

Analiza korelacji w stosunkach międzynarodowych na przykładzie wybranych aspektów stosunków polsko-niemieckich

1. Analiza korelacji jako narzędzie badawcze

Zmienne i zależności występujące między nimi

Zmienne (cechy) to właściwości, które pozwalają odróżnić od siebie poszczególne jednostki statystyczne i podlegają pomiarowi. Z badaną cechą ściśle związany jest rodzaj skali pomiarowej. Wyodrębnia się cechy mierzalne (inaczej ilościowe, wymierne) oraz cechy niemierzalne (inaczej jakościowe, niewymierne). Cechy mierzalne to właściwości, które można zmierzyć i wyrazić liczbą za pomocą określonej jednostki miary, np. wiek w latach, wysokość w metrach, liczba w sztukach. Z kolei cechy niemierzalne to takie, których nie można zmierzyć, a jedynie stwierdzić występowanie lub brak występowania określonego ich wariantu³. Są one zwykle opisywane słownie.

W zależności od liczby wariantów badanej zmiennej niemierzalnej wyróżnia się klasyfikację dwudzielną (dychotomiczną) w przypadku występowania tylko dwóch wariantów cechy (np. płeć) oraz klasyfikację wielodzielną (politomiczną) dla liczby wariantów większej niż dwa (np. klasy społeczne). Wśród cech nieilościowych wyodrębnia się zmienne porządkowe oraz nominalne. Należy jednak podkreślić, że przedstawienie cechy jest ściśle związane ze sposobem ujęcia danej zmiennej. Przy-

¹ Katedra Gospodarki i Administracji Publicznej, Uniwersytet Ekonomiczny w Krakowie; arkadiuszchaim@interia.pl; ORCID ID: <https://orcid.org/0009-0005-4940-8079>.

² Katedra Gospodarki i Administracji Publicznej, Uniwersytet Ekonomiczny w Krakowie; lukasik.norbert@onet.pl; ORCID ID: <https://orcid.org/0009-0005-7191-9326>.

³ T. Przechlewski, *Statystyka: podstawowe pojęcia*, https://bookdown.org/rudolf_von_ems/podstawowe_pojcia_statystyki/sm_w1.html [dostęp: 30.06.2024].

kładowo, wiek mierzony w latach stanowi cechę ilościową, ale po zdefiniowaniu jego wariantów w postaci: dziecko, młodszy dorosły, w średnim wieku, starszy - przyjmuje charakter cechy porządkowej. Jeśli natomiast ułożenie wariantów w kolejności nie jest możliwe bądź nie ma sensu, zmienną można określić mianem cechy nominalnej⁴.

Analiza korelacji polega na zbadaniu współwystępowania dwóch zmiennych, czyli identyfikacji ewentualnie występującego związku między cechami. Proces ten dotyczy jedynie rozpoznania potencjalnych współzależności – stwierdzenie związku nie oznacza automatycznie stwierdzenia wpływu, a przynajmniej nie jest to możliwe jedynie na podstawie wyniku obliczeń. Jeśli stwierdzona zostanie korelacja przy jednoczesnym zanegowaniu występowania przyczynowości, wówczas relacja taka nazywana jest „korelacją pozorną”. Związek cech może mieć charakter:

- a) ze względu na kryterium znaku: dodatni, ujemny, zerowy (ortogonalny);
- b) ze względu na sposób zmiany: liniowy, nieliniowy;
- c) ze względu na obecność składnika losowego: deterministyczny, stochastyczny.

Analiza korelacji jest najczęściej przeprowadzana jako wstęp do analizy regresji, która umożliwia dobranie więcej niż dwóch zmiennych. Ze względu na charakter zmiennych analiza korelacji wymaga dobrania odpowiedniego współczynnika. Warto zauważyć, że niektóre współczynniki umożliwiają jednoczesne wykorzystanie dwóch zmiennych o innym charakterze, np. współczynnik korelacji rang Spearmana można wykorzystać, gdy jedna zmienna ma charakter ilościowy, a druga jakościowy. Wybór właściwej metody obliczeń w zależności od rodzaju zmiennej przedstawia tabela 1.

Tabela 1. Przykładowe współczynniki korelacji w zależności od charakteru zmiennej

Zmienna	Ilościowa	Porządkowa	Nominalna
Ilościowa	r Pearsona, ρ (rho) Spearmana	ρ (rho) Spearmana, τ -b (tau-b) Kendalla, τ -c (tau-c) Kendalla, γ (gamma), d Sommera	η (eta)

⁴ T. Tomaszewski, *Rodzaje skal pomiarowych*, <https://cyrkiel.info/statystyka/skale-pomiarowe/> [dostęp: 30.06.2024].

Zmienna	Ilościowa	Porządkowa	Nominalna
Porządkowa	ρ (rho) Spearmana, τ -b (tau-b) Kendalla, τ -c (tau-c) Kendalla, γ (gamma), d Sommera	ρ (rho) Spearmana, τ -b (tau-b) Kendalla, τ -c (tau-c) Kendalla, γ (gamma), d Sommera	ϕ (phi) Yule'a, V Craméra, C Pearsona
Nominalna	η (eta)	ϕ (phi) Yule'a, V Craméra, C Pearsona	ϕ (phi) Yule'a, V Craméra, C Pearsona

Źródło: opracowanie własne na podstawie: D. Wrona, *Korelacja – co to jest? Jak wybrać test?*, <https://poprawaprac.pl/korelacja-co-jest-jak-wybrac-test/> [dostęp: 30.06.2024].

Analiza korelacji ilościowej

Najczęściej analiza korelacji dokonywana jest na podstawie zmiennych ilościowych - jej zdecydowanie najpopularniejszą miarą jest współczynnik korelacji liniowej Pearsona. Obłożony jest jednak szeregiem dosyć rygorystycznych założeń (liniowej zależności między zmiennymi, pochodzenia pomiarów od populacji o rozkładach zbliżonych do normalnego, możliwie jak najmniejszej liczby obserwacji odstających).

Dla zmiennych losowych x i y o dyskretnych rozkładach, x_i oraz y_i oznaczają wartości prób losowych tych zmiennych (dla $i = 1, 2, \dots, n$), natomiast \bar{x} i \bar{y} wartości średnie z tych prób, czyli:

$$\bar{x} = \frac{1}{n} \sum_{i=1}^n x_i, \quad \bar{y} = \frac{1}{n} \sum_{i=1}^n y_i \tag{1}$$

Wówczas najczęściej stosowany wzór na współczynnik korelacji liniowej Pearsona przyjmuje formę:

$$r_{xy} = \frac{\sum_{i=1}^n (x_i - \bar{x})(y_i - \bar{y})}{\sqrt{\sum_{i=1}^n (x_i - \bar{x})^2} \sqrt{\sum_{i=1}^n (y_i - \bar{y})^2}} \tag{2}$$

Wartość współczynnika korelacji liniowej Pearsona mieści się w przedziale domkniętym $[-1, 1]$. Im większa jest jego wartość bezwzględna, tym silniejsza jest zależność między zmiennymi. Jeśli przyjmuje warto-

ści zbliżone do zera, świadczy to o braku lub bardzo słabej zależności między cechami. Kształtowanie się wartości współczynnika na poziomie zbliżonym do 1 oznacza silną dodatnią zależność między cechami (wzrost wartości jednej z nich związany jest ze wzrostem drugiej), natomiast wartości zbliżone do -1 świadczą o silnej zależności ujemnej między zmiennymi (wzrost wartości jednej z nich współwystępuje ze spadkiem drugiej). Sytuacje skrajnych wartości współczynnika ($r_{xy} = -1$, $r_{xy} = 0$, $r_{xy} = 1$) w praktyce występują niezwykle rzadko⁵. Interpretacja siły związku zależy przede wszystkim od obszaru badań i charakteru badanego zjawiska. W przypadku niespełnienia założeń współczynnika korelacji liniowej Pearsona można zastosować dla zmiennych ilościowych współczynnik korelacji rang Spearmana bądź przekształcić jedną lub obie zmienne do postaci nieilościowej.

Analiza korelacji jakościowej

Współczynnik korelacji rang Spearmana można wykorzystać do analizy korelacji ilościowej, ilościowo-porządkowej bądź porządkowo-porządkowej. W przypadku zmiennych ilościowych cechuje się mniejszą dokładnością niż współczynnik Pearsona – zaleca się więc w pierwszej kolejności próbę wykorzystania drugiego z nich. W odróżnieniu jednak od tamtego, współczynnik korelacji rang Spearmana można aplikować do mniejszej liczby obserwacji, ponadto cechuje się większą adaptowalnością do pomiarów odstających. Nie wymaga też istnienia zależności liniowej – wystarczającym kryterium zastosowania jest stwierdzenie zależności monotonicznej.

Współczynnik korelacji rang Spearmana dla rang niewiązanych (niepowtarzających się) jest obliczany w następujący sposób:

$$r_s = 1 - \frac{6 \sum_{i=1}^n d_i^2}{n(n^2 - 1)} \quad (3)$$

gdzie d_i – różnica między rangami zmiennych w próbie, n – liczba prób.

⁵ K. Kukuła, *Elementy statystyki w zadaniach*, Warszawa 2003, s. 150.

Korelacja Spearmana przyjmuje wartości z przedziału domkniętego $[-1, +1]$. Ich interpretacja jest podobna do interpretacji współczynnika Pearsona. Jeśli wśród analizowanych danych znajdują się wartości powtarzające się, wówczas należy skorygować wzór (3) do następującej postaci:

$$r_s = \frac{\frac{1}{6}(n^3 - n) - (\sum_{i=1}^n d_i^2) - T_x - T_y}{\sqrt{(\frac{1}{6}(n^3 - n) - 2T_x)(\frac{1}{6}(n^3 - n) - 2T_y)}} \quad (4)$$

gdzie T_x i T_y to współczynniki dla rang wiązanych liczone według wzoru:

$$T = \frac{1}{12} \sum_j (t_j^3 - t_j) \quad (5)$$

gdzie t_j to liczba obserwacji mających j -tą rangę w analizowanym zbiorze danych.

W przypadku zmiennych nominalnych (a także porządkowo-nominalnych) do analizy korelacji stosuje się współczynniki kontyngencji, np. phi Yule'a oraz V Craméra. W celu ich obliczenia przeprowadza się test niezależności χ^2 (chi kwadrat)⁶. Dopiero stwierdzenie występowania istotnej statystycznie zależności między zmiennymi nominalnymi umożliwia obliczenie współczynników kontyngencji. W odróżnieniu od klasycznych współczynników korelacji, informują one jedynie o sile występującego związku⁷.

Jeśli każda ze zmiennych może przyjmować tylko dwa warianty, wówczas stosowany jest współczynnik kontyngencji phi-Yule'a. Oblicza się go w sposób następujący:

$$\phi = \sqrt{\frac{\chi^2}{N}} \quad (6)$$

gdzie χ^2 - wynik testu niezależności chi kwadrat, N - liczba obserwacji.

⁶ Pomoc statystyczna, *Testy chi-kwadrat*, <http://statystyka-pomoc.com/Chi-kwadrat.html> [dostęp: 30.06.2024].

⁷ Pomoc statystyczna, *Współczynniki kontyngencji*, <http://statystyka-pomoc.com/kontyngencji.html> [dostęp: 30.06.2024].

Wartość tego współczynnika kontyngencji może przyjmować wartości w przedziale $[0, 1]$ – im większe, tym związek między badanymi cechami jest silniejszy. Dla zależności, w których co najmniej jedna ze zmiennych przyjmuje więcej niż dwa warianty, stosuje się współczynnik kontyngencji V Craméra o następującej postaci:

$$V = \sqrt{\frac{\chi^2}{n(m-1)}} \quad (7)$$

gdzie χ^2 – wynik testu niezależności chi kwadrat, n – liczba obserwacji, m – liczba wariantów zmiennej nominalnej z mniejszą liczbą wariantów.

Jego wartości również mieszczą się w przedziale $[0, 1]$ – ich interpretacja pozostaje taka sama. Współczynniki kontyngencji nie wymagają spełnienia specyficznych założeń dotyczących kształtu zależności, jak to ma miejsce w przypadku współczynników Pearsona i Spearmana.

2. Badanie korelacji w stosunkach międzynarodowych

Dobór współczynnika korelacji w badaniu stosunków międzynarodowych

Jednym z najbardziej podstawowych, kwantyfikowalnych mierników umożliwiających ocenę stopnia powiązań międzynarodowych jest bilans obrotów bieżących. Oprócz elementarnych miar eksportu i importu ogółem, można rozpatrywać także rozmaite warianty tych kategorii, np. dotyczące usług lub produktów rolnych. Podejście stosujące wskaźniki gospodarcze do oceny stosunków międzynarodowych może mieć pewne odzwierciedlenie w rzeczywistości, jednak miary ekonomiczne nie są jedyną determinantą powiązań transnarodowych. Państwa mogą bowiem utrzymywać intensywne kontakty gospodarcze przy jednocześnie ograniczonych relacjach politycznych. Przykładem takiej sytuacji mogą być powiązania Unii Europejskiej z Rosją po aneksji Krymu – mimo chłodnej retoryki rządów wciąż duże znaczenie w stosunkach tych podmiotów odgrywał handel surowcami energetycznymi. Z kolei odwrotną sytuację – dość ograniczonej współpracy gospodarczej przy jednocześnie przyja-

znych relacjach politycznych - można zobrazować przykładem powiązań Rosji z wybranymi państwami należącymi BRICS.

W trakcie stosowania analizy korelacyjnej należy mieć na uwadze jej ograniczenia oraz możliwości błędnej interpretacji. Pierwszym etapem jej przeprowadzania powinno być sprawdzenie założeń dotyczących danego wskaźnika korelacji. Przykładowo, do wykorzystania w badaniu stosunków międzynarodowych w zdecydowanej większości przypadków nie nadaje się współczynnik korelacji liniowej Pearsona, ponieważ bazuje on na założeniu rozkładu normalnego oraz homogeniczności (stałości wariancji) danych. Stosowanie współczynnika Pearsona w tej dziedzinie może być możliwe tylko w przypadku relatywnie wąskiej grupy zmiennych - ważne jest wtedy, aby dla zdecydowanej większości obserwacji zmienna przyjmowała wartości przeciętne, a jedynie w przypadku niewielkich podzbiorowości pomiarów - wartości skrajnie odstające powyżej lub poniżej wartości przeciętnych. Przykładami takich zmiennych mogą być wydatki na obronność jako procent PKB, wymiana handlowa jako procent PKB lub poziom stabilności politycznej. Niemniej jednak nawet w ich przypadku należy uprzednio dokonać weryfikacji normalności (np. za pomocą testu Shapiro-Wilka) oraz homogeniczności (np. poprzez test Levene'a). Często zmienne mogą też wymagać wcześniejszego przekształcenia do rozkładu normalnego. Ograniczenia te dotyczą obu zmiennych, przez co ich dobór w stosunkach międzynarodowych czyni współczynnik korelacji Pearsona bardzo trudnym do wykorzystania. Ominięcie tych założeń jest możliwe, lecz obarczone ryzykiem błędnej interpretacji. Z tego powodu jego praktyczne wykorzystanie zostanie w niniejszej pracy pominięte. Nawet jeśli uda się sprostać tym założeniom, należy pamiętać o jeszcze jednym, dotyczącym liniowej relacji zmiennych⁸.

Dużo bardziej praktyczną miarą korelacji w stosunkach międzynarodowych jest współczynnik korelacji rang Spearmana, którego założenia opisano w rozdziale 1. Można stosować go w przypadku zmiennych ilościowych bądź porządkowych. Z kolei do zmiennych nominalnych stosuje się współczynniki kontyngencji, takie jak phi-Yule'a czy V-Cramera. Mogą być przydatne szczególnie w analizie ankiet bądź opinii publicznej.

⁸ Metostat, *Korelacje - współczynnik r Pearsona*, <https://metostat.pl/korelacje-wspolczynnik-r-pearsona/> [dostęp: 30.06.2024].

Ich niewątpliwą zaletą jest to, że nie wymagają specyficznych typów zależności (monotoniczności ani liniowości zmiennych).

Korelacja ilościowa w stosunkach międzynarodowych

Przykładem analizy korelacji ilościowej w stosunkach międzynarodowych może być wykorzystanie współczynnika korelacji rang Spearmana do badania powiązań między udziałami importu i eksportu w PKB Polski i Niemiec. Ze względu na charakter zmiennych (niespełnione założenia o rozkładzie normalnym i homogeniczności, występowanie obserwacji odstających, a także nieliniowość danych gospodarczych) niemożliwe jest wykorzystanie współczynnika korelacji liniowej Pearsona, a więc do tego celu wybrano współczynnik korelacji rang Spearmana.

W tabeli 2 ujęto udziały importu i eksportu dóbr w gospodarkach narodowych Polski i Niemiec w latach 2001–2022. Są one wyrażone liczbowo (jako zmienne ilościowe), a więc konieczne jest nadanie im odpowiednich lokat. Osobne tabele wraz z kolejnymi lokatami zostały sporządzone dla importu i eksportu. Warto zauważyć, że w wypadku tych danych nie występują obserwacje wiązane (takie same dla co najmniej 2 lat), wobec czego wzór na współczynnik korelacji rang Spearmana przyjmuje postać (3).

Tabela 2. Import i eksport dóbr jako % PKB Polski i Niemiec w latach 2001–2022

Eksport (% PKB)			Import (% PKB)		
Rok	Niemcy	Polska	Rok	Niemcy	Polska
2001	31,84	27,19	2001	30,22	30,97
2002	32,59	28,71	2002	28,34	32,27
2003	32,81	33,35	2003	29,04	36,10
2004	35,71	34,24	2004	30,51	37,21
2005	38,06	34,61	2005	32,86	35,92
2006	41,43	37,82	2006	36,02	40,15
2007	43,32	38,52	2007	36,55	42,32
2008	43,80	37,81	2008	37,73	43,09

Eksport (% PKB)			Import (% PKB)		
Rok	Niemcy	Polska	Rok	Niemcy	Polska
2009	38,12	37,14	2009	33,11	38,13
2010	42,57	40,09	2010	37,30	42,46
2011	45,06	42,57	2011	40,15	44,71
2012	46,31	44,28	2012	40,21	44,99
2013	45,42	45,98	2013	39,66	44,80
2014	45,62	46,49	2014	39,00	46,08
2015	46,92	47,45	2015	39,33	45,37
2016	46,07	50,27	2016	38,70	47,27
2017	47,16	52,06	2017	40,07	49,23
2018	47,31	52,75	2018	41,21	50,70
2019	47,13	53,20	2019	41,19	49,49
2020	43,48	52,99	2020	37,67	47,33
2021	47,28	57,70	2021	41,88	54,38
2022	50,92	62,69	2022	48,96	61,25

Źródło: opracowanie własne na podstawie: Bank Światowy, *Exports of goods and services (% of GDP)*, <https://data.worldbank.org/indicator/NE.EXP.GNFS.ZS?view=chart> [dostęp: 30.06.2024]; Bank Światowy, *Imports of goods and services (% of GDP)*, <https://data.worldbank.org/indicator/NE.IMP.GNFS.ZS?view=chart> [dostęp: 30.06.2024].

Nie ma znaczenia, czy wartości uporządkowano w kolejności rosnącej czy malejącej - działanie sprowadza się do obliczania kwadratów wartości bezwzględnych różnic lokat, które są zawsze nieujemne. Niezbędne obliczenia dla eksportu zamieszczono w tabeli 3.

Tabela 3. Eksport jako % PKB Polski i Niemiec w latach 2001–2022 po nadaniu kolejnym obserwacjom rang

Rok	Miejsce w rankingu eksportu jako % PKB Niemiec (cN)	Miejsce w rankingu eksportu jako % PKB Polski (cP)	cN	cP	cN-cP	(cN-cP) ²
2001	31,84	27,19	1	1	0	0
2002	32,59	28,71	2	2	0	0

Rok	Miejsce w rankingu eksportu jako % PKB Niemiec (cN)	Miejsce w rankingu eksportu jako % PKB Polski (cP)	cN	cP	cN-cP	(cN-cP) ²
2003	32,81	33,35	3	3	0	0
2004	35,71	34,24	4	4	0	0
2005	38,06	34,61	5	5	0	0
2006	41,43	37,82	7	8	-1	1
2007	43,32	38,52	9	9	0	0
2008	43,8	37,81	11	7	4	16
2009	38,12	37,14	6	6	0	0
2010	42,57	40,09	8	10	-2	4
2011	45,06	42,57	12	11	1	1
2012	46,31	44,28	16	12	4	16
2013	45,42	45,98	13	13	0	0
2014	45,62	46,49	14	14	0	0
2015	46,92	47,45	17	15	2	4
2016	46,07	50,27	15	16	-1	1
2017	47,16	52,06	19	17	2	4
2018	47,31	52,75	21	18	3	9
2019	47,13	53,2	18	19	-1	1
2020	43,48	52,99	10	20	-10	100
2021	47,28	57,7	20	21	-1	1
2022	50,92	62,69	22	22	0	0
SUMA	-	-	-	-	0	158

Źródło: opracowanie własne na podstawie tabeli 2.

Po podstawieniu do wzoru (3) obliczonej wartości, współczynnik korelacji rang Spearmana dla udziałów eksportu w PKB Polski i Niemiec przyjmuje następującą wartość:

$$r_s = 1 - \frac{6 \cdot 158}{22 \cdot (22^2 - 1)} = 0,910785$$

Oznacza to, że udziały eksportów w PKB Polski i Niemiec pozostają bardzo silnie skorelowane dodatnio. Taki sam schemat postępowania należy przyjąć w celu analogicznego obliczenia współczynnika dla importu, co ilustruje pomocnicza tabela 4.

Tabela 4. Import jako % PKB Polski i Niemiec w latach 2001–2022 po nadaniu kolejnym obserwacjom rang

Rok	Niemcy	Polska	cN	cP	cN-cP	(cN-cP) ²
2001	30,22	30,97	3	1	2	4
2002	28,34	32,27	1	2	-1	1
2003	29,04	36,10	2	4	-2	4
2004	30,51	37,21	4	5	-1	1
2005	32,86	35,92	5	3	2	4
2006	36,02	40,15	7	7	0	0
2007	36,55	42,32	8	8	0	0
2008	37,73	43,09	11	10	1	1
2009	33,11	38,13	6	6	0	0
2010	37,3	42,46	9	9	0	0
2011	40,15	44,71	17	11	6	36
2012	40,21	44,99	18	13	5	25
2013	39,66	44,80	15	12	3	9
2014	39,00	46,08	13	15	-2	4
2015	39,33	45,37	14	14	0	0
2016	38,70	47,27	12	16	-4	16
2017	40,07	49,23	16	18	-2	4
2018	41,21	50,70	20	20	0	0
2019	41,19	49,49	19	19	0	0
2020	37,67	47,33	10	17	-7	49
2021	41,88	54,38	21	21	0	0
2022	48,96	61,25	22	22	0	0
SUMA	-	-	-	-	0	158

Źródło: opracowanie własne na podstawie tabeli 2.

W rezultacie współczynnik korelacji rang Spearmana w przypadku udziałów importu w gospodarkach Polski i Niemiec przyjmuje wartość:

$$r_s = 1 - \frac{6+158}{22+(22^2-1)} = 0,910785$$

W tym wypadku zarówno dla udziałów eksportu, jak i importu w PKB Polski i Niemiec w latach 2001–2022 otrzymano identyczne wartości, świadczące o silnej korelacji dodatniej (quasi-deterministycznej). Sytuacja, w której otrzymano identyczne wyniki nie zawsze musi występować – zbieżność wyników może być jednym z dowodów na stosunkowo małą dokładność współczynnika - sposobem jej weryfikacji mogą być odpowiednio dobrane testy istotności. Można przypuszczać, że m.in. z powodu bezpośredniego sąsiedztwa geograficznego oraz funkcjonowania w ramach europejskiego wspólnego rynku ma miejsce, przynajmniej częściowo, wzajemny wpływ zmiennych.

Korelacja porządkowa w stosunkach międzynarodowych

Współczynnik korelacji rang Spearmana nadaje się do wykorzystania nie tylko w przypadku danych ilościowych (jak pokazano w poprzednim podrozdziale), lecz również jakościowych. Można z jego wykorzystaniem dokonywać prób identyfikacji zależności w obrębie zmiennych porządkowych, a także ilościowo-porządkowych. W odróżnieniu od danych ilościowych, w tym wypadku istnieje szereg współczynników alternatywnych, np. statystyka tau Kendalla. W tabeli 5 zestawiono rankingi obrotów handlowych Polski i Niemiec z większością państw położonych na terenie Europy w 2022 r. Zaprezentowane zostały dane porządkowe, a więc nieprzyjmujące wartości liczbowych. Schemat postępowania będzie podobny – z tą różnicą, że lokaty zostały „automatycznie” uporządkowane. Z oczywistych względów nie występują rangi wiązane.

Tabela 5. Europejscy partnerzy handlowi Polski i Niemiec według wielkości obrotów w 2022 r.

Eksport			Import		
	Niemcy	Polska		Niemcy	Polska
1	Francja	Niemcy	1	Niderlandy	Niemcy
2	Niderlandy	Czechy	2	Polska	Włochy
3	Włochy	Francja	3	Belgia	Niderlandy
4	Polska	Wielka Brytania	4	Włochy	Czechy
5	Austria	Niderlandy	5	Francja	Francja
6	Wielka Brytania	Włochy	6	Norwegia	Rosja
7	Szwajcaria	Słowacja	7	Czechy	Belgia
8	Belgia	Szwecja	8	Austria	Hiszpania
9	Czechy	Ukraina	9	Szwajcaria	Słowacja
10	Hiszpania	Hiszpania	10	Wielka Brytania	Szwecja
11	Węgry	Węgry	11	Hiszpania	Austria
12	Szwecja	Belgia	12	Węgry	Wielka Brytania
13	Dania	Austria	13	Irlandia	Ukraina
14	Rumunia	Rumunia	14	Rosja	Norwegia
15	Słowacja	Litwa	15	Słowacja	Węgry
16	Rosja	Dania	16	Szwecja	Dania
17	Finlandia	Rosja	17	Dania	Litwa
18	Norwegia	Norwegia	18	Rumunia	Rumunia
19	Portugalia	Szwajcaria	19	Finlandia	Szwajcaria
20	Irlandia	Finlandia	20	Portugalia	Finlandia
21	Grecja	Łotwa	21	Słowenia	Irlandia
22	Luksemburg	Portugalia	22	Bułgaria	Bułgaria
23	Słowenia	Bułgaria	23	Luksemburg	Słowenia
24	Bułgaria	Białoruś	24	Serbia	Portugalia
25	Litwa	Słowenia	25	Macedonia Północna	Grecja

Eksport			Import		
	Niemcy	Polska		Niemcy	Polska
26	Chorwacja	Estonia	26	Litwa	Serbia
27	Serbia	Chorwacja	27	Grecja	Białoruś
28	Ukraina	Grecja	28	Chorwacja	Łotwa
29	Estonia	Irlandia	29	Ukraina	Estonia
30	Łotwa	Serbia	30	Bośnia i Hercegowina	Chorwacja
31	Malta	Luksemburg	31	Łotwa	Luksemburg
32	Białoruś	Bośnia i Hercegowina	32	Estonia	Islandia
33	Bośnia i Hercegowina	Mołdawia	33	Malta	Bośnia i Hercegowina
34	Macedonia Północna	Macedonia Północna	34	Islandia	Mołdawia
35	Islandia	Islandia	35	Białoruś	Macedonia Północna
36	Mołdawia	Albania	36	Mołdawia	Albania
37	Albania	Malta	37	Albania	Malta

Źródło: opracowanie własne na podstawie: The Observatory of Economic Complexity, *Poland (POL) Exports, Imports, and Trade Partners*, <https://oec.world/en/profile/country/pol> [dostęp: 30.06.2024]; The Observatory of Economic Complexity, *Germany (DEU) Exports, Imports, and Trade Partners*, <https://oec.world/en/profile/country/deu> [dostęp: 30.06.2024].

Tabela 6 przedstawia pomocnicze obliczenia niezbędne do kalkulacji współczynnika korelacji rang Spearmana dla rankingu eksporterów.

Tabela 6. Europejscy eksporterzy Polski i Niemiec w 2022 r. po nadaniu kolejnym obserwacjom rang

Państwo	Miejsce w rankingu eksportu Niemiec (cN)	Miejsce w rankingu eksportu Polski (cP)	cN-cP	(cN-cP) ²
Albania	37	36	1	1
Austria	5	13	-8	64
Belgia	8	12	-4	16
Białoruś	32	24	8	64

Państwo	Miejsce w rankingu eksportu Niemiec (cN)	Miejsce w rankingu eksportu Polski (cP)	cN-cP	(cN-cP) ²
Bośnia i Hercegowina	33	32	1	1
Bułgaria	24	23	1	1
Chorwacja	26	27	-1	1
Czechy	9	2	7	49
Dania	13	16	-3	9
Estonia	29	26	3	9
Finlandia	17	20	-3	9
Francja	1	3	-2	4
Grecja	21	28	-7	49
Hiszpania	10	10	0	0
Irlandia	20	29	-9	81
Islandia	35	35	0	0
Litwa	25	15	10	100
Luksemburg	22	31	-9	81
Łotwa	30	21	9	81
Macedonia Północna	34	34	0	0
Malta	31	37	-6	36
Mołdawia	36	33	3	9
Niderlandy	2	5	-3	9
Norwegia	18	18	0	0
Polska/Niemcy	4	1	3	9
Portugalia	19	22	-3	9
Rosja	16	17	-1	1
Rumunia	14	14	0	0
Serbia	27	30	-3	9
Słowacja	15	7	8	64
Słowenia	23	25	-2	4
Szwajcaria	7	19	-12	144

Państwo	Miejsce w rankingu eksportu Niemiec (cN)	Miejsce w rankingu eksportu Polski (cP)	cN-cP	(cN-cP) ²
Szwecja	12	8	4	16
Ukraina	28	9	19	361
Węgry	11	11	0	0
Wielka Brytania	6	4	2	4
Włochy	3	6	-3	9
SUMA	-	-	0	1 304

Źródło: opracowanie własne na podstawie tabeli 5.

Współczynnik korelacji Spearmana dla partnerów eksportowych Polski i Niemiec obliczany jest w sposób następujący:

$$r_s = 1 - \frac{6 * 1304}{37 * (37^2 - 1)} = 0,845424$$

Wynika z tego, że występuje dość silna zależność między rozmieszczeniem kolejnych partnerów handlowych Polski i Niemiec w rankingach eksportu w 2022 r. Uzupełnieniem tych informacji jest analiza korelacji dotycząca europejskich partnerów importowych obu państw, na której potrzeby sporządzono tabelę 7.

Tabela 7. Europejscy importerzy Polski i Niemiec w 2022 r. po nadaniu kolejnym obserwacjom rang

Państwo	Miejsce w rankingu importu Niemiec (cN)	Miejsce w rankingu importu Polski (cP)	cN-cP	(cN-cP) ²
Albania	37	36	1	1
Austria	8	11	-3	9
Belgia	3	7	-4	16
Białoruś	35	27	8	64
Bośnia i Hercegowina	30	33	-3	9
Bułgaria	22	22	0	0

Państwo	Miejsce w rankingu importu Niemiec (cN)	Miejsce w rankingu importu Polski (cP)	cN-cP	(cN-cP) ²
Chorwacja	28	30	-2	4
Czechy	7	4	3	9
Dania	17	16	1	1
Estonia	32	29	3	9
Finlandia	19	20	-1	1
Francja	5	5	0	0
Grecja	27	25	2	4
Hiszpania	11	8	3	9
Irlandia	13	21	-8	64
Islandia	34	32	2	4
Litwa	26	17	9	81
Luksemburg	23	31	-8	64
Łotwa	31	28	3	9
Macedonia Północna	25	35	-10	100
Malta	33	37	-4	16
Mołdawia	36	34	2	4
Niderlandy	1	3	-2	4
Norwegia	6	14	-8	64
Polska/Niemcy	2	1	1	1
Portugalia	20	24	-4	16
Rosja	14	6	8	64
Rumunia	18	18	0	0
Serbia	24	26	-2	4
Słowacja	15	9	6	36
Słowenia	21	23	-2	4
Szwajcaria	9	19	-10	100
Szwecja	16	10	6	36

Państwo	Miejsce w rankingu importu Niemiec (cN)	Miejsce w rankingu importu Polski (cP)	cN-cP	(cN-cP) ²
Ukraina	29	13	16	256
Węgry	12	15	-3	9
Wielka Brytania	10	12	-2	4
Włochy	4	2	2	4
SUMA	-	-	0	1 080

Źródło: opracowanie własne na podstawie tabeli 5.

Analogicznie, obliczona wartość współczynnika wynosi:

$$r_s = 1 - \frac{6 * 1080}{37 * (37^2 - 1)} = 0,871977$$

Korelacja rang europejskich partnerów importowych Polski i Niemiec w 2022 r. jest nieznacznie większa niż w przypadku eksportu – również silnie dodatnia. Struktury importu są bardziej podobne niż w przypadku eksportu. Ożywione interakcje gospodarcze z państwami położonymi bliżej są zdeterminowane bliskością geograficzną, jednak ta z uwagi na procesy globalizacyjne oraz unijny rynek stopniowo traci na znaczeniu.

3. Złożone metody analizy korelacji w stosunkach międzynarodowych

Korelacja nominalna w stosunkach międzynarodowych

Przydatnym narzędziem w analizie korelacji między zmiennymi nominalnymi lub porządkowo-nominalnymi w stosunkach międzynarodowych może być zastosowanie testu niezależności chi kwadrat oraz uzupełniających go współczynników kontyngencji, np. phi Yule'a, V Cramera. Szczególną użyteczność mogą wykazywać one przy rozszerzonej interpretacji wyników ankiet oraz podobnych badań o charakterze ilościowym.

Test niezależności chi kwadrat stosuje się w celu identyfikacji występowania istotnej statystycznie zależności między zmiennymi jakościowymi. Sprowadza się to do porównania liczebności obserwowanych (użytych w trakcie badań) z liczebnościami oczekiwanymi (obliczonych przy założeniu, że nie ma związku między zmiennymi). Duża rozbieżność między liczebnościami obserwowanymi i oczekiwanymi świadczy o istnieniu istotnej statystycznie zależności między zmiennymi⁹.

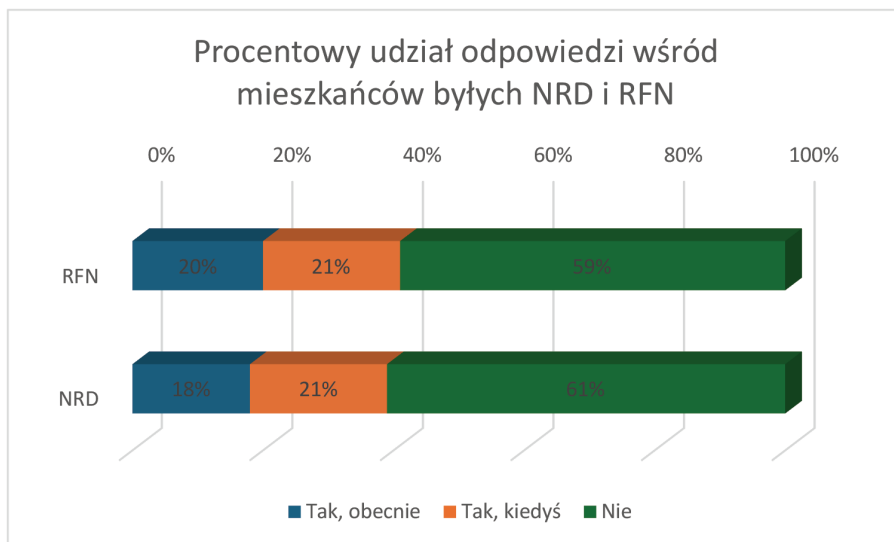
Przykładem analizy korelacji nominalnej w stosunkach międzynarodowych może być wykorzystanie testu niezależności chi kwadrat do analizy wyników ankiety dotyczącej relacji polsko-niemieckich, przeprowadzonej przez Polski Instytut Spraw Międzynarodowych metodą CAWI w 2023 r. wśród Niemców. Raport „Polska w oczach Niemców” podaje, że ankieta została przeprowadzona wśród 2073 osób z zawyżonym odsetkiem odpowiedzi wśród mieszkańców byłej NRD, tak więc w celu uczynienia próby reprezentatywną, przypisano tej podgrupie wagi mniejsze niż 1.

Przyjęto, że liczba mieszkańców wschodnich landów wynosi 394. Nie podano jednak dokładnej wartości albo odsetka populacji należących do byłych państw niemieckich. Z tego powodu, aby obliczyć teoretyczną, całkowitą liczbę odpowiedzi, na potrzeby niniejszego artykułu przyjęto, że proporcja populacji NRD do RFN kształtuje się w stosunku 1:4. W rezultacie teoretyczna liczba osób z obu państw wynosi 1970.

Wykorzystanie testu niezależności chi kwadrat zostało objaśnione na przykładzie odpowiedzi na pytanie „Czy miał/a Pan/Pani osobiste kontakty z Polską?”. Respondenci mogli udzielać następujących odpowiedzi: „tak, mam kontakty”, „tak, miałem/am kontakty, ale dziś już nie mam”, „nie, nigdy nie miałem/am żadnych kontaktów z Polską”. Odsetki poszczególnych wyników odpowiedzi zostały zamieszczone w raporcie, natomiast liczby mieszkańców obliczono samodzielnie według przyjętej wcześniej proporcji na potrzeby testu. Rysunek 1 przedstawia struktury procentowe odpowiedzi wśród mieszkańców byłych NRD i RFN, natomiast tabela 8 zawiera obliczone wcześniej wartości ujęte bezwzględnie, aby możliwe było przeprowadzenie testu.

⁹ M. Płaszczycza, *Test niezależności chi kwadrat*, <https://www.statystyka.eu/test-niezalezności-latexchi2latex.php> [dostęp: 30.06.2024].

Rysunek 1. Procentowy udział odpowiedzi wśród mieszkańców byłych NRD i RFN



Źródło: opracowanie własne na podstawie: Polski Instytut Spraw Międzynarodowych, *Raport: Polska w oczach Niemców*, <https://www.pism.pl/publikacje/polska-w-oczach-niemcow> [dostęp: 30.06.2024].

Tabela 8. Wartości obserwowane odpowiedzi mieszkańców Niemiec dotyczących utrzymywania kontaktów z Polską

	Tak, obecnie	Tak, kiedyś	Nie	SUMA
RFN	315	331	930	1 576
NRD	71	83	240	394
SUMA	386	414	1 170	1 970

Źródło: ibidem.

Weryfikacja hipotez statystycznych w stosunkach międzynarodowych

Tablica sporządzona na potrzeby testu niezależności chi kwadrat przyjmuje wymiary 2x3 (istnieją dwa warianty pochodzenia ze względu na byłe państwo niemieckie oraz trzy warianty odpowiedzi na zadane py-

tanie). Aby rozpocząć test, należy na początku przyjąć hipotezę zerową oraz hipotezę alternatywną - obie muszą się wykluczać:

H0: Nie istnieje istotna zależność między utrzymywaniem osobistych kontaktów z Polską a miejscem zamieszkania w jednym z byłych państw niemieckich.

H1: Istnieje istotna zależność między utrzymywaniem osobistych kontaktów z Polską a miejscem zamieszkania w jednym z byłych państw niemieckich.

W celu dopuszczenia bądź odrzucenia hipotezy zerowej na potrzeby testu należy obliczyć liczebności teoretyczne (oczekiwane) według wzoru:

$$E_{oczekiwana} = \frac{(\text{Suma rzędu})(\text{Suma kolumny})}{\text{Suma całkowita}} \quad (8)$$

W tabeli 9 przedstawiono zestawienie obliczonych wartości teoretycznych.

Tabela 9. Wartości oczekiwane odpowiedzi mieszkańców Niemiec dotyczących utrzymywania kontaktów z Polską

	Tak, obecnie	Tak, kiedyś	Nie	SUMA
RFN	309	331	936	1 576
NRD	77	83	234	394
SUMA	386	414	1 170	19 70

Źródło: opracowanie własne na podstawie tabeli 8.

Warto zauważyć, że liczba obserwacji w każdej z podgrup powinna być większa od 5 (co najmniej 80%)¹⁰. W tym przypadku założenie to jest spełnione, więc nie ma konieczności nanoszenia poprawek do testu. Dla każdego z sześciu wariantów należy następnie obliczyć wartość statystyki chi kwadrat według wzoru:

¹⁰ N.M. Józefacka, M.F. Kotek, A Arciszewska-Leszczuk (red.), *Metodologia i statystyka. Przewodnik naukowego turysty*, t. 1, Warszawa 2023, s. 237.

$$\chi^2 = \sum_{i=1}^n \frac{(O_i - E_i)^2}{E_i} \quad (9)$$

gdzie O_i to kolejne wartości obserwowane, natomiast E_i – wartości oczekiwane.

Zestawienie obliczonych statystyk chi kwadrat w tabeli 10 przyjmuje postać następującą:

Tabela 10. Wartości statystyk chi kwadrat według odpowiedzi Niemców

	Tak, obecnie	Tak, kiedyś	Nie	SUMA
RFN	0,129	0,000	0,042	0,171
NRD	0,515	0,000	0,170	0,684
SUMA	0,643	0,000	0,212	0,856

Źródło: opracowanie własne na podstawie tabel 8 i 9.

Obliczona łączna statystyka chi kwadrat przyjmuje wartość 0,856. Do sprawdzenia istotności statystycznej potrzebna jest jeszcze liczba stopni swobody otrzymana za pomocą wzoru:

$$df = (k-1)*(m-1) \quad (10)$$

gdzie k i m to liczby wariantów poszczególnych zmiennych.

W przypadku tego badania liczba stopni swobody przyjmuje wartość:

$$df = (3-1)*(2-1) = 2$$

Na poziomie istotności przyjętym na standardowym poziomie 0,05 konieczne jest teraz zweryfikowanie statystyki w tablicach rozkładu chi kwadrat. Odczytana wartość krytyczna wynosi 5,9915. W przypadku, gdy obliczona statystyka chi kwadrat jest mniejsza od odczytanej wartości z tablic, należy z 95% ufności przyjąć hipotezę zerową - nie istnieje

istotna zależność między utrzymywaniem osobistych kontaktów z Polską a miejscem zamieszkania w jednym z byłych państw niemieckich.

Gdyby zaistniała sytuacja przeciwna (przyjęcie hipotezy alternatywnej), bardziej zasadne byłoby uzupełnienie testu niezależności chi kwadrat współczynnikami kontyngencji, obrazującymi siłę wykrytego związku. W tej sytuacji dalsze obliczenia mają więc już charakter bardziej demonstracyjny, służący przedstawieniu dalszej procedury postępowania.

Dla tablicy kontyngencji 2x3 można zastosować współczynnik kontyngencji V Cramera zgodnie ze wzorem (7). Po podstawieniu:

$$V = \sqrt{\frac{0,856}{1970 \cdot (2-1)}} = 0,020839$$

Wartość współczynnika świadczy o niemal niezauważalnej sile związku.

Analiza związków i wpływów

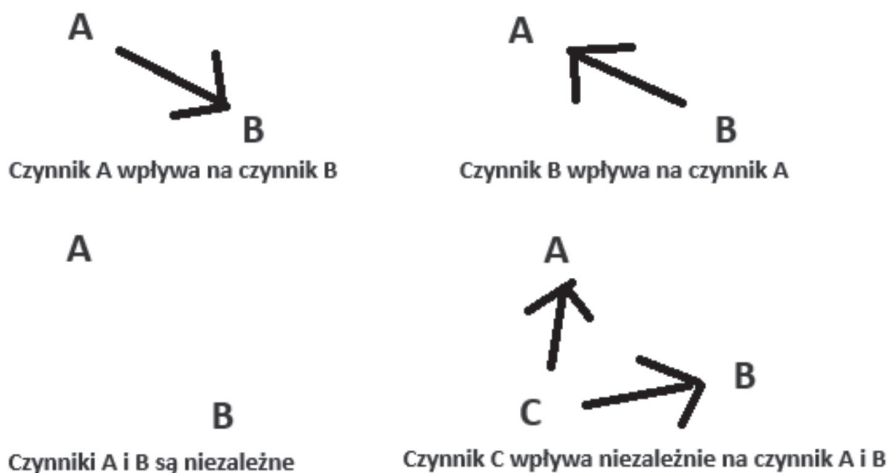
Analiza związków i wpływów to schemat postępowania, w ramach którego porównywana jest dynamika kształtowania się w czasie poszczególnych zmiennych, a następnie identyfikowane są relacje między nimi. Może być wykorzystywana dla poszerzenia dotychczasowej perspektywy, wskazując na do tej pory niezbadane aspekty danego zjawiska – w tym celu przeprowadzana może być w podziale na analizę jednowymiarową i wielowymiarową. Podział procesu analizy na etap analizy związków i etap analizy wpływów wynika ze stosunkowo często popełnianego przez badaczy błędu – utożsamiania korelacji (związku) z przyczynowością. Mimo że zdarzają się przypadki, gdy wspomniane zjawisko faktycznie zachodzi, należy przy wyciąganiu tego typu wniosków zachować szczególną ostrożność. Proces przeprowadzania badania ma następujący przebieg:

1. jednowymiarowa analiza związków;
2. jednowymiarowa analiza wpływów,
3. wielowymiarowa analiza związków,
4. wielowymiarowa analiza wpływów.

Na etapie analizy związków, w celu skwantyfikowanego ujęcia zmiennych, wykorzystywane są współczynniki korelacji. Dla porównania zmiennych (zwłaszcza ilościowych) niezbędne jest wykorzystanie danych pochodzących z tego samego okresu. Może to stanowić pewne utrudnienie w przypadku wybiórczej dostępności danych (w skrajnym przypadku całkowitej niedostępności) bądź, gdy nie dysponuje się pełnym zaufaniem do posiadanych statystyk. Pewne rozwiązanie może stanowić porównywanie danych jakościowych. Mimo niemożności scharakteryzowania zmiennych w sposób ilościowy istnieje możliwość usystematyzowania jakościowego, jednak wiąże się ona z subiektywnością tego typu klasyfikacji.

Po wstępnym obliczeniu współczynników korelacji przystępuje się do właściwej części badania – próby identyfikacji wpływów. Przykładowe związki przyczynowo-skutkowe między zjawiskami zostały przedstawione na rysunku 2.

Rysunek 2. Podstawowe możliwości powiązań między zjawiskami



Źródło: opracowanie własne.

Analiza jednowymiarowa dotyczy wybranego wycinka rzeczywistości – w przypadku analizy relacji między państwami może być to np. wymiana handlowa. Analiza wielowymiarowa następuje po analizie poszczególnych wymiarów z osobna. W tym wypadku ma miejsce wyjście

między sztywne ramy jednej płaszczyzny rzeczywistości, które ma za zadanie zidentyfikować występowanie zależności, które często mogą być niewykrywane z powodu zbyt wąskiego spojrzenia na dane zjawisko. Przykładem może być analizowanie korelacji między obrotami handlowymi, a zanieczyszczeniem środowiska – z pozoru elementami niemającymi ze sobą bezpośrednio wiele wspólnego.

Analiza związków i wpływów może być użyteczna, jednak jak w przypadku wielu metod badawczych zagrożeniem jest selektywność dobiegania zmiennych, a także iluzoryczność wpływów. Pewne procesy są natomiast zbyt złożone, by dopatrywać się między elementami pozornych przyczynowości.

Wnioski i rekomendacje

Analiza korelacji z powodzeniem sprawdza się zarówno przy zmiennych ilościowych, jak i porządkowych oraz nominalnych. Stanowi ciekawe uzupełnienie konwencjonalnych badań stosunków międzynarodowych, które w większości przyjmują charakter opisowy. Jej użyteczność jest zdeterminowana jednak spełnieniem założeń dotyczących danego współczynnika.

Przykład zastosowania analizy korelacji odnośnie udziałów eksportu oraz importu w gospodarkach narodowych Polski i Niemiec świadczy o silnym współwystępowaniu tych zmiennych, lecz niekoniecznie uprawnia do wyciągania wniosków odnośnie ich wzajemnego wpływu. Można przypuszczać, że przyczyną tak wysokiej, dodatniej korelacji jest ogólna tendencja wśród wysoko rozwiniętych gospodarek do wzrostu udziału wymiany handlowej w PKB (m.in. z powodu globalizacji), a nie tyle wzajemne uzależnienie obu państw. Z pewnością mają miejsce pewne elementy przyczynowości z uwagi na fakt, że Polska i Niemcy stanowią dla siebie jednych z najważniejszych partnerów handlowych. Z uwagi na wbudowaną niedokładność zastosowanego współczynnika – i w konsekwencji otrzymanie tej samej wartości dla korelacji udziałów eksportu i importu – może istnieć niewłaściwe złudzenie, że obie zmienne są ze sobą doskonale powiązane.

Podobne wnioski nasuwają się w przypadku analizy korelacji struktur europejskich partnerów handlowych obu państw, chociaż w tym wypadku struktury importu cechują się nieznacznie większą korelacją (również do-

datnią). Podobnie jak w przypadku korelacji udziałów eksportu i importu, należy tutaj dopatrywać się nie tyle determinizmu, co wpływu czynnika (czynników) zewnętrznych – jednym z najważniejszych jest zapewne położenie geograficzne. Mimo że przyczyny geopolityczne zdają się stopniowo tracić na znaczeniu w zglobalizowanym świecie, jednym z argumentów uzasadniających dogodność wymiany handlowej z danym państwem pozostaje wciąż odległość – uwarunkowaniami takiego stanu rzeczy mogą być koszty transportu, wysokość ceł (większość sąsiadów obu państw należy do Europejskiego Obszaru Gospodarczego) czy nawet czynniki pogospodarcze, często wciąż bagatelizowane nawet przez specjalistów.

Należy z kolei odrzucić tezę, że kontakty między mieszkańcami obu krajów są istotnie skorelowane z pochodzeniem ankietowanych z jednego z byłych państw niemieckich. Przypuszczalnie od zjednoczenia w 1990 r. upłynęło zbyt wiele czasu, aby miejsce zamieszkania nadal stanowiło istotną determinantę relacji społeczeństw. Nie oznacza to jednak, że czynniki geograficzne nie mają żadnego znaczenia w kontaktach Niemców z Polakami – być może stosowanie granic byłych republik w tym kontekście nie jest do końca adekwatne. Ponadto nasilone kontakty z pewnością mają miejsce nie tyle w obrębie całej NRD, co w regionach położonych bezpośrednio przy granicy z Polską.

Z powodu względnej prostoty analizy korelacji proponuje się częstsze wykorzystywanie metod statystycznych w stosunkach międzynarodowych. Z uwagi, że dyscyplina jest zaliczana do nauk politycznych, powszechne zastosowanie znajdują w niej metody opisowe. Modele liczbowe mogą stanowić nie tyle zamiennik, co wzbogacenie już istniejących sposobów badań. Ciekawym uzupełnieniem analizy korelacji może być też przedstawiona analiza związków i wpływów, chociaż ma ona charakter w większości subiektywny, a więc obarczony szczególnym ryzykiem błędu interpretacji.

Bibliografia

Bank Światowy, *Exports of goods and services (% of GDP)*, <https://data.worldbank.org/indicator/NE.EXP.GNFS.ZS?view=chart>.

Bank Światowy, *Imports of goods and services (% of GDP)*, <https://data.worldbank.org/indicator/NE.IMP.GNFS.ZS?view=chart>.

- Józefacka N.M., Kołek M.F., Arciszewska-Leszczuk A., *Metodologia i statystyka. Przewodnik naukowego turysty*, t. 1, Wydawnictwo Naukowe PWN, Warszawa 2023.
- Kukuła K., *Elementy statystyki w zadaniach*, Wydawnictwo Naukowe PWN, Warszawa 2003.
- Metostat, *Korelacje - współczynnik r Pearsona*, <https://metostat.pl/korelacje-wspolczynnik-r-pearsona/>.
- Płaszczycza M., *Test niezależności chi kwadrat*, <https://www.statystyka.eu/test-niezaleznosci-latexchi2latex.php>.
- Polski Instytut Spraw Międzynarodowych, *Raport: Polska w oczach Niemców*, <https://www.pism.pl/publikacje/polska-w-oczach-niemcow>.
- Pomoc statystyczna, *Testy chi-kwadrat*, <http://statystyka-pomoc.com/Chi-kwadrat.html>.
- Pomoc statystyczna, *Współczynniki kontyngencji*, <http://statystyka-pomoc.com/kontyngencji.html>.
- Przechlewski T., *Statystyka: podstawowe pojęcia*, https://bookdown.org/rudolf_von_ems/podstawowe_pojcia_statystyki/sm_w1.html.
- The Observatory of Economic Complexity, *Poland (POL) Exports, Imports, and Trade Partners*, <https://oec.world/en/profile/country/pol>.
- The Observatory of Economic Complexity, *Germany (DEU) Exports, Imports, and Trade Partners*, <https://oec.world/en/profile/country/deu>.
- Tomaszewski T., *Rodzaje skal pomiarowych*, <https://cyrkiel.info/statystyka/skale-pomiarowe/>.
- Wrona D., *Korelacja - co to jest? Jak wybrać test?*, <https://poprawaprac.pl/korelacja-co-jest-jak-wybrac-test/>.

Correlation analysis in international relations on the example of selected aspects of German-Polish relations

Abstract

Correlation analysis is one of the tools that can be used when examining the relationship between quantitative and qualitative variables in international relations. To carry it out, it is important to meet the necessary assumptions regarding a given correlation coefficient. Several of the most used coefficients are presented, broken down into quantitative, ordinal, and nominal variables. The aim of the study was to present the use of correlation analysis on the example

of selected economic and non-economic aspects of Polish-German relations. Trade and the structures of the two countries' European trade partners were shown to be strongly correlated using Spearman's rank correlation coefficient. In turn, using the chi-square test of independence, it was also found that there is no statistically significant relationship between Germans residing in one of the former German states and maintaining contacts with Poland. A model for subjective analysis of relationships and influences was also proposed. Consequently, it is suggested that statistical methods should be used more frequently in the study of international relations as a complement to classical descriptive methods.

Keywords: correlation analysis, variables, Spearman's rank correlation coefficient, chi-squared test of independence, relationships and influences, spurious correlation