



**AKADEMIA GÓRNICZO-HUTNICZA IM. STANISŁAWA STASZICA W KRAKOWIE**

**Wydział Zarządzania**

**Ekonometria Przestrzenna**

Projekt 6

Jakub Le Van, Mateusz Mulka

## Spis treści

1.	Wstęp .....	3
2.	Metodologia .....	3
2.1.	Dane wejściowe .....	3
2.2.	Etapy przetwarzania danych .....	3
2.3.	Model grawitacyjny.....	4
3.	Wyniki.....	5
3.1.	Estymacja modelu .....	5
3.2.	Analiza wpływu zmiennych .....	5
4.	Wizualizacje.....	6
4.1.	Mapa wynagrodzeń w województwach .....	6
4.2.	Wykres rzeczywiste vs przewidywane wartości migracji .....	7
5.	Podsumowanie .....	7

# 1. Wstęp

Migracje wewnętrzne w Polsce są jednym z kluczowych zjawisk kształtujących dynamikę społeczno-ekonomiczną regionów. Oddziałują one na różne aspekty funkcjonowania województw, takie jak rynek pracy, rozwój gospodarczy czy rozmieszczenie ludności.

Celem projektu jest zbadanie wpływu wybranych czynników, takich jak wynagrodzenia w regionach oraz odległości geograficzne, na poziom migracji wewnętrznych między województwami w Polsce w 2021 roku. W analizie wykorzystano model grawitacyjny, który umożliwia uwzględnienie zarówno efektów przyciągania, jak i wypychania migracji, wynikających z sytuacji społeczno-ekonomicznej regionów.

## 2. Metodologia

Nasze badanie opierało się na danych migracyjnych, ekonomicznych i przestrzennych, które pozwoliły zbudować model grawitacyjny do analizy migracji wewnętrznych między województwami w Polsce w 2021 roku. Proces analizy został podzielony na kilka kluczowych etapów, które opisujemy poniżej.

### 2.1. Dane wejściowe

Do analizy wykorzystano trzy główne źródła danych:

- **Migracje międzywojewódzkie:** Plik „*Migracje.csv*”, który zawiera dane o przepływach ludności pomiędzy województwami.
- **Wynagrodzenia w województwach:** Dane o średnich wynagrodzeniach w województwach, zawarte w pliku „*Wynagrodzenie.csv*”.
- **Geograficzne dane przestrzenne:** Plik „*wojewodztwa.shp*”, zawierający dane geoprzestrzenne, które wykorzystano do obliczenia odległości między województwami.

### 2.2. Etapy przetwarzania danych

Dane zostały przygotowane w kilku krokach:

- **Migracje międzywojewódzkie:** Usunięto zbędne elementy, poprawiono nazwy województw i ujednolicono format wartości liczbowych.
- **Dane wynagrodzeń:** Znormalizowano nazwy województw i przekształcono wynagrodzenia do formatu liczbowego.
- **Obliczanie odległości:** Wyznaczono centroidy województw na podstawie danych geoprzestrzennych i obliczono odległości euklidesowe między nimi.

## 2.3. Model grawitacyjny

Podstawą analizy był model grawitacyjny, który inspirowany jest prawem grawitacji Newtona. Model ten opisuje migracje jako zależność od siły przyciągania i wypychania między regionami oraz odległości między nimi. Matematyczny zapis modelu wygląda następująco:

$$Y_{ij} = \alpha_0 \cdot \frac{M_i^{\beta_1} \cdot M_j^{\beta_2}}{d_{ij}^{\gamma}} \cdot e^{\delta X_{ij}}$$

gdzie:

$Y_{ij}$  - wielkość przepływu/interakcji między jednostką  $i$  i  $j$ ,

$M_i, M_j$  - wartości zmiennej objaśniającej (np. PKB, wielkość, atrakcyjność) jednostek  $i$  i  $j$ ,

$d_{ij}$  - odległość (fizyczna, ekonomiczna),

$X_{ij}$  - dodatkowe czynniki mogące wpływać na przepływy,

$\beta_0, \beta_1, \beta_2, \gamma, \delta$  - parametry modelu

Aby uprościć analizę i umożliwić użycie regresji liniowej, przekształciliśmy model w formę logarytmiczną:

$$\ln Y_{ij} = \beta_0 + \beta_1 \ln M_i + \beta_2 \ln M_j + \gamma \ln d_{ij} + \delta X_{ij} + \varepsilon_{ij}$$

Wzór opisuje model grawitacyjny zastosowany w analizie migracji międzywojewódzkich, gdzie logarytm wielkości migracji ( $\ln Y_{ij}$ ) zależy od kilku kluczowych czynników:

- **$\ln M_i$ :** Logarytm wynagrodzenia w województwie źródłowym, który mierzy wpływ poziomu wynagrodzeń na odpływ migracji.
- **$\ln M_j$ :** Logarytm wynagrodzenia w województwie docelowym, wskazujący, jak wynagrodzenia przyciągają migracje.
- **$\ln d_{ij}$ :** Logarytm odległości geograficznej między województwami, obliczonej na podstawie centroidów. Ujemna wartość współczynnika  $\gamma$  wskazuje, że większa odległość zmniejsza przepływy migracyjne.
- **$\beta_0$ :** Stała modelu, reprezentująca wartość bazową logarytmu migracji.
- **$\varepsilon_{ij}$ :** Składnik losowy, uwzględniający czynniki nieuwzględnione w modelu.

## 3. Wyniki

### 3.1. Estymacja modelu

Model grawitacyjny pozwolił na oszacowanie wpływu wybranych czynników na logarytm wielkości migracji między województwami. Wyniki przedstawiają się następująco:

- Logarytm wynagrodzenia w regionie źródłowym ( $\beta_1$ ): 4,6769
- Logarytm wynagrodzenia w regionie docelowym ( $\beta_2$ ): 8,0677
- Logarytm odległości geograficznej ( $\gamma$ ): 0,2728
- Stała modelu ( $\beta_0$ ): -107,4293

Wskaźnik  $R^2 = 0,3819$  oznacza, że model wyjaśnia około 38,2% zmienności logarytmu wielkości migracji. Choć poziom dopasowania nie jest wysoki, może to wynikać z złożoności zjawiska migracji oraz wpływu czynników nieuwzględnionych w modelu.

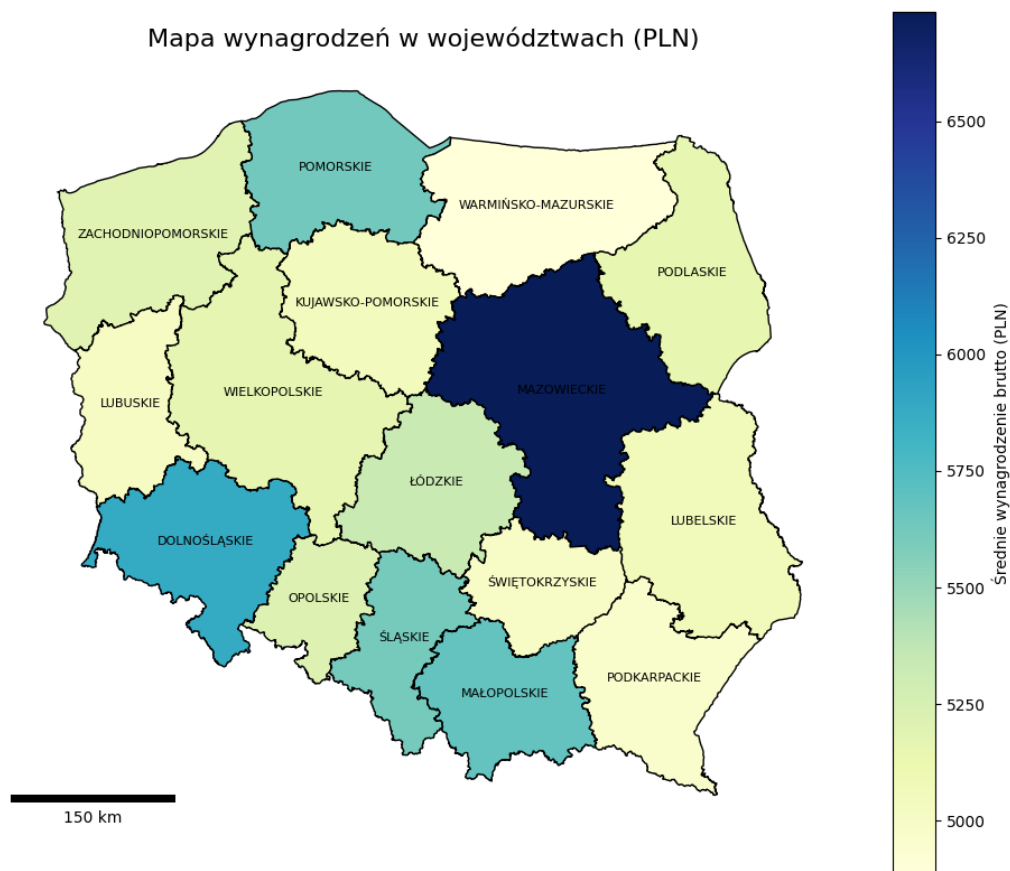
### 3.2. Analiza wpływu zmiennych

- **Wpływ wynagrodzenia w regionach źródłowych ( $\ln M_i$ ):**  
Współczynnik  $\beta_1 = 4,6769$  sugeruje, że wyższe wynagrodzenie w województwie źródłowym zwiększa odpływ migracji. Mieszkańcy regionów z wyższymi zarobkami mogą czuć się bardziej pewnie finansowo, co sprzyja ich gotowości do migracji.
- **Wpływ wynagrodzenia w regionach docelowych ( $\ln M_j$ ):**  
Wartość  $\beta_2 = 8,0677$  pokazuje, że województwa z wyższymi wynagrodzeniami są bardziej atrakcyjne dla migrujących. Wyższe zarobki w regionach docelowych stanowią kluczowy czynnik przyciągający migrację.
- **Wpływ odległości geograficznej ( $\ln d_{ij}$ ):**  
Współczynnik  $\gamma = 0,2728$  jest dodatni, co jest nietypowe dla modeli grawitacyjnych, w których odległość zwykle działa jako bariera migracji (ujemny wpływ). Taki wynik może wskazywać na specyficzne cechy analizowanych danych, na przykład lepsze połączenia transportowe między bardziej oddalonymi województwami.

## 4. Wizualizacje

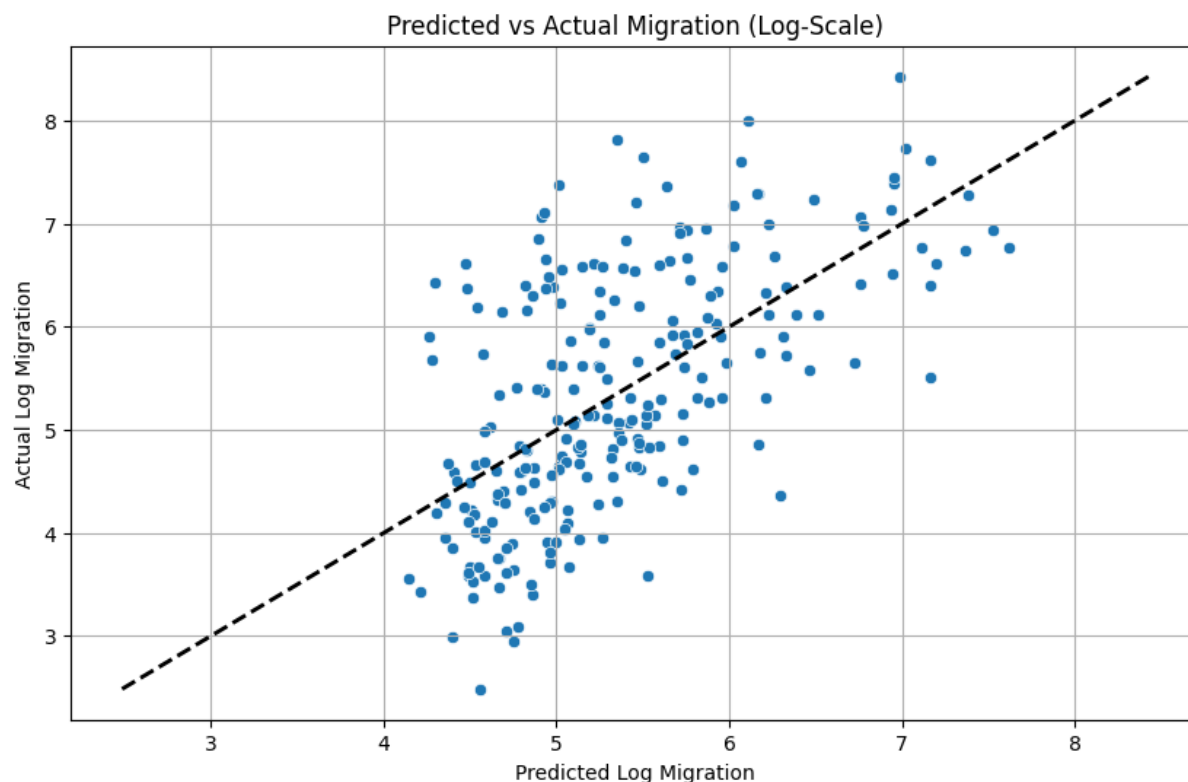
### 4.1. Mapa wynagrodzeń w województwach

Na mapie przedstawiono średnie wynagrodzenia brutto w poszczególnych województwach, wykorzystując gradient kolorów do zobrazowania różnic. Ciemniejsze odcienie wskazują na wyższe wynagrodzenia – na przykład w województwie mazowieckim, które wyraźnie dominuje pod względem zarobków. Jaśniejsze kolory, jak w województwach podlaskim czy lubelskim, oznaczają niższy poziom wynagrodzeń.



## 4.2. Wykres rzeczywiste vs przewidywane wartości migracji

Wykres porównuje rzeczywiste wartości migracji z przewidywaniami modelu (w skali logarytmicznej). Punkty znajdujące się względnie blisko linii przerywanej, która symbolizuje idealne dopasowanie, pokazują, że model w tych przypadkach dobrze przewidyuje dane, jednak obecne jest tam pewnie odchylenie od idealnych wyników. Rozrzut punktów bardziej oddalonych od linii wskazuje na miejsca, gdzie przewidywania nie pokrywają się z rzeczywistymi wartościami.



## 5. Podsumowanie

Przeprowadzona analiza pozwoliła zidentyfikować kluczowe czynniki wpływające na migracje wewnętrzne w Polsce. Różnice w wynagrodzeniach między województwami odgrywają decydującą rolę – regiony z wyższymi zarobkami przyciągają więcej osób, a wyższe wynagrodzenia w regionach źródłowych zwiększają mobilność mieszkańców.

Nietypowy dodatni wpływ odległości może wskazywać na znaczenie jakości infrastruktury transportowej lub innych czynników przestrzennych, co sugeruje potrzebę dalszych badań. Uzyskane wnioski mają praktyczne znaczenie i mogą wspierać działania na rzecz wyrównywania szans rozwojowych regionów oraz lepszego zarządzania przepływami migracyjnymi.