

## Model liniowy

Coefficients:				
	Estimate	Std. Error	t value	Pr(> t )
(Intercept)	110.60587	177.44796	0.623	0.535
spatial_data3\$gdp_per_capita	-0.38577	8.35358	-0.046	0.963
spatial_data3\$pop_density	0.34435	0.04982	6.912	3.05e-09 ***
spatial_data3\$n_of_police_per_100k	26.97552	23.96555	1.126	0.265
spatial_data3\$emp_share	-47.10436	433.93667	-0.109	0.914
---				

Brak podstaw do odrzucenia hipotezy zerowej mówiącej o braku istotności oszacowań dla zmiennych gdp\_per\_capita, \_of\_police\_per\_100k (liczba posterunków policji na 100tys mieszkańców) oraz emp\_share (udział populacji pracującej), natomiast odrzucamy hipotezę zerową dla zmiennej pop\_density (liczba osób w przeliczeniu na km<sup>2</sup>).

**Macierz W w każdym modelu to macierz oparta na odwróconych kwadratach odległości.**

Test Morana dla modelu liniowego

Moran I statistic standard deviate = 2.9691, p-value = 0.001493

Odrzucamy hipotezę zerową na rzecz hipotezy alternatywnej. Występuje autokorelacja przestrzenna reszt.

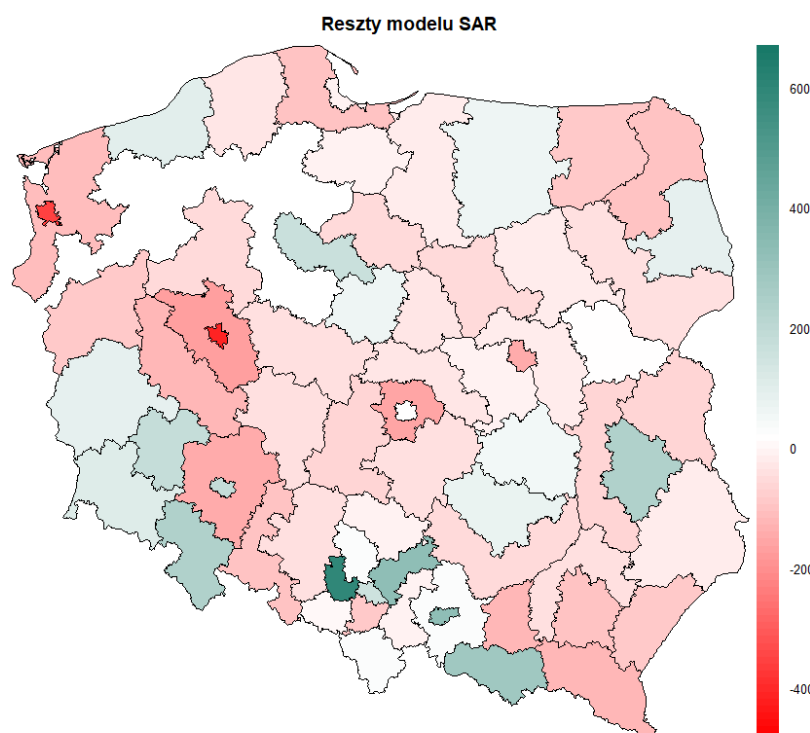
## Model SAR

Coefficients: (asymptotic standard errors)				
	Estimate	Std. Error	z value	Pr(> z )
(Intercept)	26.941966	178.597520	0.1509	0.8801
spatial_data3\$gdp_per_capita	-2.786218	8.347745	-0.3338	0.7386
spatial_data3\$pop_density	0.348831	0.048163	7.2427	4.401e-13
spatial_data3\$n_of_police_per_100k	31.027810	22.894529	1.3552	0.1753
spatial_data3\$emp_share	114.659091	427.684000	0.2681	0.7886

Struktura zmiennych nieistotnych i istotnych nie zmienia się w porównaniu do modelu liniowego. Oszacowanie przy zmiennej pop\_density jest zbliżone do oszacowania z regresji liniowej.

Rho: 0.088142, LR test value: 0.85432, p-value: 0.35533

Rho jest statystycznie równe 0. Nie ma różnicy pomiędzy modelem liniowym a modelem SAR.



Moran I statistic standard deviate = 2.1636, p-value = 0.01525

Występuje autokorelacja przestrzenna. Mapa z resztami oraz wynik testu Morana potwierdza wnioski odnośnie występowania autokorelacji przestrzennej reszt. Oznacza to, że specyfikacja modelu SAR nie usuwa autokorelacji przestrzennej reszt

### Model SEM

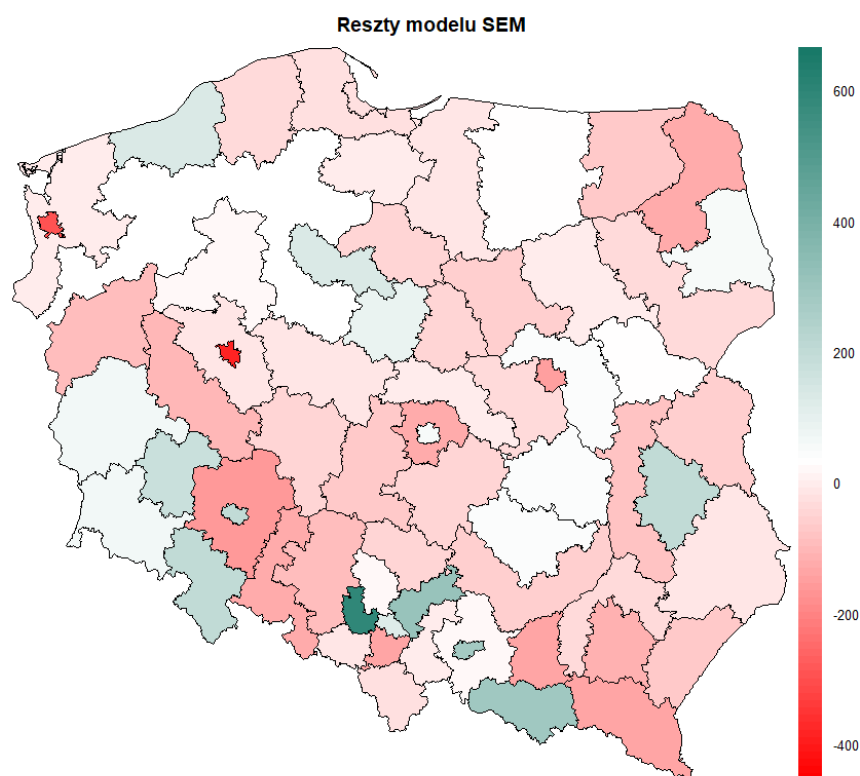
```

Type: error
Coefficients: (asymptotic standard errors)
              Estimate Std. Error z value Pr(>|z|)
(Intercept)   -110.69249   160.59986  -0.6892   0.49067
spatial_data3$gdp_per_capita    -1.68454    7.74644  -0.2175   0.82785
spatial_data3$pop_density         0.32196    0.04332   7.4322 1.068e-13
spatial_data3$n_of_police_per_100k  53.17203   21.17030   2.5116   0.01202
spatial_data3$emp_share       394.72938   400.98829   0.9844   0.32492
  
```

Zmienna `n_of_police_per_100k` jest dodatkową zmienną, która jest istotna w modelu SEM. Na pierwszy rzut oka znak tej zmiennej jest zastanawiający, ponieważ spodziewalibyśmy się, że im więcej posterunków policji tym mniej rozbojów. Jednak wygląda na to, że posterunki policji prawdopodobnie powstają w miejscach, gdzie jest dużo rozbojów. Oszacowanie przy zmiennej `pop_density` jest bardzo zbliżone do oszacowania z modelu regresji liniowej.

Lambda: 0.39345, LR test value: 6.4883, p-value: 0.010859

Parametr Lambda w modelu SEM jest istotny statystycznie. Oznacza to, że użycie modelu SEM jest efektywniejsze przy modelowaniu zjawiska niż model liniowy. Parametr Lambda jest dodatni, co oznacza, że przy pozytywnym wstrząsie w jednym z regionów, wartość zmiennej objaśnianej w pobliskich regionach również zanotuje wzrost – jest to jak akceptowalne i sensowne.



Moran I statistic standard deviate = -0.4275, p-value = 0.6655

Zdecydowanie więcej jest obszarów z resztami bliskimi 0, ponadto test Morana wskazuje, że nie występuje autokorelacja przestrzenna reszt w modelu. Model SEM zdecydowanie lepiej oddaje powiązania przestrzenne od modelu SAR.

### Model SLX

#### Coefficients:

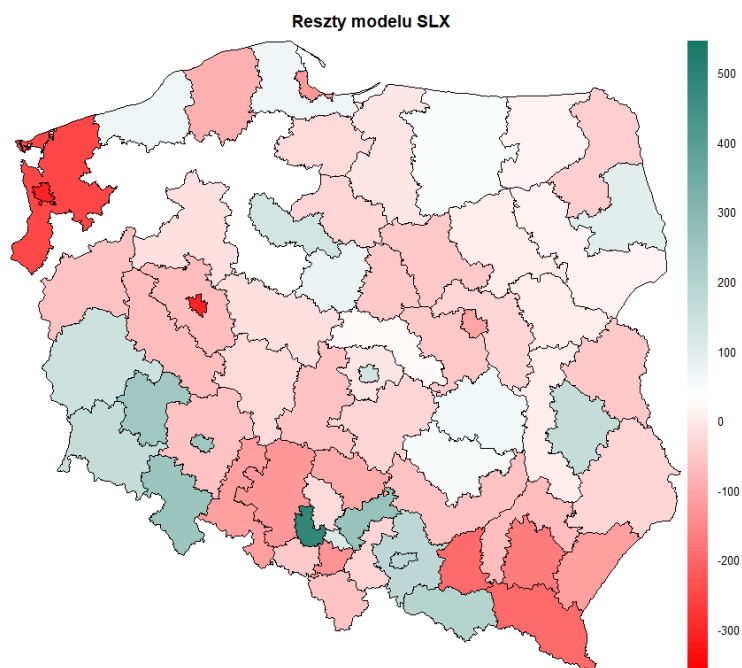
	Estimate	Std. Error	t	value	Pr(> t )	
(Intercept)	1.156e+03	3.610e+02	3.201	0.00222	**	
spatial_data3.gdp_per_capita	1.722e+00	9.020e+00	0.191	0.84923		
spatial_data3.pop_density	3.162e-01	4.855e-02	6.512	1.93e-08	***	
spatial_data3.n_of_police_per_100k	2.523e+01	2.253e+01	1.120	0.26741		
spatial_data3.emp_share	-1.928e+01	4.516e+02	-0.043	0.96609		
lag.spatial_data3.gdp_per_capita	1.467e+01	1.558e+01	0.942	0.35026		
lag.spatial_data3.pop_density	7.480e-02	8.205e-02	0.912	0.36573		
lag.spatial_data3.n_of_police_per_100k	-1.453e+02	4.824e+01	-3.011	0.00385	**	
lag.spatial_data3.emp_share	-2.154e+03	9.601e+02	-2.244	0.02866	*	

Zmienna pop\_density jest tak jak w modelu liniowym istotna, zbliżone jest również jej oszacowanie.

Zmienna n\_of\_police\_per\_100k stała się zmienną nieistotną, natomiast oszacowanie jej opóźnienia jest istotne statystycznie. Kierunek oszacowania opóźnienia tej zmiennej wydaje się w pewnym stopniu uzasadniony. Jeśli wzrasta liczba posterunków policji w okolicznych regionach, to maleje przestępczość w danym regionie.

Ponadto istotne okazało się oszacowanie opóźnionej zmiennej emp\_share. Im wyższy udział populacji zatrudnionej w pobliskich regionach, tym mniejsza przestępczość w danym regionie. Taki kierunek zależności wydaje się uzasadniony.

Zastanawiające jest jednak, że oszacowania przy wyżej wymienionych zmiennych nieopóźnionych są nieistotne. Jest to w tym przypadku mało akceptowalne i raczej niepoprawne.



Moran I statistic standard deviate = 2.7691, p-value = 0.00281

Zgodnie z testem Morana odrzucamy hipotezę zerową na rzecz hipotezy alternatywnej. Na podstawie wyniku testu oraz graficznej oceny można stwierdzić, że występuje autokorelacja przestrzenna reszt. Oznacza to, że specyfikacja modelu SLX nie usuwa autokorelacji przestrzennej reszt

Powyższe wnioski prowadzą do konkluzji, że model SLX nie jest najlepszym wyborem przy modelowaniu przedstawionego zjawiska.

Kryterium AIC dla proponowanych modeli:

Kryterium AIC		
SAR	SEM	SLX
875,36	869,73	868,1

## Podsumowanie

Najniższe kryterium AIC odnotowano w modelu SLX, bardzo zbliżone dla modelu SEM. Biorąc pod uwagę wyżej wspomniane wnioski, model SEM wydaje się najlepszym wyborem przy dostępnych danych. Oznacza to, liczba rozbojów zależy od zmiennych uwzględnionych w danych, ale również od innych pominiętych zmiennych, które przyjmują podobne wartości. Dlatego też model SEM odnotował najlepsze rezultaty.