

Identyfikacja istotnych zmian w strukturze wiekowej polskiego społeczeństwa w latach 2018-2022

Joanna Dębicka
Edyta Mazurek
Katarzyna Ostasiewicz

IV Kongres Statystyki Polskiej
2-4 lipca 2024, Warszawa

www.uew.pl

Motywacja

Identyfikacja istotnych zmiany w strukturze wiekowej

- Zarządzanie systemem emerytalnym
- Planowanie usług zdrowotnych
- Planowanie systemu edukacji i dostosowania go do liczby dzieci w poszczególnych grupach wiekowych

Badanie zmian w strukturze wiekowej jest nieodzownym elementem skutecznego planowania i zarządzania w wielu dziedzinach życia publicznego. Umożliwia lepsze przygotowanie na przyszłe wyzwania i wspiera zrównoważony rozwój społeczeństwa

Motywacja

Identyfikacja istotnych zmian w strukturze pozwala na

- bardziej świadome podejmowanie decyzji biznesowych i strategicznych
- śledzenie nowych trendów i innowacji
- efektywniejsze zarządzanie zasobami
- może pomóc w zapobieganiu potencjalnym problemom lub kryzysom
- lepsze zrozumienie wewnętrznych procesów i efektywniejsze zarządzanie zasobami

Organizacje, które potrafią szybko dostosować się do zmieniających się warunków, zyskują przewagę konkurencyjną. Analiza danych i identyfikacja kluczowych zmian pozwala na bieżąco adaptować strategię i działania do aktualnych realiów.

Problem badawczy

- Rozpatrzmy pewne zbiorowości próbne X oraz Y złożone z N_X oraz N_Y jednostek, które podzielone są na n klas o liczebnościach odpowiednio $x_1 + x_2 + \dots + x_n = N_X$ $y_1 + y_2 + \dots + y_n = N_Y$

$$\omega(\mathbf{x}) = (\omega(x_1), \omega(x_2), \dots, \omega(x_n)) = \left(\frac{x_1}{N_X}, \frac{x_2}{N_X}, \dots, \frac{x_n}{N_X} \right)$$

$$\omega(\mathbf{y}) = (\omega(y_1), \omega(y_2), \dots, \omega(y_n)) = \left(\frac{y_1}{N_Y}, \frac{y_2}{N_Y}, \dots, \frac{y_n}{N_Y} \right)$$

- Kiedy różnicę pomiędzy wskaźnikami struktur $\omega(x_i) - \omega(y_i)$ można uznać za wyróżniającą się?

Metody statystyczne

W przypadku cech mierzonych na skalach mocnych **przedziałowej lub ilorazowej** mamy wiele różnych sposobów na porównanie dwóch rozkładów: **Test t-studenta, ANOVA, U Manna-Whitneya, mediany,...**

W przypadku cech mierzonych na skali słabej **nominalnej** mamy do dyspozycji **testy niezależności lub jednorodności chi-kwadrat** z kilkoma korektami, modyfikacjami ze względu na liczebność próby, **dokładny test Fischera,...**

Do pomiaru zgodności struktur wykorzystywane są **mierniki niepodobieństwa/podobieństwa** czy nawet testy statyczne pozwalające potwierdzić statystyczną istotność niepodobieństwa struktur.

POTRZEBA BARDZIEJ WRAŻLIWEGO NARZĘDZIA

Rozwój i zastosowanie bardziej czułych metod analitycznych pozwala na lepsze zrozumienie i zarządzanie delikatnymi zmianami, które mogą mieć kluczowe znaczenie dla długoterminowej stabilności i rozwoju różnych systemów

Struktury podobne (według testu podobieństwa struktur)

	I	II	III	IV	V	VI	I, II	I, III	I, IV	I, V	I, VI
A	0.20	0.20	0.17	0.16	0.23	0.15	0.20	0.17	0.16	0.20	0.15
B	0.20	0.20	0.23	0.18	0.23	0.28	0.20	0.20	0.18	0.20	0.20
C	0.20	0.20	0.17	0.16	0.23	0.15	0.20	0.17	0.16	0.20	0.15
D	0.20	0.15	0.23	0.30	0.23	0.28	0.15	0.20	0.20	0.20	0.20
E	0.20	0.25	0.20	0.20	0.08	0.14	0.20	0.20	0.20	0.08	0.14
SUMA	1	1	1	1	1	1	0.95	0.94	0.90	0.88	0.84

H0: struktury są niepodobne

H1: struktury są podobne

Poziom istotności:

$\alpha = 0.05$

Obszar krytyczny (dla 5 klas):

$K = (0.8008, +\infty)$

$$\omega_p = \sum_{i=1}^n \min \{ \omega(x_i), \omega(y_i^J) \}$$

$\omega(x_i)$ – dla struktury I

$\omega(y_i^J)$ – dla struktury $J = \{II, III, IV, V, VI\}$

Struktury podobne (według testu podobieństwa struktur)

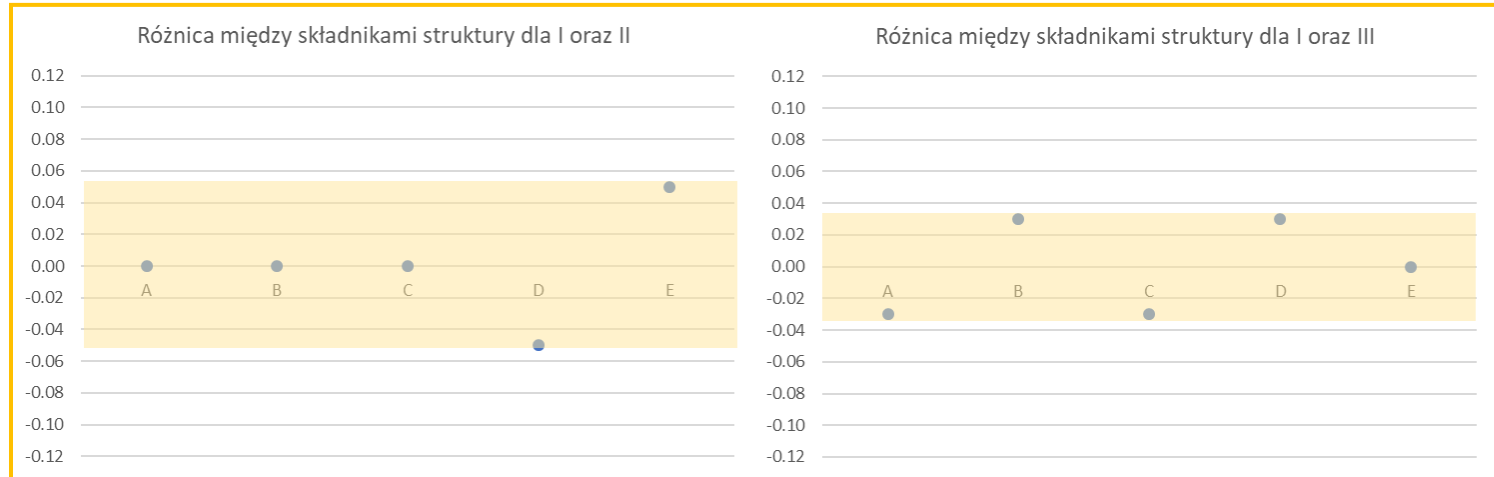
	I	II	III	IV	V	VI	I, II	I, III	I, IV	I, V	I, VI	I, II	I, III	I, IV	I, V	I, VI
A	0.20	0.20	0.17	0.16	0.23	0.15	0.20	0.17	0.16	0.20	0.15	0.00	-0.03	-0.04	0.03	-0.05
B	0.20	0.20	0.23	0.18	0.23	0.28	0.20	0.20	0.18	0.20	0.20	0.00	0.03	-0.02	0.03	0.08
C	0.20	0.20	0.17	0.16	0.23	0.15	0.20	0.17	0.16	0.20	0.15	0.00	-0.03	-0.04	0.03	-0.05
D	0.20	0.15	0.23	0.30	0.23	0.28	0.15	0.20	0.20	0.20	0.20	-0.05	0.03	0.10	0.03	0.08
E	0.20	0.25	0.20	0.20	0.08	0.14	0.20	0.20	0.20	0.08	0.14	0.05	0.00	0.00	-0.12	-0.06
SUMA	1	1	1	1	1	1	0.95	0.94	0.90	0.88	0.84	0	0	0	0	0

Definicja: za **zmianę** uznajemy każdą modyfikację częstości klasy (czyli różnicę między elementami analizowanych struktur w danej klasie).

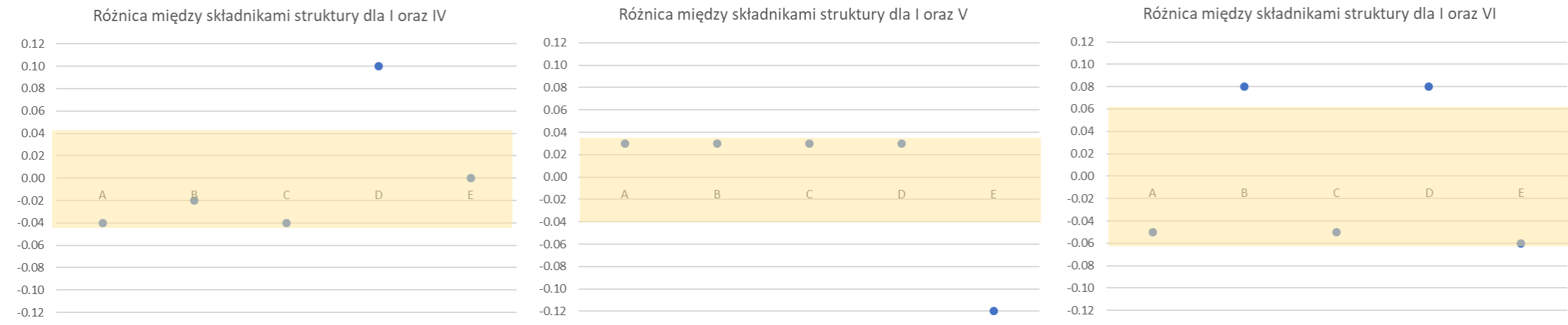
$$d_i = \omega(y_i^J) - \omega(x_i)$$

W zjawiskach masowych **przyczyny główne są wyraziste**, a w konsekwencji prawidłowości bardziej zauważalne, a różnokierunkowy **charakter zmian przypadkowych powoduje ich wzajemne znoszenie się**.

Struktury podobne (według testu podobieństwa struktur)

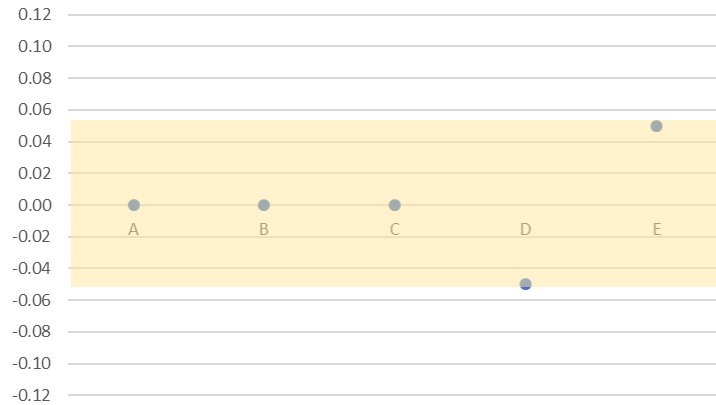


Jeżeli obserwujemy **wpływ czynnika przypadkowego** powinniśmy obserwować takiej samej wielkości różnice dodatnie jak i ujemne między dwoma zbiorowościami

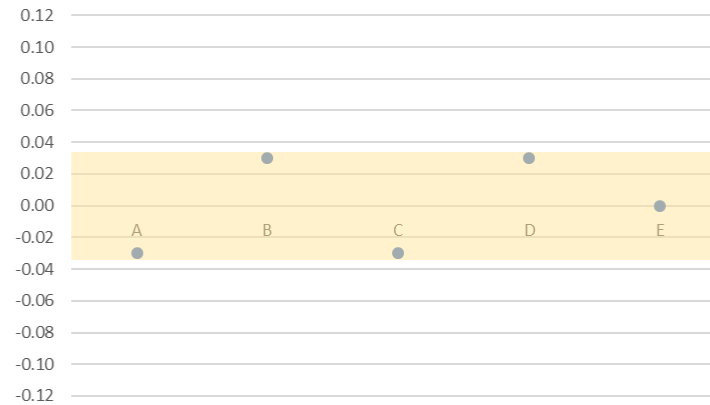


Struktury podobne (według testu podobieństwa struktur)

Różnica między składnikami struktury dla I oraz II



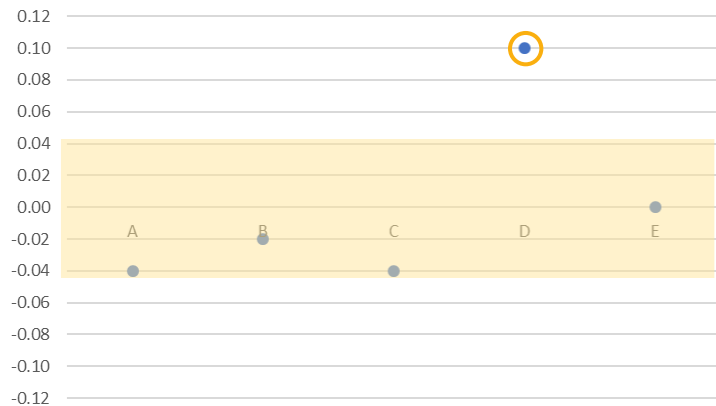
Różnica między składnikami struktury dla I oraz III



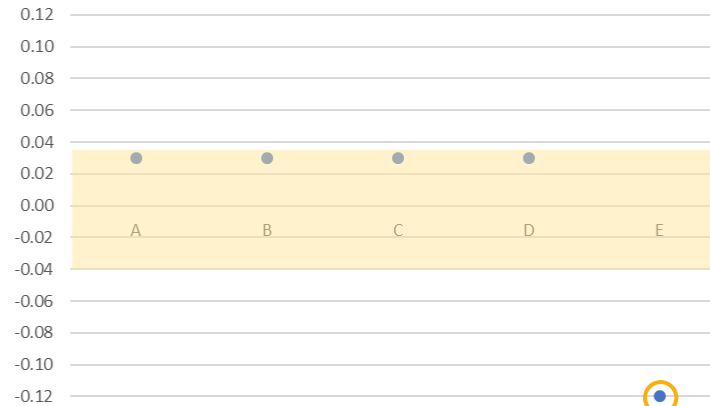
Jeżeli za przyczynę zmian odpowiedzialny jest **czynnik główny** (któraś z różnic wyróżnia się na tle innych) i wtedy nie możemy powiązać ją z czynnikiem przypadkowym, a raczej z głównym.



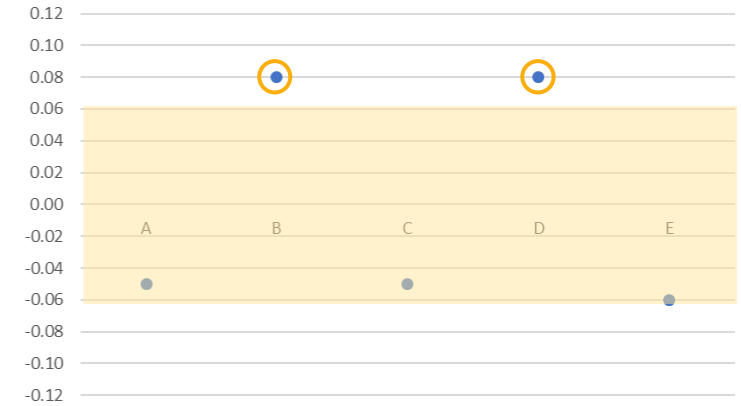
Różnica między składnikami struktury dla I oraz IV



Różnica między składnikami struktury dla I oraz V



Różnica między składnikami struktury dla I oraz VI



Wyróżniające się zmiany struktury

- Różnice między elementami struktur

$$d_i = \omega(y_i) - \omega(x_i) \in [\omega_p - 1; 1 - \omega_p]$$

- Suma spadków w jednych klasach jest rekompensowana przez wzrosty w innych.
- Za wyróżniające się zmiany struktury uznajemy te, które należą do przedziału

$$\omega(y_i) - \omega(x_i) \in [\omega_p - 1; -g_p) \cup (g_p; 1 - \omega_p]$$

$$g_p = \min \{ |d_{\min}|; |d_{\max}| \}, \quad d_{\min} = \min \{ d_1, d_2, \dots, d_n \}, \quad d_{\max} = \max \{ d_1, d_2, \dots, d_n \}$$

Wyróżniające się zmiany struktury

- Zamiast bezpośrednich różnic możemy rozpatrywać ich względne wielkości

$$\frac{d_i}{g_p}$$

- Wtedy **obszar wyróżniających się względnych zmian struktury** przyjmuje postać

$$\left[\frac{\omega_p - 1}{g_p}, -1 \right) \cup \left(1, \frac{1 - \omega_p}{g_p} \right]$$

- Wszystkie klasy w tablicy strukturalnej, dla których względne różnice między wskaźnikami struktury należą do wyznaczonej sumy przedziałów uznajemy za takie w których różnice między wskaźnikami struktur wskazują na **wyróżniające się zmiany na tle innych zmian struktury**.

Struktury podobne (według testu podobieństwa struktur)

$$d_i = \omega(y_i^J) - \omega(x_i) \quad \frac{d_i}{g_p}$$

	I	II	III	IV	V	VI	I, II	I, III	I, IV	I, V	I, VI	I, II	I, III	I, IV	I, V	I, VI
A	0.20	0.20	0.17	0.16	0.23	0.15	0	-0.03	-0.04	0.03	-0.05	0	-1	-0.75	1	-0.83
B	0.20	0.20	0.23	0.18	0.23	0.28	0	0.03	-0.02	0.03	0.08	0	1	-1.00	1	1.33
C	0.20	0.20	0.17	0.16	0.23	0.15	0	-0.03	-0.04	0.03	-0.05	0	-1	-0.75	1	-0.83
D	0.20	0.15	0.23	0.30	0.23	0.28	-0.05	0.03	0.10	0.03	0.08	-1	1	2.50	1	1.33
E	0.20	0.25	0.20	0.20	0.08	0.14	0.05	0	0	-0.12	-0.06	1	0	0.00	-4	-1.00
SUMA	1	1	1	1	1	1	0	0	0	0	0					

$$g_p = \min \left\{ |d_{\min}|; |d_{\max}| \right\}$$

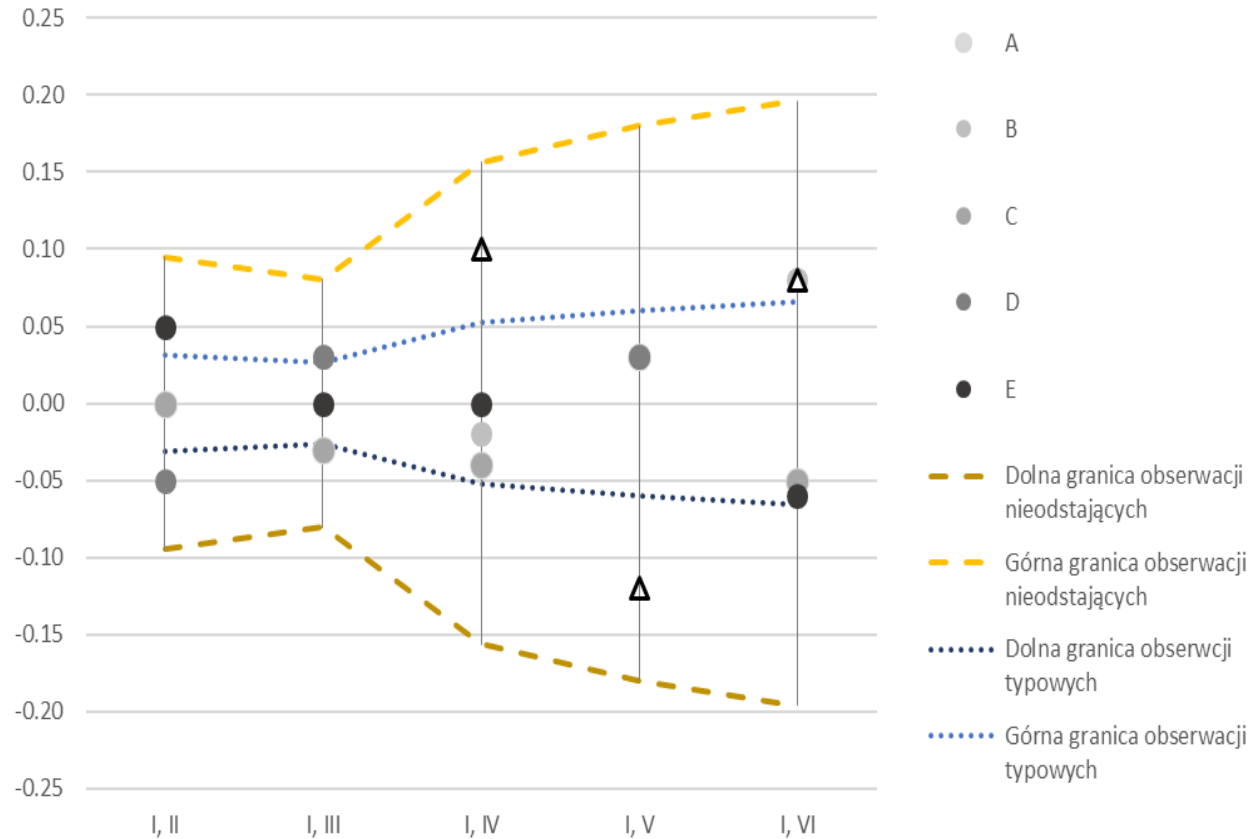
d_{\min}	-0.05	-0.03	-0.04	-0.12	-0.06
d_{\max}	0.05	0.03	0.1	0.03	0.08
	0.05	0.03	0.04	0.03	0.06

Wyróżniające się zmiany elementów struktur

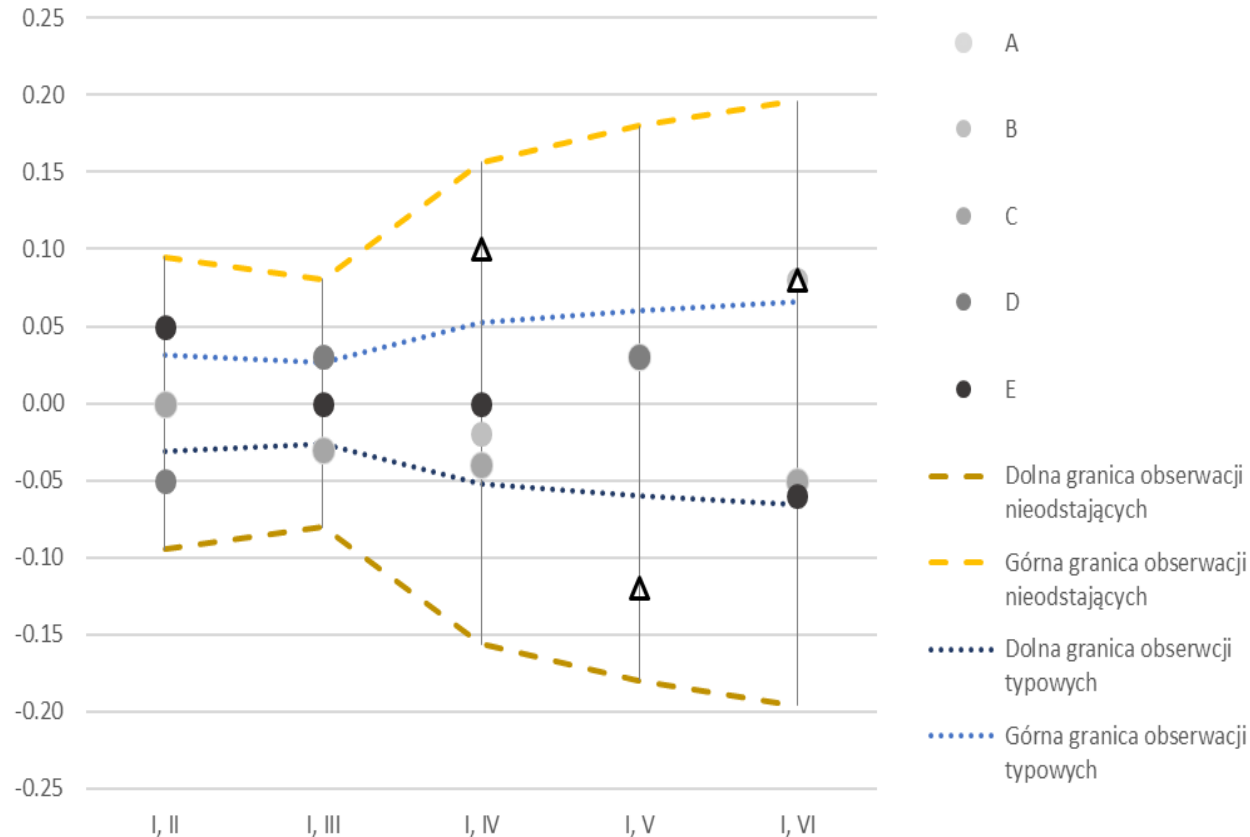
Interpretacja wyróżniających się zmian
 tj. $\left| \frac{d_i}{g_p} \right|$

(1, 1.10) – zmiana wyróżniająca się nieistotnie,
 [1.10, 1.25) – mało wyróżniająca się zmiana,
 [1.25, 1.40) – średnio wyróżniająca się zmiana,
 [1.40, 1.60) – dużo wyróżniająca się zmiana,
 Powyżej 1.6 – zmiana wyróżniająca się ogromnie.

Zmiana wyróżniająca się, a typowa i odstająca



Zmiana wyróżniająca się, a typowa i odstająca



Okazuje się, że istnienie obserwacji wyróżniających się jest ściśle powiązane z asymetrią różnic między elementami porównywalnych struktur $d_i = \omega(y_i) - \omega(x_i)$

I,J	I,I	I,III	I,IV	I,V	I,VI
	I				
Współczynnik asymetrii	0	0	1.2 2	-1.50	0.40

Struktura wiekowa ludności Polski 2018-2022

W stosunku do roku 2018

Rok do roku

Lata	(2018,2019)	(2018,2020)	(2018,2021)	(2018,2022)	(2018,2019)	(2019,2020)	(2020,2021)	(2021,2022)
	współczynnik podobieństwa struktur				współczynnik podobieństwa struktur			
ω_p	0.99	0.98	0.97	0.95	0.99	0.99	0.99	0.99
	współczynnik asymetrii				współczynnik asymetrii			
A	0.36	0.46	0.37	0.23	0.36	0.42	0.15	-0.01
<i>Grupa wiekowa</i>	wyróżniające się zmiany względne				wyróżniające się zmiany względne			
45-49		1.02	1.07	1.05			1.13	
70-74	1.49	1.65	1.41	1.28	1.49	1.51		
75-79								1.17

Grupa wiekowa 70-74

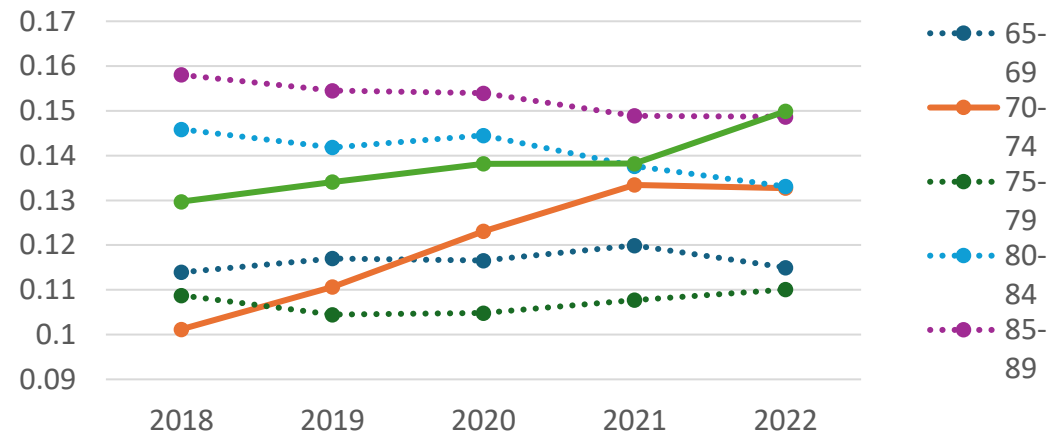
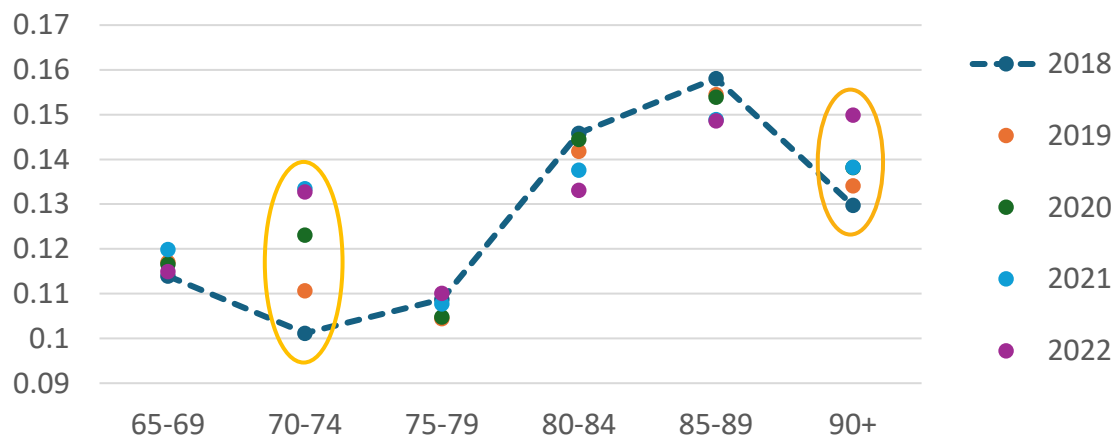
- w 2018 roku stanowiły ją osoby urodzone w latach 1944-1948
 - w 2022 roku stanowiły ją osoby urodzone w latach 1948-1952
- Pokolenie wyżu demograficznego Baby Boom (1946-1964)

Struktura wieku zgonu w Polsce (2018-2022)

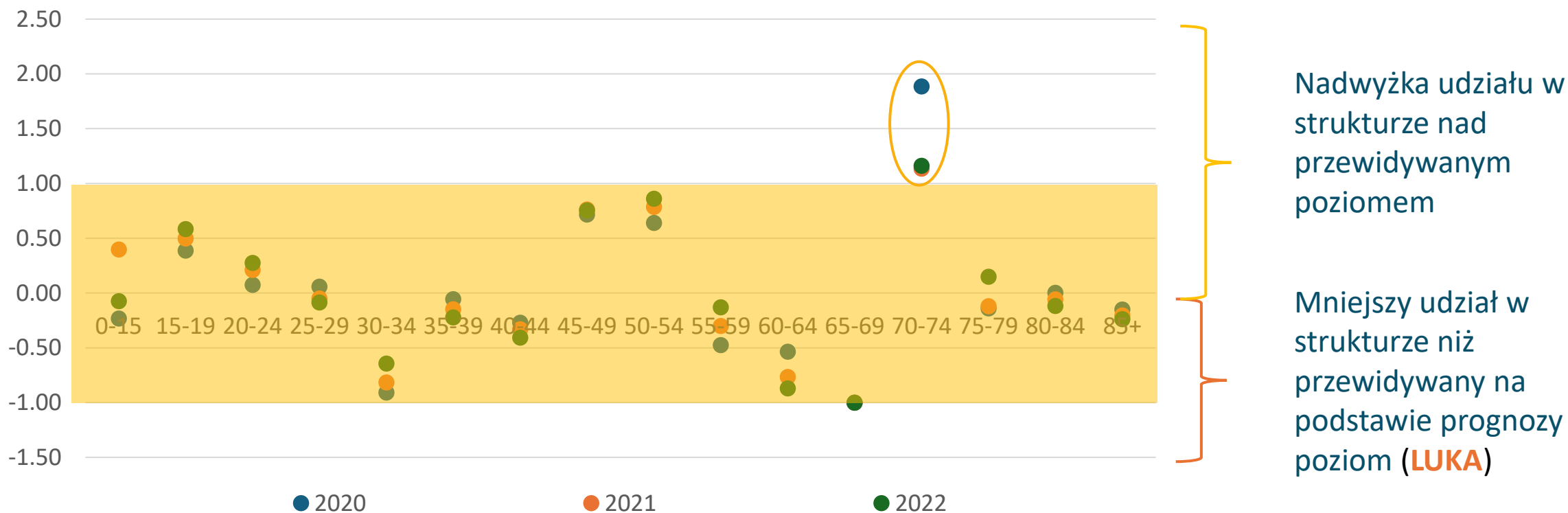
W stosunku do roku 2018

Rok do roku

Lata	(2018,2019)	(2018,2020)	(2018,2021)	(2018,2022)	(2018,2019)	(2019,2020)	(2020,2021)	(2021,2022)
	współczynnik podobieństwa struktur				współczynnik podobieństwa struktur			
ω_p	0.98	0.97	0.95	0.94	0.98	0.98	0.98	0.98
	współczynnik asymetrii				współczynnik asymetrii			
A	1.29	2.14	2.23	1.45	1.29	1.66	0.99	1.64
Grupa wiekowa	wyróżniające się zmiany względne				wyróżniające się zmiany względne			
70-74	2.21	2.37	2.82	2.12	2.21	1.91	1.51	
90+	1.02			1.35				2.19



Porównanie struktury wieku rzeczywistej z prognozowaną na bazie danych z lat 2013-2019



Nadwyżka udziału w strukturze nad przewidywanym poziomem

Mniejszy udział w strukturze niż przewidywany na podstawie prognozy poziom (LUKA)



Joanna Dębicka
joanna.debicka@ue.wroc.pl

Dziękujemy za uwagę



Edyta Mazurek
edyta.mazurek@ue.wroc.pl
