

Załącznik 2. Grawitacyjny model tobitowy

Punktem wyjścia do oszacowania wpływu GZM na skalę dojazdów do pracy jest grawitacyjny model dojazdów do pracy. Model ten bazuje na Teorii Grawitacji Newtona-Hooke’a i w badaniach ekonomicznych jest wykorzystywany przede wszystkim w analizach poświęconych zagadnieniom handlu zagranicznego (por. np. Szczygielski, Grabowski, 2012). Model ten znajduje też jednak zastosowanie w analizach poświęconych dojazdom do pracy (por. Gołata i in., 2011; Signorino i in., 2011; Qiu i in., 2024; Cui i in., 2025). Model ten przyjmuje postać:

$$DOJ_{ij} = \alpha_0 + \alpha_1 L_ODL_{ij} + \alpha_2 L_PRAC1_i + \alpha_3 L_PRAC2_j + x_{ij}\beta + \varepsilon_{ij}. \quad (3)$$

W modelu (3) zmienną objaśnianą (T_{ij}) jest liczba osób dojeżdżających między dwoma jednostkami administracyjnymi. Podstawowymi zmiennymi objaśniającymi są odległość między jednostkami samorządu terytorialnego (d_{ij}) oraz liczba osób pracujących w jednej i drugiej gminie (P_i, P_j), co aproksymuje ich rozmiary. Oprócz zmiennych podstawowych należy uwzględnić kategorie dodatkowe ilustrujące sytuacje na lokalnych rynkach pracy. Wykaz wszystkich zmiennych wraz z definicjami, źródłami danych oraz uzasadnieniem zastosowania w modelu wyjaśniającym dojazdy do pracy na terenie Górnośląsko-Zagłębiowskiej Metropolii i w jej otoczeniu zawarte są w Tabeli 11.

Tabela 1. Zmienne wykorzystywane do wyjaśnienia dojazdów do pracy wewnątrz i w otoczeniu Górnośląsko-Zagłębiowskiej Metropolii

Zmienna	Sposób obliczania	Źródło	Uzasadnienie
<i>DOJ</i>	Logarytm naturalny z powiększonej o 1 liczby osób dojeżdżających do pracy między gminami	Bank Danych Lokalnych GUS; Dziedzina – Narodowe Spisy Powszechne	Zmienna zależna
<i>L_ODL</i>	Logarytm naturalny z odległości między dwiema gminami	Google.maps	Wraz ze wzrostem odległości dojazdy do pracy stają się coraz bardziej uciążliwe
<i>L_PRAC1</i>	Logarytm z liczby osób pracujących w gminie, z której wyjeżdża się do pracy	Bank Danych Lokalnych GUS; Dziedzina – Rynek Pracy	Liczba osób pracujących w gminie jest aproksymantą jej rozmiaru i należy ją interpretować tak jak masę obiektu w fizyce
<i>L_PRAC2</i>	Logarytm z liczby osób pracujących w gminie, z której wyjeżdża się do pracy	Bank Danych Lokalnych GUS; Dziedzina – Rynek Pracy	
<i>BEZR_REL</i>	Różnica między stopą bezrobocia w powiecie, do którego należy gmina, z której wyjeżdża się do pracy, a stopą bezrobocia w powiecie, do którego należy gmina, do której dojeżdża się do pracy	Bank Danych Lokalnych GUS; Dziedzina – Rynek Pracy	Jeśli w gminie, z której się wyjeżdża, możliwości znalezienia pracy są gorsze niż w innej gminie, rośnie skłonność do dojazdów do pracy między gminami
<i>WYN_REL</i>	Logarytm naturalny z ilorazu wynagrodzeń	Bank Danych Lokalnych GUS; Dziedzina – Wynagrodzenia i świadczenia społeczne	Jeśli w gminie A rośnie wynagrodzenie w stosunku do gminy B, zmniejsza się skłonność do dojazdów do pracy z gminy A do gminy B

Źródło: opracowanie własne

Uzyskane oszacowania parametrów są zgodne z oczekiwaniami i wskazują na silną istotność zdecydowanej większości rozważanych zmiennych objaśniających. Bardzo wysokie wartości współczynników R-kwadrat Mc Faddena świadczą o bardzo dobrym dopasowaniu proponowanego modelu do danych empirycznych (por. Tabela 12).

Tabela 2. Estymacja parametrów modelu wyjaśniającego dojazd do pracy w Górnośląsko-Zagłębiowskiej Metropolii i jej otoczeniu

Zmienna	2011		2016		2021	
	Oszacowanie	Graniczny poziom istotności	Oszacowanie	Graniczny poziom istotności	Oszacowanie	Graniczny poziom istotności
Stała	-21,405 (0,913)	0,000	-21,148 (0,836)	0,000	-12,629 (0,413)	0,000
<i>L_ODL</i>	-4,105 (0,096)	0,000	-3,947 (0,085)	0,000	-3,039 (0,040)	0,000
<i>L_PRAC1</i>	0,816 (0,041)	0,000	0,821 (0,037)	0,000	0,626 (0,019)	0,000
<i>L_PRAC2</i>	1,448 (0,046)	0,000	1,421 (0,041)	0,000	0,986 (0,020)	0,000
<i>BEZR_REL</i>	0,050 (0,012)	0,000	0,055 (0,013)	0,000	0,046 (0,010)	0,000
<i>WYN_REL</i>	-1,081 (0,424)	0,000	-0,809 (0,424)	0,056	-0,555 (0,295)	0,060
McFadden R-squared	0,347		0,352		0,417	

Źródło: opracowanie własne

Ujemne oszacowania przy zmiennej związanej z odległościami między gminami wskazują na to, że większe natężenia dojazdów do pracy dotyczyły gmin sąsiednich. Procentowy wzrost odległości prowadził przy innych czynnikach niezmiennych do spadku liczby dojeżdżających o 4,1% w 2011 roku, o 3,9% w 2016 roku oraz o 3% w 2021 roku. Należy zatem zauważyć, że z czasem wpływ odległości na liczbę osób dojeżdżających do pracy był coraz słabszy. Może to wynikać z poprawy warunków drogowych między gminami oraz wzrostu jakości transportu publicznego. Zmienne związane z liczbą osób pracujących w gminach okazały się mieć istotny statystycznie i dodatni wpływ na liczbę osób przemieszczających się między jednostkami samorządu terytorialnego w związku z zatrudnieniem. Okazuje się jednak, że rozmiar (mierzony poprzez liczbę osób pracujących) gminy, do której się dojeżdża, miał silniejszy wpływ w porównaniu z rozmiarem gminy, z której się wyjeżdża.

Różnica między stopą bezrobocia w gminie, z której się wyjeżdża, a wartością kategorii w gminie, do której się dojeżdża, również miała istotnie dodatni wpływ na skalę dojazdów między jednostkami samorządu terytorialnego we wszystkich trzech analizowanych okresach. Jeśli w pewnej gminie łatwiej było znaleźć zatrudnienie, skłonność do dojazdów do pracy w tej gminie była istotnie wyższa. Jednocześnie niższa była skłonność do wyjeżdżania za pracą z tej gminy do innych. Wpływ różnicy między wynagrodzeniami okazał się znacznie mniej istotny w porównaniu z pozostałymi rozważanymi regresorami. Może wynikać to z faktu, że średnie miesięczne wynagrodzenie dostępne w Banku Danych Lokalnych jest ustalane według siedziby głównej firmy, dotyczy gospodarki narodowej i nie obejmuje

danych dla podmiotów zatrudniających mniej niż 10 osób. Niemniej jednak wzrost relatywnego (w stosunku do innych gmin) wynagrodzenia w gminie prowadził przy innych czynnikach niezmiennych do wzrostu liczby osób dojeżdżających do pracy w tej gminie oraz spadku osób wyjeżdżających do innych jednostek samorządu terytorialnego w celach zarobkowych.

Oprócz badania poziomów dojazdów do pracy przeprowadzone zostało badanie czynników wpływających na zmianę analizowanej wielkości w Górnośląsko-Zagłębiowskiej Metropolii oraz jej bliskim otoczeniu. Zmienną zależną w tym badaniu była różnica między wartościami zmiennej *DOJ* w 2016 roku w porównaniu z rokiem 2011 oraz analogiczna różnica między wartościami z lat 2021 i 2016. Oprócz odległości między gminami jako potencjalne regresory uwzględnione zostały odpowiednie zmiany dla kategorii *BEZR_REL* oraz *WYN_REL*. Estymacje zostały wykonane dla 2021 roku w celu zilustrowania zmian, jakie zaszły między 2016 a 2021 rokiem, oraz dla 2016 roku, aby zidentyfikować determinanty wzrostu/spadku liczby osób dojeżdżających między 2011 a 2016 rokiem. W przypadku badania dla 2021 roku uwzględniona została zmienna związana z przynależnością do GZM, aby uchwycić ewentualny wpływ funkcjonowania metropolii na zmianę tendencji w dojazdach do pracy między gminami. Zmienna ta przyjmuje wartość 1, jeśli zarówno gmina, z której się wyjeżdża, jak i gmina, do której się dojeżdża, są członkami Górnośląsko-Zagłębiowskiej Metropolii.

Przeprowadzone analizy wskazują na pozytywny wpływ przynależności do GZM na zmianę skali dojazdów do pracy (Tabela 13). Jeśli obydwie gminy w parze były członkami Górnośląsko-Zagłębiowskiej Metropolii, wzrost skali dojazdów między 2016 a 2021 rokiem okazał się istotnie wyższy w porównaniu z parami, w których co najmniej jedna gmina nie należy do GZM.

Tabela 3. Estymacja parametrów modelu wyjaśniającego zmiany skali dojazdów do pracy w Górnośląsko-Zagłębiowskiej Metropolii i jej otoczeniu

Zmienna	2011–2016		2016–2021	
	Oszacowanie	Graniczny poziom istotności	Oszacowanie	Graniczny poziom istotności
Stała	0,645 (0,079)	0,000	1,689 (0,097)	0,000
<i>L_ODL</i>	–0,138 (0,021)	0,000	–0,333 (0,025)	0,000
<i>ΔBEZR_REL</i>	-	-	0,015 (0,007)	0,044
<i>ΔWYN_REL</i>	–0,628 (0,269)	0,020	-	-
<i>GZM</i>	-	-	0,066 (0,031)	0,034

Źródło: opracowanie własne