

PIOTR ROSIK, TOMASZ KOMORNICKI, SŁAWOMIR GOLISZEK

Instytut Geografii i Przestrzennego Zagospodarowania Polskiej Akademii Nauk, Warszawa, Polska • Institute of Geography and Spatial Organization, Polish Academy of Sciences, Warsaw, Poland

Modelowanie dostępności i mobilności w kontekście różnicowań regionalnych liczby ludności, PKB i spółek prawa handlowego

Modeling of Accessibility and Mobility in the Context of Regional Differences in Total Population, GDP and Commercial Law Companies

Streszczenie: Artykuł stanowi oryginalną syntezę badań dostępności i mobilności prowadzonych w Instytucie Geografii i Przestrzennego Zagospodarowania Polskiej Akademii Nauk (IGiPZ PAN) w kontekście uwarunkowań przestrzennych rozwoju przemysłu w Polsce, ze szczególnym uwzględnieniem rozkładu przestrzennego ludności, PKB oraz lokalizacji spółek prawa handlowego. Autorzy podjęli się analizy dostępności potencjałowej w transporcie ciężarowym, gdzie na miarę atrakcyjności celu wpływają zarówno liczba ludności, jak i PKB. Do analizy empirycznej wykorzystano autorską aplikację OGAM. W części artykułu poświęconej mobilności wykorzystano rezultaty modelowego rozkładu ruchu na krajowej i wojewódzkiej sieci drogowej oraz oprogramowanie VISUM. Przedstawiono oryginalną metodę, która porównuje wyniki modelu grawitacyjnego z rzeczywistym rozkładem ruchu, wynikającym z pomiarów natężenia ruchu w sieci, w odniesieniu do podróży między spółkami prawa handlowego odbywanych przez przedsiębiorców (biznesmenów, przedstawicieli handlowych itd.). Rozkład teoretyczny ruchu pojazdów osobowych porównano z wykorzystaniem analizy kartograficznej i pokazano przeszacowanie lub niedoszacowanie ruchu względem wyników generalnego pomiaru ruchu (GPR) w 2010 roku. W badaniu dostępności i mobilności wykorzystano macierz czasów podróży na poziomie gminnym (2321 jednostek). Prędkości obliczono na podstawie modelu prędkości IGiPZ PAN. Wskazano, że modele potencjału i grawitacji należą do mało popularnych metod analizy uwarunkowań transportowych rozwoju przemysłu w Polsce i dają duże możliwości w zakresie wskazywania potencjalnych lokalizacji dla nowych inwestycji w kontekście transportu towarów i podróży służbowych.

Abstract: The article is an original synthesis of accessibility and mobility modelling that is carried-out in the Institute of Geography and Spatial Organization, Polish Academy of Sciences (IGSO PAS). The paper takes into account the spatial context of industry development in Poland, with particular emphasis on the spatial distribution of population, GDP and location of commercial companies. The potential accessibility in HGV transport, where attractiveness depends on both population and GDP is taken into consideration. For the empirical analysis the OGAM application was used. In the part of the paper devoted to mobility issues, a model uses the results of the distribution of traffic on the national and voivodeship road network and VISUM software. The original method compares the results of the gravity model for travel between commercial companies carried out by entrepreneurs (businessmen, sales representatives, etc.) with the real traffic distribution. The overestimation/underestimation of traffic with respect to the results of the General Traffic Survey in 2010 was shown. Both in the accessibility and mobility studies a matrix of travel time at the municipal level (2,321 units) was used. Speeds were calculated based on the IGSO PAS speed model. It was pointed out that the potential and gravity models are still not very popular methods of analysis of determinants of industrial development in Poland. They provide the opportunities for indicating potential locations for new investments in the context of both freight transport and business travel.

Słowa kluczowe: dostępność potencjałowa; model grawitacji; podróże biznesowe

Keywords: business trips; gravity model; potential accessibility

Otrzymano: 21 stycznia 2016

Received: 21 January 2016

Zaakceptowano: 12 lipca 2016

Accepted: 12 July 2016

Sugerowana cytacja / Suggested citation:

Rosik, P., Komornicki, T., Goliszek, S. (2016). Modelowanie dostępności i mobilności w kontekście zróżnicowań regionalnych liczby ludności, PKB i spótek prawa handlowego. *Prace Komisji Geografii Przemysłu Polskiego Towarzystwa Geograficznego*, 30(4), 21–34.

WSTĘP

Metody dostępności i mobilności rzadko są wykorzystywane równocześnie do celów analizy takich zmiennych, jak PKB czy lokalizacja spótek handlowych. Jedną z najczęściej cytowanych w literaturze przedmiotu definicji dostępności jest ta autorstwa W.G. Hansena (1959), wg której „dostępność określa potencjał dla możliwości zajścia interakcji”. Spośród wielu metod badania dostępności to właśnie dostępność potencjałowa ma chyba największe walory aplikacyjne (por. Guzik; 2003, Komornicki, Śleszyński, Rosik, Pomianowski, 2010; Rosik, 2012; Guzik, Kołoś, 2015; Rosik, Stępnia, Komornicki, 2015). Z tego względu w niniejszym opracowaniu wykorzystano metodę potencjału do analizy zmian dostępności. Z kolei S.L. Handy i D.A. Niemeier (1997) podkreślają, że interakcje należy rozumieć w szerokim sensie, zarówno ekonomicznym, jak i społecznym. Dlatego w artykule położono nacisk na kwestie ekonomiczne, w tym transport ciężarowy, a także uwzględniono zróżnicowanie przestrzenne PKB. F.R. Bruinsma i P. 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”. W niniejszym artykule uwzględniono czasy jako element oporu przestrzeni. W badaniu dostępności i mobilności wykorzystano macierz czasów podróży na poziomie gminnym. Prędkości obliczono na podstawie modelu prędkości IGiPZ PAN.

Celem artykułu jest przedstawienie metod badania dostępności i mobilności w kontekście uwarunkowań przestrzennych rozwoju przemysłu w Polsce, ze szczególnym uwzględnieniem rozkładu przestrzennego ludności, PKB i lokalizacji spótek prawa handlowego. Podjęto próbę ogólnego wskazania sprzężeń zwrotnych oraz wzajemnych relacji między dostępnością i mobilnością, a także możliwości wielowymiarowej analizy tych dwóch zmiennych w kontekście przestrzennym, dla terytorium Polski. Przedstawiono analizę dostępności potencjałowej w transporcie indywidualnym i ciężarowym, gdzie na miarę atrakcyjności celu wpływają zarówno liczba ludności, jak i PKB. Do analizy empirycznej wykorzystano powstałą w IGiPZ PAN aplikację OGAM. Pokazano również zmiany dostępności w latach 2013–2023 na poziomie gminnym dla całej Polski.

W części artykułu poświęconej mobilności wykorzystano rezultaty modelowego rozkładu ruchu na krajowej i wojewódzkiej sieci drogowej oraz oprogramowanie

VISUM. Przedstawiono oryginalną metodę, która porównuje wyniki modelu grawitacyjnego z rzeczywistym rozkładem ruchu, wynikającym z pomiarów natężenia ruchu w sieci w odniesieniu do podróży między spółkami prawa handlowego odbywanych przez przedsiębiorców (biznesmenów, przedstawicieli handlowych itd.). Porównano rozkład teoretyczny ruchu pojazdów osobowych z wykorzystaniem analizy kartograficznej i pokazano przeszacowanie lub niedoszacowanie ruchu względem wyników generalnego pomiaru ruchu w 2010 roku.

Artykuł oparto na wynikach analiz przeprowadzonych w ramach dwóch projektów finansowanych ze środków Narodowego Centrum Nauki na podstawie decyzji DEC-2012/05/B/HS4/04147 i DEC-2014/13/B/HS4/03351.

ZALEŻNOŚCI MIĘDZY DOSTĘPNOŚCIĄ A MOBILNOŚCIĄ

Metody potencjałowe są czasami oznaczane jako metody bazujące na modelu grawitacyjnym (Geurs, van Wee, 2004). Poza faktem, że na poziomie stosowanych metod badawczych potencjał (jako metoda badania dostępności) oraz grawitacja (jako wyznacznik mobilności) to dwie strony tego samego medalu, istnieje wiele sprzężeń zwrotnych między dostępnością a mobilnością. Przykładowo Wegener i in. (2001) 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”. Lokalizacja korytarza jest również kluczowa w rozumieniu przepływów transportowych i zależności między dostępnością a mobilnością.

W transporcie osób zależności między dostępnością a mobilnością można określać w kontekście następujących relacji:

- poprawa dostępności skutkuje ruchem wzbudzonym (większa liczba podróży, w tym podróży biznesowych),
- w obszarach aglomeracyjnych poprawa dostępności skutkuje wydłużeniem się promienia oddziaływania miasta i wzrostem zasięgu rynku pracy, co skutkuje wydłużeniem podróży (dojazdy do pracy),
- ograniczenie dostępności, np. w wyniku wypadku, robót drogowych, pożaru mostu lub klęski powodziowej, skutkuje zmianami w rozkładzie ruchu.

Z kolei w transporcie towarów:

- poprawa dostępności jest jednym z kluczowych czynników lokalizacyjnych, co wpływa na dystrybucję obiektów będących potencjałami ruchotwórczymi w transporcie ciężarowym,
- w skali makro wzrost dostępności może wpływać (w krótkim okresie poprzez efekty popytowe i w długim okresie poprzez efekty podażowe) na wzrost PKB i – co się z tym wiąże – zwiększenie ruchu,
- wzrost przewagi konkurencyjnej w transporcie ciężarowym wynikający z poprawy dostępności może skutkować przesunięciem modalnym (tu obok czasu kluczowy jest czynnik kosztu) i zwiększonym ruchem na sieci drogowej,
- ograniczenie dostępności poprzez redukcję możliwości przejazdu (np. przez miasto lub na wybranych kategoriach dróg) skutkuje zmianami w rozkładzie ruchu.

Mając na względzie powyższe zależności, możemy wnioskować o konieczności większej integracji metod badawczych dostępności i mobilności. W niniejszym artykule podjęto taką próbę w kontekście rozkładu przestrzennego ludności, PKB oraz lokalizacji spółek prawa handlowego.

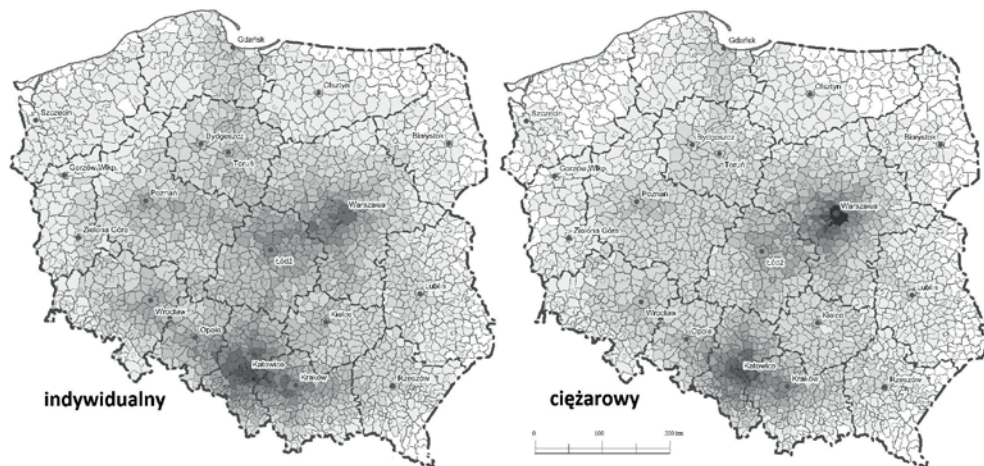
MODELOWANIE DOSTĘPNOŚCI

Na początku warto wyjaśnić kwestie definicyjne, związane z budową zastosowanego w badaniu wskaźnika dostępności. Wskaźnik drogowej dostępności potencjałowej pokazuje sumę relacji transportowych między ośrodkami i regionami, przy czym każda relacja uwzględnia czas przejazdu między ośrodkami A i B oraz znaczenie (atrakcyjność) tych ośrodków w systemie transportowym (potencjał demograficzny, ekonomiczny lub inny). Jednostki o wyższej wielkości wskaźnika charakteryzuje wyższa dostępność. Wskaźnik jest zbudowany na podstawie modelu potencjału, dla którego atrakcyjność celu podróży/przewozu (ludność w transporcie osób oraz ludność i PKB w transporcie towarów) maleje wraz z wydłużaniem się czasu podróży/przewozu. Wskaźnik dostępności jest obliczany odrębnie na poziomie gmin, powiatów, województw, makroregionów i kraju. Istnieje możliwość agregacji tych wskaźników dla dowolnej jednostki przestrzenno-administracyjnej do dwóch typów transportu (pasażerskiego i towarowego), a także obliczania wskaźników syntetycznych w obrębie poziomów przestrzennych analiz. Zmiany wartości wszystkich wskaźników są obliczane po uwzględnieniu faktycznie zrealizowanych lub planowanych inwestycji transportowych. Dla celów badania (dostępności i mobilności) wyodrębniono 2321 rejonów komunikacyjnych na poziomie gmin. Agregacja rejonów komunikacyjnych miała miejsce wówczas, gdy siedziba gminy miejskiej i wiejskiej znajdowała się w tym samym mieście. W każdym z rejonów komunikacyjnych wyodrębniono miasto węzłowe. Kryterium jego wyboru była siedziba rady gminy (por. Rosik, 2012).

Rozkład przestrzenny wskaźnika dla transportu indywidualnego w 2013 roku (ryc. 1) odznacza się dwoma biegunami najlepszej dostępności w rejonach Warszawy–Łodzi oraz Krakowa–konurbacji górnośląskiej. Obszary te łączą dwa pasma o wyższej wartości wskaźnika, nawiązujące do przebiegu dróg S8/DK1 i S7/DK7. Ponadto analogiczne pasy lepszej dostępności występują między Łodzią a Poznaniem (A2) oraz między konurbacją górnośląską a Wrocławiem (A4). W szerszym układzie strefa o wyższych wartościach dostępności obejmuje sześciokąt, którego wierzchołkami są: Warszawa, Kraków, Katowice, Wrocław, Poznań i Gdańsk. Jest to struktura przestrzenna, odpowiadająca w ogólnym zarysie metropolii sieciowej proponowanej w *Koncepcji przestrzennego zagospodarowania kraju 2030* (Korcelli i in. 2010). Sześciokąt otaczają obszary peryferyjne o wskaźniku stopniowo malejącym ku granicy zachodniej, wschodniej i północnej oraz w kierunku wybrzeża Bałtyku (poza regionem Zatoki Gdańskiej). Opisany układ przestrzenny jest bazowo uwarunkowany rozkładem potencjału demograficznego kraju. W ostatniej dekadzie (a zwłaszcza po roku 2004) układ ten, a zarazem wewnętrzne dysproporcje dostępnościowe, został wzmocniony przez lokalizację nowych autostrad i dróg ekspresowych.

Przeprowadzona oddzielnie analiza rozkładu wskaźnika w transporcie ciężarowym (ryc. 1) została wykonana z wykorzystaniem niższych prędkości ruchu pojazdów oraz z uwzględnieniem wielkości PKB jako części składowej mas badanych jednostek. W efekcie otrzymany obraz przestrzenny jest nieco odmienny. Przy zachowaniu ogólnego układu sześciokąta jego zewnętrzne granice są słabiej zarysowane. Dostępność w transporcie towarowym jest na wielu obszarach relatywnie niższa niż w osobowym, ale jednocześnie na terenach peryferyjnych maleje ona bardziej stopniowo. Ponadto zmienił się także charakter podstawowych biegunów najlepszej dostępności. Są nimi wyraźnie Warszawa i konurbacja górnośląska, podczas gdy rola Krakowa, a szczególnie Łodzi jest już wyraźnie słabsza niż w przypadku transportu indywidualnego. Główne szlaki drogowe są widoczne słabiej niż w ruchu pasażerskim, zaś Poznań i Wrocław stanowią odrębne „wyspy” lepszej dostępności. Jednocześnie nie jest zauważalna różnica między nowymi drogami szybkiego ruchu a zwykłymi magistralnymi drogami krajowymi, co wiąże się z niższymi możliwymi do uzyskania prędkościami przez pojazdy ciężarowe na drogach szybkiego ruchu w porównaniu do pojazdów osobowych (ryc. 1).

Ryc. 1. Dostępność drogowa w transporcie indywidualnym i ciężarowym w 2013 roku



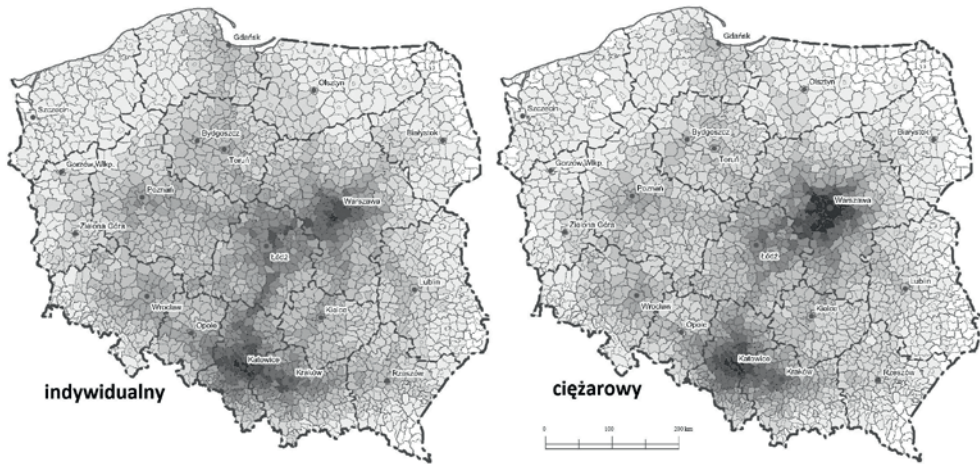
Źródło: opracowanie własne

Rozkład wskaźników dostępności drogowej w roku 2023 (po realizacji wszystkich uwzględnionych inwestycji) (ryc. 2) w przypadku wskaźnika osobowego zachowuje układ dwubiegunowy, choć rola pozostałych ośrodków położonych na wierzchołkach sześciokąta wydaje się być wzmocniona. Metropolia sieciowa rozszerza się, obejmując swoim zasięgiem Rzeszów i Lublin, a w mniejszym stopniu także Białystok (co jest zgodne z zapisami *Koncepcji przestrzennego zagospodarowania kraju 2030*, w której układ sieciowy określono jako otwarty). Układ przestrzenny obszaru o lepszej dostępności zaczyna upodabniać się do znanego z wcześniejszych opracowań planistycznych trójkąta opartego na granicy południowej, z wierzchołkami w Trójmieście oraz w rejonie Legnicy i Przemyśla. Lepiej widoczne są także główne szlaki drogowe, w tym nowe

inwestycje kończone po roku 2013 (jak droga ekspresowa S8 Łódź–Wrocław) i planowane na okres 2014–2020 (np. ciąg dróg ekspresowych S17/S19 z Warszawy przez Lublin do Rzeszowa). Spośród inwestycji, których realizacja została założona, szczególnie duży efekt przynosi brakujący, centralny odcinek autostrady A1.

W przypadku rozkładu wskaźnika w transporcie ciężarowym (ryc. 2) widoczne są te same zmiany, choć znaczenie poszczególnych inwestycji drogowych (poza A1) ponownie jest mniejsze. Można przyjąć, że główne metropolie w większym stopniu zbliżyły się do siebie w ruchu osobowym niż w towarowym. Pozycja Krakowa i Łodzi poprawiła się, ale nadal są one wyraźnie słabszymi ogniwami układów bipolarnych, niż to miało miejsce w ruchu pasażerskim.

Ryc. 2. Dostępność drogowa w transporcie indywidualnym i ciężarowym w 2023 roku



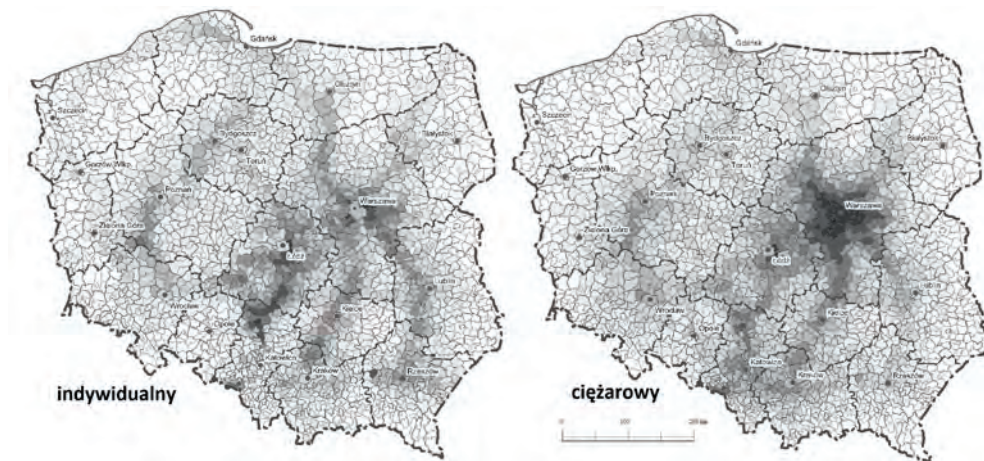
Źródło: opracowanie własne

Na ryc. 3 przedstawiono bezwzględne zmiany wartości wskaźnika dostępności drogowej w okresie 2013–2023 (por. zmiany dostępności w szerszym przedziale czasowym – Rosik, Stępnik, 2015). W przypadku wskaźnika osobowego rozkład ten bardzo wyraźnie nawiązuje do przebiegu konkretnych inwestycji, przede wszystkim tych rozchodzących się promieniście ze stolicy, a w drugiej kolejności także z Poznania (droga ekspresowa S5). Rola planowanych inwestycji o charakterze okrężnym lub rękodowym (jak S3 i S6) jest widoczna w dużo mniejszym stopniu. Dostępność poprawia się zatem pasmowo raczej w centralnej i wschodniej Polsce. Zmiany bezwzględne na południu, zachodzie i północy są wyraźnie mniejsze. W dwóch pierwszych przypadkach częściowo wynika to z faktu, że obszary te uzyskały duże inwestycje drogowe (A2, A4) w poprzednich okresach. Tym samym dalszych projektów jest już mniej, a ich efekt okazuje się też mniejszy.

Koncentracja inwestycji na drogach ekspresowych prowadzących do Warszawy przekłada się na bardzo skupiony przestrzennie efekt bezwzględnych zmian dostępności drogowej towarowej. Przy zachowaniu podobnego rozkładu ogólnego

zdecydowanie najbardziej zmienia się bezwzględna dostępność centralnej części województwa mazowieckiego, w tym samej Warszawy (w tym efekt przewidywanego wzrostu PKB stolicy) (ryc. 3).

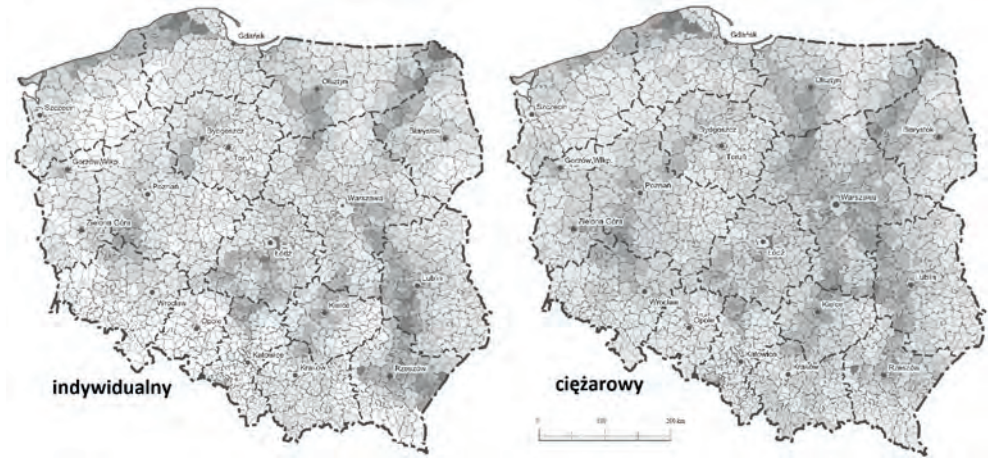
Ryc. 3. Zmiany bezwzględne dostępności drogowej w transporcie indywidualnym i ciężarowym w latach 2013–2023



Źródło: opracowanie własne

Wyraźnie odmienny obraz uzyskujemy, analizując względną (procentową) zmianę wartości wskaźnika dostępności drogowej w okresie 2013–2023 (ryc. 4). Efekty działań inwestycyjnych także są zauważalne wzdłuż konkretnych szlaków, ale najczęściej na odcinkach odleglejszych od dużych metropolii (w tym od Warszawy; efekt niskiej bazy). Dotyczy to zwłaszcza wskaźnika dla transportu indywidualnego. Tym razem efekty rozmieszczone są bardziej równomiernie w przestrzeni kraju, pozostają jednak bardziej skoncentrowane w północnej i wschodniej Polsce. Na inwestycjach relatywnie najbardziej korzystają środkowe Pomorze, Lubelszczyzna, Warmia i Mazury oraz północne Podlasie. Efekt w samym województwie mazowieckim jest ograniczony. Zauważalna jest natomiast poprawa sytuacji na styku województw wielkopolskiego, dolnośląskiego i lubuskiego, co wynika z równoczesnej realizacji dwóch równoległych szlaków drogowych S3 i S5. Poziom dostępności pasa południowej Polski jest na tyle zdeterminowany będącą na ukończeniu autostradą A4, że relatywne efekty przestrzenne dalszych inwestycji okazują się tam ograniczone (poza Podkarpaciem). W przypadku zmian względnych wskaźnika dla transportu ciężarowego widoczny jest również opisany wyżej efekt poprawy dostępności na bardziej peryferyjnych odcinkach nowych szlaków drogowych. Jednocześnie jednak, z uwagi na uwzględnienie roli prognozowanych zmian PKB, korzyści zaznaczają się w sąsiedztwie stolicy, a wyraźnym beneficjentem okazuje się całe województwo mazowieckie.

Ryc. 4. Zmiany procentowe dostępności drogowej w transporcie indywidualnym i ciężarowym w latach 2013–2023



Źródło: opracowanie własne

MODELOWANIE MOBILNOŚCI

Rozkład natężenia ruchu w podróżyach długich, w tym koncentrację ruchu na oddawanych w analizowanej dekadzie inwestycjach drogowych, można modelować z wykorzystaniem modelu grawitacyjnego, z pomocą modelu sieci w transporcie indywidualnym PrT, w ramach oprogramowania VISUM grupy PTV Group. Jest to jeden z dostępnych na rynku programów służących m.in. do analizy rozkładu ruchu na sieci (m.in. Szarata, 2010a; 2010b; Kulpa, 2013). Prędkości w ruchu swobodnym na sieci drogowej w Polsce obliczono przede wszystkim na bazie modelu prędkości ruchu, rozbudowywanego w IGiPZ PAN, gdzie prędkość jest wypadkową liczby ludności w buforze odcinka, spadków terenu oraz obszaru zabudowanego na przebiegu odcinka (podstawy modelu zostały opisane m.in. w Rosik, 2012, a wcześniej w Rosik, Śleszyński, 2009). Średnia prędkość w ruchu swobodnym dla wszystkich 14 069 odcinków wyniosła 68,7 km/h (tab. 1). Określono ponadto przepustowości dla poszczególnych kategorii w godzinie szczytu (q_{max}), a także parametry (a , b , c) funkcji oporu odcinka BPR. Funkcja BPR skutkowałą odpowiednim obniżeniem prędkości na danym odcinku w programie VISUM, w zależności od natężenia ruchu w danej symulacji.

Dla podróży biznesowych określono spółki prawa handlowego jako umowne potencjały ruchotwórcze, zarówno w postaci tzw. produkcji (generacja ruchu), jak i atrakcji (absorpcja ruchu). Źródłem danych z 2010 roku był Bank Danych Lokalnych Głównego Urzędu Statystycznego. W celu pełnej porównywalności ujednolicono łączny wolumen dla produkcji i atrakcji. Określono funkcję oporu przestrzeni opisującą spadek atrakcyjności celu podróży, która przybrała postać funkcji wykładniczej z parametrem $\beta = 0,011552$, co daje spadek atrakcyjności celu podróży do połowy po 60 min, do 0,25 po 120 min i do 0,1 przy prawie 200 min. Założono, że cały ruch na sieci odbywa się

Tab. 1. Liczba odcinków, prędkości w ruchu swobodnym, przepustowości w godzinie szczytu oraz wartości parametrów w funkcji oporu odcinka (BPR) według kategorii drogi

	Liczba odcinków	Ostateczne prędkości w ruchu swobodnym			qmax	Parametry funkcji BPR		
		vomin	vomax	vosr		a	b	c
A	105	105,75	127,50	122,9	2000	2,00	1,75	6,00
E2	149	92,50	111,25	107,1	1700	2,00	1,75	6,00
E1	67	85,00	100,00	96,6	1200	2,00	2,00	3,00
K2m	29	63,75	97,50	92,5	1600	2,00	2,00	4,50
K2	691	63,75	97,50	76,1	1400	2,00	2,00	4,50
K1sz	171	52,50	87,00	79,1	1000	2,00	2,00	3,00
K1sr	2028	49,50	85,50	76,1	900	2,00	2,00	3,00
K1w	2225	46,75	82,75	72,6	800	2,00	2,00	3,00
K1bw	1286	44,75	80,00	76,0	700	2,00	2,00	3,00
W2	145	55,50	79,50	56,9	1200	2,00	2,00	4,50
W1sz	45	43,75	76,75	63,1	900	2,00	2,00	3,00
W1sr	810	41,50	76,00	63,3	800	2,00	2,00	3,00
W1w	3657	39,50	75,50	65,2	700	2,00	2,00	3,00
W1bw	294	36,75	72,75	67,2	600	2,00	2,00	3,00
PiG	2367	31,50	64,50	54,2	500	2,00	1,00	1,50
Razem	14069	31,50	127,50	68,7	-	-	-	-

A2 – autostrada, E2 – droga ekspresowa dwujezdniowa, E1 – droga ekspresowa jednojezdniowa, K2 – droga krajowa dwujezdniowa (K2m – zmodernizowana), W2 – droga wojewódzka dwujezdniowa, K1/W1 – jednojezdniowe drogi krajowe/wojewódzkie (wg szerokości jezdni – sz [szeroka], sr [średnia], w [wąska] i bw [bardzo wąska]), PiG – droga powiatowa lub gminna

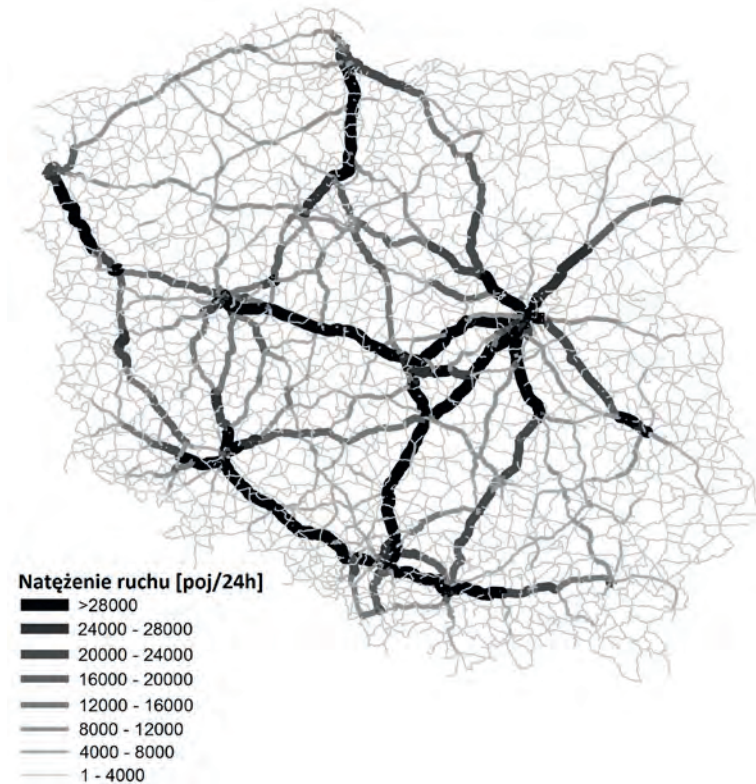
Źródło: opracowanie własne

tylko w jednej motywacji podróży, jaką są podróże biznesowe. Ponadto założono, że wskaźnik podziału modalnego wynosi 0,7 (co oznacza, że udział samochodu osobowego jako wybranego środka transportu wyniósł 70%, co jest zgodne z wynikami badań empirycznych). Udział godziny szczytu w ruchu dobowym określono na 0,1. W ramach przyjętej procedury badawczej porównano otrzymaną sumę pracy przewozowej na wszystkich odcinkach sieci z rzeczywistą pracą przewozową wg pomiaru ruchu pojazdów osobowych (samochodów osobowych i mikrobusów) w ostatnim roku analizowanej dekady, tj. dla generalnego pomiaru ruchu w 2010 roku (GPR, 2010). W ten sposób obliczono szacunkowy wskaźnik mobilności, który daje łączną pracę przewozową na sieci zamiejskich odcinków dróg krajowych i wojewódzkich, podobną do pracy przewozowej wynikającej z GPR 2010, a następnie przeprowadzono jeszcze raz odpowiednią symulację dla właściwego wskaźnika mobilności.

Wprowadzono dodatkowe założenia w postaci kar na odcinkach autostradowych, na których w 2010 roku obowiązywała opłata autostradowa, odpowiednio 11,30 s/km na A1, 15,16 s/km na A2 i 18,00 s/km na A4. Różnice w wysokości opłat są w identycznej proporcji względem siebie, jak rzeczywiście obowiązujące stawki za kilometr na odcinkach płatnych. Wartości wynikają z przeprowadzonej serii symulacji i niedoszacowania lub przeszacowania modelu względem rzeczywistego ruchu na płatnych

odcinkach autostrad i drogach do nich równoległych. Symulacje prowadzono w ten sposób, by różnice między rzeczywistym ruchem a ruchem modelowanym były możliwie najniższe zarówno na analizowanych odcinkach autostrad płatnych, jak i na drogach do nich równoległych. Ponadto do ruchu krajowego dodano ruch zewnętrzny, wynikający z generalnego pomiaru ruchu w 2010 roku, na 61 odcinkach pomiarowych, prowadzących do granicy państwa. Uzyskane wyniki przedstawiono na ryc. 5.

Ryc. 5. Rozkład natężenia ruchu pojazdów osobowych w 2010 roku, gdy cały ruch na sieci jest w podróżach biznesowych. Ujęcie modelowe



Źródło: opracowanie własne

Gdyby założyć, że wszyscy kierowcy podróżują tylko pomiędzy spółkami prawa handlowego, to nastąpiłaby zdecydowana koncentracja ruchu w podróżach długich na głównych ciągach komunikacyjnych pomiędzy najważniejszymi aglomeracjami kraju. Wyraźnie akcentują się powiązania przede wszystkim w układzie Warszawa-Poznań i Warszawa-Górny Śląsk/Kraków. Duży ruch jest również widoczny na trasie A4 na całej długości pomiędzy Wrocławiem a Krakowem, a nawet Tarnowem, oraz w mniejszym stopniu w kierunku miast portowych w Trójmieście i Szczecinie. Zauważalny jest brak koncentracji spółek prawa handlowego we wschodniej Polsce, z wyjątkiem relacji Warszawa-Białystok i Warszawa-Lublin. Ruch w całym kraju zdecydowanie

koncentruje się na drogach krajowych, co ma związek z brakiem dużej liczby spółek na wsi i w małych miejscowościach (połączonych siecią dróg wojewódzkich i lokalnych) (ryc. 5). Mimo to możliwe jest wskazanie kilku mniejszych ośrodków, skupiających ruch biznesowy. Są to przede wszystkim siedziby dużych spółek skarbu państwa (np. Płock), a także niektórych ośrodków inwestycji zagranicznych (np. Piła).

Przeszacowanie modelu względem wyników generalnego pomiaru ruchu w 2010 roku widoczne jest na ciągach dróg krajowych między metropoliami (w tym przede wszystkim w relacji między Poznaniem a Warszawą oraz na autostradzie A4 między Wrocławiem a Górnym Śląskiem). Niedoścignięcie charakteryzuje z kolei pozbawione dużej liczby spółek prawa handlowego obszary peryferyjne kraju, w tym województwa wschodniej Polski.

Ujęcie z wykorzystaniem modelu grawitacji dla podróży biznesowych w Polsce, choć jest z założenia tylko ćwiczeniem teoretycznym, daje pewne przesłanki możliwości ewentualnego przesunięcia modalnego na korzyść transportu publicznego w podróżach biznesowych (por. Rosik, Kowalczyk, 2015). Generalnie w podróżach biznesowych największa koncentracja ruchu ma miejsce pomiędzy aglomeracjami, w tym przede wszystkim między Warszawą a Poznaniem oraz Warszawą, Górnym Śląskiem i Krakowem, a także wzdłuż autostrady A4 między Wrocławiem a Krakowem. W tych relacjach opłacalna wydaje się być oferta transportu publicznego wyższej klasy, skierowana do podróżnych wysokodochoodowych.

WNIOSKI KOŃCOWE

Modele potencjału i grawitacji należą do mało popularnych metod analizy uwarunkowań transportowych rozwoju przemysłu w Polsce i dają duże możliwości w zakresie wskazywania potencjalnych lokalizacji dla nowych inwestycji w kontekście zarówno transportu towarów, jak i podróży służbowych. Istnieje wiele sprzężeń zwrotnych między dostępnością a mobilnością. Jednym z takim sprzężeń jest równoczesna analiza zjawisk z wykorzystaniem metod potencjału i grawitacji.

Równoczesna analiza dostępności i mobilności wyraźnie wskazuje, że największy potencjał do ruchu zlokalizowany jest w obrębie heksagonu, tj. w ramach struktury przestrzennej odpowiadającej w ogólnym zarysie metropolii sieciowej proponowanej w *Koncepcji przestrzennego zagospodarowania kraju 2030* (Korcelli i in., 2010). Sześciokąt otaczają obszary peryferyjne, które cechuje znacznie mniejszy ruch w ramach podróży biznesowych. W ostatniej dekadzie (a zwłaszcza po roku 2004) układ ten, a zarazem wewnętrzne dysproporcje dostępnościowe, został wzmocniony przez lokalizację nowych autostrad i dróg ekspresowych, łączących główne ośrodki kraju, w tym miejsca koncentracji spółek prawa handlowego oraz generatory PKB. W następnej dekadzie (do 2023 roku) znacznie wzrośnie rola Warszawy, a także – choć w mniejszym stopniu – wybranych innych dużych miast kraju, co może skutkować jeszcze większą koncentracją usług biznesowych w ramach metropolii sieciowej, a co się z tym wiąże, dalszą koncentracją ruchu biznesowego (również ruchu wzbudzonego) w ramach powstającej sieci dróg ekspresowych i autostrad łączących najważniejsze ośrodki w kraju i dalszym wzrostem przewagi konkurencyjnej w transporcie ciężarowym.

Kolejne badania dotyczące sprzężeń zwrotnych między dostępnością i mobilnością w kontekście lokalizacji przemysłu i inwestycji produkcyjnych powinny iść w kierunku zaproponowania metodologii jednoczesnej analizy metod badawczych, atrybutów, komponentów, wymiarów i uwarunkowań dostępności w odniesieniu do sprzężeń zwrotnych między mobilnością a dostępnością, mających swoje źródło m.in. we wrażliwości systemu transportowego (typu pożary, powodzie lub zamachy terrorystyczne), dostępie do infrastruktury, procesach suburbanizacyjnych, ruchu wzbudzonego oraz np. ilorazie potencjału produkcji i atrakcji ruchu na rynku pracy.

Literatura

References

- Bruinsma, F.R., Rietveld, P. (1998). The Accessibility of European Cities: Theoretical Framework and Comparison of Approaches. *Environment and Planning*, 30(3), 499–521.
- Generalny pomiar ruchu (2010). Generalna Dyrekcja Dróg Krajowych i Autostrad. Pozyskano z www.gddkia.gov.pl
- Geurs, K.T., van Wee, B. (2004). Accessibility Evaluation of Land-use and Transport Strategies: Review and Research Directions. *Journal of Transport Geography*, 12, 127–140.
- Guzik, R. (2003). *Przestrzenna dostępność szkolnictwa ponadpodstawowego*. Kraków: Instytut Geografii i Gospodarki Przestrzennej Uniwersytetu Jagiellońskiego.
- Guzik, R., Kołoś, A. (red.) (2015). *Relacje funkcjonalno-przestrzenne między ośrodkami miejskimi i ich otoczeniem w województwie pomorskim*. Gdańsk: Urząd Marszałkowski Województwa Pomorskiego.
- Handy, S.L., Niemeier, D.A. (1997). Measuring Accessibility: an Exploration of Issues and Alternatives. *Environment and Planning A*, 29, 1175–1194.
- Hansen, W.G. (1959). How Accessibility Shapes Land-use. *Journal of the American Institute of Planners*, 25, 73–76.
- Komornicki, T., Śleszyński, P., Rosik, P., Pomianowski, W. (2010). Dostępność przestrzenna jako przesłanka kształtowania polskiej polityki transportowej. *Biuletyn Komitetu Przestrzennego Zagospodarowania Kraju Polskiej Akademii Nauk*, 241.
- Korcelli, P., Degórski, M., Drzazga, D., Komornicki, T., Markowski, T., Szlachta, J., Węclawowicz, G., Zaleski, J., Zaucha, J. (2010). Eksperycki projekt koncepcji przestrzennego zagospodarowania kraju do roku 2033. *Studia Komitetu Przestrzennego Zagospodarowania Kraju*, 128.
- Kulpa, T. (2013). *Modelowanie potencjałów ruchotwórczych w drogowych przewozach ładunków w skali regionu*. Praca doktorska. Biblioteka Cyfrowa Politechniki Krakowskiej.
- Rosik, P. (2012). Dostępność lądowa przestrzeni Polski w wymiarze europejskim. *Prace Geograficzne. Instytut Gospodarki i Przestrzennego Zagospodarowania PAN*, 233.
- Rosik P., Kowalczyk, K. (2015). Rozwój infrastruktury drogowej i kolejowej a przesunięcie modalne w Polsce w latach 2000–2010. *Prace Geograficzne. Instytut Geografii i Przestrzennego Zagospodarowania PAN*, 248, 216.
- Rosik, P., Stępnia, M. (2015). Monitoring of changes in road potential accessibility at municipal level in Poland, 1995–2015. *Geographia Polonica*, 88(4), 607–620.
- Rosik, P., Stępnia, M., Komornicki, T. (2015). The decade of the big push to roads in Poland: Impact on improvement in accessibility and territorial cohesion from a policy perspective. *Transport Policy*, 37, 134–146.
- 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, 26–31.

- Szarata, A. (2010a). Kalibracja i możliwości weryfikacji wyników kompleksowych badań ruchu narzędziami symulacyjnymi, Kompleksowe badania ruchu – teoria i praktyka – doświadczenia miast polskich. *Zeszyty Naukowo-Techniczne Stowarzyszenia Inżynierów i Techników Komunikacji w Krakowie*, 93(12), 193–204.
- Szarata, A. (2010b). Kalibracja więzby ruchu w oparciu o pomiary przekrojowe, VII Konferencja Naukowo-Techniczna „Systemy transportowe – teoria i praktyka”.
- Wegener, M., Eskelinnen, H., Fürst, F., Schürmann, C., Spiekermann, K. (2001). Criteria for the Spatial Differentiation of the EU Territory: Geographical Position. *Forschungen*, 102.2. Bonn: Bundesamt für Bauwesen und Raumordnung.

Piotr Rosik, dr hab., absolwent Akademii Ekonomicznej w Poznaniu, wykładowca Politechniki Poznańskiej, aktualnie pracownik Instytutu Geografii i Przestrzennego Zagospodarowania PAN. Uczestnik kilkudziesięciu projektów naukowych realizowanych w ramach sieci europejskich, na zlecenie ministerstw oraz samorządów, a także w ramach grantów naukowych Narodowego Centrum Nauki. Jego zainteresowania dotyczą geografii transportu, w tym przede wszystkim zależności między dostępnością transportową a mobilnością, modeli potencjału i grawitacji, socjologii transportu, motywacji podróży, a także roli infrastruktury transportu w rozwoju regionalnym. Jest autorem około 100 publikacji naukowych.

Piotr Rosik, Ph.D., a graduate of the Poznań University of Economics, lecturer at the Poznań University of Technology, currently works at the Institute of Geography and Spatial Organization, Polish Academy of Sciences. He has been engaged in dozens of scientific projects carried out under the European networks, commissioned by ministries and local governments, as well as the National Science Centre research grants. His interests concern geography of transport, in particular relations between transport accessibility and mobility, potential and gravity models, sociology of transport, travel motivations, as well as the role of transport infrastructure in regional development. He is the author of about 100 scientific publications.

Tomasz Komornicki, prof. dr hab., absolwent Uniwersytetu Warszawskiego, zastępca dyrektora ds. naukowych w Instytucie Geografii i Przestrzennego Zagospodarowania PAN, profesor na Wydziale Nauk o Ziemi i Gospodarki Przestrzennej Uniwersytetu Marii Curie-Skłodowskiej w Lublinie. Zajmuje się geografiami społeczno-ekonomiczną, polityką transportową oraz planowaniem przestrzennym. Członek prezydium Komitetu Przestrzennego Zagospodarowania Kraju PAN, kierownik lub uczestnik ponad 60 krajowych i międzynarodowych projektów badawczych, w tym projektów ESPON, członek międzynarodowego zespołu przygotowującego Agendę Terytorialną Unii Europejskiej 2020; kierownik zespołu, który opracował wskaźnik międzygałęziowej dostępności transportowej (WMDTII) dla Ministerstwa Infrastruktury i Rozwoju. Jest autorem blisko 300 publikacji naukowych, z czego około 40 zagranicznych.

Tomasz Komornicki, professor, a graduate of the University of Warsaw, *Deputy Director for Scientific Affairs* at the Institute of Geography and Spatial Organization, Polish Academy of Sciences, Professor at the Faculty of Earth Sciences and Spatial Management, Maria Curie-Skłodowska University (UMCS) in Lublin. He has been engaged in socio-economic geography, transport policy and spatial planning. A member of the Committee for Spatial Development of the Country, coordinator or participant in over 60 national and international research projects, including ESPON projects, a member of the international research team developing the Territorial Agenda of the European Union 2020; coordinator of research team that developed the Interdisciplinary Transportation Accessibility Index for the Ministry of Infrastructure and Development. He is the author of nearly 300 scientific publications, of which about 40 published in foreign journals.

Sławomir Goliszek, mgr, absolwent Uniwersytetu Marii Curie-Skłodowskiej, magister dwóch specjalności: rozwoju regionalnego oraz kartografii i geoinformacji. Zainteresowania badawcze dotyczą rozwoju regionalnego, transportu publicznego oraz wpływu geoinformacji (GIS) w badaniach dostępności transportowej.

Sławomir Goliszek, M.Sc., a graduate of the Maria Curie-Skłodowska University (UMCS) in Lublin, with two specializations: regional development and cartography with geoinformation. Currently works at the Institute of Geography and Spatial Organization, Polish Academy of Sciences, Department of Spatial Organization. His

research interests focus on regional development, public transport and the meaning of geoinformation in research of accessibility transportation.

Adres/address:

Polska Akademia Nauk
Instytut Geografii i Przestrzennego Zagospodarowania
ul. Twarda 51/55, 00-818 Warszawa, Polska
e-mail: rosik@twarda.pan.pl (Piotr Rosik)
e-mail: t.komorn@twarda.pan.pl (Tomasz Komornicki)
e-mail: sgoliszek@twarda.pan.pl (Sławomir Goliszek)