochodowy, kolejowy, lotniczy	EU15
Schürmann i Talaat	2000	dostępność potencjalna	NUTS 3	PKB i ludność	czas podróży	pasażerski; towarowy	samochodowy	EU15 + kraje kandydujące

Gutiérrez	2001	dostępność mierzona odległością, izochronami, dostępność potencjalna	główne aglomeracje	PKB i ludność	czas podróży	pasażerski	kolejowy	11 krajów EU + Szwajcaria
Spiekermann <i>et al.</i>	2002	dostępność potencjalna	NUTS 3	ludność w rastrach	czas podróży	pasażerski	multimodalny	EU15
Kim i Kwan	2003	dostępność mierzona w geografii czasu	rejonyspissowe	czynności dobrowolne (zakupy, rekreacja)	czas i koszt podróży	pasażerski	samochodowy	okręg metropolitalny Portland, Oregon, USA

Źródło: Spiekermann, Neubauer (2002), rozszerzone.

iera, którzy potraktowali funkcję użyteczności jako krzywą popytu, gdzie zmiany, takie jak wzrost cen, skutkują zmianą nadwyżki konsumenta. Badanie miało na celu oszacowanie wartości, jaką dla ludzi jest dostępność miejsc pracy.

Rzadkość badań dostępności mierzonej maksymalizacją użyteczności wynika z trudności związanych z uzyskaniem danych dotyczących indywidualnych preferencji podróżującego oraz trudności z interpretacją wyników przez planistów i decydentów politycznych. W celu przezwyciężenia trudności w interpretacji wskaźników, częstym zabiegiem jest ujęcie zmian dostępności w wielkościach pieniężnych (Handy, Niemeier 1997).

Do zalet mierzenia dostępności maksymalizacją użyteczności należy przede wszystkim mocne „zakotwiczenie” w teorii mikroekonomii oraz uwzględnianie indywidualnych zachowań użytkownika sieci. Ponadto, modele maksymalizacji użyteczności wykazują malejące efekty skali, tzn. że zależność między zwiększeniem dostępności a wzrostem korzyści dla użytkownika sieci ma charakter nieliniowy. Rezultatem są wyższe korzyści osiągane przy realizacji inwestycji infrastrukturalnych na obszarach peryferyjnych, z niskimi wskaźnikami dostępności, co może być interesujące z punktu widzenia polityki spójności terytorialnej (Geurs, van Wee 2004).

3.8. Podsumowanie – metody pomiaru dostępności transportowej

Najczęstszym wyborem wśród metod badania dostępności transportowej jest dostępność potencjalna. Wielu autorów mierzy dostępność również za pomocą izochron oraz odległością fizyczną, czasową lub ekonomiczną. Relatywnie niewielka liczba badaczy konstruuje natomiast modele dostępności mierzonej w geografii czasu oraz maksymalizacją użyteczności. W przypadku tych dwóch ostatnich, relatywnie zaawansowanych teoretycznie i wymagających matematycznie metod, zasięgiem przestrzennym badania jest zazwyczaj obszar metropolitalny lub miasto podzielone na strefy lub rejony spisowe, a atrakcyjność mas dotyczy zazwyczaj usług zdrowotnych, edukacyjnych, miejsc rekreacji lub centrów handlowych.

Przy dostępności potencjalnej, gdzie zasięg przestrzenny jest znacznie większy (poziom krajowy, międzynarodowy lub kontynentalny) obszar badawczy dzieli się na jednostki statystyczne lub rastry. Dla dostępności potencjalnej, ale również dostępności mierzonej odległością lub izochronami, atrakcyjność masy mierzona jest najczęściej potencjałem demograficznym

(ludność) lub ekonomicznym (PKB). Element komponentu transportowego to najczęściej czas podróży, a w niektórych badaniach (np. przy maksymalizacji użyteczności) koszt. Relatywnie niewielka liczba analiz dotyczy transportu towarowego, większość zaś pasażerskiego, głównie samochodowego, ale też i kolejowego, rzadziej lotniczego lub multimodalnego (tab. 3.1).

4. Metodyka obliczania dostępności czasowej na potrzeby KPZK

4.1. Techniczne możliwości wyznaczania zasięgów izochron i obliczania liczby mieszkańców

Ścisłejsze metody wyznaczania izochron powstały wraz z rozwojem kartografii, zwłaszcza wojskowej. Sama zasada wytyczania izochron jest relatywnie prosta, ale początkowo polegało to na żmudnym, ręcznym obliczaniu odległości wzdłuż tras przemieszczeń według założonej prędkości, a następnie interpolacji izolinii na obszarach między drogami. Wyznaczenie izochron lub ekwidystant dawało możliwości zaplanowania działań taktycznych, marszrut, itd. Po pierwszej wojnie światowej wraz z rozwojem motoryzacji powstawały mapy dostępności czasowej w skalach regionalnych czy nawet kontynentalnych. Z praktycznego punktu widzenia problem szczegółowego wyznaczenia izochron był niegdyś wielkim wyzwaniem technicznym, ze względu na dużą pracochłonność.

Wyznaczenie czasów dojazdu i izochron ułatwiło wprowadzenie technik komputerowych, w tym zwłaszcza Systemów Informacji Geograficznej. Obecnie istnieje dosyć duży wybór oprogramowania, zarówno w postaci odrębnych, specjalistycznych pakietów, jak też dodatkowych uzupełnień lub funkcji w kompleksowych rozwiązaniach informatycznych. Istniejące funkcje pozwalają m.in. automatycznie wyznaczać ekwidystanty, izochrony, izochory, izodapany itd. według ustalonych założeń. W zależności od liczby funkcji, możliwości obliczeniowych itd. są one również zróżnicowane pod względem kosztów licencyjnych. W przedstawianych analizach wykorzystano oprogramowanie TransCAD 4.8, amerykańskiej firmy Caliper Corporation.

Wyznaczenie izochron za pomocą technik komputerowych jest możliwe pod warunkiem posiadania odpowiednich podkładów topograficznych, zawierających cyfrowy przebieg dróg. Podobnie obliczenia liczby mieszkańców w wyznaczonych izochronach nie są problemem w większości systemów

GIS, pod warunkiem posiadania szczegółowej wiedzy na temat rozmieszczenia miejsc zamieszkania, lub zabudowy. Dochodzimy tutaj do podstawowego problemu technicznego, związanego z dostępnością w Polsce szczegółowych baz danych topograficznych i demograficzno-społecznych, pozwalających na wspomniane analizy przestrzenne. Sytuacja na tle innych krajów unijnych nie przedstawia się korzystnie, mimo przyjęcia przez Polskę Dyrektywy INSPIRE (Infrastruktury Informacji Przestrzennej), której celem jest upowszechnienie cyfrowych geograficznych baz danych.

Dane o przebiegu dróg zawiera Topograficzna Baza Danych, której dysponentem jest Główny Urząd Geodezji i Kartografii. Dane te na potrzeby administracji publicznej dostępne są również w Wojewódzkich Ośrodkach Dokumentacji Geodezyjnej i Kartograficznej. Oprócz tych baz istnieją względnie tanie, często aktualizowane bazy komercyjne, których rozwój nastąpił w ostatnich latach za sprawą wdrożenia systemów GPS. W przypadku transportu publicznego, podstawowe dane o czasach przejazdów pochodzą z rozkładów jazdy, a więc przebieg drogi na mapie cyfrowej jest tu co do zasady pomocniczy (choć z technicznego punktu widzenia, czyli wykonania obliczeń, niezbędny).

Zdecydowanie gorzej przedstawia się sytuacja w zakresie szczegółowego rozmieszczenia ludności. Obecna statystyka publiczna (prowadzona w systemie ciągłym) umożliwia bowiem bezpłatny i powszechny dostęp do danych zagregowanych co najwyżej do poziomu gminy (z podziałem na obszary wiejskie i miasta w gminach miejsko-wiejskich). Jest to podział wystarczający do obliczeń liczby mieszkańców w skali kraju, lecz zbyt mało szczegółowy z punktu widzenia np. oceny obsługi transportowej mieszkańców w skali lokalnej.

Niezadowalająca szczegółowość danych demograficzno-społecznych każe poszukiwać alternatywnych źródeł informacji. Ogólnie, podstawowy problem zasadza się na konieczności powiązania danych o ludności z bazami przestrzennymi, co ma umożliwić przeprowadzenie obliczeń. Możliwe jest wykorzystanie i powiązanie następujących zbiorów danych:

- a) spisy powszechne i dane z ewidencji gruntów i budynków;
- b) baza PESEL oraz bazy adresowe budynków lub kody pocztowe;
- c) względnie różne kombinacje wyżej wymienionych.

Spisy powszechne i dane z ewidencji gruntów i budynków. Oprócz systemu ciągłego statystyki publicznej co pewien czas (z reguły co 10 lat) przeprowadzane są spisy powszechne. Informacje są tu gromadzone do poziomu rejonów i obwodów statystycznych. Te ostatnie zgodnie z odpowiednimi rozporządzeniami nie powinny obejmować jednostek większych, niż za-

mieszkałych przez 500 osób w maksymalnie 200 mieszkaniach. Dodatkowo, rejon statystyczny nie może składać się więcej niż z 9 obwodów. Podział na obwody spisowe jest zawsze zgodny z granicami jednostek podziału terytorialnego (TERYT), w tym miejscowościami oraz obrębami geodezyjnymi (ewidencja gruntów i budynków). Zdarza się jednak, że w przypadku dużych budynków, obejmujących więcej niż 200 mieszkań są one rozdzielane na kilka obwodów spisowych. Jak uczy doświadczenie autora, pozyskanie tych danych jest niezwykle trudne, nie tylko ze względu na powolność procedur administracyjnych i wysokie koszty⁸, ale także brak cyfrowych wersji tych danych w postaci systemu informacji przestrzennej, czyli wektorowych podkładów kartograficzno-geodezyjnych zawierających granice rejonów, a zwłaszcza obwodów spisowych. Ten istotny problem techniczny, jak się zdaje, zostanie zapewne wkrótce rozwiązany, ze względu na zaawansowane prace cyfryzacyjne przy okazji zbliżającego się spisu powszechnego (Dygaszewicz 2008, 2009). Przykładowo w GUS prowadzone są prace nad włączeniem danych spisowych do systemu informacji przestrzennej na bazie m.in. VMap Level 2.

Baza PESEL oraz bazy adresowe budynków i kody pocztowe. Najbardziej szczegółowa identyfikacja geograficzna rozmieszczenia ludności powinna być możliwa na podstawie rejestru PESEL i TERYT oraz przestrzennych adresowych baz budynków, wywodzących się najczęściej z ewidencji gruntów i budynków. Obecnie nie istnieje taka powszechnie dostępna baza dla całego kraju, niemniej jednak w ostatnich latach rozpisano przetargi na tworzenie wektorowych baz budynków osadzonych w odwzorowaniu geograficznym 1992 dla wielu województw. Przestrzenne bazy adresowe mają niektóre miasta, w tym Warszawa. Niezależnie od tego, na potrzeby spisu powszechnego 2011 ma powstać ogólnopolska baza adresowa budynków ze współrzędnymi geodezyjnymi, konwertowalnymi na współrzędne geograficzne, a więc przystającymi do powszechnie wykorzystywanych podkładów tematycznych w systemach GIS. Przestrzenna baza adresowo-mieszkaniowa zostanie oparta na systemach NOBC (system identyfikacji adresowej ulic, nieruchomości, budynków i mieszkań, który jest częścią wspomnianego rejestru TERYT) i PESEL, w tym będzie weryfikowana przez urzędy gmin podczas aktualizacji przedspisowej.

Na podstawie baz adresowych możliwa jest najbardziej szczegółowa identyfikacja przestrzenna miejsc zamieszkania. Może być ona dalej agrego-

⁸ O ułatwienie dostępu do tych danych od lat postulują środowiska naukowe, w tym m.in. Komitet Nauk Demograficznych PAN. Zdarza się niestety częstokroć, że nawet dla organów administracji publicznej dane te są udostępniane za wysoką odpłatnością.

wana do większych jednostek, np. obrębów geodezyjnych lub obwodów spisowych, wreszcie, w przypadku braku ich wersji cyfrowych (wektorowych) – do kodów pocztowych⁹. To jednak na podstawie baz adresowych budynków jest możliwe wyznaczanie liczby ludności w szczegółowych izochronach dojścia pieszo do przystanków z dokładnością do 1 min. Natomiast na podstawie obwodów spisowych ta dokładność zmniejsza się do ok. 3 min., a w przypadku rejonów statystycznych i kodów pocztowych – do ok. 10 min. W praktyce jest to bardziej skomplikowane, bowiem na obszarach zurbanizowanych 80% rejonów i obwodów spisowych oraz kodów pocztowych ma bardzo małą powierzchnię, rzędu kilku – kilkunastu ha i błąd w obliczeniu ludności zamieszkałej w izochronie jest niewielki.

Podsumowując, w obliczeniach liczby mieszkańców w wyznaczanych izochronach najbardziej uzasadnione jest wykorzystanie baz danych mających powstać w nieodległej przyszłości przy okazji Spisu Powszechnego 2011. Wskazane jest nawiązanie współpracy w tym zakresie między instytucjami zainteresowanymi analizami dostępności a odpowiednią komórką organizacyjną GUS w celu odpowiedzi na pytanie, w jaki sposób można by korzystać ze zgromadzonych danych spisowych w podziale na rejony lub obwody spisowe, oraz na jakich zasadach można by wykorzystywać przygotowane wektorowe podkłady mapowe (baza adresowo-mieszkaniowa). Dostęp do tych baz daje najdokładniejsze możliwości przeprowadzania obliczeń.

Jednocześnie znaczna część samorządów ma wdrożone bardzo szczegółowe rozwiązania, dotyczące systemów GIS, jak również w jednostkach administracyjnych zajmujących się planowaniem przestrzennym, istnieje odpowiednie zaplecze kadrowo-inżynieryjne. Można zatem spodziewać się, że opracowanie map i analiz czasowej dostępności przestrzennej może okazać się w przyszłości prostsze, niż wynikałoby to z przedstawionej listy wątpliwości metodyczno-technicznych, przynajmniej dla niektórych obszarów kraju.

4.2. Metodyka analiz dostępności czasowej przyjęta w pracach nad *KPZK 2030*

W podjętych studiach konieczne było sprecyzowanie szczegółów metodycznych prac nad transportową czasową dostępnością przestrzenną. Wymienić należy w szczególności:

⁹ Przestrzenne bazy kodów pocztowych są obecnie dostępne na zasadach odpłatności wśród firm komercyjnych z branży GIS.

- 1) wybór gałęzi transportu będących przedmiotem analiz;
- 2) wybór przekrojów czasowych;
- 3) organizację i przygotowanie podkładowej sieci topologicznej dla wybranych rodzajów transportu;
- 4) wybór kategorii obiektów i punktów, między którymi obliczano czasy przejazdu;
- 5) wybór i implementację modeli prędkości ruchu dla poszczególnych rodzajów transportu;
- 6) opracowanie miar i wskaźników, ilustrujących oraz kwantyfikujących dostępność czasową oraz popyt demograficzny na usługi transportowe.

Na początku dokonano **wyboru gałęzi transportu** będących przedmiotem badań. W analizach do *KPZK 2030* skoncentrowano się na transporcie lądowym: drogowym i kolejowym. Było to powodowane tym, że z punktu widzenia wewnętrznej dostępności przestrzennej kraju te dwie gałęzie transportu wyczerpują zdecydowaną większość (niemal całość) potoków ruchu pasażerskiego i towarowego.

Istotne znaczenie miało określenie **przekrojów czasowych**. W oczywisty sposób, punktem wyjścia powinien być stan obecny, a zakończenia – horyzont czasowy przygotowywanej *KZPK*. Przyjęto, że powinna być również uwzględniona cezura rozgraniczająca przedziały czasowe polityk przestrzennych i regionalnych, związanych z finansowaniem „unijnym”, czyli przewidywaną realizacją programów operacyjnych. Zatem, dostępność czasowa była analizowana w trzech następujących przekrojach czasowych:

- 1) 2008 r. – stan obecny infrastruktury;
- 2) 2013/2015 – stan infrastruktury po realizacji zatwierdzanych obecnie planów operacyjnych; oficjalny harmonogram przewiduje zakończenie programów operacyjnych w 2013 r., jednak biorąc pod uwagę zasadę dwuletniego okresu postfinansowania (wydatkowania środków) oraz stan obecny przygotowań nad realizacją inwestycji, bardziej realne wydaje się przyjęcie terminu na 2015 r.;
- 3) 2033 r. – stan docelowy infrastruktury proponowany w *KPZK*, w ujęciu wariantowym:
 - a) wariant I, oparty na obecnych planach GDDKiA oraz Polskich Linii Kolejowych S.A. (PLK S.A.), z zachowaniem priorytetowej roli szlaków tranzytowych,
 - b) wariant II, autorski Zespołu Ekspertów Naukowych (ZEN), nastawiony na popyt wewnętrzny.

W prezentowanym opracowaniu nie zajmowano się wariantami przewidzianymi dla 2033 r., a skoncentrowano się na prognozowanych zmianach czasowej dostępności przestrzennej w latach 2013/2015.

We wszystkich przekrojach czasowych analizę wykonano dla sieci drogowej (transport indywidualny) oraz kolejowej. Ogólnie, realizowano trzy podstawowe zadania analityczne:

- 1) przeprowadzenie obliczeń transportowej dostępności przestrzennej (opracowanie izochron dojazdu);
- 2) ustalenie popytu demograficznego oraz jego dynamiki w czasie (dla obydwu przekrojów czasowych);
- 3) opracowanie końcowych map dostępności przestrzennej i syntetycznych tabel, obrazujących efekty realizacji inwestycji transportowych.

Organizacja i przygotowanie podkładowej sieci topologicznej dla wybranych rodzajów transportu była kompromisem między dostępnością materiałów źródłowych, skalą opracowania i czasochłonnością prac technicznych. W przypadku drogowej sieci topologicznej konieczna była aktualizacja lub wykonanie wektorowych podkładów drogowych dla poszczególnych badanych przekrojów czasowych (2008 i 2013/2015), w tym digitalizacji (wektoryzacji) tras wszystkich planowanych autostrad, dróg ekspresowych i obwodnic. W przypadku sieci kolejowej konieczna była adaptacja mapy sieci kolejowej uzyskanej z Polskich Linii Kolejowych S.A. do formatu wektorowego, wynikającego z potrzeb opracowania, wraz z przypisaniem mu dopuszczalnych prędkości technicznych pociągów (stan na 2008 r. oraz przewidywany na 2013/2015).

Wybór kategorii obiektów i punktów, między którymi obliczano czasy przejazdu, należał do najważniejszych z punktu widzenia odpowiedzi na pytania wynikające z celów badania. Studia dostępnościowe były prowadzone w odniesieniu do podstawowych systemów społeczno-gospodarczych, dla których kluczowe znaczenie dla funkcjonowania ma zagadnienie dostępności przestrzennej. W szczególności, przeanalizowano i zaprezentowano dostępność do:

- 1) podstawowych węzłów sieci osadniczej, sugerując się hierarchią administracyjno-funkcjonalną, a więc:
 - Warszawy jako stolicy kraju (1 ośrodek);
 - pozostałych ośrodków MEGA 8+2 (Gdańsk, Katowice, Kraków, Łódź, Poznań, Szczecin, Wrocław + Białystok i Lublin (10-1 = 9);
 - pozostałych ośrodków wojewódzkich (w tym podwójnych stolic w województwach kujawsko-pomorskim i lubuskim) (18-9 = 9);

- pozostałych ośrodków powiatowych grodzkich oraz tych miast, które w latach 1975-1999 były stolicami województw (69-18 = 51); analizy były wykonywane w dwóch wariantach:

I – dla poszczególnych (pojedynczych) ośrodków (pierwsze trzy wymienione kategorie);

II – dla sieci miast, oddzielnie dla trzech kategorii hierarchicznych: 1) MEGA 8 (8 ośrodków) i dodatkowo MEGA 8+2 (10 ośrodków), 2) wszystkich wojewódzkich (18), 3) wszystkich powiatowych grodzkich + byłych stolic (69);

- 2) przestrzeni europejskiej (środkoeuropejskiej), rozumianej jako granice z państwami sąsiednimi, do wybranych przejść granicznych¹⁰ oraz do Berlina jako najbliższej metropolii zagranicznej;
- 3) portów lotniczych (obecnych – 10 lotnisk oraz planowanych lub postulowanych – 18);
- 4) głównych regionów turystycznych (Pomorze Zachodnie i Wschodnie, Mazury, Sudety i Karpaty).

W przypadku **modeli prędkości ruchu** konieczne było przyjęcie wielu arbitralnych założeń. Wynikało to z tego, że problem dokładnej i wiarygodnej kwantyfikacji prędkości, z jaką odbywa się ruch drogowy, jest zadaniem niezwykle skomplikowanym i praktycznie niewykonalnym. Wynika to z bardzo wielu czynników, mających wpływ na przemieszczanie się pojazdów, często o charakterze losowym. W klasycznych modelach ruchu, opracowywanych na potrzeby optymalizacji układów drogowych, używa się takich zmiennych, jak warunki techniczno-konstrukcyjne (klasa drogi, w tym liczba pasów, krętość, promień łuków, skrzyżowania i skrety, włączenia się do ruchu, itp.), natężenie ruchu (liczba pojazdów w użyciu w danym miejscu drogi), warunki jazdy (np. pogodowe), ograniczenia administracyjne (np. kodeksu ruchu), konstrukcja pojazdów (przyspieszenia, hamowania), czynniki psychologiczne kierowców i in. Liczne badania inżynierskie pokazują, że prędkość ruchu zależy logistycznie od zmian natężenia ruchu, tj. w początkowej fazie i końcowej fazie wzrostu liczby użytkowników na drodze, zmiany prędkości są niewielkie.

¹⁰ Chociaż Polska jest sygnatariuszem Układu z Schengen dotyczącego zniesienia kontroli celno-paszportowej, to jednak rola głównych byłych przejść granicznych wziętych pod uwagę w analizach pozostaje nadal podstawowa z punktu widzenia celów opracowania. Pozostają one bowiem nadal „bramami” (czy też może lepiej miejscami o istotnej zmianie warunków politycznych, społecznych, kulturowych i gospodarczych, ważnych z punktu widzenia prowadzenia działalności).

Opisana właściwość funkcji logistycznej pozwala na wyznaczanie punktów progowych, tj. takich wartości liczby pojazdów na drodze, powyżej i poniżej których następuje wyraźny spadek lub wzrost prędkości. Ponieważ jednak, na prędkość jazdy ma wpływ wiele różnych czynników, zastosowanie tej matematycznej metody jest ograniczone, limitowane w zasadzie do jednego rodzaju drogi, lub małego obszaru.

W przestrzennie dużej skali (np. całego kraju) szczegółowe warunki techniczno-konstrukcyjne, warunki jazdy, itp., mają odmienne znaczenie, gdyż ze względu na długość pokonywanej trasy można uznać, że wzajemnie się znoszą, tzn. są takie same dla różnych użytkowników. W badaniach dostępności dla dużych obszarów, z przyczyn techniczno-czasowych nie byłoby również możliwe uwzględnienie bardzo wielu szczegółowych zmiennych, takich jak np. liczba i promień skrętów czy możliwe czasy hamowania i przyspieszenia. Jakkolwiek w makroskali możliwe jest uchwycenie pewnych prawidłowości bardziej ogólnych, mających wpływ na warunki i tym samym prędkość jazdy. Podsumowując, z powyżej podanych przyczyn, w przeprowadzonych analizach konieczne było przyjęcie wielu uproszczeń, zarówno arbitralnych, jak i mających uzasadnienie w cechach przestrzeni społeczno-ekonomicznej i przyrodniczej.

Uznano, że na poziomie ogólnokrajowym na prędkość jazdy samochodem i tym samym na czas potrzebny na pokonanie danej odległości mają znaczenie następujące czynniki:

- 1) administracyjne, wynikające z kodeksu drogowego; są to przede wszystkim ograniczenia prędkości na drogach o różnym statusie (autostrada, droga ekspresowa, obszar zabudowany); ze względu na brak danych, nie mogły być uwzględnione lokalne ograniczenia prędkości na odcinkach dróg o utrudnionych warunkach jazdy (np. niebezpieczne zakręty);
- 2) techniczne, wynikające głównie z rodzaju (kategorii) drogi;
- 3) popytowe, wynikające z rozmieszczenia ludności; w modelach ruchu czynnik ten jest najczęściej określany na podstawie modelu grawitacyjnego, wychodząc z logicznego założenia, że w pobliżu dużych skupisk ludności prawdopodobieństwo wzmożonego ruchu jest większe; jak się okazuje, w praktyce jest to nie do końca zgodne z prawdą, gdyż ze względu na lokalne warunki i strukturę funkcjonalną, natężenie ruchu nie zawsze odpowiada potencjalnej więźbie; w szczególności zmiany w modelu wprowadzone są ze względu na różne funkcje ośrodków miejskich w systemach osadniczych; np. dwa ośrodki o tej samej liczbie ludności będą miały różną liczbę dojazdów

w tzw. interesach, jeśli jedno pełni ważne funkcje administracyjne (publiczne, gospodarcze, kulturalne i in.) a drugie nie;

- 4) naturalne, wynikające z ukształtowania i pokrycia terenu; jest to czynnik bardzo trudny do kwantyfikacji, gdyż w projektowaniu dróg stosuje się indywidualne rozwiązania, wynikające bardzo często z lokalnych warunków środowiskowych, np. trasowania dróg względem stoków, pokonywania wzniesień i omijania innych przeszkód terenowych za pomocą łuków, itp.; jednocześnie w wyższych kategoriach dróg stosuje się rozwiązania mające na celu „urozmaicenie” warunków jazdy w celu uniknięcia zagrożenia zmęczeniem¹¹, choć te ostatnie rozwiązania w Polsce ze zrozumiałych powodów, mających swe źródło w braku monotonności jazdy, nie są stosowane.

W analizie wpływ pierwszej, drugiej i trzeciej grupy czynników połączono w sposób przedstawiony w tab. 4.1. Najpierw, na podstawie posiadanego podkładu drogowego, wyznaczono 6 kategorii dróg, dla których przypisano maksymalne prędkości. Prędkości te były ograniczane dla 6. klas gęstości zaludnienia według gmin (z podziałem na miasta i obszary wiejskie w gminach

Tabela 4.1

Maksymalne prędkości jazdy dla ruchu kołowego według kategorii dróg i gęstości zaludnienia

Kategoria drogi	Wieś				Miasto	
	liczba mieszkańców na km ²				niegrodzkie	grodzkie
	<50	50-150	150-300	>300		
	km/h					
Autostrada	130	130	130	130	130	110
Ekspresowa dwujezdniowa	110	110	110	110	110	90
Ekspresowa jednojezdniowa	100	100	100	90	80	70
Inna dwujezdniowa	100	90	80	70	60	50
Inna jednojezdniowa krajowa	90	75	60	50	50	40
Inna jednojezdniowa wojewódzka	90	70	55	40	40	30

Źródło: Opracowanie własne (tab. 4.1- 7.1).

¹¹ W Stanach Zjednoczonych co najmniej od lat 60. ubiegłego wieku wykorzystuje się w tym celu ocenę estetyczną krajobrazu, projektując autostrady w ten sposób, aby przechodziły przez możliwie atrakcyjny widokowo krajobraz.

miejsko-wiejskich). Przyjęto założenie, że spadek prędkości jazdy zachodzi wraz ze spadkiem kategorii drogi, oraz że jest on proporcjonalnie szybszy na drogach o niższej kategorii.

W przypadku wpływu czynników naturalnych konieczne było znalezienie wskaźnika zapewniającego porównywalność w skali całego kraju i jednocześnie nadającego się na wykorzystanie z przyczyn techniczno-czasowych. Z powodu tych ograniczeń niemożliwe było przyjęcie wskaźnika krętości dróg lub ich nachyleń. W efekcie zdecydowano się na wykorzystanie Numerycznego Modelu Terenu, pochodzącego z misji satelitarnej SRTM-3. Dane były dostępne w rozdzielczości poziomej 3'' (x = ok. 50 m, y = ok. 90 m) i szczegółowości pionowej 1-6 m, przy czym ze względu na objętość danych zgeneralizowano te pierwsze „płaskie” rozdzielczości do 15'' (x = ok. 250 m, y = ok. 450 m), zupełnie wystarczającą na potrzeby opracowania. Podobnie jak w przypadku czynnika demograficznego, przyjęto założenie, że spadek prędkości jazdy następuje płynnie wraz ze spadkiem kategorii drogi, przy czym jest on proporcjonalnie wolniejszy na drogach o wyższej kategorii (tab. 4.2).

Założono, że tradycyjna sieć drogowa jest dostępna w każdym punkcie. Dla autostrad i dróg ekspresowych przyjęto dostępność w węzłach drogowych. W przypadku tras istniejących oraz tych spośród planowanych, dla

Tabela 4.2

Ograniczenia prędkości jazdy dla ruchu kołowego według kategorii dróg i zróżnicowania rzeźby terenu. Wartości początkowe z tabeli 4.1 = 1,00

Kategoria drogi	Wieś				Miasto	
	odchylenie standardowe wysokości w heksagonie o powierzchni 10 km ²				niegrodzkie	grodzkie
	<50	50-150	150-300	>300		
	km/h					
Autostrada	1,00	1,00	1,00	0,99	0,97	0,94
Ekspresowa dwujezdniowa	1,00	1,00	0,99	0,97	0,94	0,89
Ekspresowa jednojezdniowa	1,00	0,99	0,97	0,94	0,89	0,82
Inna dwujezdniowa	1,00	0,97	0,93	0,87	0,79	0,69
Inna jednojezdniowa krajowa	1,00	0,93	0,86	0,79	0,69	0,60
Inna jednojezdniowa wojewódzka	1,00	0,90	0,80	0,70	0,60	0,50

których dostępna jest odpowiednia dokumentacja, wykorzystano faktyczną lokalizację węzłów. Dla innych szlaków projektowanych przyjęto umownie, że węzeł (z możliwością wjazdu we wszystkich kierunkach) będzie znajdował się na każdym skrzyżowaniu autostrady.

W przypadku ruchu kolejowego nie było potrzeby przyjmowania założeń odnośnie do prędkości ruchu. Do analiz wykorzystano informacje o maksymalnej prędkości przejazdu poszczególnych odcinków uzyskane od spółki PLK S.A. Odcinki były pogrupowane w pięciu kategoriach (tab. 4.3). Każdej z nich przypisano średnią prędkość przejazdu pociągu. Na koniec, do czasu przejazdu doliczono 10% ze względu na potrzebę rozpędzenia i wyhamowania składu. W przypadku analizy dla 2013 r. na trasach modernizowanych za wyjściowe przyjęto prędkości podawane jako docelowe w Programach Operacyjnych i docelowych układach sieci PLK S.A. Także i w tym przypadku do czasów przejazdu doliczono 10%.

Zgodnie z założeniami przedstawionymi we wstępie oraz w poprzednim podrozdziale, sprecyzowano **zestaw miar i wskaźników dostępności przestrzennej** z punktu widzenia aktywności społeczno-gospodarczej. Obrazują one w szczególności:

- koncentrację (liczbę) ludności w strefie określonej dostępności do ośrodków lub punktów w obrębie izochrony 30, 60 lub 90 min.;
- wzajemną dostępność czasową (zdefiniowaną przez czas dojazdu w minutach) sieci ośrodków miejskich w obrębie różnych kategorii hierarchicznych (MEGA 8+2, miasta wojewódzkie, itd.);

Tabela 4.3

Maksymalne oraz założone średnie prędkości dla pociągów w ruchu pasażerskim dla poszczególnych kategorii linii kolejowej

Kategoria linii kolejowej	Prędkość maksymalna (km/h)	Przyjęta średnia prędkość przejazdu (km/h)
1	160 i więcej	140
2	120-159	120
3	80-119	90
4	40-79	65
5	0-39	40

- dostępność czasową metropolii do przestrzeni europejskiej (najbliższych przejść granicznych);
- wzajemną dostępność czasową par przejść granicznych (dla ruchu tranzytowego);
- dostępność czasową regionów turystycznych z metropolii, czyli miejsc o największym popycie;
- dostępność czasową regionów turystycznych z zachodnich i południowo-zachodnich przejść granicznych.

W wyniku przeprowadzonych obliczeń, na potrzeby opracowania powstały macierze czasowej dostępności przestrzennej między wszystkimi brany pod uwagę punktami (w liczbie ok. 150), pokazujące czasy przejazdu w minutach w różnych przekrojach czasowych. Łącznie jest to informacja o ok. 120 tys. możliwych przemieszczeń czasoprzestrzennych „z”-„do”. W oczywisty sposób, nie jest możliwe, ani celowe, przedstawienie całej tej bazy, dlatego też w publikacji zestawiono podstawowe unikalne i syntetyczne (zagregowane) dane, uporządkowane według pewnych założeń.

Jednym z trudniejszych problemów metodycznych stało się uwzględnienie zmian wynikających z procesów społeczno-gospodarczych, w wyniku których zmienia się rozmieszczenie ludności i przedsiębiorstw. W przypadku struktury przestrzennej potencjału demograficznego nie było bowiem możliwe przyjęcie obecnie obowiązującej prognozy demograficznej, wobec której, po pierwsze, istnieją liczne zastrzeżenia metodologiczne (zob. zwłaszcza Kupiszewski *et al.* 2003 oraz Kupiszewski, Bijak 2006), a po drugie, już w chwili obecnej zasadniczo nie sprawdza się ona dla wielu miast i obszarów, chociaż była wykonana zaledwie kilka lat temu. Ostatecznie przyjęto, że obliczenia zostaną przeprowadzone na podstawie ostatnich dostępnych danych, tj. na 2006 r. Jak się wydaje, ma to jednak pewien walor metodyczny. Na podstawie projekcji obecnej koncentracji aktywności społeczno-gospodarczej na lata następne można bowiem oceniać zasadność realizacji poszczególnych inwestycji transportowych z punktu widzenia uwarunkowań rozwoju procesów społeczno-gospodarczych, kształtujących strukturę przestrzenną w przyszłości na podstawie określonego stanu wyjściowego.

Jak wykazały późniejsze analizy, wykonane zgodnie z przyjętymi założeniami, przyjęcie dostępności czasowej jako jedyne miernika lub wskaźnika dostępności przestrzennej i transportowej nie okazało się całkowicie satysfakcjonujące, a z pewnością nie wyczerpywało w pełni całej złożoności metodologicznej problemu. Z tego powodu w IGiPZ PAN podjęto prace zmie-

rzające do implementacji dostępności potencjalnej na potrzeby oceny zagospodarowania przestrzennego, co zaowocowało konstrukcją wskaźnika międzygałęziowej dostępności transportowej, opisanego w następnym rozdziale.

5. Wskaźnik międzygałęziowej dostępności transportowej

5.1. Ogólne założenia wskaźnika

W opracowaniu przyjęto, że dostępność transportowa jest miarą ogólną i powinna być mierzona czasem przejazdu w poszczególnych sieciach transportowych, z uwzględnieniem poszczególnych relacji (połączeń) między wybranymi węzłami tej sieci, jak też wag tych węzłów. Zatem, wskaźnik międzygałęziowej dostępności transportowej nawiązuje w szczególności do koncepcji **dostępności potencjalnej**. Do obliczeń zastosowano wskaźnik Hansena opisywany wzorem (5.1):

$$A_{im} = \sum_{j, j \neq i} \frac{M_j}{t_{ijm}} \quad (5.1)$$

gdzie:

A_{im} – dostępność regionu i z wykorzystaniem gałęzi transportu m ,

M_j – masa regionu j ,

t_{ij} – czas przejazdu między regionem i a regionem j gałęzią transportu m .

Przy konstrukcji wskaźnika przyjęto następujące założenia ogólne: proporcjonalność udziału różnych gałęzi transportu, proporcjonalność rangi poszczególnych węzłów systemu transportowego i **symetrię relacji między tymi węzłami**, równe znaczenie transportu towarowego i pasażerskiego oraz zmienność otoczenia (systemu społeczno-gospodarczego).

Proporcjonalność udziału różnych rodzajów transportu polega na zróżnicowaniu wag tych gałęzi transportu, zgodnie z ich aktualną lub prognozowaną pracą przewozową, po jej uprzednim rozszacowaniu na poziom wojewódzki (por. podrozdz. 5.3.). **Proporcjonalność rangi poszczególnych węzłów systemu transportowego** oznacza, że w modelu większy wpływ na ogólny wskaźnik ma dostępność do tych ośrodków (węzłów), których pozycja w systemie osadniczym i społeczno-ekonomicznym kraju jest wyższa. O randze decydowały zatem te elementy, które w większym stopniu są związane z wielkością i stanem rozwoju społeczno-gospodarczego (np. ludność mobilna i przedsiębiorstwa). **Symetria relacji** między węzłami transportowymi oznaczała taką

samą dostępność w dwóch kierunkach, a więc dla każdej pary węzłów w_1 i w_2 zastosowano identyczne parametry ruchu w kierunku $w_1 \rightarrow w_2$ i $w_2 \rightarrow w_1$. Z kolei **zmiennosc systemu** uwzględniała możliwość wprowadzania lub zmiany parametrów nie tylko poszczególnych odcinków sieci transportowych, ale również węzłów tej sieci, tj. danych identyfikowanych dla powiatów lub grup powiatów. Dzięki powyższemu otrzymano walor prognostyczny wskaźnika międzygałęziowej dostępności transportowej.

Uzyskane wyniki dla poszczególnych gałęzi transportu były agregowane w regionach (powiatach lub grupach powiatów do jednego międzygałęziowego (multimodalnego) wskaźnika transportowej dostępności potencjalnej, na podstawie wcześniej wspomnianej rozszacowanej pracy przewozowej na poziomie województw. Uzyskany powiatowy (lub dla grup powiatów) międzygałęziowy wskaźnik transportowej dostępności potencjalnej służył, przy dalszej agregacji wskaźnika za pomocą średniej ważonej udziałem mas poszczególnych powiatów w masie ogólnej województwa, do obliczania dostępności transportowej województw oraz całego kraju. W opracowaniu przedstawiono głównie wyniki na poziomie powiatów i grup powiatów. Otrzymany w ten sposób wysoki poziom dezagregacji jest właściwy przy prezentacji graficznej symulacji zmian dostępności w wyniku realizacji inwestycji infrastrukturalnych.

Wskaźnik może zostać obliczony w podziale na jednostki podziału administracyjnego (powiaty i ich agregacje, np. w postaci województw) oraz cztery gałęzie transportu (drogowy, kolejowy, lotniczy i żegluga śródlądowa). Otrzymany wskaźnik jest zatem syntetyczną miarą dostępności potencjalnej krajowych ośrodków osadniczych (węzłów transportowych), uwzględniający wszystkie podstawowe gałęzie transportu, w proporcji do ich udziału w pracy przewozowej.

Wskaźnik może być obliczony oddzielnie dla transportu towarów i pasażerów. Obliczenia dokonywane były odrębnie dla obu podstawowych **rodzajów transportu** (pasażerskiego i towarowego). Dla każdego z nich przyjmowano inne wagi dla węzłów na podstawie zbioru zmiennych determinujących wielkość (atrakcyjność) węzła (masy regionów-powiatów zostały przypisane węzłom transportowym, zlokalizowanym w stolicach powiatów). Odrębnie też rozszacowywano pracę przewozową dla transportu pasażerskiego i towarowego. Wskaźniki końcowe są średnią arytmetyczną z obu uzyskanych wartości, tj. wskaźnika pasażerskiego i towarowego. Uznano, że w warunkach polskich nie ma podstaw merytorycznych do stwierdzenia, że przewozy osób są istotniejsze niż towarów, albo odwrotnie.

Ponadto przyjęto, ze względów praktycznych, że wszystkie wykorzystane w modelu dane muszą pochodzić z osiągalnych źródeł. Za takie uznano informacje dostępne w GUS oraz w raportach z realizacji programów operacyjnych współfinansowanych przez Unię Europejską (ewentualnie w raportach Ministerstwa Infrastruktury związanych z realizacją inwestycji drogowych w systemie koncesyjnym).

W modelu istnieje możliwość wprowadzenia zmian dotyczących:

- elementów sieci transportowych, tj. cech charakterystycznych poszczególnych odcinków sieci, takich jak kategoria drogi, determinujących czas przejazdu między źródłem a celem podróży;
- wskaźników demograficznych i ekonomicznych opisujących regiony i węzły decydujących o ich masie (atrakcji) dla użytkownika sieci transportowej;
- zmian w strukturze modalnej pracy przewozowej (w transporcie towarowym i pasażerskim).

Podsumowując, na podstawie przedstawionych założeń metodologicznych można przyjąć, że otrzymany wskaźnik dostępności przestrzennej jest **syntetyczną miarą wzajemnej potencjalnej dostępności czasowej krajowych ośrodków osadniczych oraz węzłów transportowych (wewnętrznych i granicznych), uwzględniającą wszystkie podstawowe rodzaje transportu (w proporcji do ich udziału w pracy przewozowej) oraz ważoną poziomem rozwoju społeczno-gospodarczego**. Miara może być obliczona oddzielnie dla transportu towarów i pasażerów, a ponadto w podziale na jednostki podziału administracyjnego (powiaty i ich agregacje, np. w postaci województw) oraz cztery gałęzie transportu (drogowy, kolejowy, lotniczy i żegluga śródlądowa). Efektem obliczeń jest wskaźnik syntetyczny, obrazujący swego rodzaju sprawność lub efektywność całego analizowanego układu lub systemu społeczno-gospodarczego pod względem jego wewnętrznej struktury, powodującej taką, a nie inną, jego dostępność wzajemną.

5.2. Model topologiczny sieci transportowej Polski

W modelu zawarto najważniejsze szlaki transportowe i węzły. Odcinki obejmowały nakładające się na siebie sieci drogową, kolejową, żegluga śródlądowej oraz lotniczą (zakładając potencjalną możliwość realizacji połączeń między wszystkimi krajowymi portami lotniczymi). Oprócz infrastruktury istniejącej, bazowa sieć topologiczna zawiera nowo trasowane odcinki plano-

wane do realizacji (drogowe i kolejowe na podstawie programów operacyjnych okresu 2007-2013/2015).

Dokonano wyboru węzłów osadniczych, dla których była obliczana wzajemna czasowa dostępność potencjalna. Przyjęto roboczo, że węzłami tymi są ośrodki powiatowe reprezentujące masę całych jednostek powiatowych (NUTS4). Przyjęty podział na powiaty wymagał jednak pewnych modyfikacji na potrzeby analizy. Ponieważ dalsze obliczenia miały wykorzystywać położenie nie tyle samych powiatów, co ich stolic administracyjnych, konieczna była agregacja. Zastosowano ją w trzech kategoriach przypadków:

- a) powiaty ziemskie leżące w otoczeniu odpowiednich powiatów grodzkich (np. Biała Podlaska, Jelenia Góra, Radom);
- b) powiaty w zespołach wieloosrodkowych (Trójmiasto, konurbacja górnośląska);
- c) powiaty podmiejskie leżące w strefach podmiejskich największych ośrodków (Warszawa, Szczecin, Gdańsk, Poznań, Łódź, Wrocław, Katowice, Kraków, Lublin).

W efekcie spośród wszystkich 379 powiatów, po procesie agregacji powstała baza 286 jednostek przestrzennych i ta sama liczba reprezentujących je węzłów. Były one przyjmowane do macierzy obliczeń czasów przejazdów w poszczególnych kategoriach transportu (drogowy, kolejowy, śródlądowy i powietrzny).

Sieć 286 węzłów rzeczywistych uzupełniono (oddzielnie dla sieci drogowej i kolejowej) węzłami technicznymi odpowiadającymi mniejszym jednostkom osadniczym lub skrzyżowaniom poszczególnych elementów sieci (w tym m.in. planowanym węzłom na autostradach i drogach ekspresowych). Trzeba podkreślić, że obliczanie tras i czasu przejazdu (patrz niżej) odbywało się na pełnym grafie obejmującym węzły techniczne, w tym – powiatowe wyeliminowane przez procedurę agregacji.

Jako punkt wyjścia dla modelu topologicznego przyjęto sieć drogową obsługującą wszystkie wybrane węzły rzeczywiste. Dla sieci kolejowej, żeglugowej i lotniczej, zbiór węzłów rzeczywistych ograniczał się do punktów, w których dana sieć jest osiągalna.

5.2.1. Bazy kartograficzne dla sieci transportowych

Wyjściowym źródłem danych do opracowania **podkładu drogowego** na potrzeby projektu była Cyfrowa Mapa Polski, wykonana w Pracowni Kartografii

i Systemów Informacji Geograficznej Instytutu Geografii i Przestrzennego Zagospodarowania PAN, obejmująca następujące kategorie dróg:

- autostrady,
- ekspresowe dwujezdniowe,
- ekspresowe jednojezdniowe,
- inne krajowe dwujezdniowe,
- inne krajowe jednojezdniowe,
- wojewódzkie dwujezdniowe,
- wojewódzkie jednojezdniowe ulepszone,
- wojewódzkie jednojezdniowe zwykłe,
- wojewódzkie dwujezdniowe ulepszone,
- lokalne.

W toku prac dokonano aktualizacji materiału oraz eliminacji dróg gruntowych i większości dróg lokalnych, zgodnie z wymogami modelu. W przypadku dróg lokalnych, *zachowano* połączenia niezbędne do uzupełniania sieci dróg wojewódzkich, zapewniających przepustowość sieci. Miało to miejsce np. w przypadku ważnych połączeń powiatowych czy niektórych dróg w miastach.

Aktualność danych została sprawdzona na podstawie dostępnych źródeł kartograficznych z uwzględnieniem również źródeł elektronicznych m.in. materiałów Generalnej Dyrekcji Dróg Krajowych i Autostrad, a także informacji prasowych dotyczących otwarcia nowych dróg lub też ich modernizacji.

Uwzględnione zostały także inwestycje drogowe, które mają być poczynione w ciągu kolejnych lat przez administrację rządową i jednostki samorządowe. Informacje o nich były czerpane z następujących dokumentów:

- *Regionalne Programy Operacyjne Województw na lata 2007-2013*,
- *Program Operacyjny Infrastruktura i Środowisko*,
- *Program Operacyjny Rozwój Polski Wschodniej*,
- *Program Budowy Dróg Krajowych na lata 2007-2015*.

Przebieg dróg w przypadku planowanych inwestycji był umieszczany na podstawie dokumentów planistycznych jednostek samorządowych oraz GDDKiA. W przypadku ważniejszych dróg, oprócz materiałów GDDKiA były brane pod uwagę przede wszystkim plany zagospodarowania przestrzennego poszczególnych województw. W dokumentach tych umieszczany jest przebieg planowanych dróg, zarówno krajowych, jak i wojewódzkich. W przypadku mniejszych inwestycji, np. obwodnic miejskich, dane te były czerpane ze stron internetowych jednostek samorządu terytorialnego, a w przypadku braku takich danych – z lokalnych mediów. W wyjątkowych przypadkach, gdy brak było takich in-

formacji, przebieg danej drogi był określany w sposób schematyczny, jednak zgodnie z dostępnymi informacjami na temat danej inwestycji. Inwestycje, których budowa została już rozpoczęta były uwzględniane jako istniejące.

W końcowym efekcie, otrzymano 5594 odcinki opisane odpowiednimi informacjami (m.in. kategoria drogi, czy odcinek jest planowany czy też istniejący). Następnie, za pomocą specjalnie przygotowanej aplikacji MapBasic została stworzona sieć węzłów zawierających 3636 punktów. Punkty te określają skrzyżowania dróg, połączenie dróg o różnych kategoriach lub też końcowych punktów analizowanej sieci dróg, przeważnie w obszarach przygranicznych. Ponadto, wśród nich znajduje się 286 węzłów będących jednocześnie reprezentacją siedziby powiatów, a 51 to punkty reprezentujące przejścia graniczne.

Podstawę opracowania schematu **sieci linii kolejowych** na potrzeby projektu stanowił podkład opracowany przez pracowników IGiPZ PAN. Na jego podstawie opracowano uproszczoną sieć połączeń kolejowych składającą się z 789 odcinków, w tym 20 planowanych. Następnie, w modelu wykorzystano informacje o maksymalnej prędkości przejazdu poszczególnych odcinków uzyskane od spółki Polskie Linie Kolejowe S.A. Odcinki zostały pogrupowane w sześciu kategoriach skupiających linie o średniej prędkości przejazdu: 40, 65, 90, 120, 160 oraz 280 km/h. W zbiorze odcinków planowanych znalazły się również połączenia Krakowa z Limanową oraz Kielc z Tarnowem.

Następnie, podobnie jak w przypadku podkładu drogowego, wygenerowano siatkę 606 węzłów, przy czym były one zlokalizowane nie tylko na połączeniach różnych linii kolejowych, ale również w miastach – siedzibach powiatów oraz w miejscach zmiany kategorii linii kolejowej. Spośród 606 węzłów ogółem 236 jest jednocześnie reprezentacją siedziby powiatów. Dodatkowo 23 punkty reprezentują przejścia graniczne.

Podstawą do opracowania **podkładu dróg wodnych** śródlądowych na potrzeby projektu było opracowanie kartograficzne rzek przez pracowników IGiPZ PAN. Na jego podstawie naniesiono odcinki łączące kolejne porty na Odrze oraz na Kanale Gliwickim. Pod uwagę zostały wzięte porty o największym przeładunku towarów w tysiącach ton rocznie na podstawie danych zawartych w publikacji Rydzkowskiego i Wojewódzkiej-Król (2006). W sumie uwzględniono 10 węzłów, w tym 9 odpowiadających 10 portom rzeczonym (porty we Wrocławiu zostały potraktowane jako jeden).

W **sieci połączeń lotniczych** uwzględniono 10 funkcjonujących cywilnych portów lotniczych oraz kolejne 10, których otwarcia można się spodziewać w najbliższych latach. Są to przede wszystkim inwestycje polegają-

ce na dostosowaniu do potrzeb cywilnych istniejących lotnisk wojskowych, uwzględnionych w wojewódzkich strategiach rozwoju. Spośród lotnisk planowanych nie zostały uwzględnione porty w Modlinie i Gdyni, gdyż znajdują się w tej samej aglomeracji, co już istniejące porty lotnicze (Okęcie w ośrodku warszawskim i Gdańsk-Rębiechowo w trójmiejskim).

W dalszej kolejności obliczono odległości w linii prostej między poszczególnymi lotniskami. Następnie, na podstawie aktualnych rozkładów lotów oszacowano średnią prędkość podróży, biorąc pod uwagę tylko połączenia w ruchu krajowym. Stanowiła ona bazę także do obliczeń potencjalnych czasów przelotu między planowanymi lotniskami.

5.2.2. Obliczenie mas węzłów transportowych

Masy węzłów mają w modelu dwojakie zastosowanie, na różnych poziomach obliczeń:

- na poziomie obliczeń dla pojedynczego węzła, służą do określenia wkładu pozostałych (docelowych) węzłów w jego wskaźnik dostępności, funkcjonują w charakterze prawdopodobieństwa wystąpienia zdarzenia transportowego z badanego węzła do węzła docelowego;
- na poziomie obliczeń syntetycznych, służą do określenia wkładu dostępności poszczególnego węzła we wskaźnik sumaryczny (dla Polski) i funkcjonują w charakterze oszacowania popytu na usługi transportowe.

Do obliczania mas nie było możliwe przyjęcie jednej zmiennej, ze względu na złożoność popytu na transport. Przykładowo, wzięcie pod uwagę wyłącznie liczby ludności nie jest uzasadnione dla ruchu towarowego, w którym mają znaczenie zupełnie inne czynniki. Oprócz tego istniały obiektywne przeszkody, związane z brakiem danych w tak szczegółowym podziale przestrzennym (np. PKB). Dlatego też zaproponowano wskaźnik wielokryterialny, bazujący na 13 zmiennych, o różnej wadze dla poszczególnych kategorii transportu. Wagi te przedstawiono w tab. 5.1 i na ryc. 5.1.

Wartości mas obliczano w taki sposób, że najpierw obliczano udział ośrodka powiatowego (lub agregacji powiatów) w całości populacji, a następnie mnożono go przez wagę. Przykładowo, jeśli zagregowany powiat białostocki (powiat grodzki i ziemski) osiągnął 431 tys. mieszkańców, to stanowiło to 1,1% zaludnienia kraju. Wartość ta przemnożona przez dalsze 25% daje już tylko 0,28% i taki jest udział czynnika ludnościowego dla węzła „Białystok”. Według tej metody suma wskaźników dla wszystkich węzłów wynosi zawsze

Tabela 5.1

Wagi zmiennych społeczno-gospodarczych
przyjęte dla węzłów powiatowych
lub ich agregacji w modelu dostępności

Zmienna	Typ danych	Źródło danych (BDR – Bank Danych Regionalnych GUS)	Aktualność danych bazowych	Aktualność danych dla wskaźnika dla roku R	Waga	
					ruch towarowy	ruch pasażerski
Liczba mieszkańców	zmienny	BDR	2007	R-1		0,25
Liczba zameldowań i wymeldowań na pobyt stały	zmienny	BDR	2007	R-1		0,10
Liczba mieszkańców z wykształceniem wyższym	stały	NSP 2002	2002	2002		0,10
Liczba pracujących w usługach	stały	NSP 2002	2002	2002		0,15
Liczba pracujących w przemyśle i budownictwie	stały	NSP 2002	2002	2002	0,25	
Liczba pracujących w przemyśle i budownictwie w zakładach powyżej 9 osób	zmienny	Rocznik statystyczny województw	2006	R-1(2)*	0,15	
Liczba gospodarstw rolnych produkujących głównie na rynek	stały	NSP 2002	2002	2002	0,10	

Liczba podmiotów gospodarczych o liczbie pracujących 250 i więcej	zmienny	BDR	2007	R-1	0,10	
Produkcja sprzedana przemysłu	zmienny	BDR	2006	R-2	0,25	
Korzystający z noclegów ogółem	zmienny	BDR / Rocznik statystyczny województw	2006	R-1(2)*		0,10
Liczba studentów	zmienny	GUS	2006	R-1(2)*		0,05
Ranga administracyjna**	stały	-	2008	R		0,15

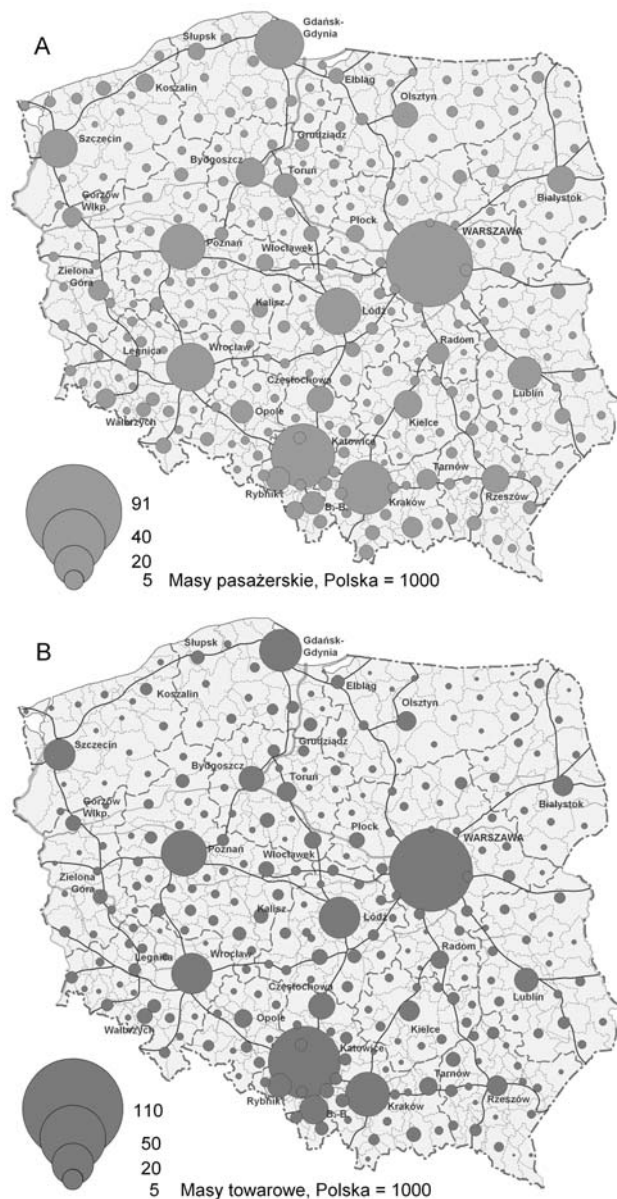
* Dane publikowane co dwa lata w wydawnictwie seryjnym GUS pt. *Powiaty w Polsce*.

** Ze względu na brak możliwości bezwzględnego skwantyfikowania, konieczne było przyjęcie wartości oznaczających jednostki „wagi” w stosunku do ośrodka najwyżej sklasyfikowanego w hierarchii administracyjnej, czyli stolicy kraju. Jeśli wagę Warszawy uznać za „100”, to pozostałe stolice województw arbitralnie ustalono na 60, pozostałe stolice „starych województw” – na 20, a pozostałe ośrodki powiatowe – na 10.

100%, a zmiany w czasie różnicujące wagi węzłów polegają na różnej alokacji poszczególnych czynników społeczno-gospodarczych, czyli koncentracji lub dekoncentracji ludności i jej poszczególnych kategorii oraz przesunięciom przestrzennym w działalności ekonomicznej.

5.2.3. Model prędkości ruchu

Budowa modelu prędkości ruchu była konieczna w przypadku transportu drogowego, gdyż w transporcie kolejowym przyjęto prędkości wynikające z wspomnianej bazy PKP PLK, w transporcie lotniczym obliczono ją na podstawie rozkładów lotu (przyjęto średnią dla połączeń krajowych), a w transporcie wodnym śródlądowym przyjęto prędkość techniczną 10 km/h. Zatem w transporcie lądowym kołowym jako wyjściowe przyjęto prędkości wynikające z kodeksu drogowego, które dozwolone są na poszczególnych kategoriach tras. Następnie uwzględniono dwa podstawowe czynniki zmniejszające prędkość ruchu:



Ryc. 5.1. Przyjęte w modelu skumulowane pasażerskie (A) i towarowe (B) masy 286 węzłów rzeczywistych, reprezentujące powiaty i grupy powiatów.

Źródło: Opracowanie własne.

- poziom zaludnienia (przekładający się na udział obszarów zabudowanych oraz na kongestję);
- ukształtowanie terenu (spowalniające ruch przy większych deniwelacjach).

Poziom zaludnienia obliczano sumując liczbę ludności w buforze o promieniu 1 km wokół odcinka drogi i odnosząc ją na 1 km odcinka. Przyjęto różny stopień redukcji szybkości na drogach różnej kategorii (tab. 5.2 i ryc. 5.2).

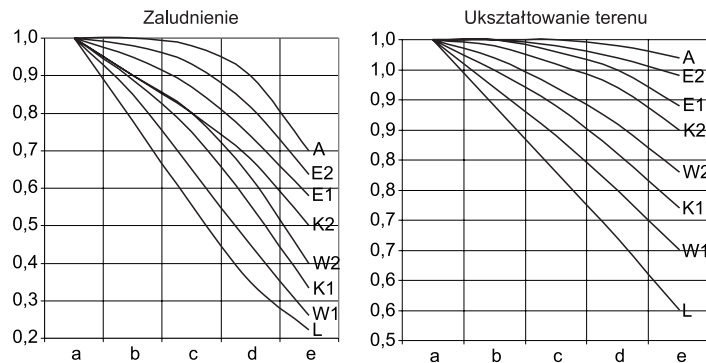
W przypadku ukształtowania terenu posłużono się bazą wysokościową numerycznego modelu terenu według SRTM-3¹². Poziom redukcji prędkości był zależny od wielkości odchylenia standardowego dla sumy punktów wysokościowych w otoczeniu danego odcinka drogi w wygenerowanym buforze 150 m. Zakres redukcji prędkości przedstawiono w tab. 5.3 i na ryc. 5.2.

Tabela 5.2

Redukcja prędkości w transporcie drogowym w zależności od poziomu zaludnienia

Kategoria dróg	Liczba mieszkańców w buforze 1 km wokół odcinka drogi na 1 km długości drogi				
	0-100	100-500	500-1000	1000-5000	5000-15 403
	km/h				
Autostrady	130	130	130	110	80
Ekspresowe dwujezdniowe	110	110	100	90	70
Ekspresowe jednojezdniowe	100	100	90	80	70
Inne krajowe dwujezdniowe	100	90	80	70	50
Wojewódzkie dwujezdniowe ulepszone	100	90	80	60	40
Wojewódzkie dwujezdniowe	100	90	80	60	40
Inne krajowe jednojezdniowe	90	80	70	50	30
Wojewódzkie ulepszone	90	75	55	35	25
Wojewódzkie	90	75	55	35	25
Pozostałe	90	70	50	30	20

¹² Satelitarne skanowanie interferometryczne *Shuttle Radar Topography Mission*, przeprowadzone w lutym 2000 r. przez NASA. Dane są udostępniane dla całego świata (54°S-60°N) w rozdzielczości 3 × 3", przy czym dla szerokości geograficznych, w których jest położona Polska, jest to ok. 60 × 90 m. Obliczenia, które przeprowadzono, bazowały na zgeneralizowanej szczegółowości do siatki 125 × 125 m.



Ryc. 5.2. Funkcja redukcji prędkości w transporcie drogowym w zależności od poziomu zaludnienia i ukształtowania terenu.

Oznaczenia: A – autostrady, E2 – drogi ekspresowe dwujezdniowe, E1 – ekspresowe jednojezdniowe, K2 – krajowe dwujezdniowe, W2 – wojewódzkie dwujezdniowe, K1 – krajowe jednojezdniowe, W1 – wojewódzkie jednojezdniowe, L – lokalne. Oznaczenia przedziałów. Zaludnienie (liczba mieszkańców w buforze 1 km wokół odcinka drogi na 1 km długości drogi): a – 0-100, b – 100-500, c – 500-1000, d – 1000-5000, e – 5000-15 403; ukształtowanie terenu (odchylenia standardowe wysokości w m): a – 0-5, b – 5-10, c – 10-20, d – 20-50, e – 50 i więcej.

Źródło: Śleszyński (2009a).

Tabela 5.3

Redukcja prędkości w transporcie drogowym
w zależności od ukształtowania terenu.
Wartości początkowe z tabeli 5.2 = 1,00

Kategoria dróg	Odchylenie standardowe wysokości				
	0-5 m	5-10 m	10-20 m	20-50 m	powyżej 50 m
Autostrady	1,00	1,00	1,00	0,99	0,97
Ekspresowe dwujezdniowe	1,00	1,00	0,99	0,97	0,94
Ekspresowe jednojezdniowe	1,00	1,00	0,98	0,95	0,89
Krajowe dwujezdniowe	1,00	0,99	0,96	0,92	0,85
Wojewódzkie dwujezdniowe ulepszone	1,00	0,97	0,92	0,86	0,78
Wojewódzkie dwujezdniowe	1,00	0,97	0,92	0,86	0,78
Krajowe jednojezdniowe	1,00	0,95	0,89	0,81	0,72
Wojewódzkie ulepszone	1,00	0,92	0,84	0,75	0,65
Wojewódzkie	1,00	0,92	0,84	0,75	0,65
Pozostałe	1,00	0,89	0,78	0,67	0,55

Na zakończenie można dodać, że już po ukończeniu prac nad wskaźnikiem międzygałęzowej dostępności transportowej obszaru Polski, w IGiPZ PAN kontynuowano prace zmierzające do uzyskania mniej arbitralnych modeli prędkości ruchu. Wyniki prac, w których modele te oparte na różnych funkcjach matematycznych, kalibrowano dla warunków drogowych zależnych od m.in. zaludnienia, ukształtowania terenu i natężenia ruchu, były publikowane przez Śleszyńskiego (2009a) oraz Rosika i Śleszyńskiego (2009).

5.2.4. Wskaźnik dostępności potencjalnej

Dla każdego węzła istnieje możliwość interakcji z każdym innym. Dlatego też zbudowana była macierz czasów przejazdu. W przypadku transportu drogowego była to macierz 286×286 połączeń. Dla innych sieci była odpowiednio mniejsza. Wykorzystujący sieć topologiczną model poszukuje każdorazowo najszybszego połączenia między danymi węzłami. Wskaźnik powstaje przez zsumowanie ilorazów mas węzłów (celów podróży) oraz czasów przejazdu między źródłem a celami podróży, zgodnie ze wskaźnikiem Hansena przedstawionym na początku rozdziału. W ten sposób uzyskiwana jest wartość dostępności dla każdego węzła w każdej gałęzi transportu. Następuje agregacja tych wartości z uwzględnieniem podziału pracy przewozowej w województwie położenia węzła. Na tej podstawie obliczane są wskaźniki dostępności dla kraju, województwa oraz głównych przejść granicznych. Są one porównywalne między sobą, gdyż bazują na tych samych danych wyjściowych (robocze wskaźniki sumaryczne dla węzła). Ich obliczenie odbywa się następująco:

- dla Polski jest to średnia wartość dla wszystkich węzłów ważona ich masą (patrz wyżej);
- dla województw jest to średnia wartość dla wszystkich węzłów położonych w danym województwie;
- dla przejść granicznych jest to wartość robocza uzyskana dla danego węzła (przejścia graniczne funkcjonują w modelu jako węzły techniczne i tym samym nie mają masy).

W efekcie, dla kraju i dla 16 województw uzyskiwane są następujące wskaźniki końcowe:

- wskaźnik dostępności potencjalnej w transporcie drogowym pasażerskim,
- wskaźnik dostępności potencjalnej w transporcie drogowym towarowym,
- wskaźnik dostępności potencjalnej w transporcie kolejowym pasażerskim,
- wskaźnik dostępności potencjalnej w transporcie kolejowym towarowym,

- wskaźnik dostępności potencjalnej w transporcie lotniczym pasażerskim,
- wskaźnik dostępności potencjalnej w żegludze śródlądowej towarowej,
- zbiorczy wskaźnik dostępności potencjalnej w transporcie pasażerskim,
- zbiorczy wskaźnik dostępności potencjalnej w transporcie towarowym,
- sumaryczny wskaźnik dostępności potencjalnej zakładający 50:50 wagę transportu pasażerskiego i towarowego.

Ponadto, generowany jest zestaw wskaźników dostępności dla 75 przejść granicznych (drogowych i kolejowych) z podziałem na pasażerski, towarowy i sumaryczny (50:50).

5.3. Rozszacowanie pracy przewozowej

Praca przewozowa to iloczyn wykonanych przez środki transportu długości drogi transportowej oraz, w zależności od rodzaju transportu, w transporcie pasażerskim – liczby przewiezionych osób, a w transporcie towarowym – liczby ton przewiezionego towaru. Wynik jest wyrażany odpowiednio w pasazerokilometrach (paskm) oraz w tonokilometrach (tonokm).

Udziały pracy przewozowej według gałęzi transportu zostały obliczone na podstawie danych dotyczących pracy przewozowej wykonywanej na terytorium Polski. Z tego względu zrezygnowano z transportu morskiego, a pracę przewozową w transporcie lotniczym obliczono jako iloczyn ruchu pasażerów w portach lotniczych ogółem (krajowy oraz zagraniczny) oraz średniej odległości przewozu pasażera nad terytorium Polski w komunikacji krajowej. Ponadto, ze względu na śladowe udziały pracy przewozowej wykonywanej w towarowym transporcie lotniczym oraz pasażerskim transporcie wodno-śródlądowym zdecydowano o wykluczeniu powyższych dwóch wielkości z dalszej analizy. W drogowym transporcie pasażerskim uwzględniono również przejazdy motoryzacją indywidualną, z wykluczeniem transportu miejskiego w aglomeracjach i innych miastach, według ekspertyzy Burnewicza (2008). W tab. 5.4. zobrazowano udziały poszczególnych gałęzi transportu w pracy przewozowej na terenie całego kraju.

W Polsce transport drogowy przejmuje ponad 90% pracy przewozowej w transporcie pasażerskim (w tym wliczone przejazdy motoryzacją indywidualną) i ponad 74% w transporcie towarowym. Resztę, w ogromnej mierze, przejmuje transport kolejowy. Nieco ponad 2% pracy przewozowej na terytorium Polski w transporcie pasażerskim wykonano z wykorzystaniem transportu lotniczego, a ok. 0,6% towarowej pracy przewozowej zrealizowano na drogach wodnych.

Tabela 5.4

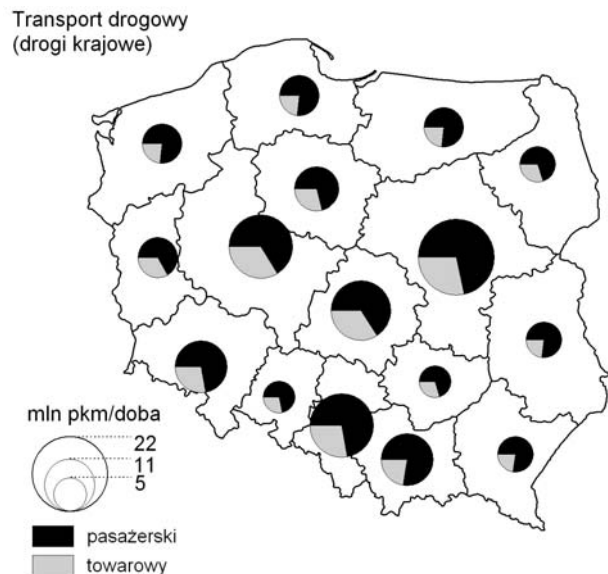
Wskaźniki krajowe udziału poszczególnych gałęzi transportu w pracy przewozowej w transporcie pasażerskim i towarowym ogółem (2007 r.)

Rodzaj transportu	Gałąź transportu			
	drogowy	kolejowy	lotniczy	wodny śródlądowy
Pasażerski	0,9001	0,0784	0,0215	0,0000
Towarowy	0,7416	0,2522	0,0000	0,0062

Ze względu na trudność uzyskania danych statystycznych dotyczących zróżnicowania pracy przewozowej poszczególnych gałęzi transportu w województwach, uwzględniono takie wskaźniki, jak średniodobowe natężenie ruchu na sieci dróg krajowych (*Generalny Pomiar...* 2006) lub przeciętna dobowo liczba pociągów na sieci zarządzanej przez PKP PLK. Baza danych, dotycząca przeciętnej dobowej liczby pociągów pasażerskich na sieci zarządzanej przez PKP Polskie Linie Kolejowe S.A. w 2007 r., została udostępniona przez PKP PLK S.A. na potrzeby projektu. Powyższe wielkości nie odpowiadają definicji pracy przewozowej (jest to praca eksploatacyjna). Odzwierciedlają jednak, w dużym stopniu, międzywojewódzkie zróżnicowanie w korzystaniu z poszczególnych środków transportu. W tym miejscu należy zdefiniować pojęcie *pracy eksploatacyjnej* w transporcie drogowym i kolejowym.

Praca eksploatacyjna w drogowym transporcie pasażerskim w województwie – to iloczyn średniego dobowego ruchu samochodowego w motoryzacji indywidualnej (samochody osobowe oraz motocykle) i transporcie pasażerskim (autobusy) na sieci dróg krajowych w województwie i oraz długości dróg krajowych w tym województwie. W drogowym transporcie towarowym natomiast praca eksploatacyjna to iloczyn średniego dobowego ruchu samochodowego towarowego (samochody ciężarowe, lekkie samochody ciężarowe oraz ciągniki) na sieci dróg krajowych w województwie oraz długości dróg krajowych w tym województwie. Praca eksploatacyjna w transporcie drogowym jest określana w pojazdokilometrach na dobę (pkm/doba). Na ryc. 5.3 przedstawiono strukturę pracy eksploatacyjnej w transporcie drogowym według rodzaju transportu.

Praca eksploatacyjna w transporcie drogowym była w 2005 r. najwyższa w woj. mazowieckim (ponad 21 mln pkm/doba). Powyżej 15 mln pkm/doba

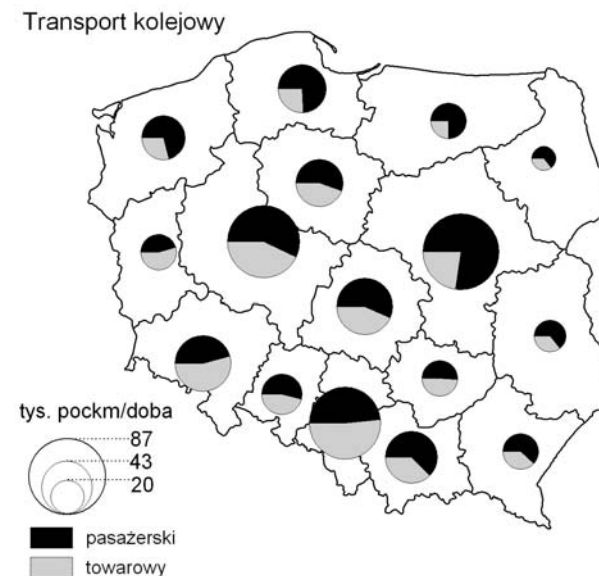


Ryc. 5.3. Struktura pracy eksploatacyjnej w transporcie drogowym według rodzaju transportu (pasażerski i towarowy)

Źródło: Opracowanie własne na podstawie danych GDDKiA.

zaobserwowano w śląskim oraz wielkopolskim. Najniższa praca eksploatacyjna (poniżej 6 mln pkm/doba) charakteryzowała województwa podlaskie, opolskie oraz świętokrzyskie. Transport towarowy miał najwyższy udział (ponad 33% pkm) w pracy eksploatacyjnej ogółem w województwach centralnych, tj. w wielkopolskim i łódzkim oraz położonym na linii Warszawa-Poznań-Berlin lubuskim. Najniższy udział transportu towarowego (poniżej 24% pkm) zaobserwowano w województwach południowo-wschodniej Polski, tj. w lubelskim, podkarpackim i małopolskim oraz północnej Polski, tj. zachodniopomorskim, pomorskim i warmińsko-mazurskim.

Praca eksploatacyjna w kolejowym transporcie pasażerskim w województwie jest definiowana jako suma iloczynów przeciętnej dobowej liczby pociągów pasażerskich na odcinkach sieci zarządzanej przez PKP Polskie Linie Kolejowe S.A. w województwie oraz długości tych odcinków. Dla transportu towarowego praca eksploatacyjna jest liczona podobnie, z tą różnicą, że bierze się pod uwagę przeciętną dobową liczbę pociągów towarowych. Praca eksploatacyjna w transporcie kolejowym jest określana w pociągokilometrach na dobę (pockm/doba). Na ryc. 5.4 przedstawiono



Ryc. 5.4. Struktura pracy eksploatacyjnej w transporcie kolejowym według rodzaju transportu (pasażerski i towarowy)

Źródło: Opracowanie własne na podstawie danych PKP PLK S.A.

strukturę pracy eksploatacyjnej w transporcie kolejowym według rodzaju transportu.

Praca eksploatacyjna w transporcie kolejowym była w 2007 r. najwyższa w województwach: mazowieckim (ponad 86 tys. pockm/doba), wielkopolskim oraz śląskim (ok. 80 tys. pockm/doba). Łącznie w tych trzech województwach, wykonano ponad 38% pracy eksploatacyjnej pociągów w Polsce. Najmniejsza praca eksploatacyjna charakteryzowała natomiast woj. podlaskie (tylko ok. 11 tys. pockm/doba). Transport towarowy miał największe znaczenie (powyżej 50% pracy eksploatacyjnej w transporcie kolejowym) w południowo-zachodniej Polsce, tj. w woj. dolnośląskim, lubuskim oraz śląskim. Najniższy udział transportu towarowego (poniżej 30% pockm) zaobserwowano w województwach północnej Polski: zachodniopomorskim, pomorskim, warmińsko-mazurskim oraz w mazowieckim. Szczególnie niski był udział transportu towarowego w pracy eksploatacyjnej w kolejnictwie w woj. mazowieckim. Jedną z przyczyn jest niewątpliwie znaczny wzrost przewozów regionalnych w ostatnich latach, wynikający m.in. z modernizacji taboru przez Koleje Mazowieckie.

W transporcie lotniczym oraz wodnym-śródlądowym istniała możliwość bezpośredniego rozszacowania pracy przewozowej z uwzględnieniem danych GUS (*Transport... 2008*). **Praca przewozowa w lotniczym transporcie** pasażerskim w województwach została rozszacowana na podstawie ruchu pasażerów w portach lotniczych ogółem (tj. ruchu krajowego i zagranicznego). **Praca przewozowa w wodno-śródlądowym transporcie** towarowym została rozszacowana na podstawie przewozów ładunków żeglugą śródlądową według relacji przewozów.

Udziały pracy przewozowej (eksploatacyjnej) w transporcie drogowym, kolejowym, lotniczym oraz wodnym śródlądowym dla transportu pasażerskiego i towarowego w poszczególnych województwach obliczono za pomocą autorskiego wskaźnika opisanego wzorem:

$$U_{mr_i} = \frac{\sum_{i \in N} \frac{PP_{mr_i}}{\sum_{i \in N} PP_{mr_i}} U_{mr_{PL}}}{\sum_{m \in M} \frac{PP_{mr_i}}{\sum_{i \in N} PP_{mr_i}} U_{mr_{PL}}} \quad (5.2)$$

gdzie:

U_{mr_i} – udział pracy przewozowej (eksploatacyjnej) gałęzi m transportu rodzaju r (pasażerskiego lub towarowego) w województwie i , w pracy przewozowej (eksploatacyjnej) transportu rodzaju r (pasażerskiego lub towarowego) ogółem w województwie i ;

$U_{mr_{PL}}$ – udział pracy przewozowej (eksploatacyjnej) gałęzi m transportu rodzaju r (pasażerskiego lub towarowego) w pracy przewozowej (eksploatacyjnej) transportu rodzaju r (pasażerskiego lub towarowego) ogółem (wskaźnik krajowy – tab. 5.4.);

pp_{mr_i} – wielkość pracy przewozowej (eksploatacyjnej) gałęzi m transportu rodzaju r (pasażerskiego lub towarowego) w województwie i ;

M – zbiór gałęzi transportu [drogowy (d), kolejowy (k), lotniczy (l), wodny śródlądowy (w)] ($m \in M$) i $m = \{d, k, l, w\}$;

R – zbiór rodzajów transportu [pasażerski (p) lub towarowy (t)] $r \in R$ i $r = \{p, t\}$;

N – zbiór województw ($i \in N$).

Wyniki przedstawiono w tab. 5.5.

Do województw, w których transport drogowy w transporcie pasażerskim odgrywał najważniejszą rolę należą podlaskie, lubuskie oraz lubelskie.

Wskaźniki wojewódzkie udziału poszczególnych gałęzi transportu w pracy przewozowej w transporcie pasażerskim ogółem i towarowym ogółem (2007 r.)

Województwo	Transport pasażerski			Transport towarowy		
	drogowy	kolejowy	lotniczy	drogowy	kolejowy	wodny śródlądowy
Dolnośląskie	0,9172	0,0638	0,0190	0,6557	0,3232	0,0211
Kujawsko-pomorskie	0,9153	0,0814	0,0033	0,7122	0,2869	0,0009
Lubelskie	0,9383	0,0617	0,0000	0,7811	0,2189	0,0000
Lubuskie	0,9458	0,0540	0,0002	0,7584	0,2405	0,0010
Łódzkie	0,9252	0,0704	0,0044	0,7932	0,2068	0,0000
Małopolskie	0,8887	0,0669	0,0444	0,7366	0,2613	0,0022
Mazowieckie	0,8407	0,0902	0,0692	0,8428	0,1572	0,0000
Opolskie	0,9167	0,0833	0,0000	0,6699	0,3035	0,0266
Podkarpackie	0,9235	0,0691	0,0075	0,7355	0,2645	0,0000
Podlaskie	0,9552	0,0448	0,0000	0,8773	0,1227	0,0000
Pomorskie	0,8603	0,1033	0,0364	0,7566	0,2382	0,0052
Śląskie	0,9027	0,0758	0,0214	0,6486	0,3477	0,0037
Świętokrzyskie	0,9242	0,0758	0,0000	0,6989	0,2997	0,0014
Warmińsko-mazurskie	0,9190	0,0810	0,0000	0,8135	0,1865	0,0000
Wielkopolskie	0,8969	0,0933	0,0099	0,7381	0,2619	0,0000
Zachodniopomorskie	0,8938	0,1008	0,0054	0,6925	0,2446	0,0629

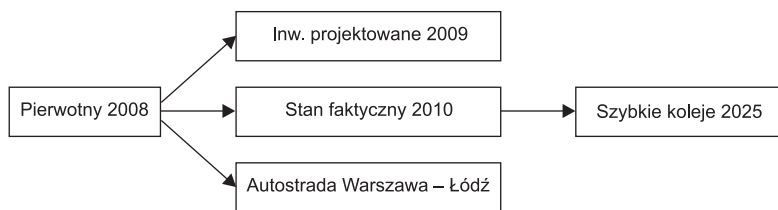
Najmniejszą rolę (ze względu na duże znaczenie transportu kolejowego oraz lotniczego) odgrywał transport samochodowy w przewozie pasażerów w woj. mazowieckim. W przypadku transportu towarowego można zaobserwować znaczne różnice między północno-wschodnią i południowo-zachodnią Polską. Transport drogowy dominował w województwach północno-wschodniej Polski: podlaskim, mazowieckim oraz warmińsko-mazurskim. Największy udział transportu kolejowego w przewozach towarowych charakteryzował natomiast woj. śląskie, dolnośląskie oraz opolskie. Z kolei lotniczy transport pasażerski miał relatywnie największe znaczenie w woj. mazowieckim (Okęcie) i małopolskim (Balice), a wodny-śródlądowy transport towarowy w woj. zachodniopomorskim, opolskim oraz dolnośląskim (Odrzańska Droga Wodna).

5.4. Aplikacja komputerowa

Ze względów praktycznych na potrzeby obliczeń związanych z zastosowaniem wskaźnika międzygałęzowej dostępności transportowej przygotowano oryginalny program komputerowy. Jego zadaniem jest wykonywanie tych obliczeń na różnym poziomie agregacji w odniesieniu do a) istniejącego i b) symulowanego stanu sieci transportowej. Ze względu na przewidywanych użytkowników, postawiono dodatkowe warunki, które musiał spełniać program:

- zasilanie ogólnodostępnymi danymi (z oficjalnych źródeł statystycznych lub raportów Programów Operacyjnych Unii Europejskiej),
- możliwość pracy na komputerze klasy PC w systemie operacyjnym z grupy Microsoft Windows,
- samowystarczalność (niezależność od innego oprogramowania, zwłaszcza systemów informacji geograficznej).

Program komputerowy operuje na bazie danych zawierającej 4 (po jednej dla każdego rodzaju transportu) kompletne struktury grafowe uzupełnione o współrzędne geograficzne, dane statystyczne powiatów i województw i parametry pracy przewozowej. Wszystkie te informacje, nazywane zbiorczo stanem modelu, mogą być zapisane na dysku pod jedną nazwą i ponownie otwarte. Pierwszy, wyjściowy stan modelu na 2008 r. został przygotowany w IGiPZ PAN i był uzupełnieniem programu. Kolejne stany mogą powstać po aktualizacji danych statystycznych lub wprowadzeniu faktycznie zaistniałych lub symulowanych zmian w strukturze grafu. Zakres zmian różniących jeden stan od drugiego jest dowolny: może obejmować całą grupę inwestycji lub pojedynczy odcinek. Zarządzanie zapisanymi na dysku stanami (i ich czasowo-logiczne powiązanie) leży całkowicie w gestii użytkownika. Program traktuje stany równoprawnie i nie rejestruje ich czasowego następstwa ani logicznego powiązania, daje jednak możliwość zapisania uwag użytkownika w każdym pliku stanu. Przykładowy układ stanów przedstawia ryc. 5.5.



Ryc. 5.5. Przykładowy układ stanów modelu

5.4.1. Praca z programem

Cykl pracy z programem składa się z następujących kroków: 1) otwarcie pierwotnego lub innego stanu modelu, 2) wprowadzenie zmian, 3) obliczenie wyników. W głównym oknie programu (ryc. 5.6.) widoczne są u góry przyciski do otwierania i zapisywania stanu, niżej grupa przycisków do otwierania okien z danymi: *Dane statystyczne – Powiaty – Województwa*, *Praca przewozowa* i *Dane sieci*, wreszcie przycisk *Start* uruchamiający obliczenia i panel z wynikami w postaci tabel.



Ryc. 5.6. Główne okno programu

5.4.2. Aktualizacja i modyfikacja danych

Do pracy z każdym typem danych jest przeznaczone inne okno.

Okno *Dane Statystyczne* (ryc. 5.7) zawiera dane społeczno-ekonomiczne publikowane przez GUS w podziale na powiaty lub województwa. Pierwsze z nich służą do obliczania mas węzłów modelu, drugie – „niegrafowych” wskaźników nasycenia infrastrukturą transportową, pominiętych w pracy. Ponieważ tego rodzaju dane wprowadza się zawsze blokowo, zastosowano metodę aktualizacji przez kopiowanie i wklejanie z zewnętrznego źródła, którym może być arkusz kalkulacyjny lub edytor tekstu.

Okno *Praca Przewozowa* zawiera 6 najważniejszych parametrów transportu krajowego z publikacji *Transport. Wyniki działalności* wydawanej przez GUS oraz pracę przewozową w komunikacji indywidualnej, dostępną z innego źródła.

Okno *Dane Sieci* (ryc. 5.8) zawiera właściwe dane grafu: tablicę węzłów i tablicę odcinków. Towarzyszy mu okno mapy (ryc. 5.9), w którym są węzły i odcinki widoczne w rzeczywistej przestrzeni geograficznej. Wybieranie obiektów może się odbywać zarówno w tablicy, jak i na mapie, która może być

	kod	powiat	l.pracuj	l.pracuj	l.gospod	l.podmiot	l.podmi
1	0201	Bolesławiecki	8675	7913	1462	6762	10
2	0202	Dzierżoniowski	11812	7194	1251	10626	8
3	0203	Głogowski	11949	7251	899	8139	4
4	0204	Górowski	9204	1348	1401	2424	0
5	0205	Jaworski	4996	3559	1619	4481	2
6	0206	Jeleniogórski	6469	4489	410	7485	8
7	0207	Kamienogórski	5183	4109	426	3760	6
8	0208	Włodzki	12126	7719	1514	18996	12
9	0209	Legnicki	4640	2568	2085	4058	2
10	0210	Lubański	5204	3228	563	5209	7
11	0211	Lubiński	14016	9670	1119	9393	15
12	0212	Leśnoński	3740	2784	786	3244	4
13	0213	Milicki	4144	3143	944	2888	2
14	0214	Oleśnicki	12014	10507	2397	8498	10
15	0215	Oławski	8072	9908	1406	6486	10
16	0216	Polkowicki	8999	18210	952	4194	9

Ryc. 5.7. Okno danych statystycznych

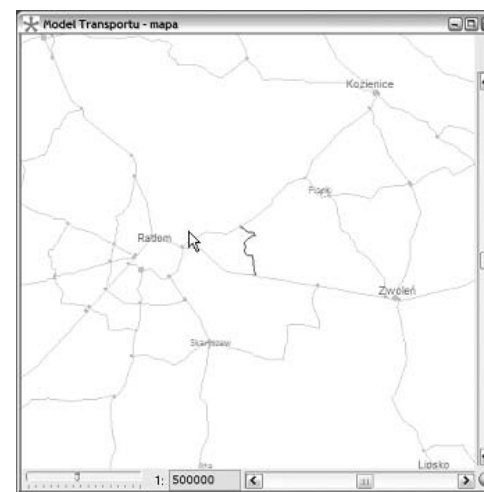
dowolnie powiększana i przewijana¹³. Oba okna są ze sobą zsynchronizowane: obiekt wskazany w tabeli jest automatycznie podświetlany na mapie, obiekt wskazany na mapie jest odnajdowany w tabeli.

W tabeli odcinków można modyfikować długość, prędkość, stan („planowany” lub „w eksploatacji”), a w odniesieniu do sieci drogowej: kategorię, klasę ukształtowania terenu i klasę gęstości zaludnienia. W przypadku sieci drogowej są do dyspozycji dwa sposoby określenia prędkości: pośredni – na podstawie kategorii i klas terenu i zaludnienia oraz bezpośredni – przez podanie konkretnej wartości. W pierwszym przypadku prędkość użyta do dalszych obliczeń będzie pochodzić z modelu ruchu, w drugim – nie. Wyjaśnienia wymaga również możliwość regulowania długości odcinka: mimo że wyjściowa baza danych dostarczona z programem zawiera już rzeczywiste długości odcinków, to należało przewidzieć sytuację, w której nowa inwestycja będzie miała inną długość niż zapisano w bazie danych. Program nie przewiduje gra-

¹³ Wszystkie funkcje związane z mapą są obsługiwane przez komponenty Systemu Informacji Geograficznej AVISO. Zachowano kompatybilność mapy z ww. systemem, co pozwala na modyfikowanie jej zawartości i szaty graficznej bez ingerencji w sam program.

nr	od	do	dl [km]	prędk	plan	kategori
773	14073222	14071967	4,14	90		wojewód
774	14653136	14651574	2,22	23,4		wojewód
775	18153644	18153357	2,79	100		krajow
776	18633632	18161579	3,03	68		krajow
777	18633643	18633023	2,43	68		krajow
778	20613116	20611330	1,03	58,5		wojewód
779	06141801	06141734	4,81	90		wojewód
780	14253678	14251451	8,76	70,38		wojewód
781	14651354	14651353	0,41	23,4		wojewód
782	14653219	14651729	1,82	63		wojewód
783	14653540	14653132	2,12	63		wojewód
784	14653135	14651221	1,27	50		krajow
785	14651352	14651348	1,51	23,4		wojewód
786	14653646	14341355	2,59	80		wojewód
787	14173221	14173220	8,97	82,8		wojewód
788	14183174	14181223	11,19	90		wojewód
789	06633409	06631733	1,62	28,215		krajow

Ryc. 5.8. Okno danych sieci



Ryc. 5.9. Okno mapy

ficznej edycji **kształtu** odcinka w taki sposób, jak jest to możliwe w innych programach klasy GIS, ponieważ byłoby to zbyt skomplikowane dla użytkowników. Wprowadzenie długości odcinka nieodpowiadającej jego przebiegowi na mapie skutkuje tylko fałszywym obrazem kartograficznym, ale prowadzi do otrzymania poprawnych wyników symulacji.

W tablicy węzłów nie ma możliwości wprowadzania zmian, ponieważ węzły mają tylko takie właściwości, jak powiaty, które reprezentują.

5.4.3. Obliczenia

Obliczenia wskaźników, które rozpoczyna się przyciskiem *Start* składają się z trzech etapów. Pierwszy z nich jest realizowany osobno dla każdej podsieci i składa się z następujących czynności, wykonywanych na strukturze grafu ważonego, nieskierowanego (*weighted undirected graph*):

- budowanie trzech równoważnych reprezentacji grafu: listy przyległości węzłów (*adjacency list*), listy krawędzi i częściowo wypełnionej macierzy interakcji ($n \times n$ węzłów);
- obliczanie czasu przejazdu dla odcinków na podstawie modelu ruchu;
- odnajdywanie tras najszybszego przejazdu według kryterium czasu, z zastosowaniem zmodyfikowanego algorytmu Dijkstry'ego¹⁴.

Wynikiem pierwszego etapu są 4 kompletne macierze odległości ($n \times n$ węzłów) i analogiczne macierze tras, których elementami są ciągi odcinków wchodzących w skład każdej trasy. Macierze tras nie są potrzebne w dalszych obliczeniach, ale służą do przedstawiania na mapie dendrytów najkrótszych tras z dowolnego węzła sieci.

Na drugim etapie, kiedy znane są już czasy podróży między wszystkimi parami węzłów sieci, odbywa się obliczanie zasadniczego wskaźnika dla węzłów powiatowych i przejść granicznych. Wskaźnik dla *i*-tego węzła otrzymujemy zgodnie ze wzorem 5.3:

$$a_i = \sum_{1 \leq j \leq n, j \neq i} \frac{1}{t_{ij}} \frac{m_j}{M} \quad (5.3)$$

gdzie:

- t_{ij} – oznacza czas podróży do węzła docelowego *j*,
- m_j – masę węzła docelowego *j*,
- M – sumę mas wszystkich węzłów.

Na trzecim etapie odbywa się agregacja wyników, a w jego toku są wykonywane następujące czynności:

¹⁴ Algorytm autorstwa Holendra Dijkstry'ego (1930-2002) rozwiązuje problem znajdowania najkrótszej (najlżejszej) trasy z pojedynczego źródła w grafie o nieujemnych wagach krawędzi. Na potrzeby programu algorytm został uzupełniony o rejestrowanie odcinków składających się na tę trasę.

- obliczanie wskaźnika syntetycznego (wspólnego dla 4 podsieci) dla powiatów z zastosowaniem ważenia strukturą pracy przewozowej;
- obliczanie wskaźników wojewódzkich, które są średnimi wskaźników powiatowych ważonymi masą węzłów – dla każdej podsieci osobno i syntetycznego;
- obliczanie wskaźnika krajowego, który jest średnią wskaźników powiatowych ważoną masą węzłów – dla każdej podsieci osobno i syntetycznego; każdy ze wskaźników występuje dodatkowo w odmianie pasażerskiej i towarowej.

Ponieważ obliczenia grafowe są bardzo czasochłonne, położono duży nacisk na usprawnienie algorytmu odnajdywania tras. Głównym problemem było rozciągnięcie algorytmu Dijkstry'ego (który wyznacza najkrótszą trasę między dwoma węzłami) na całą macierz $n \times n$ węzłów bez mechanicznego powtarzania obliczeń. W wyniku prac osiągnięto kilkudziesięciokrotne przyspieszenie obliczeń w stosunku do rozwiązania „siłowego”. Drugą modyfikacją było przeformułowanie algorytmu w taki sposób, aby obliczenia były prowadzone wielowątkowo – w wyniku tego usprawnienia algorytm uległ kolejnemu przyspieszeniu o ok. 30-40%. Ostatecznie program jest przystosowany do pełnego wykorzystania mocy obliczeniowej wielordzeniowych procesorów, w które jest wyposażona większość nowych komputerów, a obliczenia trwają ok. 20-40 sekund.

Wyniki obliczeń są przedstawione w miniedytorze tekstowym, z którego można je przekopiować do innych dokumentów. Istnieje również możliwość wyeksportowania surowych danych o odcinkach lub węzłach.

6. Dostępność w systemie osadniczo-transportowym Polski (2008-2015)

6.1. Planowane inwestycje transportowe

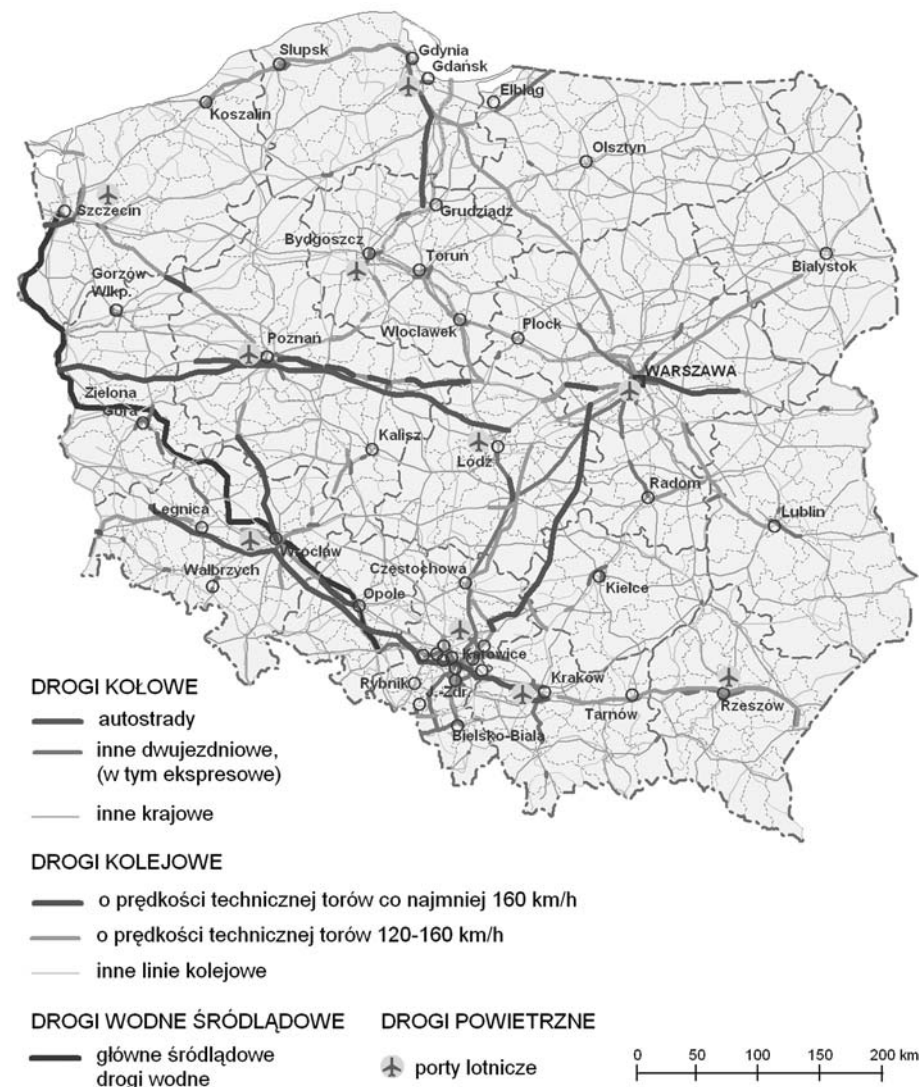
W Polsce po 2004 r. po raz pierwszy od ponad dwóch dekad uległy przyspieszeniu prace inwestycyjne w infrastrukturze transportowej. Jednocześnie finansowanie przedsięwzięć ze środków Unii Europejskiej wymusiło większą instytucjonalizację planowania takich inwestycji. Dotychczasowy zastój inwestycyjny oraz często zmieniane programy budowy i modernizacji wykluczały praktyczne zastosowanie opisanych wyżej metod analizy dostępności do takich zadań, jak ocena oraz symulacja efektów konkretnych projektów

i programów. Obecnie w opinii Autorów prezentowanej pracy tego typu badanie symulacyjne jest już możliwe. Nawet jeżeli szanse realizacji niektórych planowanych inwestycji w terminie 2013 nie są wielkie (o czym mowa dalej), to przyjęty do analiz zestaw przedsięwzięć stanowi spójny program rządowy – w znacznej mierze wspierany także przez Unie Europejską i jako taki może podlegać ewaluacji z punktu widzenia efektów przestrzennych.

6.1.1. Stan infrastruktury oraz inwestycje w realizacji

Od pierwszej połowy lat 90. ubiegłego wieku część najważniejszych polskich szlaków transportowych została włączona najpierw w system korytarzy paneuropejskich Europy Środkowej i Wschodniej, a potem do sieci TINA. Te ostatnie z chwilą akcesji stały się elementami ogólnounijnej sieci TEN-T. Polskę przecinają korytarze I (Warszawa-Tallin-*Via Baltica/Rail Baltica*), III (Berlin-Moskwa), IV (Berlin/Drezno-Kijów) i VI (Gdańsk-Brno), a ponadto kilka ich odgałęzień. Sieć TEN-T obejmuje dodatkowo kilka dróg, linii kolejowych i lotnisk. Jej gęstość jest jednak relatywnie niższa niż w innych krajach regionu, a Polska prowadzi starania o rozszerzenie sieci. W 2004 r. w obrębie sieci TEN-T Unia Europejska wskazała 30 priorytetowych inwestycji transportowych. W Polsce zaliczono do nich jedynie szlaki drogowe i kolejowe nawiązujące do korytarza VI oraz szlak kolejowy *Rail Baltica* w korytarzu I. Wśród priorytetów znalazły się także autostrady morskie na Bałtyku, przy czym ich przebieg nie został jednak sprecyzowany.

Polska sieć drogowa odznacza się relatywnie wysoką gęstością szlaków o nawierzchni twardej, w miarę proporcjonalną do gęstości zaludnienia. Średnio w kraju na 100 km² przypada 83 km takich dróg (2007), z tego najwięcej w województwach śląskim (165 km) i małopolskim (148 km), a najmniej w warmińsko-mazurskim (51 km) i podlaskim (56 km). Istotnym problemem pozostaje natomiast jakość szlaków, w tym przede wszystkim niewystarczająca długość nowoczesnych tras bezkolizyjnych (autostrady, drogi ekspresowe) oraz głównych dróg dwujezdniowych. Jeszcze w 2004 r. dróg takich było zaledwie 780 km, do 2007 r. liczba ta wzrosła do poziomu 993 km (ryc. 6.1). Ponadto, zaznacza się brak obwodnic, co jest szczególnie ważne nie tylko w przypadku miast, ale także licznych wsi o zabudowie ulicowej (*Ekspertyza Projekt... 2008*). To właśnie te mankamenty w największym stopniu rzutują na istnienie różnicowań regionalnych w zakresie dostępności przestrzennej i transportowej.



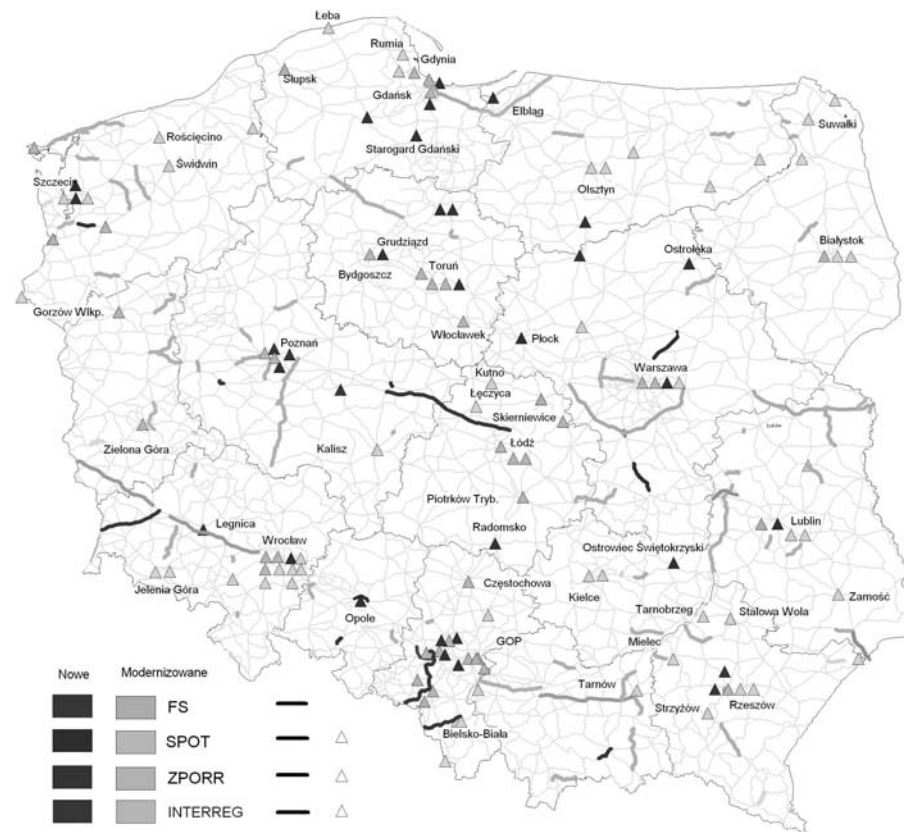
Ryc. 6.1. Główne elementy sieci transportowej Polski w 2008 r.
Źródło: Na podstawie *Ekspertyzy Projektu KPZK 2008-2033*, 2008.

Jako nieliczne duże inwestycje drogowe zrealizowane w latach 2000-2008 można wymienić duże fragmenty autostrad A4 (na odcinku Bolesławiec–Wieliczka) i A2 (Nowy Tomyśl–Stryków). Rozpoczęto budowę autostrady A1 (do użytku oddano odcinek Gdańsk–Grudziądz) oraz fragmentów kilku dróg ekspresowych (wśród ukończonych są m.in. S1 Bielsko-Biała–Cieszyn, S7 Białobrzegi–Jedliński, S8 Radzymin–Wyszków, S22 Elbląg–Grzechotki). Wykonano także kilkadziesiąt obwodnic miast i wsi. Na szeroką skalę prowadzono natomiast prace związane ze wzmocnieniem nawierzchni dróg krajowych do nacisku 115 kN na oś.

Obecnie z wykorzystaniem funduszy strukturalnych Unii Europejskiej realizowane są kolejne odcinki autostrady A4, południowy odcinek A1 (Gliwice–granica czeska) oraz dłuższe fragmenty dróg ekspresowych S3 (m.in. Szczecin–Gorzów Wielkopolski). W systemie koncesyjnym powstaje północny następny odcinek autostrady A1 (Grudziądz–Toruń) oraz zachodni A2 (Świecko–Nowy Tomyśl). Środki unijne przyczyniły się także do realizacji wielu mniejszych inwestycji drogowych (ryc. 6.2). W układzie regionalnym na dofinansowaniu infrastruktury drogowej w pierwszych latach członkostwa w Unii Europejskiej bardziej skorzystały województwa szeroko rozumianej południowo-zachodniej części kraju oraz rejony Trójmiasta, Warszawy i Łodzi. Wsparcie dla wschodniej i północnej Polski (poza woj. pomorskim) było wyraźnie słabsze (Komornicki 2007a).

W transporcie kolejowym w okresie przedakcesyjnym oraz bezpośrednio po przystąpieniu do Unii Europejskiej z pomocą funduszy strukturalnych kontynuowano prace modernizacyjne na linii Warszawa–Kunowice (kierunek Berlin) oraz Wrocław–Zgorzelec (kierunek Drezno). Podjęto też remont linii Wrocław–Poznań, Warszawa–Łódź oraz Warszawa–Gdynia. Jednocześnie przystąpiono do prac studialnych nad przyszłą siecią kolei dużych prędkości na kierunku z Warszawy przez Łódź do Wrocławia i Poznania (z możliwością przedłużenia do Berlina). Działania inwestycyjne w kolejnictwie są ograniczane barierami o charakterze instytucjonalnym. W okresie po 1989 r. nie udało się z sukcesem zrestrukturyzować Polskich Kolei Państwowych, których cele bieżące wiązały się z krótkoterminową dochodowością i utrzymaniem zatrudnienia (rola związków zawodowych), a nie z polityką inwestycyjną.

W Polsce znajduje się blisko 50 czynnych lotnisk, z czego prawie połowa to obiekty wojskowe. Jedynie 11 obiektów obsługuje regularne loty pasażerskie, a 20 ma formalny status przejść granicznych. Po 2004 r. wystąpiła bezprecedensowa intensyfikacja i decentralizacja ruchu lotniczego. W 2007 r. w pol-



Ryc. 6.2. Rozmieszczenie inwestycji drogowych współfinansowanych ze środków Unii Europejskiej w pierwszych 4 latach członkostwa Polski

Źródło: Komornicki (2008).

skich portach lotniczych odprawiono 19,1 mln pasażerów, z czego 17,0 mln w ruchu międzynarodowym. Po raz pierwszy w historii ponad 50% pasażerów odprawiono na lotniskach regionalnych, w tym przede wszystkim w Katowicach-Pyrzowicach, Krakowie-Balicach, Gdańsku-Rębiechowie, Wrocławiu-Strachowicach i Poznaniu-Ławicy. Od kilku lat rozbudowywany jest port lotniczy Warszawa-Okęcie. Również większość pozostałych obiektów znajduje się w stanie modernizacji. O wiele wolniej przebiegają natomiast starania o utworzenie nowych portów lotniczych (m.in. we wschodniej części kraju oraz w Modlinie). Dynamiczny rozwój rynku powoduje w tych warunkach

silne przeciążenie infrastruktury. Problemem jest także złe skomunikowanie lotnisk z systemami transportu lądowego, w tym przede wszystkim z koleją. Od wielu lat prowadzona jest dyskusja związana z ewentualną budową centralnego portu lotniczego odciażającego Okęcie oraz obsługującego obszary funkcjonalne Warszawy i Łodzi.

Formalnie w Polsce istnieje 3,6 tys. km dróg wodnych. W praktyce żegluga śródlądowa realizowana jest wyłącznie na dolnym odcinku Odry, wykorzystywanej głównie w ruchu z Berlina i Schwedt do Szczecina, a także na odcinku górnej Odry od Kanału Gliwickiego do Wrocławia. Na skutek braku sukcesywnych prac modernizacyjnych oraz pogłębiania torów wodnych, warunki żeglugowe w wyższym biegu rzeki stopniowo ograniczyły jej znaczenie transportowe. Na innych szlakach wodnych żegluga śródlądowa odgrywa lokalnie rolę turystyczną.

Do obydwu opisywanych badań dostępności dla bazowego 2008 r. przyjęto aktualny stan infrastruktury, opierając się na posiadanym podkładzie drogowym oraz na układzie sieci kolejowej, z podanymi maksymalnymi prędkościami technicznymi składów, według stanu na wiosnę 2008). Podkład drogowy uzupełniono tylko o niektóre inwestycje znajdujące się wówczas w realizacji, których termin ukończenia przewidziany był przed 31 grudnia 2008.

6.1.2. Inwestycje planowane w okresie 2007-2013

W okresie finansowym 2007-2013 inwestycje transportowe w Polsce będą wspierane ze środków Unii Europejskiej w ramach:

- Programu Operacyjnego Infrastruktura i Środowisko (PO IiŚ),
- Programu Operacyjnego Rozwój Polski Wschodniej (PO RPW),
- Regionalnych Programów Operacyjnych (RPO).

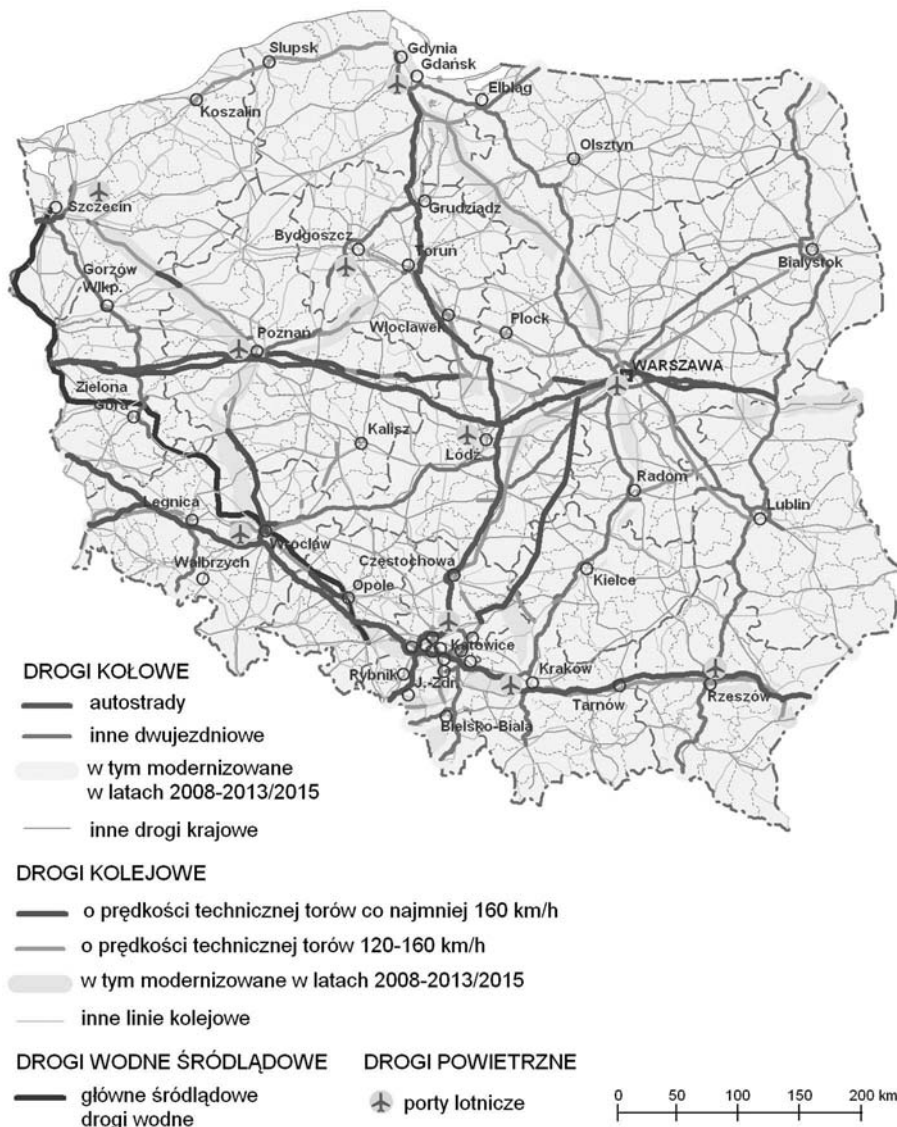
Duża skala potencjalnie dostępnego wsparcia finansowego spowodowała, że dobór projektów kluczowych do Programów Operacyjnych, zwłaszcza PO Infrastruktura i Środowisko, pozostał obciążony czynnikiem politycznym. Ostateczna liczba inwestycji zaproponowanych do finansowania (projekty kluczowe) jest prawdopodobnie zbyt wielka. Zakłada się, że z pomocą PO IiŚ do 2013 r. powstanie całość autostrady A1, A4 i A18 oraz większość A2, a ponadto drogi ekspresowe S3 (fragment), S5 (większość), S7 (prawie całość), S8 (całość), S17 (całość), S19 (większość), a także S74. W kolejnictwie będą kontynuowane prace modernizacyjne na liniach E20, E30, E59 i E65. Zmodernizowane zostaną też porty morskie (wraz z zapleczem) i lotnicze (istniejące położone w obrębie sieci TEN-T) oraz śródlądowa droga wodna Odra.

W drugiej połowie 2008 r. inwestycje z projektów przewidzianych do finansowania nie weszły jeszcze w fazę refundacji. Dowodzi to, że nieprzygotowanie instytucjonalne inwestycji (zwłaszcza dużych) przeniosło się także na kolejny okres finansowania. Jest to potencjalnie istotny problem, biorąc pod uwagę znacznie większą skalę przedsięwzięć planowanych na okres 2007-2013. Mimo to realizacja części inwestycji została już rozpoczęta. W innych przypadkach zostały ogłoszone przetargi realizacyjne. Długie odcinki dróg podzielono na mniejsze fragmenty co pozwoliło na podjęcie kolejnych etapów inwestycyjnych zależnie od stopnia przygotowania danego fragmentu. Ze względu na wzrost kosztów oraz bariery instytucjonalne, pełna realizacja wymienionych projektów nie jest jednak możliwa (*Ekspercki Projekt...* 2008).

W opisanych niżej symulacjach dostępności dla przekroju czasowego 2013/2015 założono zrealizowanie wszystkich inwestycji drogowych i kolejowych przewidzianych do ukończenia w okresie finansowania 2007-2013, zgodnie z zapisami ww. programów operacyjnych (IiŚ, RPW i RPO) oraz zgodnie z umowami zawartymi w systemie koncesyjnym. Nie wzięto pod uwagę inwestycji umieszczonych w wymienionych programach jako rezerwowe. W praktyce oznaczało to, że przyjęto zrealizowanie do tego czasu następujących dużych inwestycji drogowych:

- autostrada A1 – całość,
- autostrada A2 do Międzyrzecza Podlaskiego,
- autostrada A4 – całość,
- autostrada A8 – obwodnica Wrocławia,
- autostrada A18 – całość,
- droga ekspresowa – S1 (wschodnia obwodnica GOP) – całość,
- droga ekspresowa S3 od Szczecina do Nowej Soli,
- droga ekspresowa S5 od Grudziądza do Żnina i od Poznania do Gniezna,
- droga ekspresowa S7 od Gdańska przez Warszawę i Kraków do Rabki,
- droga ekspresowa S8/S14 od Wrocławia do Łodzi i od Piotrkowa przez Warszawę, Białystok, Augustów do Budziska,
- droga ekspresowa S17 od Warszawy do Piasków,
- droga ekspresowa S19 od Białegostoku do Barwinka,
- droga ekspresowa S22 od Elbląga do Grzechotek,
- droga ekspresowa S69 – całość.

Założono także istnienie pewnej liczby projektowanych obwodnic w ciągach innych dróg krajowych, a także wewnętrznej ekspresowej obwodnicy Warszawy. Zgeneralizowany stan dróg w 2013 r. przedstawiono na ryc. 6.3.



Ryc. 6.3. Stan sieci drogowej w 2013/15 r. przyjęty w badaniu
 Źródło: Komornicki *et al.* (2008).

W przypadku linii kolejowych, przyjęto że do 2013 r. zostanie ukończona modernizacja linii Warszawa–Łódź, Warszawa–Gdynia, Wrocław–Poznań oraz kolejnych odcinków na szlakach Warszawa–Berlin i Kraków–Wrocław–granica niemiecka. W przypadku analizy dostępności do portów lotniczych rozpatrywano także wariant, w którym zostaną uruchomione porty lotnicze zapisane w wymienionych programach operacyjnych. Tym samym przyjęto możliwość funkcjonowania lotnisk cywilnych w Lublinie, Białymstoku, Szymanach, Koszalinie, Babimoście, Opolu, Kielcach i Modlinie.

W okresie, który minął od ukończenia obliczeń wykonanych w opracowaniach, będących pierwowzorem prezentowanej monografii, wystąpiły zmiany w zakresie planów inwestycyjnych. Przykładowo, w październiku 2009 r. decyzją rządu zmieniono docelowy przebieg drogi *Via Baltica*. Trzeba też podkreślić, że stan przygotowania niektórych odcinków, zwłaszcza drogowych, wyklucza w praktyce ich ukończenie nie tylko w 2013 r., ale prawdopodobnie także do 2015 r. (wskazują na to m.in. dane o zaawansowaniu budowy autostrad i dróg ekspresowych na stronie internetowej Generalnej Dyrekcji Dróg Krajowych i Autostrad). Zgodnie z przyjętym wcześniej założeniem, w ślad za tymi informacjami, nie zmieniono jednak uwzględnianego w symulacjach zestawu inwestycji przewidzianych do realizacji w okresie 2008-2013(2015). Uznano, że to właśnie programy inwestycyjne obecnego okresu finansowania podlegają analizie i ocenie. Ich konfrontacja z rzeczywistością będzie jednak możliwa za kilka lat. W tym sensie poniższe wyniki należy traktować przede wszystkim jako ocenę polityki transportowej, a nie faktycznie prognozowaną dostępność przestrzenną określonych regionów kraju.

6.2. Ogólna dostępność czasowa (na podstawie wyników analizy dla KPZK 2008-2033)

6.2.1. Dostępność wzajemna sieci osadniczej

Dostępność czasowa została obliczona z wykorzystaniem metody pomiaru za pomocą izochron. Jednym z celów badania było dokonanie obliczeń liczby mieszkańców znajdujących się w zasięgu izochrony 60-minutowej do centrów miast różnych kategorii.

Zdecydowanie największą liczbą ludności zamieszkałą w obrębie wspomnianej izochrony, zarówno obecnie, jak i w perspektywie 2013/2015 r., charakteryzują się Katowice (blisko 5 mln osób) i Warszawa (ok. 3,5 mln), a w ko-

munikacji kolejowej również Kraków¹⁵. Na podstawie analizy porównawczej wykonanej dla lat 2008 i 2013 stwierdzono, że do grupy dużych ośrodków, które znacznie zwiększą liczbę ludności zamieszkałą w obrębie izochron 30 i 60 minut w efekcie planowanych obecnie inwestycji drogowych (tab. 6.1) i kolejowych (tab. 6.2), należą w pierwszej kolejności Katowice, Kraków, Rzeszów, a ponadto Gdańsk, Kielce, Lubin, Białystok i Zielona Góra, zaś w przypadku samej tylko sieci kolejowej również Warszawa. Na planowanych inwestycjach najmniej skorzystają ośrodki już dobrze wyposażone transportowo (jak Opole i Poznań), ale także Olsztyn, Szczecin, a w sieci drogowej Warszawa.

W przekroju czasowym 2013/2015 w obrębie izochrony drogowej 60 minut, względem miast MEGA (8 ośrodków) będzie mieszkać blisko 44% ludności kraju (obecnie 39,4%), a względem ośrodków wojewódzkich 66% (obecnie blisko 58%). Dla dostępności kolejowej wskaźniki będą nieco wyższe, wynosząc odpowiednio 50 i 73% (obecnie po ok. 45 i 69%). Poprawa dostępności do podstawowej sieci osadniczej będzie więc zauważalna, ale nieznaczna. Relatywnie mniej poprawi się dostępność do sieci centrów subregionalnych.

Wzajemna dostępność ośrodków ulegnie w okresie 2008-2013 większemu zróżnicowaniu, niż ma to miejsce obecnie (tab. 6.3). Wystąpi jej znaczna poprawa w niektórych relacjach, przy stagnacji (na poziomach trudno akceptowalnych) w innych przypadkach. Najkorzystniejszą średnią dostępność drogową w sieci MEGA 8+2 mają obecnie Łódź (216 min), Poznań i Warszawa, a następnie Katowice i Wrocław, a zdecydowanie najslabszą Białystok, Gdańsk, Szczecin (375 min) i Lublin. Kolejność ta zostanie zachowana w 2013 r. W komunikacji kolejowej najlepiej dostępne spośród badanych 10 miast to Warszawa i Łódź, zaś zdecydowanie najslabiej Szczecin i Gdańsk. Największą poprawę dostępności drogowej odnotuje się w relacjach z Gdańskiem i Katowic, a w sieci kolejowej z Warszawy i Krakowa (tab. 6.4).

Współczynnik dostępności wzajemnej w okresie 2008-2013 najbardziej poprawi się dla 8 MEGA, zarówno w układzie kolejowym, jak i drogowym, a najslabiej dla sieci ośrodków wojewódzkich (tab. 6.5).

W ujęciu przestrzennym analiza bieżącej, a także prognozowanej dostępności do ośrodków MEGA wskazuje na zdecydowaną potrzebę wspiera-

¹⁵ We wstępie wspomniano, że przyjęto stałą liczbę ludności we wszystkich okresach, bazującą na ostatnich dostępnych danych na koniec 2006 r. W przypadku większości metropolii można niemal z pewnością spodziewać się kontynuacji procesów migracyjnych do stref podmiejskich, związanych zwłaszcza z dekoncentracją ludności w obrębie obszarów metropolitalnych, a więc wzrostu liczby mieszkańców szczególnie w strefach dojazdu 30-60 i 60-90 min. do centrum.

Tabela 6.1

Liczba mieszkańców w strefach dostępności drogowej do podstawowej sieci osadniczej

Miasta	Skumulowana liczba ludności w strefie (w tys.)					
	30 min		60 min		90 min	
	2008	2013	2008	2013	2008	2013
Białystok	377	404	679	827	1 123	1 474
Bydgoszcz	467	487	1 237	1 407	2 195	2 722
Gdańsk	502	546	1369	1 559	1 957	2 432
Gorzów Wielkopolski	198	204	503	680	1 128	2 041
Katowice	1 680	1934	3 564	4 738	6 272	7 069
Kielce	334	346	703	943	1 537	1 951
Kraków	908	972	1 752	2 346	4 117	5 871
Lublin	479	480	939	1 038	1 649	2 031
Łódź	1 018	1038	1 768	2 186	2 979	6 066
Olsztyn	235	235	559	596	1 089	1 245
Opole	214	214	709	709	2 764	2 903
Poznań	776	776	1 561	1 593	2 715	2 940
Rzeszów	309	355	762	1 490	1 630	3 061
Szczecin	525	536	793	835	1 197	1 331
Toruń	362	373	1 365	1 621	2 224	3 056
Warszawa	2 187	2304	3 148	3 512	4 269	6 404
Wrocław	724	781	1 531	1 650	3 197	3 504
Zielona Góra	245	275	739	854	1 502	2 452
MEGA 8	8 326	8 887	15 035	16 706	22 362	25 720
MEGA 8+2	9 182	9 771	16 653	18 571	25 083	28 819
Miasta wojewódzkie	11 542	12 257	22 058	25 155	32 501	34 909
Miasta powiatowe grodzkie*	20 308	21 173	34 553	35 255	37 647	37 856
MEGA 8 (%)	21,8	23,3	39,4	43,8	58,7	67,5
MEGA 8+2 (%)	24,1	25,6	43,7	48,7	65,8	75,6
Miasta wojewódzkie w %	30,3	32,1	57,9	66,0	85,2	91,6
Miasta powiatowe grodzkie (%)*	53,3	55,5	90,6	92,5	98,7	99,3

* Oraz były wojewódzkie nie będące obecnie powiatami grodzkimi.
Źródło: Opracowanie własne (tab. 6.1-6.21).

Tabela 6.2

Liczba mieszkańców w strefach dostępności kolejowej do podstawowej sieci osadniczej

Miasta	Skumulowana liczba ludności w strefie w tys.					
	30 min		60 min		90 min	
	2008	2013	2008	2013	2008	2013
Białystok	417	417	627	628	1 028	1 033
Bydgoszcz	489	489	1 277	1 277	2 465	2 468
Gdańsk	830	1 008	1 524	1 872	2 284	2 739
Gorzów Wielkopolski	189	203	391	398	760	1 359
Katowice	2 074	2 519	4 263	5 942	6 919	7 713
Kielce	399	417	1 070	1 416	3 518	4 182
Kraków	979	1 232	1 934	3 607	4 260	7 320
Lublin	622	622	1 219	1 219	2 283	2 309
Łódź	1 095	1 141	1 946	2 111	3 299	5 833
Olsztyn	290	294	659	683	1 372	1 527
Opole	298	387	942	1 991	3 503	6 160
Poznań	877	1 028	1 668	2 036	2 768	4 263
Rzeszów	637	702	1 546	1 574	2 535	2 566
Szczecin	600	641	845	919	1 099	1 318
Toruń	448	479	1 595	1 605	2 826	2 892
Warszawa	2 537	2 837	3 643	4 189	5 203	7 194
Wrocław	919	926	1 728	1 897	3 318	4 352
Zielona Góra	195	195	523	523	1 053	1 448
MEGA 8	10 033	11 381	17 254	19 157	24 525	26 424
MEGA 8+2	11 072	12 403	19 147	21 137	26 930	28 782
Miasta wojewódzkie	14 284	15 855	26 231	27 970	34 607	34 957
Miasta powiatowe grodzkie*	26 447	27 562	36 059	36 207	37 714	37 730
MEGA 8 (%)	26,3	29,9	45,3	50,2	64,3	69,3
MEGA 8+2 (%)	29,0	32,5	50,2	55,4	70,6	75,5
Miasta wojewódzkie (%)	37,5	41,6	68,8	73,4	90,8	91,7
Miasta powiatowe grodzkie (%)*	69,4	72,3	94,6	95,0	98,9	99,0

* Oraz byłe wojewódzkie niebędące obecnie powiatami grodzkimi.

Wzajemna dostępność czasowa największych ośrodków MEGA 8+2

Kolejowa w minutach	Rok	Drogowa w minutach											Średnia dostępność do pozostałych MEGA*	
		Białystok	Gdańsk	Katowice	Kraków	Lublin	Łódź	Poznań	Szczecin	Warszawa	Wrocław	drogowa			kolejowa
		Białystok	2008	x	321	397	438	227	282	370	542	162	446	354	294
	2013	x	278	295	328	186	190	273	405	122	353	270	249	
Gdańsk	2008	314	x	481	526	433	318	283	304	275	407	372	303	
	2013	246	x	285	325	347	180	200	296	217	326	273	245	
Katowice	2008	273	366	x	72	330	164	283	393	235	128	276	230	
	2013	252	287	x	59	218	130	231	343	185	125	208	184	
Kraków	2008	294	386	82	x	273	210	329	455	279	190	308	264	
	2013	253	289	44	x	186	170	270	393	213	174	235	198	
Lublin	2008	215	312	212	228	x	238	344	516	160	387	323	266	
	2013	209	246	211	201	x	210	292	424	139	333	260	236	
Łódź	2008	218	278	134	155	178	x	120	292	120	204	216	199	
	2013	178	213	134	155	177	x	120	252	80	182	168	169	
Poznań	2008	301	250	259	312	293	162	X	194	215	163	256	233	
	2013	274	236	189	233	274	157	X	154	163	160	207	190	
Szczecin	2008	498	249	438	509	490	359	197	x	386	301	375	380	
	2013	369	233	271	315	368	251	94	x	294	245	312	259	
Warszawa	2008	114	207	159	180	105	104	187	384	x	284	235	194	
	2013	105	141	146	148	105	73	169	263	x	242	184	156	
Wrocław	2008	417	369	151	233	363	206	132	299	303	x	279	275	
	2013	355	315	118	162	329	202	81	163	250	x	238	220	

* Suma czasów przejazdu do pozostałych 9 ośrodków dzielona przez 9.

nia miast wschodniej Polski (zwłaszcza Lublina i Białegostoku, ale w drugiej kolejności także Rzeszowa i Olsztyna), jako ośrodków przejmujących funkcje metropolitalne (ryc. 6.4). Nawet bardzo ambitne plany inwestycyjne nie poprawią bowiem zdecydowanie dostępności wschodnich krańców kraju do ośrodków MEGA. Dotyczy to zwłaszcza sieci kolejowej. Potrzeba analogicznego wsparcia dla innych miast w kraju (z punktu widzenia dostępności z terenów

Tabela 6.4

Prognozowana poprawa wzajemnej dostępności
największych ośrodków MEGA 8+2 w latach 2008-2013 (2008=100)

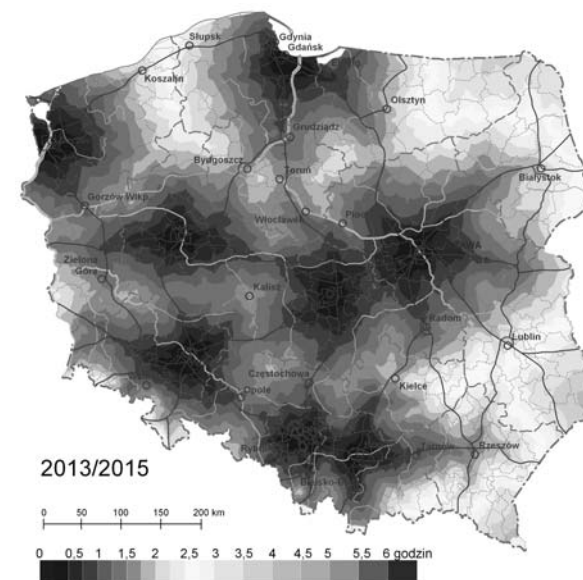
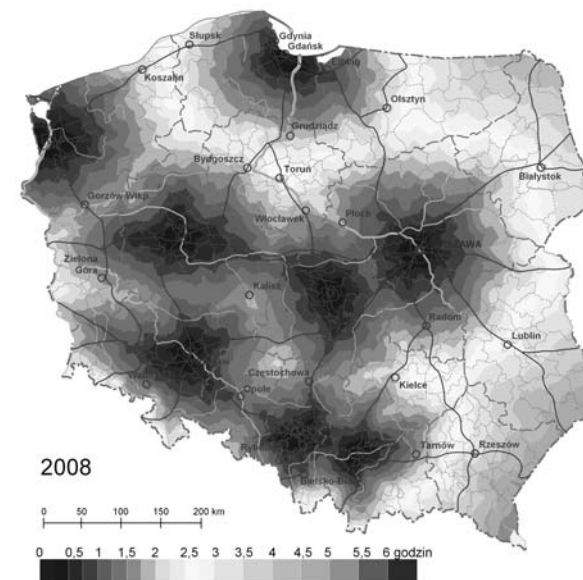
Ośrodek		Drogowa w minutach										Średnia do- stępność do pozostałych MEGA*	
		Białystok	Gdańsk	Katowice	Kraków	Lublin	Łódź	Poznań	Szczecin	Warszawa	Wrocław			drogowa	kolejowa
Kolejowa w minutach	Białystok	x	86,7	74,4	74,9	81,9	67,4	73,7	74,7	74,8	79,1	76,3	84,8
	Gdańsk	78,3	x	59,4	61,7	80,2	56,7	70,5	97,2	79,1	80,0	73,4	80,8
	Katowice	92,3	78,5	x	82,0	66,1	79,6	81,5	87,3	78,8	97,6	75,4	79,7
	Kraków	86,3	74,7	53,8	x	67,9	81,1	82,2	86,2	76,2	91,6	76,3	74,9
	Lublin	97,0	78,8	99,6	88,3	x	88,0	84,9	82,2	86,6	86,2	80,5	88,6
	Łódź	81,8	76,6	100,0	87,6	99,5	x	100,0	86,4	66,7	89,3	77,8	84,8
	Poznań	91,0	94,7	72,9	74,7	93,7	96,5	x	79,6	75,7	98,6	80,9	81,6
	Szczecin	74,0	93,6	61,9	61,9	75,3	69,9	47,9	x	76,2	81,6	83,2	68,0
	Warszawa	92,5	68,1	92,1	82,3	100,0	70,0	90,1	68,5	x	85,5	78,3	80,3
Wrocław	85,2	85,4	78,4	69,7	90,8	98,2	61,5	54,6	82,5	x	85,3	80,0	

* Suma czasów przejazdu do pozostałych 9 ośrodków dzielona przez 9.

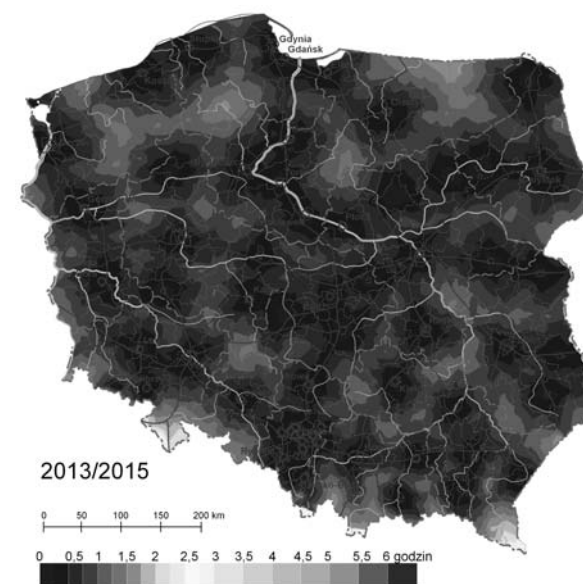
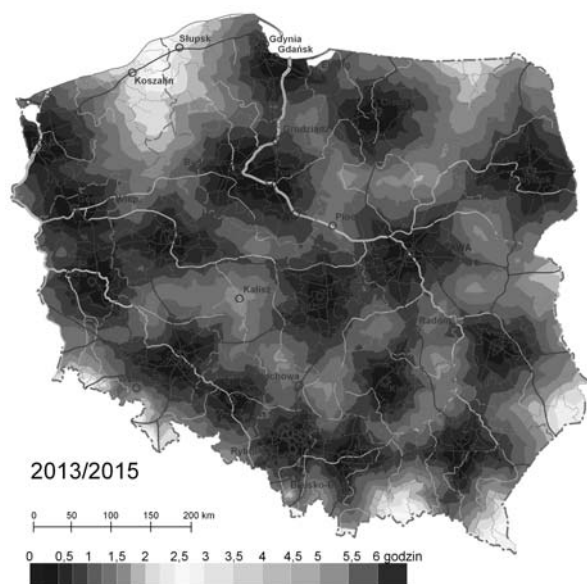
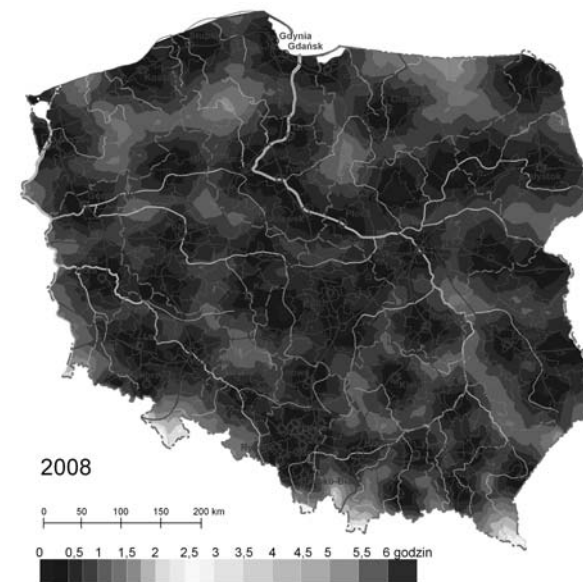
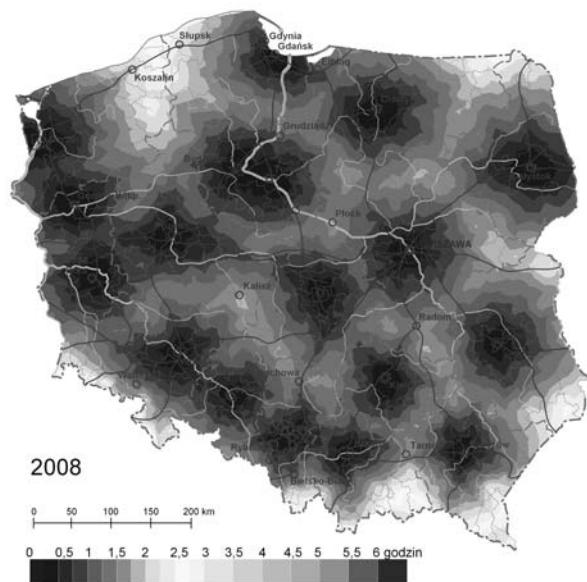
Tabela 6.5

Współczynniki dostępności wzajemnej (suma czasów przejazdu
między wszystkimi parami ośrodków dzielona przez liczbę relacji)

Grupy ośrodków	Dostępność	Współczynnik		Poprawa dostępności, 2008=100
		2008	2013	
MEGA 8	drogowa	272	215	79,0
	kolejowa	252	190	75,4
MEGA 8+2	drogowa	299	235	78,5
	kolejowa	264	210	79,5
Ośrodki wojewódzkie	drogowa	288	233	80,9
	kolejowa	266	223	83,8
Miasta powiatowe grodzkie oraz były wojewódzkie nie będące obecnie powiatami grodzkimi	drogowa	295	227	76,9
	kolejowa	270	234	86,7

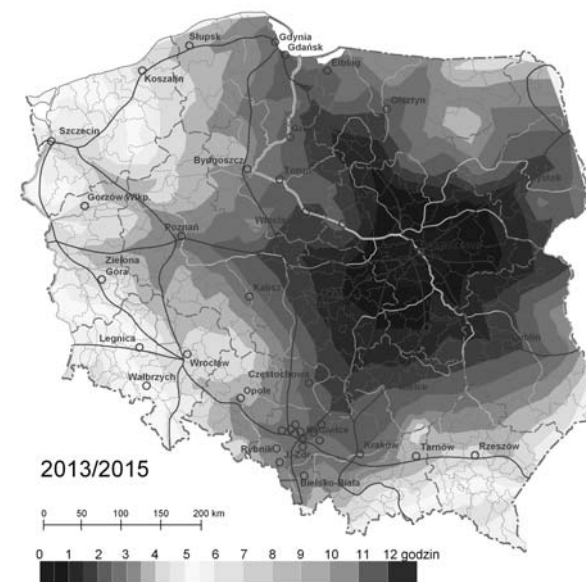
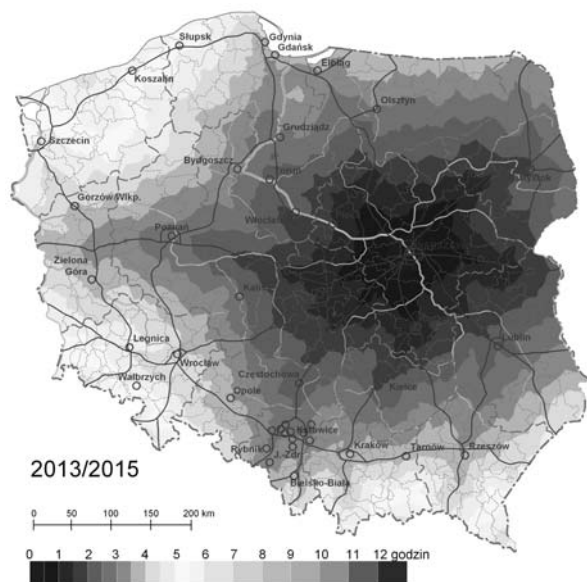
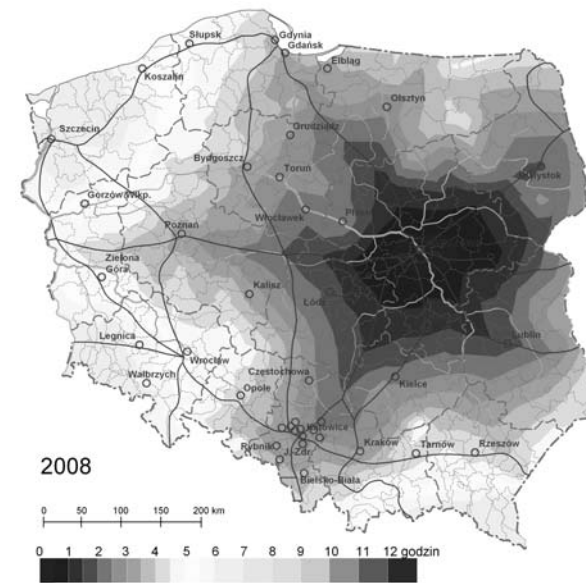
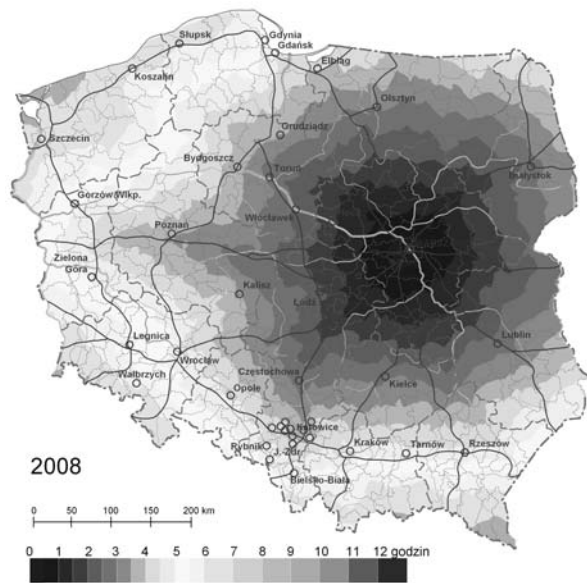


Ryc. 6.4 Drogowa dostępność komunikacyjna do miast MEGA w 2008 i 2013 r.
Źródło: Opracowanie własne (ryc. 6.4-6.21).



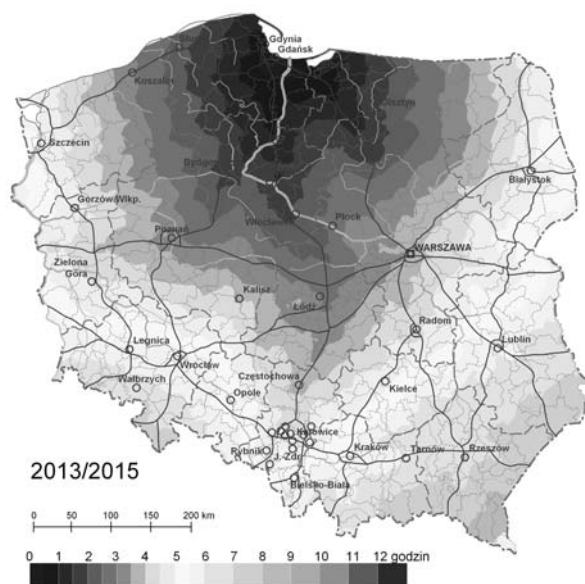
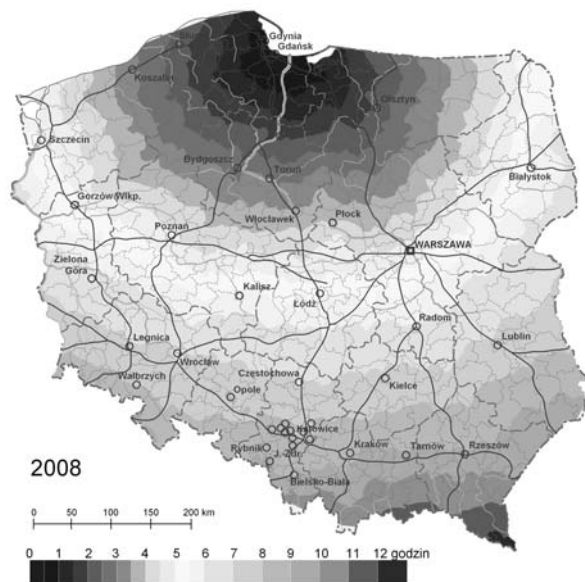
Ryc. 6.5. Drogową dostępność komunikacyjną do miast wojewódzkich w 2008 i 2013 r.

Ryc. 6.6. Drogową dostępność komunikacyjną do ośrodków subregionalnych w 2008 i 2013



Ryc. 6.7. Drogową dostępność komunikacyjną do Warszawy w 2008 i 2013 r.

Ryc. 6.8. Kolejową dostępność komunikacyjną do Warszawy w 2008 i 2013 r.



Ryc. 6.9. Drogowa dostępność komunikacyjna do Gdańska w 2008 i 2013 r.

otaczających) nie jest już tak oczywista. Poprawa dostępności może tam być osiągnięta wyłącznie przez nowe inwestycje infrastrukturalne.

Obszary o gorszej dostępności do ośrodków wojewódzkich (ryc. 6.5) na Pomorzu Środkowym i na krańcach południowych i południowo-wschodnich pozostaną nimi w 2013 r. Zamierzenia inwestycyjne nie likwidują strefy słabej dostępności w rejonie północnego Mazowsza i wschodnich Mazur.

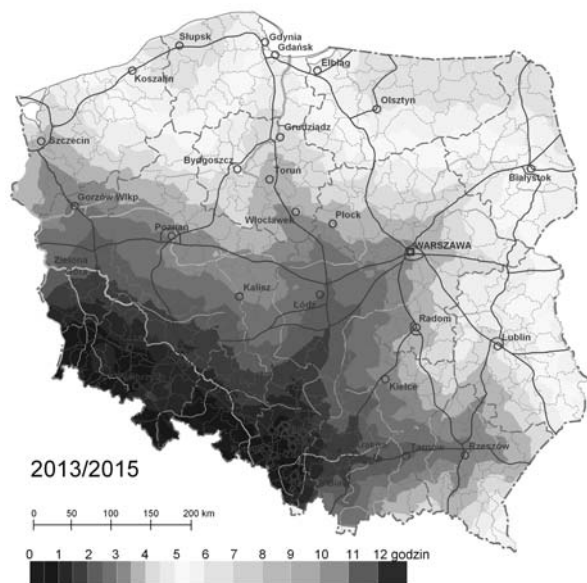
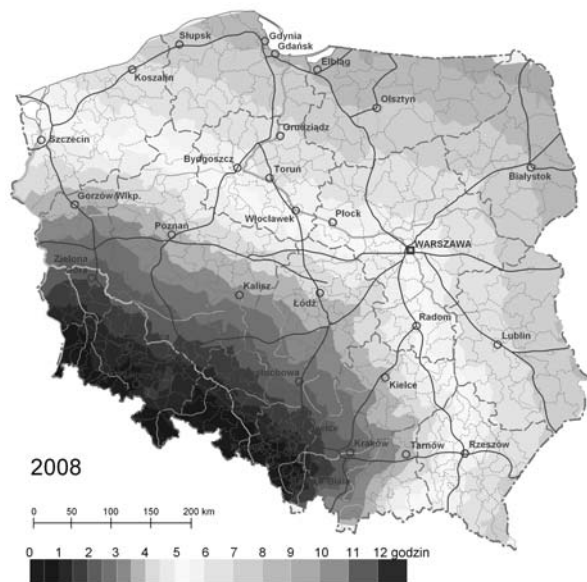
Na podstawie przeprowadzonych analiz można również wyodrębnić kilka regionów o bardzo niskiej dostępności w 2013 r. oraz względem sieci ośrodków subregionalnych (ryc. 6.6.). Należą do nich Kotlina Kłodzka, Bieszczady i północne części Mazur.

Relatywnie słabiej dostępnymi ze stolicy w 2013 r. pozostaną Wrocław, Szczecin i Rzeszów wraz z otaczającymi je regionami (ryc. 6.7, 6.8). Na uwagę zasługuje obraz dostępności drogowej do Gdańska (największego zespołu portowego; ryc. 6.9). W 2013 r. będzie się on odznaczał wyraźnie lepszą sytuacją na kierunku ściśle południowym (autostrada A1), z zauważalnie gorszą dostępnością z Warszawy i Poznania. Podobna sytuacja występuje w przypadku Szczecina. Jest ona dowodem na niedostosowanie planów rozwoju sieci do rzeczywistego układu ośrodków będących zapleczem portów bałtyckich. Ośrodkiem MEGA, który najszybciej skorzysta na nowych inwestycjach infrastrukturalnych, jest bez wątpienia konurbacja górnośląska. Także i w tym przypadku dostępność drogowa będzie się jednak poprawiać w układzie szachownicowym (czyli w stronę Krakowa, Wrocławia i Łodzi), a nie heksagonalnym (skośnym), zwłaszcza w kierunku stolicy kraju.

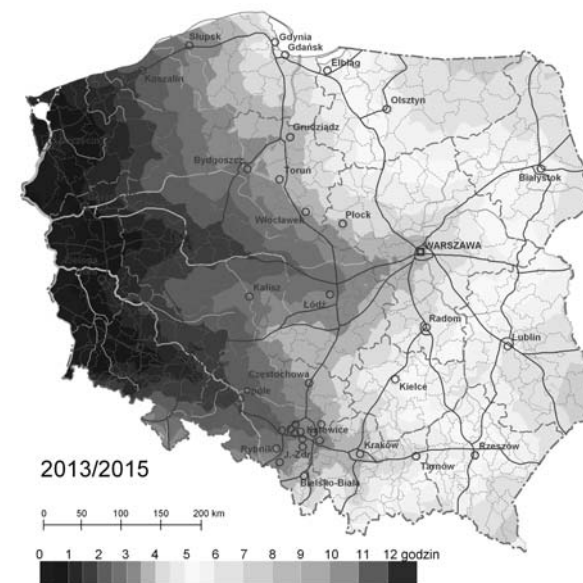
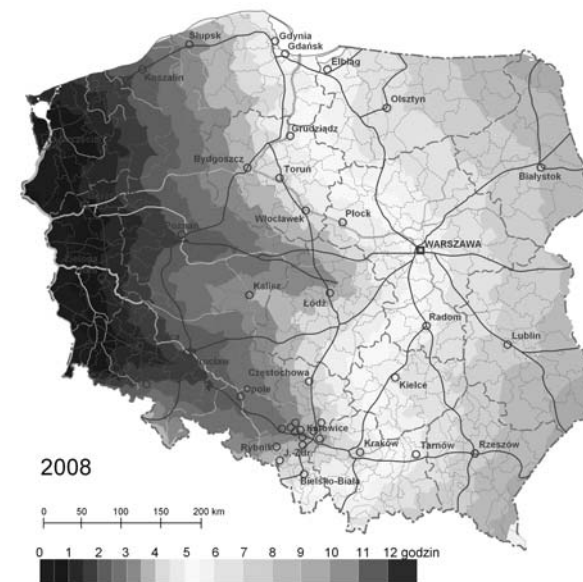
6.2.2. Dostępność do przestrzeni europejskiej

Analizując dostępność ośrodków MEGA 8+2 do przestrzeni europejskiej skupiono się na czasach dojazdu do granicy niemieckiej i czeskiej, a także odrębnie do Berlina. W ostatnim wymienionym przypadku doliczono czasy dojazdu do stolicy Niemiec (siecią drogową i kolejową) od przejść granicznych z Polską. Przyjęto przy tym, że średnia prędkość podróży na niemieckich autostradach wynosi 130 km/h, natomiast do analizy dostępności kolejowej wykorzystano czasy przejazdu pociągiem zawarte w obowiązującym rozkładzie jazdy. Dodatkowo zbadano zmiany dostępności wybranych par przejść granicznych mogących stanowić ważne punkty na szlakach tranzytowych.

Na podstawie tak przeprowadzonych badań stwierdzono, że dostępność do granicy niemieckiej jest i pozostanie znacznie lepsza, niż do granicy czeskiej



Ryc. 6.10. Drogowa dostępność komunikacyjna do przejść granicznych z Czechami w 2008 i 2013 r.



Ryc. 6.11. Drogowa dostępność komunikacyjna do przejść granicznych z Niemcami w 2008 i 2013 r.

Tabela 6.6

Dostępność ośrodków MEGA 8+2 do przestrzeni europejskiej

Ośrodek	Rok (okres)	Dostępność w minutach i poprawa w 2013/2015 r. (2008 = 100)					
		do granicy niemieckiej*		do granicy czeskiej**		do Berlina***	
		drogowa	kolejowa	drogowa	kolejowa	drogowa	kolejowa
Białystok	2008	472	394	470	337	522	484
	2013	337	361	313	295	387	451
	2008-2013	71,4	91,6	66,6	87,5	74,1	93,2
Gdańsk	2008	315	265	493	430	379	370
	2013	269	249	303	330	319	354
	2008-2013	85,4	94,0	61,5	76,7	84,2	95,7
Katowice	2008	204	247	72	64	283	421
	2013	181	215	58	43	261	353
	2008-2013	88,7	87,0	80,6	67,2	92,2	83,8
Kraków	2008	267	330	144	104	345	495
	2013	230	259	107	72	323	398
	2008-2013	86,1	78,5	74,3	69,2	93,6	80,4
Lublin	2008	446	386	402	276	496	476
	2013	356	361	266	255	406	451
	2008-2013	79,8	93,5	66,2	92,4	81,9	94,7
Łódź	2008	222	255	236	198	272	345
	2013	184	243	148	177	234	333
	2008-2013	82,9	95,3	62,7	89,4	86,0	96,5
Poznań	2008	124	93	224	237	174	183
	2013	86	87	186	187	136	177
	2008-2013	69,4	93,5	83,0	78,9	78,2	96,7
Szczecin	2008	18	16	297	403	84	121
	2013	18	16	231	269	84	121
	2008-2013	100,0	100,0	77,8	66,7	100,0	100,0
Warszawa	2008	316	280	307	223	366	370
	2013	226	256	203	190	276	346
	2008-2013	71,5	91,4	66,1	85,2	75,4	93,5

Wrocław	2008	112	108	97	116	190	282
	2013	83	108	80	116	168	245
	2008-2013	74,1	100,0	82,5	100,0	88,4	86,9
Średnia z MEGA	2008	250	237	274	239	311	355
	2013	197	215	189	194	260	323
	2008-2013	78,8	90,7	69,0	81,2	83,6	91,0

* Do najbliższego punktu przecięcia sieci z granicą niemiecką.

** Do najbliższego punktu przecięcia sieci z granicą czeską.

*** Do najbliższego punktu przecięcia sieci z granicą niemiecką plus szacowany czas przejazdu na terenie Niemiec.

(ryc. 6.10 i 6.11). W latach 2008-2013 największą poprawę dostępności drogowej do granicy niemieckiej zaobserwujemy w Warszawie, Białymstoku, Poznaniu i Wrocławiu, a kolejowej w Krakowie (tab. 6.6 i 6.7). W przypadku granicy czeskiej poprawa ujawni się natomiast w Warszawie i Białymstoku. Dostępność do Berlina polepszy się głównie w odniesieniu do sieci drogowej, przede wszystkim dla Warszawy i Łodzi.

Tabela 6.7

Szacowane czasy przejazdu do Berlina z przejść granicznych

Przejście graniczne	Odległość w km	Czas przejazdu w minutach
Drogowe		
Kołbaskowo	140	64
Kostrzyn	90	41
Świecko	110	50
Gubin	180	83
Olszyna	160	73
Jędrzychowice	280	129
Kolejowe		
Szczecin-Gumieńce		105
Kostrzyn		90
Kunowice		90
Zasieki		150
Zgorzelec/Bielawa		180

Tabela 6.8

Wzajemna dostępność przejść granicznych

Pary przejść	Dostępność wzajemna w minutach		Poprawa dostępności (2008=100)
	2008	2013	2013
Drogowe			
Kolbaskowo-Gronowo	370	342	92,4
Kolbaskowo-Budzisko	582	470	80,8
Świecko-Gronowo	412	315	76,4
Świecko-Budzisko	568	414	72,8
Świecko-Kuźnica Białostocka	529	391	73,9
Świecko-Terespol	488	349	71,4
Świecko-Dorohusk	522	406	77,8
Świecko-Hrebenne	578	476	82,3
Olszyna-Korczowa	543	404	74,5
Jędrzychowice-Korczowa	537	359	66,8
Lubawka-Świnoujście	386	307	79,4
Lubawka-Gdynia	521	404	77,5
Lubawka-Budzisko	640	495	77,4
Lubawka-Terespol	547	430	78,7
Boboszków-Świnoujście	467	414	88,8
Boboszków-Gdynia	554	468	84,4
Cieszyn-Gdynia	571	346	60,6
Cieszyn-Budzisko	571	413	72,3
Cieszyn-Terespol	478	347	72,6
Barwinek-Gdynia	692	463	66,9
Barwinek-Budzisko	601	402	66,8
Kolejowe			
Kunowice-Braniewo	390	379	97,3
Kunowice-Trakiszki	529	482	91,1
Kunowice-Terespol	418	313	74,8
Kunowice-Dorohusk	453	398	87,9
Zasieki-Medyka	550	464	84,3
Zgorzelec-Medyka	483	397	82,1
Zebrzydowice-Świnoujście	524	378	72,2
Zebrzydowice-Gdynia	453	348	76,8
Zebrzydowice-Trakiszki	472	416	88,2

Spośród relacji tranzytowych, czyli wzajemnej dostępności par przejść granicznych, w okresie 2008-2013 poprawa uwidoczni się w relacjach północ-południe (Gdańsk–Cieszyn) i wschód-zachód (Jędrzychowice–Korczowa; tab. 6.8). Wyraźnie mniejsze zmiany zajdą, jeśli chodzi o dostępność (zwłaszcza kolejową) na kierunkach skośnych (szczególnie w relacjach do przejść litewskich i rosyjskich).

6.2.3. Dostępność do regionów turystycznych

Dostępność do regionów turystycznych jest jedną z głównych determinant wzrostu znaczenia turystyki w gospodarce narodowej. Z powodu wzrostu zamożności mieszkańców Polski trzeba z pewnością spodziewać się wzrostu mobilności turystycznej. Ponieważ presja turystyczna w wielu miejscach już obecnie jest bardzo wysoka, jest oczywiste, że popyt ten wymaga racjonalnego skierowania w mniej uczęszczane miejsca. Przykładowo, takim obszarem recepcji mogłyby się stać regiony wyludniające się, zwłaszcza we wschodniej Polsce. Byłoby to korzystne dla rozwoju regionalnego, np. zagospodarowania porzucanej infrastruktury. Warunkiem jest tutaj dobra dostępność komunikacyjna, pozwalająca na rozwój funkcji lotniskowych.

W opracowaniu zbadano dostępność do wybranych pięciu regionów turystycznych: Pomorza Zachodniego i Wschodniego, Sudetów, Karpat i Mazur. Analizę uproszczono w ten sposób, że każdorazowo wybrano kilka najważniejszych ośrodków (odrębnie dla każdego regionu turystycznego), do których liczone faktyczną dostępność czasową. Stwierdzono, że obecnie najlepiej dostępne z krajowych ośrodków MEGA 8+2 są Mazury, zaś najslabiej Pomorze Zachodnie (tab. 6.9, ryc. 6.12). Tam też modernizacje infrastruktury transportowej przewidziane w okresie 2008-2013 prawie wcale nie przyniosą efektu.

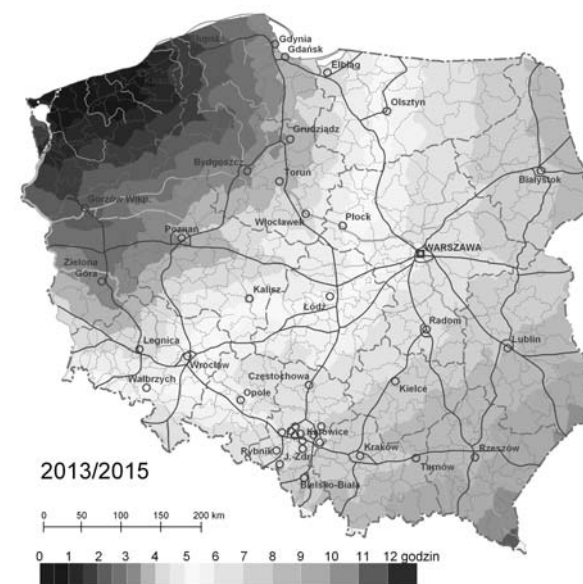
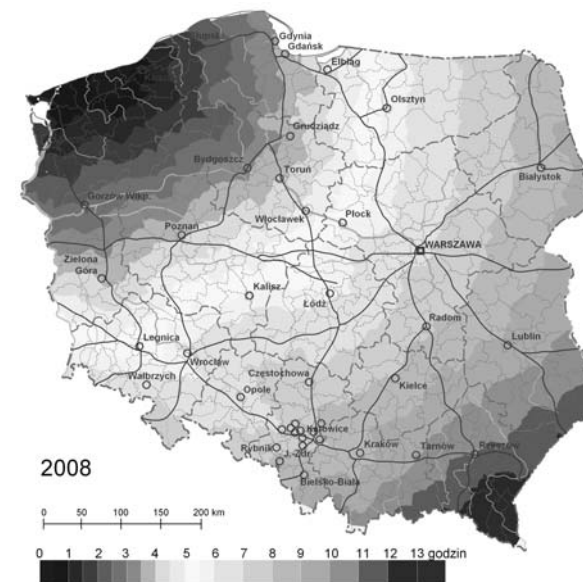
Na uwagę zasługuje szczególnie porównanie czasów przejazdów z największych polskich metropolii do tych regionów turystycznych, które stanowią dla nich tradycyjne miejsca pobytów. Przykładowo dla Warszawy czas przejazdu samochodem na Mazury nie zmieni się w 2013 r. w stosunku do stanu obecnego i wyniesie nadal ok. 3 godzin w jedną stronę (w praktyce jest to czas znacznie dłuższy, ze względu na częstą kongestię weekendową; tab. 6.10).

Dostępność regionów turystycznych do przestrzeni europejskiej (tab. 6.11 i 6.12) jest i pozostanie silnie zróżnicowana. Dotyczy to zwłaszcza Pomorza Wschodniego, Karpat i Mazur. Swoją dostępność zewnętrzną relatywnie na tle innych regionów najbardziej poprawią Mazury. Warto zwrócić uwagę, że obec-

Tabela 6.9

Dostępność regionów turystycznych z ośrodków MEGA 8+2 w minutach
(czas przejazdu do najbliższego z analizowanych ośrodków danego regionu turystycznego)

Ośrodek	Rok	Pomorze Zachodnie		Pomorze Wschodnie		Mazury		Sudety		Karpaty	
		drogowa	kolejowa	drogowa	kolejowa	drogowa	kolejowa	drogowa	kolejowa	drogowa	kolejowa
Białystok	2008	503	471	352	328	105	115	564	507	508	348
	2013	467	397	313	257	97	115	454	454	369	299
Gdańsk	2008	230	156	39	14	185	190	535	473	591	440
	2013	230	151	39	11	160	170	419	417	365	333
Katowice	2008	468	474	500	380	402	382	213	235	110	75
	2013	416	337	307	298	315	334	212	202	110	47
Kraków	2008	530	517	545	400	443	403	275	317	130	111
	2013	464	382	347	300	347	335	261	246	103	76
Lublin	2008	554	468	463	326	270	328	505	447	292	287
	2013	486	397	369	257	248	293	420	414	216	258
Łódź	2008	348	367	337	293	256	321	322	317	274	209
	2013	320	317	202	225	210	260	284	314	210	180
Poznań	2008	234	217	296	240	338	299	267	232	382	315
	2013	226	161	222	240	292	299	236	183	311	233
Szczecin	2008	93	79	287	235	450	423	345	354	492	482
	2013	93	77	287	222	417	390	282	265	422	315
Warszawa	2008	396	363	305	221	168	223	401	394	345	234
	2013	357	292	239	152	141	187	344	349	265	193
Wrocław	2008	375	340	424	363	431	418	136	111	227	194
	2013	318	229	348	314	372	381	116	111	204	162
Średnia z MEGA	2008	373	345	358	280	305	310	357	338	336	269
	2013	338	274	267	227	260	276	303	295	257	209



Ryc. 6.12. Drogowa dostępność komunikacyjna do Pomorza Zachodniego w 2008 i 2013 r.

Tabela 6.10

Prognozowana poprawa dostępności regionów turystycznych z ośrodków MEGA 8+2 w 2013/2015 r., 2008 = 100

Ośrodek	Pomorze Zachodnie		Pomorze Wschodnie		Mazury		Sudety		Karpaty	
	drogowa	kolejowa	drogowa	kolejowa	drogowa	kolejowa	drogowa	kolejowa	drogowa	kolejowa
Białystok	92,8	84,3	88,9	78,4	92,4	100,0	80,5	89,5	72,6	85,9
Gdańsk	100,0	96,8	100,0	78,6	86,5	89,5	78,3	88,2	61,8	75,7
Katowice	88,9	71,1	61,4	78,4	78,4	87,4	99,5	86,0	100,0	62,7
Kraków	87,5	73,9	63,7	75,0	78,3	83,1	94,9	77,6	79,2	68,5
Lublin	87,7	84,8	79,7	78,8	91,9	89,3	83,2	92,6	74,0	89,9
Łódź	92,0	86,4	59,9	76,8	82,0	81,0	88,2	99,1	76,6	86,1
Poznań	96,6	74,2	75,0	100,0	86,4	100,0	88,4	78,9	81,4	74,0
Szczecin	100,0	97,5	100,0	94,5	92,7	92,2	81,7	74,9	85,8	65,4
Warszawa	90,2	80,4	78,4	68,8	83,9	83,9	85,8	88,6	76,8	82,5
Wrocław	84,8	67,4	82,1	86,5	86,3	91,1	85,3	100,0	89,9	83,5
Średnia z MEGA	90,6	79,4	74,6	81,1	85,2	89,0	84,9	87,3	76,5	77,7

Tabela 6.11

Dostępność regionów turystycznych z przestrzeni europejskiej

	Rok	Pomorze Zachodnie		Pomorze Wschodnie		Mazury		Sudety		Karpaty	
		drogowa	kolejowa	drogowa	kolejowa	drogowa	kolejowa	drogowa	kolejowa	drogowa	kolejowa
Z granicy niemieckiej*	2008	104	95	298	251	440	392	106	63	303	292
	2013	94	93	287	238	356	386	105	63	260	259
Z granicy czeskiej**	2008	372	446	504	444	475	446	6	29	58	56
	2013	304	335	325	342	333	377	6	29	56	35
Z Berlina ***	2008	168	200	362	356	490	482	235	243	432	466
	2013	158	198	341	343	406	476	235	243	389	397

* Do najbliższego punktu przecięcia sieci z granicą niemiecką.

** Do najbliższego punktu przecięcia sieci z granicą czeską.

*** Do najbliższego punktu przecięcia sieci z granicą niemiecką plus szacowany czas przejazdu na terenie Niemiec.

Tabela 6.12

Prognozowana poprawa dostępności regionów turystycznych z przestrzeni europejskiej w 2013/2015 r., 2008 = 100

	Pomorze Zachodnie		Pomorze Wschodnie		Mazury		Sudety		Karpaty	
	drogowa	kolejowa	drogowa	kolejowa	drogowa	kolejowa	drogowa	kolejowa	drogowa	kolejowa
Z granicy niemieckiej*	90,4	97,9	96,3	94,8	80,9	98,5	99,1	100,0	85,8	88,7
Z granicy czeskiej**	81,7	75,1	64,5	77,0	70,1	84,5	100,0	100,0	96,6	62,5
Z Berlina ***	94,0	99,0	94,2	96,3	82,9	98,8	100,0	100,0	90,0	85,2

* Do najbliższego punktu przecięcia sieci z granicą niemiecką.

** Do najbliższego punktu przecięcia sieci z granicą czeską.

*** Do najbliższego punktu przecięcia sieci z granicą niemiecką plus szacowany czas przejazdu na terenie Niemiec.

nie obowiązujące plany poprawiają tę dostępność w nikłym stopniu. Przykładowo, dla granicy niemieckiej i Pomorza (Wschodniego i Zachodniego) zaledwie o ok. 10%. Większej poprawie ulega osiągalność Mazur (o ok. 30%), natomiast w przypadku Sudetów i Karpat nie zmienia się w żadnym z wariantów. Jest to oczywiście efekt istnienia odpowiedniej, wystarczającej sieci dróg.

6.2.4. Dostępność do portów lotniczych

O wielkości popytu na przewozy lotnicze decyduje dostępność portu lotniczego w skali lokalnej. Jej wyrazem jest koncentracja ludności i podmiotów gospodarczych w umownej strefie dojazdu 60-minutowego (tab. 6.13). Wskaźnik ten jest silnie zależny od stanu rozbudowy infrastruktury drogowej w regionie lotniska. W chwili obecnej (2009) najwięcej potencjalnych pasażerów zamieszkuje w strefie 60-minutowego dojazdu do portu Warszawa-Okęcie (3,1 mln), Katowice Pyrzowice i Kraków Balice (oba ponad 2 mln), najmniej w sąsiedztwie lotnisk w Zielonej Górze, Rzeszowie i Szczecinie. Rozwój infrastruktury drogowej w ramach programów realizowanych do 2013/2015 r. spowoduje wyraźne powiększenie potencjału demograficznego w obrębie strefy 60-minutowego dojazdu do Katowic-Pyrzowic (do 3,9 mln), Krakowa-Balicy (z 2,3 do 3,1 mln) i Rzeszowa Jasionki. Rozwój strefy w przypadku Warszawy Okęcie będzie znacznie mniejszy (wzrost o ok. 300 tys.

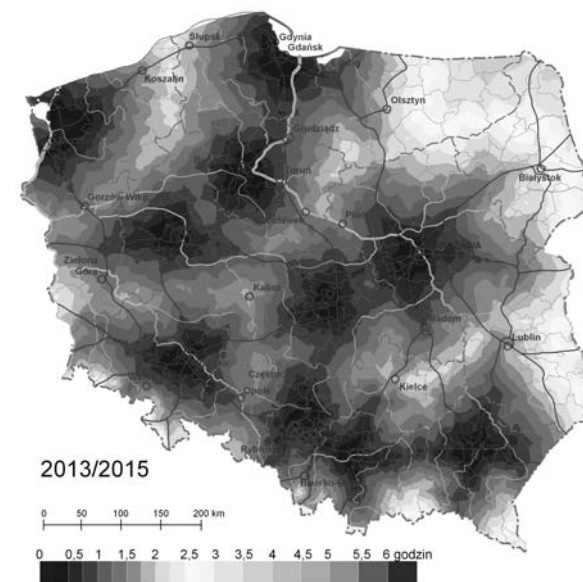
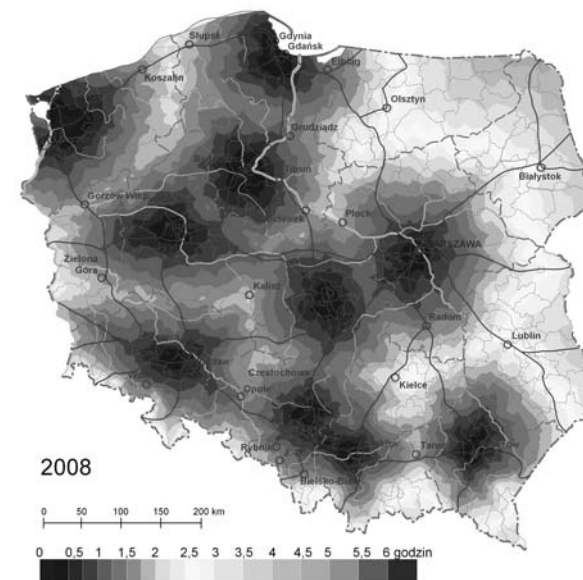
Tabela 6.13

Liczba i udziały mieszkańców w strefach dostępności do portów lotniczych

Sieci lotnisk	Strefa dostępności czasowej					
	30 min		60 min		90 min	
	2008	2013	2008	2013	2008	2013
Dostępność drogowa						
Istniejące (tys.)	7 500	8 938	16 418	19 885	24 914	29 574
Istniejące i planowane (tys.)	–	11 033	–	25 285	–	35 589
Istniejące (%)	19,7	23,4	43,1	52,2	65,3	77,6
Istniejące i planowane (%)	–	28,9	–	66,3	–	93,3
Dostępność kolejowa						
Istniejące (tys.)	8 796	10 035	18 309	20 400	28 178	30 114
Istniejące i planowane (tys.)	–	12 584	–	25 679	–	34 854
Istniejące (%)	23,1	26,3	48,0	53,5	73,9	79,0
Istniejące i planowane (%)	–	33,0	–	67,4	–	91,4

osób). Także liczba mieszkańców w obrębie izochrony 60 min wokół lotniska w Łodzi nie ulegnie znacznemu przyrostowi. Potwierdza to ogólniejszą tezę, że głównymi beneficjentami obecnego programu budowy autostrad i dróg ekspresowych w Polsce będą regiony południowe, a nie centralne. Nie bez znaczenia jest także dogodne położenie lotnisk w Balicach i Pyrzowicach w docelowym systemie drogowym (bezpośrednie sąsiedztwo już istniejących lub budowanych autostrad). Spośród portów lotniczych, których uruchomienie jest planowane w perspektywie 2015 r. największą koncentracją potencjału demograficznego w strefie godzinnej dojazdu odznacza się bez wątpienia Modlin (3,3 mln osób).

Wcześniejsze badania dostępności do istniejącej i planowanej sieci lotnisk cywilnych (z ruchem rozkładowym; Śleszyński, Komornicki 2009), dowodzą, że obecnie w obrębie drogowej izochrony 60 min od najbliższego portu lotniczego mieszka 43% ludności Polski, a w obrębie izochrony 90 min – 65%. Rozwój infrastruktury drogowej (bez uruchamiania nowych portów lotniczych) spowoduje, że wielkości te wzrosną w 2013 r. odpowiednio do 52 i 78%. Analizy wskazują zatem, że dostępność transportowa do portów lotniczych ogólnie nie jest zła,



Ryc. 6.13. Drogowa dostępność komunikacyjna do lotnisk w 2008 i 2013 r.

szczególnie na tle pozostałych kategorii dostępu (sieć osadnicza, przestrzeń europejska, regiony turystyczne). Zadawalający stan zostanie jednak osiągnięty pod warunkiem realizacji co najmniej kilku nowych lotnisk regionalnych.

Reasumując, należy stwierdzić, że realizowane obecnie programy (*Rządowy Program Budowy Autostrad i Dróg Ekspresowych* oraz *Programy Operacyjne* wspierane ze środków Unii Europejskiej, w tym przede wszystkim *PO Infrastruktura i Środowisko*) przyczynią się w perspektywie 2013/2015 r. do poprawy dostępności do polskich lotnisk, nawet jeżeli w badanym okresie nie otwierano nowych cywilnych portów lotniczych. Istotnie wzrośnie liczba mieszkańców oraz podmiotów gospodarczych położonych relatywnie blisko najbliższego lotniska. Jednocześnie wpływ inwestycji drogowych na dostępność lotnisk będzie zróżnicowany regionalnie (z preferencją dla południowej Polski).

Zgodnie z wynikami analizy (szczegółowo przedstawionymi w publikacji Śleszyńskiego i Komornickiego 2009), obecnie obszarami o zdecydowanie niedostatecznej dostępności do transportu lotniczego są regiony Lublina, Białegostoku i Mazur (ryc. 6.13). Potrzeba uruchomienia kolejnych portów w Kielcach, Opolu czy na Pomorzu Środkowym jest względem nich drugorzędna.

6.2.5. Podsumowanie analizy na potrzeby KPZK

Podsumowując można przyjąć, że analiza przeprowadzona na potrzeby nowej *Koncepcji Przestrzennego Zagospodarowania Kraju (do roku 2030)* potwierdziła, że rozwój infrastruktury będzie w najbliższych latach (2008-2013) znaczny, ale selektywny. Poprawa dostępności w tym okresie wystąpi w pewnych tylko relacjach, upośledzając (relatywnie) pozostałe. Daje to podstawy do krytyki obowiązujących planów inwestycyjnych (patrz rozdz. 7). Potwierdzono szczególnie obniżoną dostępność ze stolicy do województw zachodniopomorskiego, dolnośląskiego i podkarpackiego (obecną i przewidywaną w 2013 r.). Ma to jednoznaczne przełożenie na rekomendacje odnośnie do przedsięwzięć infrastrukturalnych po 2013/15 r. W perspektywie 2015 r. poprawa dostępności do podstawowej sieci osadniczej będzie zauważalna, ale nie zasadnicza. Relatywnie mniej poprawi się dostępność do centrów subregionalnych. Wzajemna dostępność ośrodków wojewódzkich ulegnie zróżnicowaniu. Największą poprawą dostępności drogowej odnotuje się w relacjach z Gdańskiem i Katowicami, a w sieci kolejowej z Warszawy i Krakowa. W ujęciu przestrzennym relatywnie słabiej dostępnymi ze stolicy w 2013 r. pozostaną regiony Wrocławia, Szczecina i Rzeszowa. Obszary o gorszej dostępności do

ośrodków wojewódzkich utrzymają się na Pomorzu Środkowym i na krańcach południowych i południowo-wschodnich (*Ekspercki Projekt...* 2008).

Czas dojazdu do ośrodków subregionalnych (miasta na prawach powiatu oraz nie posiadające tego statusu dawne ośrodki wojewódzkie) jest pośrednim wskaźnikiem dostępności do sieci podstawowych usług publicznych w skali mezo. Ośrodki subregionalne są najczęściej siedzibami uczelni wyższych (minimum państwowych zawodowych lub prywatnych), specjalistycznych szpitali i placówek kultury. W strefie 30-minutowego dojazdu transportem drogowym do takich miast (dostępność dobra) mieszka obecnie 53% ludności Polski, a w obrębie izochrony 60 min (dostępność zadawalająca) – 90%. Mimo to możliwe jest wyodrębnienie obszarów o zdecydowanie niezadawalającej dostępności zarówno obecnie (2008), jak i w perspektywie 2013 r. Należą do nich m.in.: Kotlina Kłodzka, Bieszczady, północne Mazury i niektóre fragmenty Pojezierza Pomorskiego. Obszarami o zdecydowanie niedostatecznej dostępności do transportu lotniczego są regiony Lublina, Białegostoku i Mazur (*ibid.*).

Dostępność do granicy niemieckiej jest i pozostanie w 2013 r. lepsza niż do innych granic, w tym do relatywnie upośledzonej pod tym względem granicy czeskiej. Dostępność do Berlina poprawi się głównie w sieci drogowej, przede wszystkim dla Warszawy, Łodzi. Spośród relacji tranzytowych (wzajemna dostępność przejść granicznych) poprawa uwidoczni się w relacjach drogowych północ-południe (Gdańsk–Cieszyn) i zachód-wschód (Jędrzychowice–Korczowa). Wyraźnie mniejsze zmiany zajdą w relacjach skośnych (granica litewska–granica czeska) i w relacjach kolejowych. Dostępność polskich regionów turystycznych z przestrzeni europejskiej jest i pozostanie silnie zróżnicowana. Najlepsza charakteryzuje Pomorze Zachodnie i Sudety; wyraźnie słabsza Pomorze Wschodnie, Karpaty i Mazury. Do 2013 r. najbardziej poprawi się dostępność zewnętrzna Mazur (*ibid.*).

6.3. Międzygałęziowa dostępność transportowa

W podrozdziale przedstawiono wyniki badań nad wskaźnikiem dostępności międzygałęziowej obliczanym za pomocą dostępności potencjalnej. Uzyskany zestaw wskaźników dostępności pozwala na porównania dynamiczne (po ich obliczeniu w przyszłych latach lub jako symulacja/prognoza), międzyregionalne (między 16 województwami, 286 węzłami 75 punktami granicznymi oraz względem sytuacji krajowej). Nie jest celowe dokonywanie porównań międzymodalnych, gdyż poszczególne rodzaje sieci charaktery-

zują się różnymi wagami, wynikającymi z oszacowania pracy przewozowej. W szczególności możliwe jest:

- wskazanie województw (przejść granicznych) o relatywnie niższym lub relatywnie wyższym poziomie dostępności w skali kraju (w transporcie pasażerskim, towarowym i ogółem, a także w obrębie sieci drogowej, kolejowej, lotniczej i żeglujowej);
- zbadanie efektów rzeczywistych inwestycji lub symulację efektów inwestycji planowanych, przez porównanie uzyskanego wskaźnika ze wskaźnikiem obliczonym dla roku bazowego (np. 2008);
- określenie regionalnych beneficjentów zrealizowanych lub planowanych inwestycji;
- symulację efektów zmian w podziale pracy przewozowej.

Wskaźnik krajowy sumaryczny dostępności daje syntetyczną miarę dostępności wzajemnej 286 węzłów rzeczywistych w transporcie pasażerskim i towarowym z wykorzystaniem sieci drogowej, kolejowej, lotniczej i żeglujowej, uwzględniając ich udział w pracy przewozowej.

Wskaźnik dostępności międzygałęziowej (w MDT) obliczony dla Polski w 2008 r. wyniósł 0,3190 dla transportu pasażerskiego oraz 0,3388 dla towarowego (tab. 6.14). Różnica w obu wielkościach wskazuje na nieco lepsze dopasowanie istniejących sieci transportowych do rozkładu geograficznego potencjału ekonomicznego niż demograficznego. Można to interpretować jako wyraz spuścizny polityki transportowej okresu gospodarki centralnie planowanej, której cele były przede wszystkim polityczne i makroekonomiczne, a dopiero w drugiej kolejności społeczne. Wielkości uzyskane dla dwóch podstawowych sieci (drogowej i kolejowej) nie różnią się przy tym istotnie i wynoszą odpowiednio

(średnia dla obu rodzajów ruchu) 0,333 i 0,327. Poprawa związana z realizacją inwestycji przewidywanych do 2013 (2015) r. spowoduje wzrost wartości wskaźnika dla całego kraju o 14,4% w transporcie towarowym i 14,95% w pasażerskim. Jakkolwiek różnica między obydwoimi wielkościami jest ponownie niewielka, to jednak można przyjąć, że w efekcie programu inwestycyjnego dojdzie do zmniejszenia różnic w dostępności przestrzennej do obu rodzajów potencjału. Jest to zjawisko korzystne, gdyż pośrednio wskazuje na powolną reorientację polityki transportowej. Przyczyną są jednak po części inwestycje o charakterze tranzytowym, przebiegające (zwłaszcza we wschodniej Polsce) przez obszary o niskim potencjale ekonomicznym, a więc w nikłym stopniu przyczyniające się do wzrostu wielkości wskaźnika dla transportu towarowego.

Oczekiwany wzrost wartości wskaźnika będzie zdecydowanie większy w transporcie drogowym (15,4%) niż kolejowym (11,7%). Jest to oczywistą konsekwencją planowanej alokacji środków, a po części także efektu dłuższego horyzontu realizacyjnego inwestycji kolejowych oraz specyfiki komunikacji szynowej. O ile w transporcie drogowym zauważalna poprawa czasów przejazdu, a tym samym dostępności może nastąpić w wyniku krótkiej inwestycji likwidującej tzw. wąskie gardło systemu (np. 10-kilometrowa obwodnica), o tyle w przypadku kolei efekt będzie obserwowany dopiero po ukończeniu modernizacji całych linii.

Na poziomie wojewódzkim w transporcie drogowym najwyższe wskaźniki dostępności wielogałęziowej w 2008 r. zanotowano w woj. śląskim, opolskim, małopolskim i łódzkim (tab. 6.15). W odniesieniu do transportu kolejowego pozycja śląskiego była jeszcze silniejsza, jednocześnie wskaźnik dla małopolskiego i opolskiego był już wyraźnie niższy. Relatywnie wyższe wartości obserwowano w mazowieckim i świętokrzyskim. Opisany rozkład pozostaje pochodną roli kolei w przewozach (w szczególności pozycja woj. śląskiego jest uwarunkowana przewozami węgla). Województwami o najsłabszej dostępności w transporcie drogowym były zachodniopomorskie, lubuskie, warmińsko-mazurskie i pomorskie, a w kolejowym dodatkowo także podkarpackie.

W przypadku realizacji planowanych przedsięwzięć infrastrukturalnych największa poprawa dostępności drogowej może być spodziewana w woj. podkarpackim i lubelskim (wzrost wartości wskaźnika o ponad 20%), a w drugiej kolejności w śląskim i łódzkim. W odniesieniu do kolei najbardziej poprawi się dostępność woj. małopolskiego i pomorskiego, co jest zrozumiałe w warunkach koncentracji inwestycji na kilku zaledwie trasach, głównie o przebiegu południkowym.

Tabela 6.14

Wartość wskaźnika MDT dla Polski w latach 2008-2013/2015

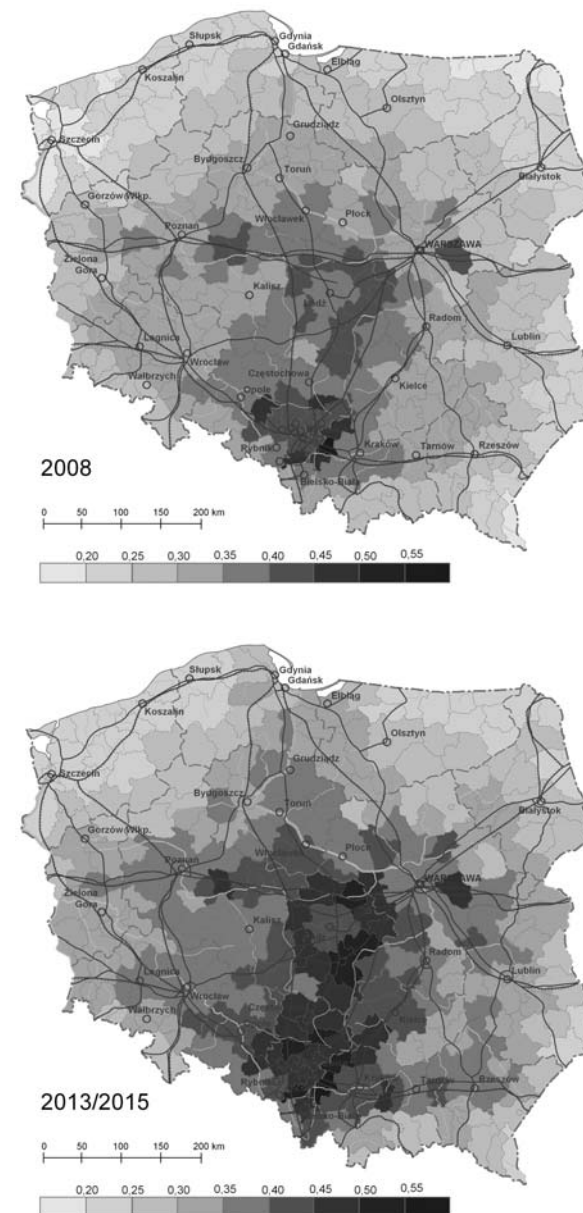
Rok	Kategoria ruchu		Sieć transportowa			
	pasażerski	towarowy	drogowa	kolejowa	lotnicza	żegluga
2008	0,3190	0,3388	0,3330	0,3270	0,1344	0,0007
2013	0,3667	0,3876	0,3841	0,3652	0,1344	0,0007
Wzrost	0,0477	0,0488	0,0511	0,0382	0,0000	0,0000
Wzrost %	15,0%	14,4%	15,3%	11,7%	0,0%	0,0%

Tabela 6.15

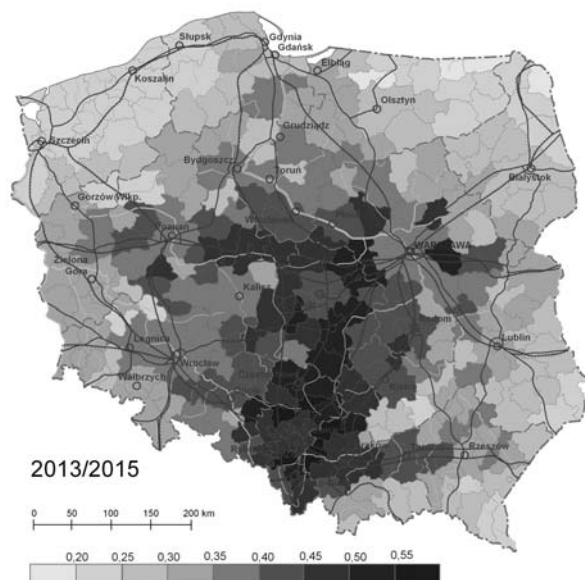
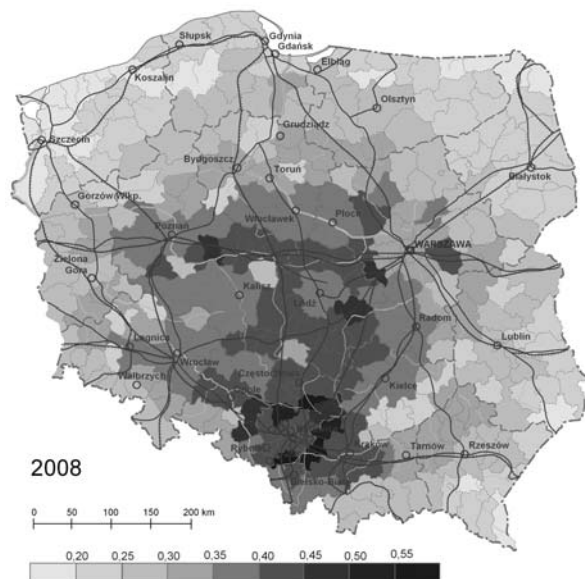
Średnia dostępność do węzła transportowego
w województwach w 2008 r.

Województwo	Średnia dostępność powiatowego węzła transportowego	
	ruch pasażerski	ruch towarowy
Dolnośląskie	0,3187	0,3193
Kujawsko-pomorskie	0,3329	0,3430
Lubelskie	0,2775	0,2719
Lubuskie	0,2876	0,2963
Łódzkie	0,4018	0,4215
Małopolskie	0,3820	0,3902
Mazowieckie	0,3431	0,3659
Opolskie	0,3869	0,3962
Podkarpackie	0,2736	0,2706
Podlaskie	0,2455	0,2391
Pomorskie	0,2722	0,2735
Śląskie	0,4087	0,4546
Świętokrzyskie	0,3534	0,3674
Warmińsko-mazurskie	0,2525	0,2488
Wielkopolskie	0,3477	0,3682
Zachodniopomorskie	0,2230	0,2114

W 2008 r. najwyższe wartości wskaźnika MDT dla poszczególnych węzłów (które umownie możemy utożsamiać z powiatami lub grupami powiatów), zarówno w ruchu pasażerskim, jak i towarowym, były obserwowane w strefie zewnętrznej konurbacji górnośląskiej oraz w woj. łódzkim i we wschodniej Wielkopolsce (ryc. 6.14 i 6.15). Wyraźnie niższe wielkości zanotowano w samych obszarach metropolitalnych Katowic, Łodzi, Poznania, a także Warszawy. Wynikało to z dwóch czynników o charakterze metodycznym i obiektywnym. Przyczyna metodyczna leży w nieuwzględnianiu, przy obliczaniu wskaźnika dostępności dla danej jednostki, jej potencjału własnego. Jest to pochodną ogólnych celów analizy, którymi była ocena znaczenia poszczególnych projektów inwestycyjnych. Przy takim założeniu, przedstawiony obraz przestrzenny ukazuje niewystarczającą zewnętrzną dostępność największych ośrodków krajowych (czynnik obiektywny) oraz wskazuje, że



Ryc. 6.14. Wskaźnik MDT w ruchu pasażerskim w 2008 i 2013 (2015) r.



Ryc. 6.15. Wskaźnik MDT w ruchu towarowym w 2008 i 2013 (2015) r.

przynajmniej po części wynika ona z niskiej przepustowości infrastruktury na terenach podmiejskich.

Wartości wskaźnika MDT maleją wyraźnie od wymienionych aglomeracji w kierunku wschodnim i północnym, a w mniejszym stopniu także w zachodnim. Najsłabszą dostępnością charakteryzują się węzły z województw zachodniopomorskiego, pomorskiego, warmińsko-mazurskiego, podlaskiego i lubelskiego. Dysproporcje regionalne są ogólnie wyższe w przypadku wskaźnika dla ruchu towarowego niż pasażerskiego. Wynika to z większej koncentracji potencjału ekonomicznego niż demograficznego oraz z większego udziału kolei w przewozach towarów (przy jednoczesnych dysproporcjach w gęstości sieci kolejowej, zwłaszcza nowocześniejszej).

Zarówno w transporcie pasażerskim, jak i towarowym, najwyższą wartość wskaźnika dostępności międzygałęziowej w 2008 r. zanotowano w węźle Chrzanów (powiat chrzanowski) położonym w pobliżu autostrady A4 (odcinek

Tabela 6.16

Węzły (powiaty lub grupy powiatów) o najwyższym poziomie wskaźnika MDT w ruchu pasażerskim i towarowym w 2008 r.

Ranga	Powiat (grupa powiatów)	Wskaźnik dla ruchu pasażerskiego	Ranga	Powiat (grupa powiatów)	Wskaźnik dla ruchu towarowego
1	Chrzanowski	0,5855	1	Chrzanowski	0,6579
2	Oświęcimski	0,4798	2	Myszkowski	0,5821
3	Pszczynski	0,4797	3	Pszczynski	0,5753
4	Myszkowski	0,4784	4	Oświęcimski	0,5638
5	Olkuski	0,4644	5	Olkuski	0,5195
6	Strzelecki	0,4562	6	Tarnogórski	0,5030
7	Kędzierzyńsko-Kozielski	0,4405	7	Strzelecki	0,4734
8	Zawierciański	0,4343	8	Zawierciański	0,4724
9	Tarnogórski	0,4338	9	Kędzierzyńsko-Kozielski	0,4607
10	Tomaszowski (łódzkie)	0,4298	10	Tomaszowski (łódzkie)	0,4547
11	Piotrków Trybunalski*	0,4229	11	Wrzesiński	0,4543
12	Katowice*	0,4191	12	Żyrardowski	0,4534
13	Łowicki	0,4165	13	Piotrków Trybunalski*	0,4491
14	Wrzesiński	0,4154	14	Miński	0,4491
15	Łęczycki	0,4125	15	Lubliniecki	0,4456

* Węzeł odpowiadający więcej niż jednemu powiatowi.

Katowice – Kraków) oraz drogi S1 będącej wschodnią obwodnicą konurbacji górnośląskiej oraz przedłużeniem trasy szybkiego ruchu w kierunku Warszawy (tab. 6.16). W czołówce rankingu najlepiej dostępnych węzłów-powiatów znajdowały się ponadto inne ośrodki położone w tym samym regionie (m.in. Oświęcim, Myszków, Pszczyna, Oświęcim, Zawiercie). Wysoko plasowały się węzły położone na szlaku Katowice – stolica (m.in. Piotrków Trybunalski). Z dużych miast najwyższe wartości wskaźnika miały Katowice, Opole i Łódź.

W przypadku obydwu sieci największy procentowy wzrost wartości wskaźnika międzygałęziowej dostępności transportowej (lokalnie ponad 20%; ryc. 6.15) może być prognozowany w Polsce Wschodniej i nawiązywał do rozkładu czterech planowanych inwestycji drogowych – autostrad A4 z Krakowa do granicy z Ukrainą, A2 z Warszawy do Międzyrzecza oraz dróg ekspresowych S17 z Warszawy do Lublina i S19 na odcinku między Międzyrzeczem

Tabela 6.17

Węzły (powiaty lub grupy powiatów)
o najwyższym prognozowanym bezwzględnym wzroście wskaźnika MDT
w ruchu pasażerskim i towarowym w latach 2008-2013/2015

Ranga	Powiat (grupa powiatów)	Wzrost wskaźnika dla ruchu pasażerskiego	Ranga	Powiat (grupa powiatów)	Wzrost wskaźnika dla ruchu towarowego
1	Oświęcimski	0,1191	1	Oświęcimski	0,1517
2	Żywiecki	0,1013	2	Żywiecki	0,1177
3	Miechowski	0,0901	3	Chrzanowski	0,0970
4	Żyrardowski	0,0901	4	Żyrardowski	0,0964
5	Łowicki	0,0871	5	Miechowski	0,0960
6	Rycki	0,0862	6	Łowicki	0,0863
7	Częstochowa*	0,0855	7	Siedlce*	0,0833
8	Piotrków Trybunalski*	0,0803	8	Piotrków Trybunalski*	0,0792
9	Siedlce*	0,0796	9	Bielsko-Biała*	0,0788
10	Garwoliński	0,0788	10	Skierniewice	0,0782
11	Radomszczański	0,0787	11	Łosicki	0,0780
12	Tarnogórski	0,0776	12	Kraków*	0,0778
13	Rzeszów*	0,0775	13	Garwoliński	0,0778
14	Łaski	0,0773	14	Miński	0,0770
15	Skierniewice	0,0772	15	Radomszczański	0,0767

* Węzeł odpowiadający więcej niż jednemu powiatowi.

a Rzeszowem. Znaczny wzrost procentowy wynika na tych obszarach m.in. z niskich wyjściowych poziomów dostępności przestrzennej. Wysokie przyrosty zanotowano także w regionie Warszawy (po części efekt założenia realizacji obwodnicy ekspresowej stolicy) oraz Łodzi, Częstochowy i Górnego Śląska. Relatywnie istotna poprawa może też być oczekiwana wzdłuż granicy niemieckiej (wzdłuż drogi S3 na odcinku od Szczecina do Zielonej Góry), na kierunku północnego odcinka A1 oraz na Podlasiu.

Ogólnie otrzymany obraz jest efektem preferencji, jakie w planowanych inwestycjach miały szlaki (tak drogowe, jak i kolejowe) o przebiegu południkowym. Jednocześnie możliwe jest wydzielenie terenów o zdecydowanie najmniejszej względnej zmianie poziomu dostępności w perspektywie lat 2013/2015. Należą do nich prawie całe województwa dolnośląskie i opolskie oraz znaczna część wielkopolskiego, warmińsko-mazurskiego i zachodniopomorskiego. Jako

Tabela 6.18

Węzły (powiaty lub grupy powiatów) o najwyższym procentowym
bezwzględnym wzroście wskaźnika MDT
w ruchu pasażerskim i towarowym w latach 2008-2013/2015

Ranga	Powiat (grupa powiatów)	Wzrost wskaźnika dla ruchu pasażerskiego w %	Ranga	Powiat (grupa powiatów)	Wzrost wskaźnika dla ruchu towarowego w %
1	Łosicki	32,7	1	Łosicki	34,0
2	Brzozowski	30,9	2	Brzozowski	31,6
3	Żywiecki	30,9	3	Żywiecki	31,3
4	Przemyski*	28,6	4	Janowski	28,6
5	Janowski	28,4	5	Oświęcimski	26,9
6	Rzeszów*	28,1	6	Przemyski*	26,9
7	Siedlce*	27,0	7	Biała Podlaska*	26,3
8	Jarosławski	27,0	8	Siedlce*	26,1
9	Przeworski	26,5	9	Garwoliński	26,1
10	Garwoliński	26,3	10	Jarosławski	25,0
11	Biała Podlaska*	26,3	11	Rzeszów*	24,7
12	Rycki	25,9	12	Przeworski	24,4
13	Strzyżowski	25,1	13	Radzyński	23,9
14	Siemiatycki	24,9	14	Siemiatycki	23,9
15	Oświęcimski	24,8	15	Miechowski	23,5

* Węzeł odpowiadający więcej niż jednemu powiatowi.

zdecydowanie najmniej korzystające z ewentualnych inwestycji należy wymienić pogranicze z obwodem kaliningradzkim, rejon Wielkich Jezior Mazurskich, ziemię kaliską i pogranicze czeskie (zwłaszcza Kotlinę Kłodzką).

Węzły o najwyższym w kraju relatywnym poziomie wzrostu (patrz tab. 6.18) położone są w większości na wschodnim Mazowszu i Lubelszczyźnie (m.in. lider w obu kategoriach ruchu – Łosice, a ponadto Siedlce, Garwolin, Ryki) oraz na Podkarpaciu (Brzozów, Jarosław, Rzeszów, Przeworsk). Nieco inaczej ranking ten kształtuje się przy rozpatrywaniu bezwzględnych wzrostów wielkości wskaźnika MDT (tab. 6.17). Silniejsza jest wówczas pozycja obszarów w regionie Górnego Śląska położonych jednocześnie w pobliżu skrzyżowania autostrad A1 i A4 oraz Centralnej Magistrali Kolejowej. Czołówkę stanowią węzły w Oświęcimiu, Żywcu i Chrzanowie.

Spośród dużych ośrodków na planowanych inwestycjach, zgodnie z wynikami symulacji, najbardziej skorzystają Rzeszów, Katowice (wraz z całą konurbacją) oraz Kraków, a w dalszej kolejności także Warszawa, Łódź i Lublin. Relatywnie w najmniejszym stopniu beneficjentami będą Wrocław, Olsztyn i Opole, a na poziomie subregionalnym Koszalin, Kalisz i Wałbrzych.

Wskaźnik MDT obliczany dla przejść granicznych może być pośrednio interpretowany w kategoriach dostępności terytorium Polski z określonych kierunków zagranicznych. W 2008 r. najwyższe wartości przyjmował on dla przejść polsko-czeskich skupionych w regionie Bramy Morawskiej (zarówno

Tabela 6.19

Przejścia graniczne o najwyższej wartości średniego wskaźnika MDT w 2008 r.

Ranga	Przejście graniczne	Państwo graniczące	Wskaźnik MDT
1	Zebrzydowice (kolejowe)	Czechy	0,4391
2	Zgorzelec	Niemcy	0,4325
3	Trzebina	Czechy	0,3529
4	Chałupki	Czechy	0,3505
5	Cieszyn	Czechy	0,3468
6	Szczecin Gumierce (kolejowe)	Niemcy	0,3357
7	Chałupki (kolejowe)	Czechy	0,3328
8	Pietrowice	Czechy	0,3255
9	Głucholazy	Czechy	0,3198
10	Jaworzynka	Czechy	0,3047

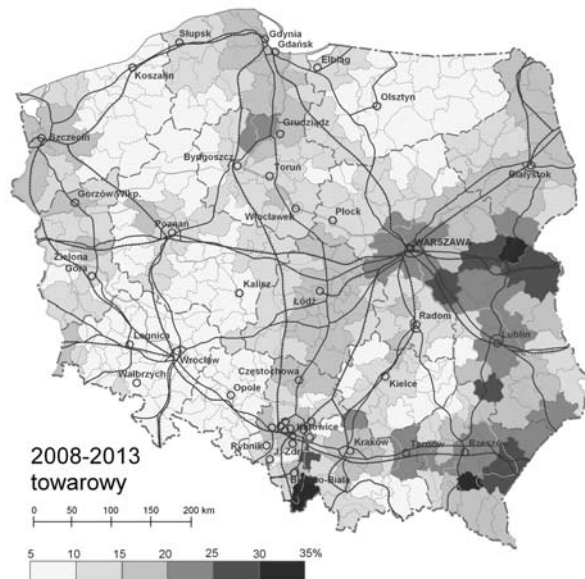
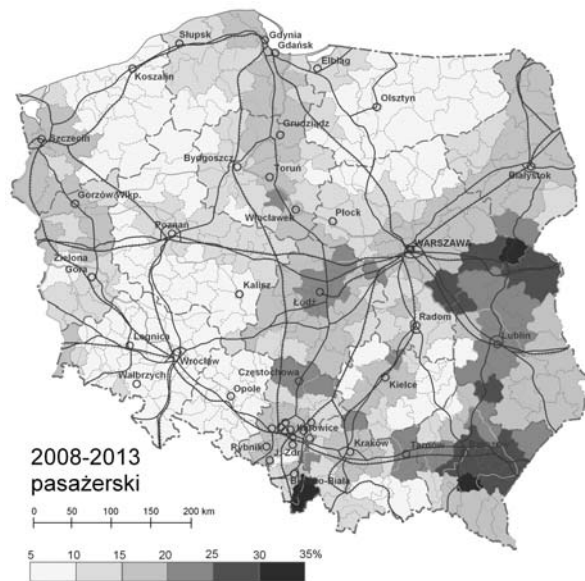
Przejścia graniczne o największym prognozowanym przyroście wartości średniego wskaźnika MDT w latach 2008-2013/2015

Ranga	Przejście graniczne	Granica z	Wzrost wskaźnika MDT
1	Terespol (kolejowe)	Białoruś	44,12
2	Zwardoń	Słowacja	39,32
3	Zwardoń (kolejowe)	Słowacja	33,43
4	Korczowa	Ukraina	30,18
5	Medyka	Ukraina	26,77
6	Przemyśl (kolejowe)	Ukraina	24,82
7	Barwinek	Słowacja	23,11
8	Jurgów	Słowacja	22,90
9	Kukuryki	Białoruś	22,24
10	Terespol	Białoruś	21,72

drogowych, jak i kolejowych; tab. 6.19), a w drugiej kolejności niektórych polsko-niemieckich. Charakterystyczna jest wysoka pozycja punktów kolejowych. Planowane inwestycje spowodują natomiast poprawę dostępności przede wszystkim do punktów na granicy wschodniej (białoruskiej i ukraińskiej) oraz słowackiej (tab. 6.20).

6.3.1. Symulacje dla wybranych inwestycji drogowych

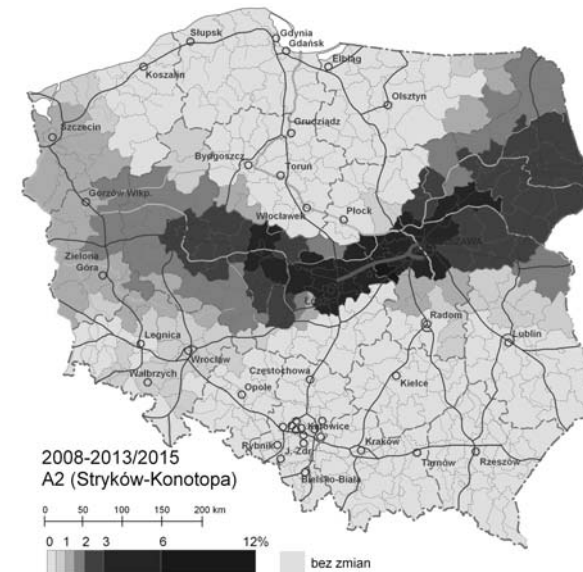
Opracowana metoda obliczania wskaźnika MDT pozwala także na dokonywanie symulacji efektów przestrzennych poszczególnych inwestycji transportowych (mierzonych wzrostem procentowym wskaźnika dostępności). W opracowaniu zdecydowano się na wykonanie takich symulacji dla 5. odcinków drogowych. Wybrano niewrażliwy odcinek autostrady A2 między Strykowem a Konotopą (Łódź–Warszawa) oraz cztery najważniejsze południkowe drogi ekspresowe: S3 (odcinek między Szczecinem a Legnicą), S5 (od Grudziądza do Wrocławia), S7 (od Gdańska do Krakowa) oraz S19 (od Białegostoku do Rzeszowa). We wszystkich przypadkach zrezygnowano z uwzględniania fragmentów przygranicznych dróg ekspresowych, służących przede wszystkim poprawie dostępności międzynarodowej oraz tranzytowi. W odniesieniu do dróg S3 i S5 wzięto pod uwagę także fragmenty znajdujące się na listach rezerwowych obec-



Ryc. 6.16. Zmiana wielkości wskaźnika MDT w ruchu pasażerskim i towarowym w latach 2008-2013 (2015)

nych programów operacyjnych. Uzyskane wyniki trzeba traktować ostrożnie, gdyż nie można ich porównywać z omówionymi wyżej zmianami wskaźnika MDT dla węzłów czy województw. Analizy przypadku zakładają wyłącznie realizację wybranych odcinków (pozostała sieć transportowa drogowa i kolejowa nie zmienia się). W rzeczywistości efekt budowy zależy także od powstania (lub nie) innych tras tworzących system.

Opóźniona realizacja odcinka autostrady A2 między Łodzią a Warszawą wskazywana jest często jako dowód błędnej polityki transportowej, która nie traktowała priorytetowo powiązań wewnętrznych, w tym ze stolicą Polski. Ostatecznie przetargi na budowę tego fragmentu trasy rozstrzygnięto w 2009 r., a ukończenie inwestycji przez pięciu niezależnych wykonawców planowane jest na pierwszą połowę 2012 r. W ujęciu przestrzennym (ryc. 6.17) największym beneficjentem inwestycji okazuje się Łódź uzyskująca znacznie lepszy dostęp do potencjału ekonomicznego i demograficznego Warszawy (wzrost wartości wskaźnika MDT na skutek realizacji inwestycji na poziomie 6%). Podobne korzyści odniosą węzły położone między Łodzią a Warszawą. Wzrost dla samej stolicy jest nieco mniej spektakularny. Jednocześnie pozytywne oddziaływanie inwestycji na poziom dostępności rozciąga się rów-

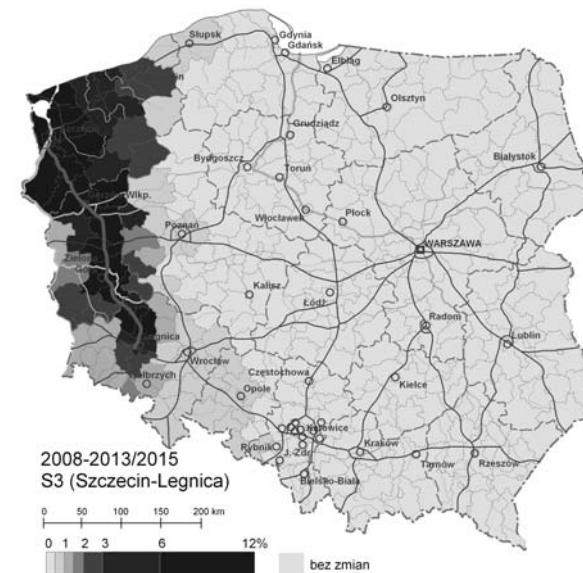


Ryc. 6.17. Symulacja zmian wielkości wskaźnika MDT po oddaniu do użytku autostrady A2 na odcinku Stryków-Konotopa

noleźnikowo aż do granic państwowych, odchylając się przy tym wyraźnie ku północy. Z dużych miast wśród beneficjentów istnienia odcinka należy wymienić Poznań oraz, co istotne, Szczecin i Białystok. W zdecydowanie mniejszym stopniu na autostradzie skorzystają jednostki położone na południe od jej przebiegu. Odchylenie północne oddziaływania inwestycji można tłumaczyć brakiem równoleżnikowej nowoczesnej trasy drogowej (autostrady lub drogi ekspresowej) na północ od A2. Jednocześnie w południowej Polsce rolę taką w znacznym stopniu odgrywa już autostrada A4, przejmując część potoków ruchu zwłaszcza na kierunku zachodnim. Budowa odcinka wpłynie na poprawę dostępności do obszarów atrakcyjnych turystycznie, szczególnie położonych w woj. podlaskim.

Droga S3 biegnąca wzdłuż zachodniej granicy Polski od portu w Świnoujściu do polsko-czeskiego przejścia granicznego w Lubawce należy do tych inwestycji, których wysoki priorytet bywa często kwestionowany. Jeszcze w latach 90. ubiegłego wieku była planowana jako autostrada. W założeniach miała służyć powiązaniom tranzytowym z Czech i Europy Południowej do zespołu portów Szczecin–Świnoujście. W praktyce tranzyt na takim kierunku jest dziś niewielki. Władze regionalne województw zachodniopomorskiego i lubuskiego postrzegają w szlaku szansę na aktywację gospodarczą i są źródłem znacznego lobbingu na rzecz jego priorytetowej realizacji. Obecnie (jesień 2009 r.) w budowie znajduje się odcinek drogi między Szczecinem a Gorzowem Wielkopolskim. Istnieją też obwodnice niektórych dużych miast (Zielona Góra, Nowa Sól i in.), większość z nich zrealizowano jednak jako drogi ekspresowe jednojezdniowe. W programie inwestycyjnym do 2013 r. zapisano odcinek drogi między Szczecinem a Nową Solą. Fragment południowy uznano jedynie za projekt rezerwowy. Obecnie w trakcie procedur przetargowych znajduje się odcinek Gorzów Wielkopolski–Zielona Góra

Wyniki symulacji efektów w zakresie poprawy dostępności po wybudowaniu odcinka Szczecin–Legnica (ryc. 6.18), potwierdzają wcześniejsze analizy, zgodnie z którymi najistotniejsza jest realizacja północnego fragmentu trasy, zapewniająca powiązania Szczecina (wraz z dużą częścią woj. zachodniopomorskiego), Gorzowa Wielkopolskiego i Zielonej Góry z resztą kraju. W części południowej S3 oddziaływanie drogi na poziom dostępności staje się coraz bardziej lokalne i przestaje być stymulujące dla całego regionu. Analiza potwierdza tym samym, że przyjęty harmonogram realizacji inwestycji (z północy na południe) jest w pełni uzasadniony. Istotną informacją uzyskaną w drodze symulacji jest także potwierdzenie tego, że na budowie S3 nie korzystają w praktyce wcale



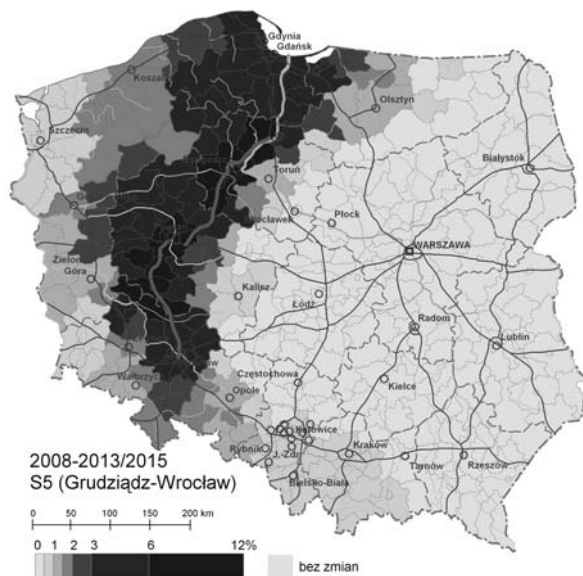
Ryc. 6.18. Symulacja zmian wielkości wskaźnika MDT po oddaniu do użytku drogi ekspresowej S3 na odcinku Szczecin–Legnica.

największe ośrodki metropolitalne zachodniej Polski, jakimi są Poznań i Wrocław. W tym kontekście usytuowanie szlaku wyżej w hierarchii priorytetów aniżeli łącząca te dwa miasta droga S5 wydaje się błędem.

Przyszła droga ekspresowa S5 ma za zadanie połączenie ośrodków metropolitalnych Gdańska (przez A1), Bydgoszczy/Torunia, Poznania i Wrocławia. Jej przebieg nawiązuje do istotnych układów powiązań wewnętrznych i międzynarodowych (połączenie wschodniego Pomorza, Warmii i Mazur z ich głównym zagranicznym partnerem ekonomicznym, jakim są Niemcy). W chwili obecnej droga praktycznie nigdzie nie ma parametrów trasy ekspresowej (z wyjątkiem krótkiego fragmentu trasy wylotowej z Bydgoszczy oraz obwodnicy Świecia). Droga nie miała też szczęścia w dotychczasowych planach i strategiach rozwoju transportu. Jej realizację konsekwentnie uważano za mniej istotną od tras ściśle południkowych A1 i, co szczególnie niezrozumiałe, S3. Na liście podstawowej programu operacyjnego *Infrastruktura i Środowisko* (do 2013 r.) znalazły się tylko dwa krótkie odcinki S5 z Grudziądza przez Bydgoszcz do Żnina i z Gniezna do Poznania. Fragmenty Poznań–Wrocław oraz Żnin–Gniezno pozostały na liście rezerwowej. Początek realnych przygotowań do budowy tej trasy miał miejsce dopiero w kontekście

przygotowań do piłkarskich mistrzostw Europy (Euro 2012), kiedy to okazało się, że łączy ona trzy miasta, w których planowane są rozgrywki. Stan przygotowania odcinków rezerwowych jest jednak tak początkowy, że ich pełna realizacja do 2012 r. (a nawet 2015.) nie wydaje się możliwa. Na jesieni 2009 r. procedura przetargowa została rozpoczęta tylko dla dwóch relatywnie krótkich odcinków Poznań–Gniezno oraz Rydzyna–Rawicz.

Wyniki przeprowadzonej symulacji wzrostu wskaźnika MDT w dużym stopniu potwierdzają konieczność podniesienia rangi drogi S5 w hierarchii polskich priorytetów transportowych (ryc. 6.19). Zakres przestrzenny strefy korzystającej na inwestycji jest bardzo duży (zdecydowanie większy niż dla S3) i obejmuje większość zachodniej Polski (z wyjątkiem bezpośredniego pogranicza niemieckiego). Największymi beneficjentami realizacji inwestycji będą Poznań, Bydgoszcz oraz węzły leżące między Poznaniem a Wrocławiem. Bardzo wyraźna będzie też jednak poprawa dostępności w Trójmieście i Wrocławiu, a nawet w Koszalinie i Gorzowie Wielkopolskim. Inwestycja będzie również najprawdopodobniej skutkowała poprawą dostępności do regionów turystycznych Mazur i Pomorza Wschodniego i to w skali zarówno krajowej, jak i europejskiej.



Ryc. 6.19. Symulacja zmian wielkości wskaźnika MDT po oddaniu do użytku drogi ekspresowej S5 na odcinku Grudziądz-Wrocław

Droga ekspresowa S7 należy do tras najbardziej w skali kraju obciążonych ruchem samochodowym. W dużej mierze jest to ruch wewnętrzny prowadzący do stolicy. Na swym przebiegu skupia ona potencjały ekonomiczne i demograficzne porównywalne z autostradą A1. Ponieważ nie służyła tranzytowi i przemysłowi ciężkiemu, już w okresie gospodarki centralnie planowanej przesunięto ją jednak w dół listy priorytetów drogowych (pierwotnie przynajmniej odcinek Warszawa–Kraków miał mieć status autostrady). Obecnie prace związane z budową szlaku uległy przyspieszeniu. Do 2009 r. uruchomiono odcinki o parametrach ekspresowych między Białobrzegami i Radomiem, Myślenicami i Lubniem, a także obwodnicę Grójca i Płońska. Wcześniej parametry takie miała obwodnica Nowego Dworu Mazowieckiego i Kielc (druga w standardzie jednojezdniowym). W budowie znajdują się odcinki Grójec–Białobrzegi, Kielce–Skarżysko Kamienna, Nidzica–Olsztynek i Płońsk–Elbląg. Trwa procedura przetargowa dla obwodnicy Radomia i fragmentu Ostróda–Paślęk. Jednocześnie niektóre części trasy wydają się być poważnie zapóźnione w procesie przygotowawczym. Można przewidywać, że do 2013 r. będą gotowe odcinki warmińsko-mazurskie (od Elbląga do Nidzicy), między Grójcem i Kielcami oraz Myślenicami i Rabką. Liczne protesty dotyczące dokładnego przebiegu znacznie opóźniły natomiast budowę fragmentów wylotowych na północ i południe od stolicy.

Wykonana symulacja wskazuje na bardzo duży zasięg przestrzenny pozytywnego oddziaływania inwestycji (ryc. 6.20). Oprócz obszarów sąsiadujących z drogą obejmuje on całą północno-wschodnią Polskę, a także dużą część Lubelszczyzny i Pomorza Środkowego. Z dużych ośrodków do najważniejszych beneficjentów inwestycji należą Warszawa (wzrost wskaźnika podobny, jak w przypadku odcinka A2 Stryków–Konotopa), Gdańsk i Kraków. Największe prognozowane przyrosty relatywne wartości wskaźnika MDT zanotowano jednak w miastach średniej wielkości, w tym przede wszystkim w Radomiu, Kielcach i Elblągu, a w drugiej kolejności także w Olsztynie, Słupsku i Tarnowie. Bardzo wyraźny jest wpływ inwestycji na poprawę dostępności wielu regionów turystycznych, w tym zwłaszcza Podhala, Mazur i Pomorza Wschodniego.

Rokadową drogę ekspresową S19 niedawno zaczęto uwzględniać w rządowych strategiach transportowych. Jej budowa jest uzasadniana potrzebami tranzytu z państw bałtyckich do Europy Południowej oraz celami polityki regionalnej (wsparcie dla Polski Wschodniej). Inwestycja nie ma podstaw z punktu widzenia obecnych potoków ruchu drogowego, który (zwłaszcza na odcinku Białystok–Lublin) jest znikomy. Rzecznikami budowy są władze regionalne

województw podlaskiego, lubelskiego i podkarpackiego. W chwili obecnej jedynym fragmentem trasy mającym status ekspresowy jest jednojezdniowa obwodnica Międzyrzecza. W budowie jest obwodnica Kocka. Żaden inny odcinek nie znajduje się nawet na etapie procedury przetargowej (stan na jesień 2009). Tym samym nie ma już szans, aby kompletna droga S19 powstała przed 2013 r.

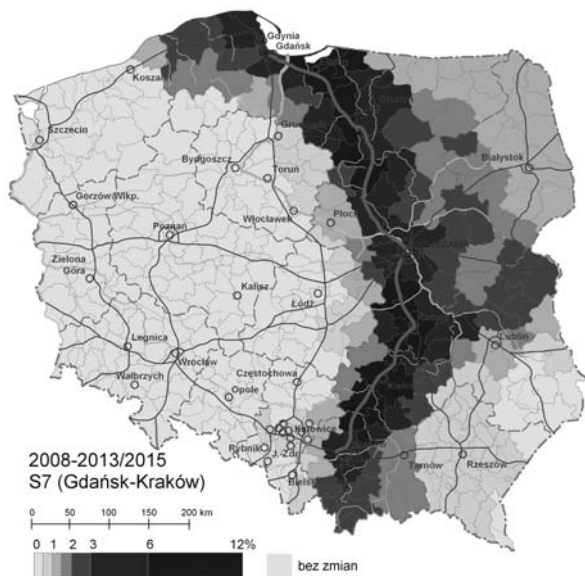
Przeprowadzona symulacja wzrostu wskaźnika MDT potwierdza liczne obiekcje co do celowości nadania S19 tak wysokiej pozycji w hierarchii priorytetów drogowych. Zasięg przestrzenny pozytywnego oddziaływania jest bardzo ograniczony (ryc. 6.21) do wąskiego pasa wzdłuż inwestycji. Beneficjentem jest przede wszystkim Lublin, a w drugiej kolejności Białystok i Rzeszów. Co charakterystyczne, w swoim południowym przebiegu droga nie poprawia w sposób zauważalny nawet dostępności położonych na wschód od niej obszarów pogranicza ukraińskiego.

W tab. 6.21 zestawiono prognozowane zmiany wskaźników dostępności międzygałęziowej dla całego obszaru Polski, jakie nastąpią w wyniku realizacji omówionych wyżej wybranych inwestycji drogowych. Można je umownie traktować za przesłankę do ustalania priorytetów inwestycyjnych. Interpretację w tym kierunku trzeba jednak prowadzić z pewną ostrożnością ze względu

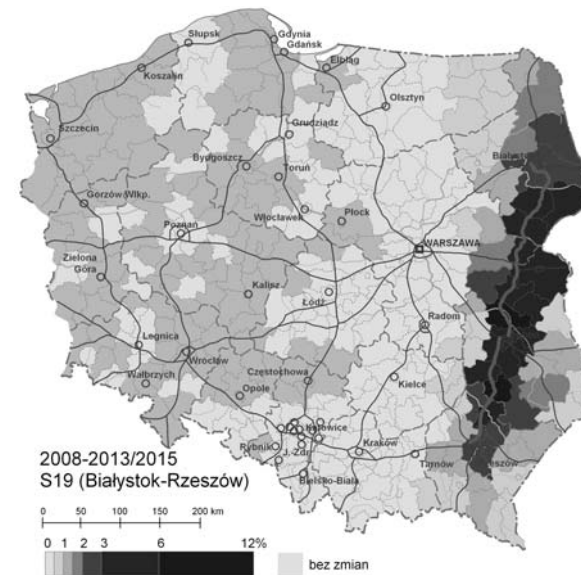
na różną długość badanych tras oraz z powodu nieuwzględnienia poziomu dostępności międzynarodowej.

Biorąc pod uwagę zaledwie niespełna 100-kilometrową długość odcinka A2 między Łodzią a Warszawą, można jednoznacznie stwierdzić, że to właśnie ta spośród analizowanych inwestycji jest najbardziej efektywna z punktu widzenia poprawy dostępności przestrzennej. W grupie czterech badanych tras południkowych zdecydowanie największy efekt ogólnokrajowy może przynieść realizacja drogi ekspresowej S7 i S5 (niewielka różnica między obydwiema inwestycjami). Wyraźnie mniejsze korzyści generuje realizacja trasy S3. W przypadku S19 prognozowany efekt ogólny można natomiast uznać za znikomy. Szczególnie warte podkreślenia jest porównanie wzrostu wskaźnika spowodowanego budową S5 i S3. Pierwsza z wymienionych tras daje zgodnie z uzyskanymi wynikami, dwukrotnie większą ogólnokrajową poprawę dostępności. Pozostaje to w jawnej sprzeczności z obowiązującą obecnie hierarchią priorytetów.

Jest charakterystyczne, że wszystkie badane trasy przynoszą relatywnie większe korzyści w ruchu pasażerskim niż towarowym. Wynika to częściowo z większej roli kolei w przewozie towarów oraz z nieanalizowania tras w re-



Ryc. 6.20. Symulacja zmian wielkości wskaźnika MDT po oddaniu do użytku drogi ekspresowej S7 na odcinku Gdańsk–Kraków



Ryc. 6.21. Symulacja zmian wielkości wskaźnika MDT po oddaniu do użytku drogi ekspresowej S19 na odcinku Białystok–Rzeszów

Tabela. 6.21

Wzrost wskaźników MDT dla Polski
w efekcie realizacji wybranych inwestycji drogowych

Inwestycje	Średnia ważona dostępność powiatowego węzła transportowego w Polsce			Wzrost wartości wskaźnika 2008-2013 (2015) w %		
	ruch pasażerski	ruch towarowy	średnio	ruch pasażerski	ruch towarowy	średnio
Stan w 2008 r.	0,3190	0,3388	0,3289	—	—	—
A2 Stryków–Konotopa	0,3230	0,3423	0,3326	1,25	1,03	1,12
S3 Szczecin–Legnica	0,3216	0,3409	0,3313	0,82	0,62	0,73
S5 Grudziądz–Wrocław	0,3238	0,3434	0,3336	1,50	1,36	1,43
S7 Gdańsk–Kraków	0,3249	0,3431	0,3340	1,85	1,27	1,55
S19 Białystok–Rzeszów	0,3201	0,3395	0,3298	0,34	0,21	0,27

jonie konurbacji górnośląskiej (skupiającej znaczną część przewozów towarowych). Różnica w obu wielkościach wskaźnika MDT jest większa w przypadku tras południkowych w centralnej i wschodniej Polsce (S7 i S3), a relatywnie niewielka na A2 oraz na drogach S3 i S5. Potwierdza to tezę, że inwestycje we wschodniej Polsce będą służyć bardziej ruchowi pasażerskiemu (nie licząc tranzytu) oraz ewentualnie polityce regionalnej (kreowaniu popytu na przyszły ruch towarowy).

7. Znaczenie prognozowanych zmian dostępności dla polityki transportowej Polski

Współczesna polska polityka transportowa obciążona jest założeniami, które sformułowano w innych, niż obecne, warunkach społeczno-ekonomicznych i geopolitycznych. Ma to bezpośredni wpływ na układ planowanych elementów liniowych, zwłaszcza sieci drogowej oraz na hierarchię priorytetów w tym zakresie. Układ autostrad i dróg ekspresowych planowano w latach 60. i 70. ubiegłego wieku w sytuacji, gdy dominującą formą transportu była kolej, a poziom motoryzacji kształtował się na poziomie kilkudziesięciu pojazdów na 1000 mieszkańców. Planowanym inwestycjom przyświecały w tej sytuacji głównie cele polityczne i wojskowe, takie jak sprawny tranzyt między

Związkiem Radzieckim a NRD oraz dostęp do polskich portów bałtyckich dla państw RWPG. Efektem było przyjęcie szachownicowego modelu sieci, charakterystycznego dla państw kolonialnych, wyjątkowo niekorzystnego dla krajów o rozwiniętej i policentrycznej strukturze osadniczej. Tymczasem jeszcze w obowiązującej do dziś *Koncepcji Polityki Przestrzennego Zagospodarowania Kraju z roku 2001* układ szachownicowy jest wymieniany jako optymalny dla Polski. W rzeczywistości układ taki sprzyja przede wszystkim tranzytowi, którego korzyści gospodarcze są coraz częściej kwestionowane, zwłaszcza ze względu na generowanie znacznych kosztów zewnętrznych (głównie środowiskowych; Komornicki, Rosik 2009).

Powstały w ubiegłym stuleciu ranking priorytetów zdecydowanie faworyzował szachownicowe autostrady przed mającymi je uzupełniać i bardziej „skośnymi” drogami ekspresowymi. Kategorię drogi ekspresowej wprowadzono w 1976 r. Formalnie jest ona budowana w nieco niższym standardzie technicznym, co skutkuje niższą docelową prędkością pojazdów (110 zamiast 130 km/h), a zatem niższym efektem w zakresie poprawy dostępności. Ponieważ jest budowana w nawiązaniu do starego śladu drogi krajowej, trasa tego typu z trudem poddaje się wymaganemu przez Unię Europejską wariantowaniu przebiegu. Konflikty z funkcjami ochrony przyrody, w tym z NATURĄ 2000, są częstsze właśnie w przypadku dróg ekspresowych. Budowy i eksploatacji dróg ekspresowych nie możemy też, w obecnym stanie prawnym, powierzyć koncesjonariuszowi. Jest tak mimo to, że niektóre ich odcinki oznaczają się największym w kraju natężeniem ruchu, co gwarantowałoby opłacalność przedsięwzięcia. Bardzo istotne jest również, że budowa „ekspresówek” na bazie obecnych dróg krajowych, powoduje rozcięcie wiejskich układów osadniczych, znacznie utrudniając dojazd do posesji mieszkaniowych i miejsc prowadzenia działalności gospodarczej. Wymusza to realizację wielu kosztownych rozwiązań związanych z utrzymaniem dostępności lokalnej. Założenia budowy po starym śladzie drogowym oraz braku opłat sprzyjały ponadto dowolnym dopisywaniem lub skreślaniami szlaków tej kategorii z kolejnych rządowych programów i strategii. W efekcie w jednej grupie znajdowały się (przejściowo) trasy o największym obciążeniu ruchem (np. Warszawa–Radom) oraz drogi peryferyjne (np. Nysa–Opole). Drogi ekspresowe okazały się też trudniejsze w realizacji, m.in. ze względu na założony docelowy brak poboru opłat drogowych. Doprowadziło to do patologicznej sytuacji, w której na niektórych kierunkach drogi płatne będą potencjalnie konkurować z bezpłatnymi, w warunkach niewielkich tylko różnic w parametrach technicznych.

Tabela 7.1

**Ocena wybranych inwestycji
z punktu widzenia rezultatów analiz dostępności przestrzennej**

Inwestycja	Planowany nowy odcinek uwzględniony w analizach dostępności*	Najważniejsi beneficjenci inwestycji (w ujęciu regionalnym)	Ocena i rekomendacje
Autostrada A1	Grudziądz – granica czeska	konurbacja górnośląska, obszary metropolitalne Łodzi i Torunia/Bydgoszczy	priorytet dla inwestycji w pełni uzasadniony; korzyści większe na odcinku południowym (a nie jak zakładano głównie w rejonie Gdańska)
Autostrada A2	Świecko – Nowy Tomyśl	Zielona Góra, Gorzów Wlkp., ruch tranzytowy	priorytet dla inwestycji w pełni uzasadniony, zakładając dążenia do poprawy dostępności międzynarodowej
	Stryków – Konotopa	Łódź; w drugiej kolejności Warszawa i Poznań, a następnie obszary położone na północny-wschód od stolicy (z Białymstokiem)	absolutny priorytet dla inwestycji w pełni uzasadniony; można oczekiwać nadmiernego obciążenia ruchem po uruchomieniu na skutek opóźnień w realizacji innych inwestycji drogowych (Komornicki i Rosik 2009)
	Warszawa – Międzyrzec	wschodnie Mazowsze i północna Lubelszczyzna; ruch tranzytowy	efekt poprawy dostępności wewnętrznej większy od powszechnie zakładanego, może wskazywać na celowość szybszej realizacji odkładanego obecnie odcinka. Jednocześnie priorytet wątpliwy ze względu na ograniczony potencjał ekonomiczny i demograficzny Polski Środkowo-Wschodniej
Autostrada A4	Kraków – granica ukraińska	całe województwo podkarpackie	absolutny priorytet dla inwestycji w pełni uzasadniony, bardzo wyraźny efekt poprawy dostępności
Droga ekspresowa S3	Szczecin – Zielona Góra – (Legnica)	Szczecin i prawie całe woj. zachodniopomorskie, a w drugiej kolejności lubuskie	najbardziej widoczny efekt przestrzenny na północnym odcinku trasy. Potwierdzenie priorytetu dla odcinka Szczecin–Gorzów–A2; wątpliwy priorytet odcinka południowego (zwłaszcza poniżej Zielonej Góry)

Droga ekspresowa S5	Grudziądz – Żnin (–) – Gniezno – Poznań – (Wrocław)	w obecnym ograniczonym wariantcie inwestycyjnym brak wyraźnego beneficjenta; w przypadku pełnej realizacji bardzo rozległa przestrzeń na poziom dostępności (od Gdańska po Sudety, w tym zwłaszcza Wrocław, Poznań i Bydgoszcz)	priorytet realizacyjny wyższy od obecnie zakładanego, pod warunkiem budowy całej trasy od Grudziądza po Wrocław
Droga ekspresowa S7	Gdańsk – Warszawa – Kraków – Rabka	rozległa strefa pozytywnego oddziaływania (od Słupska po Zakopane); najwyraźniejsze efekty w miastach średniego szczebla – Elblągu, Radomiu i Kielcach	potwierdzony wysoki priorytet realizacyjny, zdecydowanie najwyższy spośród szlaków południkowych (korzyści porównywalne lub nawet większe niż w przypadku A1)
Droga ekspresowa S8	Wrocław – Łódź; Piotrków Warszawa – Białystok – Budzisko	woj. dolnośląskie z Wrocławiem i podlaskie z Białymstokiem, Warszawa	priorytet dla inwestycji w pełni uzasadniony. Przebieg przez Łódź będzie prowadził do nadmiernego obciążenia odcinka A2 Stryków–Konotopa
Droga ekspresowa S17	Warszawa – Lublin – Piaski	województwo lubelskie i podkarpackie	priorytet dla inwestycji w pełni uzasadniony
Droga ekspresowa S19	Białystok – Lublin – Rzeszów – Barwinek	Lublin, a w drugiej kolejności Białystok i Rzeszów	założony priorytet inwestycyjny jest zdecydowanie zbyt wysoki
Obwodnica ekspresowa Warszawy	całość	Warszawa, wschodnie i północne Mazowsze, województwa podlaskie i lubelskie	zdecydowanie wysoki priorytet inwestycyjny. Inwestycja kluczowa dla poprawy dostępności Polski Wschodniej
Linia kolejowa Warszawa – Gdynia	całość (modernizacja)	Trójmiasto, Warszawa	priorytet dla inwestycji uzasadniony
Linia kolejowa Warszawa–Łódź	całość (modernizacja)	Łódź	priorytet uzasadniony, zagrożenie podwójnego finansowania środkami UE (linia konwencjonalna i w przyszłości kolej szybka)

* W nawiasach podano odcinki uwzględnione tylko w symulacjach pojedynczych inwestycji (por. rozdz. 6.3.1).

Również polityka rozwoju sieci kolejowych nie jest w Polsce prowadzona w sposób spójny. Cięży na niej balast wieloletniej i często nieudolnej restrukturyzacji przedsiębiorstw z obecnej grupy PKP. Realizowano ją

w dużej mierze pod dyktando związków zawodowych, a celem pozostawało utrzymanie zatrudnienia, a nie modernizacja infrastruktury. Niektóre zrealizowane w ostatnich kilkunastu latach inwestycje modernizacyjne okazały się mało efektywne, na skutek swojej niekompletności (np. trasa Warszawa–Berlin, gdzie mimo znacznych nakładów wciąż nie udało się osiągnąć faktycznej średniej prędkości przejazdu pociągiem EuroCity na poziomie 100 km/h). Kolejne inwestycje planowane są prawie wyłącznie na podstawie mało efektywnej modernizacji. Nowe szlaki, takie jak zwłaszcza kolej wielkich prędkości na linii „Y”, planowane są dopiero po 2015 r. Brak jest jasnego zdefiniowania segmentów rynku przewozów predestynowanego dla transportu szynowego.

Reasumując, niedoskonałości polskiej polityki transportowej względem najbardziej nas interesujących elementów liniowych sieci, sprowadzają się przede wszystkim do: (a) nieaktualności założeń, (b) błędnej hierarchii priorytetów, (c) niesłusznie wysokiego prymatu modernizacji (koleje i drogi ekspresowe) nad nowymi inwestycjami (autostrady, koleje szybkie), (d) błędnych rozwiązań organizacyjnych (podział na autostrady i drogi ekspresowe). Efektem wymienionych problemów jest wspomniane już narastanie dysproporcji w zakresie dostępności przestrzennej od chwili przyspieszenia rzeczywistych prac inwestycyjnych, tj. po 2004 r. Kluczowe jest w tym przypadku określenie priorytetów. Do tego też zagadnienia w największym stopniu pozwalają odnieść się przeprowadzone badania i symulacje dostępności.

Wykonana analiza w dużej mierze potwierdziła identyfikowane wcześniej mankamenty polityki, zwłaszcza w zakresie transportu drogowego. Ewaluacja projektów (także, a może przede wszystkim, wykonywana *ex ante*) na podstawie badań dostępności przestrzennej stwarza szanse na stopniowe korygowanie obecnych błędów. Dotyczy to głównie kolejnej perspektywy finansowej (2013-2020), dla której priorytety inwestycyjne nie zostały jeszcze ustalone.

Analiza ponownie wskazała na kluczowe, w skali kraju, znaczenie skosnych układów transportowych, nawiązujących do układu heksagonalnego oraz zapewniających większą integralność wewnętrzną krajowego systemu osadniczego. Dotyczy to zwłaszcza powiązań Warszawy z kierunków Białegostoku, Gdańska/Szczecina, Wrocławia i Lublina/Rzeszowa. Jednoznacznie wykazano relatywnie mniejsze znaczenie (z punktu widzenia dostępności przestrzennej) południowych inwestycji o charakterze rokadowym wzdłuż zachodnich i wschodnich granic państwa. Jednocześnie pośrednio ujawnił się brak równoleżnikowych powiązań transportowych w północnej Polsce.

Szczegółowe rekomendacje będące wynikiem analiz dostępności (czasowej oraz wskaźnika międzygałęziowego) w odniesieniu do konkretnych inwestycji transportowych zestawiono w tab. 7.1.

Uzyskane rezultaty można ponadto uznać za pośrednie potwierdzenie krytycznej oceny obecnego podziału nowoczesnej infrastruktury transportowej na autostrady i drogi ekspresowe, skutkujące priorytetyzacją. Budowa niektórych tras w wyższym standardzie przyczyniłaby się do lepszej integracji systemu osadniczego.

8. Podsumowanie

Przeprowadzona analiza wskazała na duże znaczenie poznawcze i aplikacyjne badań dostępności przestrzennej. Oba zaprezentowane podejścia – analiza dostępności czasowej oraz wskaźnika MDT, można uznać za komplementarne. Drugie z nich jest ujęciem bardziej kompleksowym, pozwalającym na ewaluację zamierzeń inwestycyjnych w skali całego kraju. Jednocześnie podejście oparte na prostej analizie układu izochron pozwala identyfikować potrzeby odnośnie do przedsięwzięć infrastrukturalnych poszczególnych regionów. Wydaje się zatem, że przy formułowaniu celów polityki transportowej i regionalnej powinny być wykorzystywane obie metody pomiaru dostępności. Reasumując, postawiony na wstępie cel związany z propozycją metodyczną dla studiów dostępności można uznać za zrealizowany. Nie oznacza to jednak, że opisane metody nie wymagają modyfikacji. Dotyczy to zwłaszcza wskaźnika dostępności międzygałęziowej, który docelowo powinien być uzupełniony o kilka istotnych elementów, w tym przede wszystkim o: (a) uwzględnienie węzłów poza granicami kraju (jako potencjalnych celów podróży), (b) uwzględnienie elementu jakości infrastruktury drogowej (stan nawierzchni, szerokość jezdni), (c) uwzględnienie potencjału własnego węzłów, (d) uwzględnienie różnych postaci funkcji oporu przestrzeni w zależności od rzeczywistej percepcji spadku atrakcyjności celów podróży wraz z rosnącym czasem podróży.

Warto podkreślić także, że uzyskane wyniki mają charakter uniwersalny, gdyż mogą być punktem wyjścia do dalszych analiz dotyczących efektów inwestycji transportowych. Wymienić można w tym miejscu w szczególności zagadnienia związane z indywidualnymi projektami zawartymi w programach operacyjnych. Można sugerować, że ocena efektów dostępności przestrzennej, jako wskaźnik jakości życia oraz podnoszenia mobilności zawodowej, powinna

być jednym z elementów studiów analityczno-projektowych, prowadzonych na potrzeby realizacji i ewaluacji poszczególnych inwestycji infrastrukturalnych.

Z punktu widzenia przyjętych celów poznawczych wykonane badania są potwierdzeniem, że istniejący w drugiej połowie ubiegłego wieku poziom wzajemnej dostępności przestrzennej polskich ośrodków wyższego i średniego szczebla okazał się niewystarczający dla potrzeb gospodarki o charakterze rynkowym. Równolegle w okresie transformacji zmiany uległy główne kierunki powiązań międzynarodowych, a częściowo także wewnętrznych. Ponadto, wystąpiła szybka dekapitalizacja sieci. W efekcie doszło do pogłębienia różnic regionalnych w zakresie dostępności przestrzennej (*Ekspertyza Projekt... 2008*). Rozpoczęcie szybszych działań inwestycyjnych po akcesji do Unii Europejskiej, zwłaszcza w pierwszym okresie, przyczyni się do dalszego wzrostu tych różnic. Stanie się tak, ponieważ przyjęta kolejność realizacji przedsięwzięć transportowych nie jest w pełni optymalna.

Przeprowadzone studia dostępności przestrzennej (czasowej oraz wskaźnika MDT) dowodzą, że dostępność w transporcie towarowym jest obecnie w Polsce nieco lepsza, niż w pasażerskim. Relatywnie najwyższym poziomem wskaźnika charakteryzują się przy tym województwa położone w południowej Polsce, zwłaszcza śląskie, małopolskie, opolskie, a ponadto łódzkie. Najniższe wartości zanotowano w niektórych regionach północnych i zachodnich, w tym przede wszystkim w woj. zachodniopomorskim, lubuskim, warmińsko-mazurskim, a w drugiej kolejności pomorskim i podlaskim. Wykształciły się strefy o gorszej dostępności w systemie krajowym (południowo-zachodnia Polska z Wrocławiem, północno-zachodnia Polska ze Szczecinem, południowo-wschodnia Polska z Rzeszowem) i europejskim (wschodnia część kraju, regiony turystyczne Mazur i Karpat). Utrwalił się rozkład obszarów o skrajnie niskiej spójności przestrzennej z resztą kraju, m.in. w Kotlinie Kłodzkiej, na wyspie Uznam, w Bieszczadach oraz na środkowym Pomorzu i północnych Mazurach.

W skali województw obraz dostępności międzygałęziowej jest pochodną dostępności w transporcie drogowym. Z reguły obydwa wskaźniki – ogólny i drogowy, osiągają najwyższe i najniższe wartości w tych samych regionach. Nieco inny jest natomiast rozkład wskaźnika MDT dla samego transportu kolejowego. Najwyższy poziom osiąga on w woj. śląskim i w łódzkim oraz wyraźnie niski w podkarpackim, warmińsko-mazurskim i zachodniopomorskim. Spośród przejść granicznych relatywnie lepszą dostępnością charakteryzują się punkty we wschodniej części granicy z Czechami (np. Zebrzydowi-

ce) i w południowej części granicy niemieckiej (np. Zgorzelec). Niski poziom dostępności wykazują niektóre przejścia słowackie oraz punkty na kierunku litewskim (Budzisko, Ogrodniki).

Prognozowane zmiany wskaźnika MDT w perspektywie 2013 r. (2015 r.) w największym stopniu dotyczą wschodniej Polski, co potencjalnie można za korzystne. W rzeczywistości skala zmian będzie, w analizowanym horyzoncie czasu, z pewnością mniejsza, na skutek braku przygotowania wielu uwzględnionych w badaniu inwestycji drogowych na wschodzie (zwłaszcza dróg S17 i S19).

Wykonane studia pozwoliły na sformułowanie wniosków w zakresie wskazanych korekt w hierarchii priorytetów inwestycyjnych w transporcie, zwłaszcza drogowym. Ocenę rangi inwestycji uwzględnionych w badaniu wykonano w rozdziale 7 (por. tab. 7.1). Ich uzupełnieniem może być zaproponowanie listy przedsięwzięć transportowych, które powinny zostać uwzględnione w kolejnym okresie programowania rozwoju (2013-2020). Są to inwestycje na następujących kierunkach (nie wymieniano szlaków przewidzianych do realizacji przed 2013 r., których budowa ulegnie z pewnością przesunięciu):

- szybka kolej Warszawa–Wrocław/Poznań („Y”);
- zachodni korytarz skośny z północnego wschodu na południowy zachód (droga ekspresowa S5, linia kolejowa Gdańsk–Poznań);
- północny korytarz równoleżnikowy (droga ekspresowa S6, linia kolejowa Gdańsk–Szczecin);
- korytarz skośny Warszawa–Bydgoszcz (autostrada łącząca Płońsk/S7 z Włocławkiem/A1, kolej szybka Warszawa–Toruń).

Literatura

- Aschauer D. A., 1989, *Is Public Expenditure Productive?* Journal of Monetary Economics, 23, s. 177-200.
- Baja Z., 1948, *Problem izochron Polski*. Przegląd Komunikacyjny, 2, s. 55-63.
- Baradaran S., Ramjerdi F., 2001, *Performance of Accessibility Measures in Europe*. Journal of Transportation and Statistics, 4, 2-3, s. 31-48.
- Baxter R. S., Lenzi G., 1975, *The Measurement of Relative Accessibility*. Regional Studies, 9, s. 15-26.
- Berry B. J. L., 1964, *Approaches to Regional Analysis: A synthesis*. Annals of the Association of American Geographers, 54, s. 2-11.
- Biderman E., 1967, *Sieć osiedli miejskich województwa koszalińskiego oraz ich strefy wpływów*. Poznańskie Towarzystwo Przyjaciół Nauk, Poznań.

- Bissaga T., 1938, *Geografia kolejowa*. Wydawnictwa Techniczne Ministerstwa Komunikacji, Warszawa.
- Black J., Conroy M., 1977, *Accessibility Measures and the Social Evaluation of Urban Structure*. Environment and Planning A, 9, s. 1013-1031.
- Boczar E., 1933, *Izochrony dośrodkowe Polski*. Koło Geograficzne Uczniów UJ, III Sprawozdanie za lata 1925-1932, Kraków.
- Boots B. N., 1980, *Weighting Thiessen polygons*. Economic Geography, 56, s. 248-259.
- Bröcker J., 1989, *How to eliminate Certain Defects of the Potential Formula*. Environment and Planning, 21, s. 817-830.
- Bröcker J., Kancs A., Schürmann C., Wegener M., 2001, *Methodology for the Assessment of Spatial Economic Impacts of Transport Projects and Policies*. IASON Deliverable D2, Kiel/Dortmund.
- Bruinsma F. R., Rietveld P., 1998, *The Accessibility of European Cities: Theoretical Framework and Comparison of Approaches*. Environment and Planning, 30, 3, s. 499-521.
- Burnewicz J., 2008, *Wizja struktury transportu oraz rozwoju sieci transportowych do roku 2033 ze szczególnym uwzględnieniem docelowej struktury modelowej transportu*, [w:] *Ekspertyzy do koncepcji Przestrzennego Zagospodarowania Kraju*, K. Saganowski, M. Zagrzejska-Fiedorowicz, P. Żuber (red.), t. II. MRR, Warszawa, s. 31-67.
- Burns L. D., 1979, *Transportation, Temporal and Spatial Components of Accessibility*. Lexington Books, Lexington/Toronto.
- Chatelus G., Ulied A., 1995, *Union Territorial Strategies Linked to the Transeuropean Transportation Networks*. Final Report to DG VII, Paris/Barcelona, INRETS-DEST/MCRIT.
- Chojnicki Z., 1966, *Zastosowanie modeli grawitacji i potencjału w badaniach przestrzenno-ekonomicznych*. Studia KPZK PAN, t. 14, Warszawa.
- Copus A. K., 1997, *A New Peripherality Index for European Regions*. Report prepared for the Highlands and Islands European Partnership, Aberdeen, Rural Policy Group, Agricultural and Rural Economics Department, Scottish Agricultural College.
- Copus A. K., 1999, *Peripherality and Peripherality Indicators, North*. The Journal of Nordregio, 10, 1, s. 11-15.
- Czyż T., 2002, *Application of the Potential Model to the Analysis of Regional Differences in Poland*. Geographia Polonica, 75, 1, s. 13-24.
- Dalvi M. Q., Martin K. M., 1976, *The Measurement of Accessibility: Some Preliminary Results*. Transportation, 5, s. 17-42.
- Deja W., 1983, *Dostępność komunikacyjna obiektów turystycznych obszaru podmiejskiego Poznania*. Roczniki Naukowe AWF w Poznaniu, 32, s. 169-178.
- Domański R., 1963, *Zespoły sieci komunikacyjnych*. Prace Geograficzne, 41, IGiPZ PAN, Warszawa.
- Domański R., 1979, *Accessibility, Efficiency, and Spatial Organization*. Environment and Planning A, 11, 10, s. 1189-1206.
- Dudzińska-Kryszak A., 1982, *Dostępność komunikacyjna na tle nowego podziału administracyjnego Polski*. Prace Naukowo-Badawcze, 7, Ośrodek Badawczy Ekonomiki Transportu, Warszawa.
- Dygaszewicz J., 2008, *Zastosowanie map cyfrowych w spisach powszechnych*. Wiadomości Statystyczne, 4, s. 22-29.
- Dygaszewicz J., 2009, *Spisy powszechne XXI wieku*. Wiadomości Statystyczne, 6, s. 13-27.
- Dziadek S., 1998, *Dostępność komunikacyjna ośrodków turystycznych Beskidu Śląskiego i Pogórza Śląskiego*. Prace Komisji Geografii Komunikacji PTG, 4, s. 79-94.
- Dzieciuchowicz S. Z., 1979, *Rozkłady przestrzenne dojazdów do pracy ludności wielkiego miasta (na przykładzie Łodzi)*. Studia KPZK PAN, t. 66.
- Ekspertyzy do koncepcji Przestrzennego Zagospodarowania Kraju do roku 2033*, 2008, MRR, Warszawa.
- Erlandsson U., Lindell C., 1993, *Svenska Regioners Kontakt- och Resemöjligheter i Europa 1992*. Rapport och Notiser 119, Institutionen för kultur-geografi och ekonomisk geografi vid Lunds Universitet, Lund.
- Fotheringham A.S., O'Kelly M.E., 1989, *Spatial Interaction Models*. Kluwer, Dordrecht.
- Friedberg J., 2008, *Wizja struktury transportu oraz rozwoju sieci transportowych do roku 2033 ze szczególnym uwzględnieniem prognozowanych natężeń ruchu*, [w:] *Ekspertyzy do koncepcji...*, op.cit., s. 65-84.
- Frost M. E., Spence N. A., 1995, *The Rediscovery of Accessibility and Economic Potential: the Critical Issue of Self-potential*. Environment and Planning A, 27, s. 1833-1848.
- Fuellhart K., 2007, *Airport Catchment and Leakage in a Multi-airport Region: The Case of Harrisburg International*. Journal of Transport Geography, 15, 4, s. 231-244.
- Gaca S., Suchorzewski W., Tracz T., 2008, *Inżynieria ruchu drogowego. Teoria i praktyka*. Wyd. Komunikacji i Łączności, Warszawa.
- Galton F., 1881, *On the Construction of Isochronic Passage-Charts*. Proceedings of the Royal Geographical Society, 3, s. 657-658.
- Garrison W.L., 1960, *Connectivity of the Interstate Highway System*. Papers of the Regional Science Association, 6, s. 121-137.
- Gawryszewski A., Pietkiewicz S., 1966, *Zmiany dostępności czasowej obszaru Polski z Warszawy w okresie 1952-1962*. Przegląd Geograficzny, 38, 2.
- Gawryszewski A., Potrykowska A., 1980, *Rozkłady odległości dojazdów do pracy do wybranych miast w latach 1959-1973*. Przegląd Geograficzny, 52, s. 789-807.
- Generalny Pomiar Ruchu 2005 – synteza wyników*, 2006, BPBDiM „Transprojekt-Warszawa”, Warszawa.

- Geurs K. T., Ritsema van Eck, 2001, *Accessibility Measures: Review and Applications*. RIVM report 408505 006, National Institute of Public Health and the Environment, Bilthoven.
- Geurs K. T., van Wee B., 2004, *Accessibility Evaluation of Land-use and Transport Strategies: Review and Research Directions*. Journal of Transport Geography, 12, s. 127-140.
- Gould P., 1969, *Spatial Diffusion*. Resource Paper No. 17, Washington, DC: Association of American Geographers.
- Gutiérrez J., 2001, *Location, Economic Potential and Daily Accessibility: an Analysis of the Accessibility Impact of the High-speed Line Madrid-co-ordinatBarcelonco-ordinatFrench Border*. Journal of Transport Geography, 9, s. 229-242.
- Gutiérrez J., Urbano P., 1996, *Accessibility in the European Union: the Impact of the Trans-European Road Network*. Journal of Transport Geography, 4, 1, s. 15-25.
- Gutiérrez J., Conzález R., Gómez G., 1996, *The European High-speed Train Network: Predicted Effects on Accessibility Patterns*. Journal of Transport Geography, 4, s. 227-238.
- Guzik R., 2003, *Przestrzenna dostępność szkolnictwa ponadpodstawowego*. Instytut Geografii i Gospodarki Przestrzennej UJ, Kraków.
- Guzik R., Kołós A., 2003, *Evolution of Accessibility in Carpathian Spa Resorts between 1938 and 2000*, [w:] *Problemy gospodarki turystycznej i uzdrowiskowej*, W. Kurek (red.). Prace Geograficzne, 111, Instytut Geografii i Gospodarki Przestrzennej UJ, s. 357-368.
- Hägerstrand T., 1970, *What about People in Regional Science?* People of the Regional Science Association, 24, s. 7-21.
- Halley E., 1701, *The Description and Uses of a New, and Correct Sea-chart of the whole World, Shewing Variations of the Compass*. London.
- Handy S. L., Niemeier D. A., 1997, *Measuring Accessibility: an Exploration of Issues and Alternatives*. Environment and Planning A, 29, s. 1175-1194.
- Hansen W. G., 1959, *How Accessibility Shapes Land-use*. Journal of the American Institute of Planners, 25, s. 73-76.
- Harris C. D., 1954, *The Market as a Factor in the Localization of Industry in the United States*. Annals of the Association of American Geographers, 44, s. 315-348.
- Hołowiecka B., 2004, *Oddziaływanie społeczno-gospodarcze miasta*. Wyd. UMK, Toruń.
- Hyndman J., D'Arcy C., Holman J., Jamrozik K., 1997, *The Effect of Spatial Definition on the Allocation of Clients to Screening Clinics*. Social Science & Medicine, 45, 2, s. 331-340.
- Ingram D. R., 1971, *The Concept of Accessibility: a Search for an Operational Form*. Regional Studies, 5, s. 101-107.
- Isard W., 1954, *Location Theory and Trade Theory: Short-Run Analysis*. Quarterly Journal of Economics, 68, 1, s. 305-322.
- Janecki R., 2004, *Dostępność komunikacyjna lotnisk regionalnych w Polsce. Stan istniejący i perspektywy do 2015-2021 r.* Transport Miejski i Regionalny, 4, s. 2-9.
- Jeż-Pawlak A., 2002, *Dostępność komunikacyjna wybranych ośrodków górskich w województwie śląskim*, [w:] *Komunikacja i jej funkcje w województwie śląskim*, S. Dziadek (red.). Studia Ekonomiczne, 25, AE im. Karola Adameckiego, Katowice, s. 67-82.
- Karlqvist A., 1975, *Some Theoretical Aspects of Accessibility-based Location Models*, [w:] *Dynamic Allocation of Urban Space*, A. Karlqvist, L. Lundqvist, F. Snickars. DC Heath, Lexington, Mass.
- Keeble D., Owens P. L., Thompson C., 1982, *Regional Accessibility and Economic Potential in the European Community*. Regional Studies, 16, s. 419-432.
- Keeble D., Offord J., Walker S., 1988, *Peripheral Regions in a Community of Twelve Member States*. Commission of the European Community, Luxembourg.
- Kim H. M., Kwan M. P., 2003, *Space-time Accessibility Measures: A Geocomputational Algorithm with a Focus on the Feasible Opportunity Set and Possible Activity Duration*. Journal of Geographical Systems, 5, 1, s. 71-91.
- Knox P. L., 1978, *The Intraurban Ecology of Primary Medical Care: Patterns of Accessibility and Their Policy Implications*. Environment and Planning A, 10, s. 415-435.
- Komornicki T., 2003, *Dostępność międzynarodowej komunikacji pasażerskiej na terenie Polski*, [w:] *Geograficzne aspekty globalizacji i integracji europejskiej*, M. Śmigielska, J. Słodczyk (red.). Oddział Opolski PTG, Uniwersytet Opolski, Opole, s. 505-513.
- Komornicki T., 2005, *Specific Institutional Barriers in Transport Development in the Case of Poland and Other Central European Transition Countries*. IATSS Research, Tokyo, 29, 2, s. 50-58.
- Komornicki T., 2005a, *Warszawa w systemie transportowym Europy i Polski*. Biuletyn KPZK PAN, z. 222, s. 64-83.
- Komornicki T., 2007, *Czy polskie metropolie tworzą system transportowy?* Prace Komisji Geografii Komunikacji, 14, s. 75-85.
- Komornicki T., 2007a, *Rola infrastruktury transportowej w rozwoju kraju – wyzwania wobec kohezji przestrzennej*, [w:] *Rola polskiej przestrzeni w integrującej się Europie*, T. Markowski, A. Stasiak (red.), Biuletyn KPZK PAN, z. 233, Warszawa, s. 63-86.
- Komornicki T., 2008, *Infrastruktura*, [w:] *4 lata członkostwa Polski w UE. Bilans kosztów i korzyści społeczno-gospodarczych*. Urząd Komitetu Integracji Europejskiej, Warszawa, s. 71-92.

- Komornicki T., 2009, *Polska polityka transportowa wobec prognozowanych zmian klimatycznych*. Studia KPZK PAN, t. 74, s. 75-87.
- Komornicki T., Rosik P., 2009, *Natężenie ruchu na A2 na odcinku Stryków-Konotopa w 2012 i 2020 roku*. Przegląd Komunikacyjny, 9.
- Komornicki T., Śleszyński P., 2006, *Docelowy układ autostrad a wewnętrzny popyt na nowoczesny transport drogowy*. Prace Komisji Geografii Komunikacji PTG, 12, s. 95-108.
- Komornicki T., Śleszyński P., 2007, *Popytowe uwarunkowania przebiegu trasy Via Baltica w Polsce*. Przegląd Komunikacyjny, 2, s. 3-9.
- Komornicki T., Śleszyński P., 2008, *Lokalizacja portów lotniczych na podstawie analiz dostępności komunikacyjnej i popytu*, [w:] *Przyszłość polskich lotnisk. Prawne i finansowe aspekty rozwoju portów lotniczych*. Konferencja MGG, 27-28 maja 2008, Hotel Gromada Okęcie, Warszawa, MGG Conferences, Warszawa, s. 75-96.
- Komornicki T., Śleszyński P. (red.), 2009, *Studia nad lokalizacją regionalnych portów lotniczych na Mazowszu*. Prace Geograficzne, 220, IGiPZ PAN, Warszawa.
- Komornicki T., Śleszyński P., Węclawowicz G., 2006, *O potrzebie nowej wizji rozwoju infrastruktury transportowej Polski*. Przegląd Komunikacyjny, 6, s. 13-20.
- Komornicki T., Śleszyński P., Siłka P., Stępnia M., 2008, *Wariantowa analiza dostępności w transporcie lądowym*, [w:] *Ekspertyzy do Koncepcji...*, op. cit., s. 133-334.
- Komornicki T., Śleszyński P., Pomianowski W., Rosik P., Siłka P., Stępnia M., 2008, *Opracowanie metodologii liczenia wskaźnika międzygałęziowej dostępności transportowej terytorium Polski oraz jego oszacowanie*. Opracowanie wykonane przez IGiPZ PAN dla MRR, Warszawa, s. 54, maszynopis.
- Kubijowicz W., 1923, *Izochrony Polski południowej*. Prace Instytutu Geograficznego UJ, 1, Kraków, s. 96
- Kupiszewski M., Bijak J., 2006, *Ocena prognozy ludności GUS 2003 z perspektywy aglomeracji warszawskiej*. CEFMR Working Papers, 1, http://www.cefmr.pan.pl/docs/cefmr_wp_2006-01.pdf.
- Kupiszewski M., Bijak J., Sączuk K., Serek R., 2003, *Komentarz do założeń prognozy ludności na lata 2003-2030 przygotowanej przez GUS*. CEFMR Working Papers, 3, http://www.cefmr.pan.pl/docs/cefmr_wp_2003-03.pdf.
- Kuryłowicz W., 2008, *Wizja struktury transportu oraz rozwoju sieci transportowych do roku 2033 ze szczególnym uwzględnieniem obecnych planów inwestycyjnych GDDKiA*, [w:] *Ekspertyzy do Koncepcji...*, op. cit., s. 133-334.
- Lee R.C., 1991, *Current Approaches to Short Age Area Designation*. Journal of Rural Health, 7, s. 437-450.
- Lijewski T., 1962, *Geografia komunikacji województwa białostockiego*. Dokumentacja Geograficzna, 2, IGiPZ PAN, Warszawa.
- Lijewski T., 1967, *Dojazdy do pracy w Polsce*. Studia KPZK PAN, t. 15, Warszawa.
- Lijewski T., 2002, *Nowy podział administracyjny a dostępność ośrodków administracji*. Prace Komisji Geografii Komunikacji PTG, 8, s. 5-15.
- Linneker B., Spence N. A., 1992, *Accessibility Measures Compared in an Analysis of the Impact of the M25 London Orbital Motorway on Britain*. Environment and Planning, 24, s. 1137-1154.
- Luo W., Qi Y., 2009, *An Enhanced Two-step Floating Catchment Area (E2SFCA) Method for Measuring Spatial Accessibility to Primary Care Physicians*. Health and Place, 15, 4, s. 1100-1107.
- Lutter H., Pütz T., Spangenberg M., 1992, *Accessibility and Peripherality of Community Regions: the Role of Road, Long-distance Railways and Airport Networks*. Report to DGXVI, Commission of the European Communities. Bundesforschungsanstalt für Landeskunde und Raumordnung, Bonn.
- Maciejewski W., 1972, *Obliczanie odległości kolejowych pomiędzy miastami powiatowymi Polski w oparciu o macierz wydłużenia trasy*. Przegląd Komunikacyjny, 8, s. 15-17.
- Miller H. J., 1999, *Measuring Space-time Accessibility Benefits within Transportation Networks: Basic Theory and Computational Procedures*. Geographical Analysis 31, 2, s. 187-212.
- Mitchell C. G. B., Town S. W., 1977, *Accessibility of Various Social Groups to Different Activities*. Supplementary report 258, Transport and Road Research Laboratory, Crowthorne, Berks.
- Namysłowski J., 1980, *Ważniejsze ośrodki dojazdów wahadłowych w systemie osadniczym Polski*. Przegląd Geograficzny, 4, s. 761-773.
- Nautonier G. L., 1602/1604, *Mecometrie de l'eymant, c'est a dire la maniere de mesurer les longitudes par le moyen de l'eymant*. Paris.
- Neutens T., Schwanen T., Witlox F., de Maeyer P., 2008, *My Space or Your Space? Towards a Measure of Joint Accessibility*. Computers, Environment and Urban Systems, 32, s. 331-342.
- Niedzielski M., 2006, *A Spatially Disaggregated Approach to Commuting Efficiency*. Urban Studies, 43, 13, s. 2485-2502.
- Niedzielski M., Śleszyński P., 2008, *Analyzing Accessibility by Transport Mode in Warsaw*. Geographia Polonica, 81, 2, s. 61-78.
- Pantazis N., Liefner I., 2006, *The Impact of Low-cost Carriers on Catchment Areas of Stablished International Airports: The Case of Hanover Airport, Germany*. Journal of Transport Geography, 14, 4, s. 265-272.
- Pietrusiewicz W., 1996, *Problemy metodyczne opracowywania map dostępności czasowej*. Polski Przegląd Kartograficzny, 28, 2, s. 87-100.
- Pirie G. H., 1979, *Measuring Accessibility: a Review and Proposal*. Environment and Planning A 11, s. 299-312.
- Podkowicz Cz., 1987, *Dostępność komunikacyjna gmin w makroregionie północno-wschodnim*. Nauka i Praktyka, 1-2, s. 221-241.

- Potrykowska A., 1983, *Współzależności między dojazdami do pracy a strukturą społeczną i demograficzną regionu miejskiego Warszawy w latach 1950-1973*. Dokumentacja Geograficzna, 3, IGiPZ PAN, Warszawa.
- Potrykowski M., 1989, *Transport Accessibility of the Countryside*. Geographica Iugoslavica, 10, s. 293-304.
- Potrykowski M., Taylor Z., 1982, *Geografia transportu. Zarys problemów, modeli i metod badawczych*. PWN, Warszawa.
- Powęska H., 1990, *Dostępność przestrzenna usług medycznych a zachowania medyczne ludności*. Biuletyn Informacyjny IGiPZ PAN, 61, Warszawa.
- Ptaszycka D., 1971, *Dostępność komunikacyjna terenów turystyki pobytowej województwa krakowskiego*. Folia Geographica. Series Geographica-Oeconomica, 4, s. 63-91.
- Radke J., Mu L., 2000, *Spatial Decomposition, Modeling and Mapping Service Regions to Predict Access to Social Programs*. Geographic Information Sciences, 6, s. 105-112.
- Ratajczak W., 1992, *Dostępność komunikacyjna miast wojewódzkich Polski w latach 1948-1988*, [w:] *Współczesne problemy geografii społeczno-ekonomicznej Polski*, Z. Chojnicki, T. Czyż (red.). Wyd. Naukowe UAM, Poznań, s. 173-203.
- Ratajczak W., 1999, *Modelowanie sieci transportowych*. Bogucki Wyd. Naukowe, Poznań.
- Ratajski L., 1989, *Metodyka kartografii społeczno-gospodarczej*. PPWK, Warszawa.
- Ravenstein E., 1885, *The Laws of Migration*. Journal of the Statistical Society, 46, s. 167-235.
- Rewieńska W., 1929, *Izochrony Wilna*. Prace Zakładów Geologii i Geografii Uniwersytetu im. S. Batorego w Wilnie, 4, Wilno, s.1-20.
- Rich D. C., 1978, *Potential Models in Human Geography*. Concepts and Techniques in Modern Geography, 26, University of East Anglia, Norwich.
- Rosik P., 2008, *Zróżnicowanie dostępności drogowej regionów Polski*. Transport Miejski i Regionalny, 5.
- Rosik P., (w druku), *Potencjał własny oraz szacowanie parametrów modelu dostępności wewnętrznej na przykładzie Warszawy*. Czasopismo Geograficzne.
- Rosik P., Szuster S., 2008, *Rozbudowa infrastruktury transportowej a gospodarka regionów*. Wyd. Politechniki Poznańskiej, Poznań.
- 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.
- Rosik P., Stępnia M., Wiśniewski R., (w druku), *Atrakcyjność Warszawy i Białegostoku dla dojeżdżających do pracy samochodem*. Studia Regionalne i Lokalne, 1.
- Rowicki M., 1934, *Izochrony Warszawy*. Wiadomości Służby Geograficznej, 8, s. 435-466.
- Rydzewski T., 1999, *Dostępność kolejowa miast województwa szczecińskiego w 1994 roku*. Zeszyty Naukowe. Marine Sciences, 5, Uniwersytet Szczeciński, s. 207-234.
- Rydzewski T., 2000, *Dostępność autobusowa miast województwa szczecińskiego w 1998 roku*. Zeszyty Naukowe. Marine Sciences, 6, Uniwersytet Szczeciński, s. 109-134.
- Rydykowski W., Wojewódzka-Król K. (red.), 2006, *Transport*. Wyd. Naukowe PWN, Warszawa.
- Schjerning W., 1903, *Studien über Isochronenkarten*. Zeitschrift der Gesellschaft für Erdkunde, 4, s. 693-705.
- Schürmann C., Spiekermann K., Wegener M., 1997, *Accessibility Indicators: Model and Report, SASI Deliverable D5*. Institute of Spatial Planning, Dortmund.
- Schürmann C., Talaat A., 2000, *Towards a European Peripherality Index. Final Report*. Report for General Directorate XVI Regional Policy of the European Commission. Dortmund: Institute of Spatial Planning.
- Seweryn R., 1999, *Ocena dostępności komunikacyjnej Polski dla turystów zagranicznych*. Problemy Turystyki, 22, 2.
- Smoleński J., 1932, *O izochronach dośrodkowych odgraniczonych*. Przegląd Geograficzny, 12, s. 91-95.
- Sobczyk W., 1985, *Dostępność komunikacyjna w układach osadniczych miast*. Komitet Badań Rejonów Uprzemysławianych PAN, PWN, Warszawa.
- South R., Boots B., 1999, *Relaxing the Nearest Centre Assumption in Central Place Theory?* Papers in Regional Science, 78, s. 157-177.
- Spiekermann K., Wegener M., 1996, *Trans-European Networks and Unequal Accessibility in Europe*. European Journal of Regional Development, 4, s. 35-42.
- Spiekermann K., Neubauer J., 2002, *European Accessibility and Peripherality: Concepts, Models and Indicators*. Nordregio Working Paper, Stockholm.
- Spiekermann K., Wegener M., 2007, *Update of Selected Potential Accessibility Indicators. Final Report*. Urban and Regional Research (S&W), RRG Spatial Planning und Geoinformation.
- Spiekermann K., Wegener M., Copus A., 2002, *Review of Peripherality Indices and Identification of 'Baseline Indicator.'* Deliverable 1 of AsPIRE – Aspatial Peripherality, Innovation, and the Rural Economy. Dortmund/Aberdeen: S&W, IRPUD, SAC.
- Stewart J. Q., 1947, *Empirical Mathematical Rules Concerning the Distribution and Equilibrium of Population*. Geography Review 37, s. 461-485.
- Stryjek B., Warakomska K., 1980, *Zasięg oddziaływania wybranych ośrodków przemysłowych w Polsce w świetle izochrony jednogodzinnej*. Przegląd Geograficzny, 2, s. 321-337.
- Suchorzewski W., 2008, *Wizja struktury transportu oraz rozwoju sieci transportowych do roku 2033 ze szczególnym uwzględnieniem zagadnień równoważenia rozwoju transportu*, [w:] *Ekspertyzy do Koncepcji...*, op. cit., s. 109-131.

- Śleszyński P., 2004a, *Demograficzne i ekonomiczne aspekty lokalizacji portu lotniczego w okolicach Warszawy*. Przegląd Komunikacyjny, 3, s. 13-19.
- Śleszyński P., 2004b, *Warunki życia w Warszawie w świetle dostępności przestrzennej mieszkańców do wybranych usług na początku XXI wieku*, [w:] *Zróżnicowanie przestrzenne warunków życia ludności w mieście (aglomeracji miejskiej)*. XVI Konwersatorium Wiedzy o Mieście, I. Jażdżewska (red.). Katedra Geografii Miast i Turyzmu UŁ, Łódź, s. 77-86.
- Śleszyński P., 2007, *Możliwości rozwoju regionalnych portów lotniczych w Polsce w świetle uwarunkowań popytowych*. Prace Komisji Geografii Komunikacji PTG, 13, s. 153-174.
- Śleszyński P., 2009a, *Zaludnienie i zróżnicowanie rzeźby terenu w modelowaniu prędkości ruchu w transporcie drogowym*. Przegląd Komunikacyjny, 5, s. 26-32.
- Śleszyński P., 2009b, *Dostępność metropolii jako warunek konkurencyjności polskiej przestrzeni*. Mazowsze. Studia Regionalne, 2, s. 53-71.
- Śleszyński P., 2009c, *Rozwój nowoczesnej drogowej sieci transportowej a efektywność połączeń głównych ośrodków miejskich (1989-2015)*. Autostrady, 7, s. 50-53.
- Śleszyński P., Komornicki T., 2009, *Wpływ rozwoju sieci drogowej na obszary rynkowe istniejących i planowanych portów lotniczych (2008-2015)*. Drogi. Lądowe, powietrzne, wodne, 9, s. 91-99.
- Taylor Z., 1979, *Przestrzenna dostępność miejskiego systemu transportowego Poznania*. Studia KPZK PAN, t. 67, Warszawa.
- Taylor Z., 1998, *Możliwości poprawy dostępności usług w obszarach wiejskich*. Przegląd Geograficzny, 70, 1-2, s. 47-68.
- Taylor Z., 1999, *Przestrzenna dostępność miejsc zatrudnienia, kształcenia i usług a codzienna ruchliwość ludności wiejskiej*. Prace Geograficzne, 171, IGiPZ PAN, Warszawa.
- Taylor Z., 2008, *Wizja struktury transportu oraz rozwoju sieci transportowych do roku 2033 ze szczególnym uwzględnieniem rozwoju komunikacji kolejowej*, [w:] *Ekspertyzy do Koncepcji...*, op. cit., s. 85-108.
- Törnqvist G., 1970, *Contact Systems and Regional Development*. Lund Studies in Geography B 35, Lund, C.W.K. Gleerup.
- Transport – wyniki działalności w 2007 r.*, 2008, GUS, Warszawa.
- Tufte E. R., 1997, *Visual Explanations*. Graphics Press, Cheshire.
- Vandenbulcke G., Steenberghen T., Thomas I., 2008, *Mapping Accessibility in Belgium: a Tool for Land-use and Transport Planning?* Journal of Transport Geography.
- Vasiliev I.R., 1997, *Mapping Time*. Cartographica, 34, 3, Series Monograph, 49, s. 1-51.
- Vickerman R. W., 1974, *Accessibility, Attraction, and Potential: a Review of Some Concepts and Their Use in Determining Mobility*. Environment and Planning A 6, s. 675-691.
- Vickerman R. W., Spiekermann K., Wegener M., 1999, *Accessibility and Economic Development in Europe*. Regional Studies, 33, 1, s. 1-15.
- Warakomska K., 1992, *Zagadnienie dostępności w geografii transportu*. Przegląd Geograficzny, 64, 1-2, s. 67-76.
- Warakomska K., 1993, *Izochrony zmodyfikowane jako kartograficzna metoda przedstawiania dostępności ludności do miasta wojewódzkiego (na przykładzie województwa lubelskiego)*. Polski Przegląd Kartograficzny, 25, 2, s. 66-72.
- Warakomska K., 1993a, *Izochrony zmodyfikowane jako kartograficzna metoda przedstawiania dostępności ludności do miasta wojewódzkiego (na przykładzie województwa lubelskiego)*. Polski Przegląd Kartograficzny, 25, 2, s. 66-72.
- Wąsowicz J., 1934, *Mapy izochron wojewódzkich*, Czasopismo Geograficzne, s. 165-168.
- Wegener M., Eskelinnen H., Fürst F., Schürmann C., Spiekermann K., 2000, *Indicators of Geographical Position*. Final Report of the Working Group "Geographical Position" of the Study Programme on European Spatial Planning. Dortmund, IRPUD.
- Wegener M., Eskelinnen H., Fürst F., Schürmann C., Spiekermann K., 2002, *Criteria for the Spatial Differentiation of the EU Territory: Geographical Position*. Forschungen 102.2, Bonn, Bundesamt für Bauwesen und Raumordnung.
- Wegener M., Komornicki T., Korcelli P., 2005, *Spatial Impacts of the Trans-European Networks for the New EU Member States*, [w:] *New Spatial Relations in New Europe*, T. Komornicki, K. Czapiewski (red.). Europa XXI, 13, IGiPZ PAN, PTG, Warszawa, s. 27-44.
- Wendt J., 2000, *Dostępność komunikacyjna ośrodków władzy wojewódzkiej*. Prace Komisji Geografii Komunikacji PTG, 6, s. 183-202.
- 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.
- Wilson A.G., 1971, *A Family of Spatial Interaction Models, and Associated Developments*. Environment and Planning 3, 1, s. 1-32.
- Wróbel A., 1959, *Regionalne zasięgi obsługi ośrodków szkolnictwa wyższego w Polsce*. Przegląd Geograficzny, 1, s. 129-135.
- Ziembowa Cz., 1969, *Wpływ odległości i czasu na komunikację pasażerską między miastami wojewódzkimi w Polsce*. Przegląd Komunikacyjny, 1, s. 3-36.

Informacje o Autorach

Tomasz Komornicki, doc. dr hab., Instytut Geografii i Przestrzennego Zagospodarowania im. S. Leszczyckiego PAN; ul. Twarda 51/55, 00-818 Warszawa.

Wojciech Pomianowski, mgr, Instytut Geografii i Przestrzennego Zagospodarowania im. S. Leszczyckiego PAN; ul. Twarda 51/55, 00-818 Warszawa.

Piotr Rosik, dr, Instytut Geografii i Przestrzennego Zagospodarowania im. S. Leszczyckiego PAN; ul. Twarda 51/55, 00-818 Warszawa.

Piotr Silka, mgr, Instytut Geografii i Przestrzennego Zagospodarowania im. S. Leszczyckiego PAN; ul. Twarda 51/55, 00-818 Warszawa.

Marcin Stępiak, mgr, Instytut Geografii i Przestrzennego Zagospodarowania im. S. Leszczyckiego PAN; ul. Twarda 51/55, 00-818 Warszawa.

Przemysław Śleszyński, doc. dr hab., Instytut Geografii i Przestrzennego Zagospodarowania im. S. Leszczyckiego PAN; ul. Twarda 51/55, 00-818 Warszawa.

Szanowni Państwo

Komitet Przestrzennego Zagospodarowania Kraju PAN uprzejmie informuje o możliwości zakupu i zaprenumerowania prac Komitetu, wydawanych w trzech seriach: Biuletyn KPZK PAN, Studia KPZK PAN i Studia Regionalia w języku angielskim. Wydawnictwa nasze można zamówić w dowolnym czasie, zamówienie może obejmować zarówno wszystkie pozycje, jak i pojedyncze zeszyty Biuletynów i tomy Studiów.

Ze względu na ograniczone nakłady jedynie złożenie imiennego zamówienia w Redakcji KPZK PAN zapewni Państwu zakupienie naszych wydawnictw. Wielkość nakładu zależy od liczby zgłoszonych zamówień.

Pozycje wydawnicze KPZK PAN można kupić w Redakcji KPZK PAN.

Uprzejmie informujemy, że w 2008 r. wydaliśmy następujące pozycje:

Biuletyny:

- z. 236 – Nowe paradygmaty gospodarki przestrzennej. K. Miszczak Z. Przybyła (red.)
- z. 237 – O nowy kształt badań regionalnych w geografii i gospodarce przestrzennej. T. Strzykiewicz, T. Czyż (red.)
- z. 238 – Ośrodki lokalne w strefie oddziaływania wielkich miast. K. Heffner, T. Marszał (red.)
- z. 239 – Rola gospodarstw wielkoobszarowych w zagospodarowaniu wsi woj. zachodniopomorskiego. M. Jasiulewicz i M. Stanny (red.)

Studia KPZK PAN:

- t. CXIX – Obszary urbanizacji i semiurbanizacji wsi polskiej a możliwości ich rozwoju w ramach PROW 2007/2013. T. Markowski, Z. Strzelecki (red.)
- t. CXX – Rola polskich aglomeracji wobec wyzwań Strategii Lizbońskiej. T. Marszał (red.)
- t. CXXI – Rola wyższych uczelni w rozwoju społeczno-gospodarczym i przestrzennym miast. T. Markowski, D. Drzazga (red.)
- t. CXXII – *Koncepcja Przestrzennego Zagospodarowania Kraju* a wizje i perspektywy rozwoju przestrzennego Europy. T. Markowski red.

Studia Regionalia:

- vol. 21 – Finance in Spatial Economy. S. Korenik, M. Łyszczak (Eds.)

W 2009 r. przewidujemy wydanie następujących pozycji: Wanda Maria Gaczek – Gospodarka oparta na wiedzy w regionach europejskich; Zrównoważone warunki życia w zmieniającym się systemie klimatycznym Ziemi. M. Gutry-Korycka, T. Markowski (red.); System przyrodniczy w zarządzaniu rozwojem obszarów metropolitalnych. T. Markowski, D. Drzazga (red.); Potencjalne metropolie ze szczególnym uwzględnieniem Polski Wschodniej. Z. Makiela (red.); System osadniczy Polski w długiej perspektywie trwania a terytorialna polityka spójności UE. T. Markowski (red.); Eksperycki Projekt Koncepcji Przestrzennego Zagospodarowania Kraju w świetle zasad zrównoważonego rozwoju i ochrony środowiska w perspektywie krajowej, regionalnej i lokalnej. M. Kistowski (red.); *The Polish Spatial Development Concept* versus European Visions of Spatial Development Perspectives. T. Markowski (red.); Innovations and Space – European and National Approach. T. Markowski, M. Turała, P. Żuber (red.); Theoretical and Practical Aspects of Urban and Regional Development. T. Markowski, M. Turała (red.); Some Aspects of Spatial Economy. S. Korenik (red.).

Wydanie I. Nakład 300 egz.
Ark. druk. 10,5, Ark. wyd. 12
Druk ukończono w listopadzie 2009 r.
Skład: Millroy s.j.
ul. Gwiaździsta 31/125, 01-651 Warszawa
Druk: