

Sprawozdanie

Projekt EFiD 1

Informatyka i Ekonometria rok V semestr I

Grzegorz Bylina
Kamila Kucharska
Andrzej Miczek

Wprowadzenie

W celu wykonania projektu, ze strony Stooq.pl zostały pobrane dane w ujęciu dziennym dotyczące wartości otwarcia i zamknięcia dla indeksu WIG z okresu od stycznia 2014 do końca lutego 2024.

Celem projektu (Wersja B) było na podstawie danych dziennych obliczyć logarytmiczne i zwykłe stopy zwrotu:

- zamknięcie – zamknięcie.

Na tej podstawie stworzyć szeregi odpowiadające tylko wybranemu dniowi tygodnia, tzn. tylko dla poniedziałków, tylko dla wtorków itd. a następnie przeprowadzić dalszą analizę.

Stopy zwrotu

Stopa zwrotu to wskaźnik finansowy, który służy do oceny ryzyka związanego z danym przedsięwzięciem lub inwestycją. Na podstawie danych obliczono zwykłe i logarytmiczne stopy zwrotu:

$$R_t = \ln(C_t / C_{t-1}) * 100$$

R_t – logarytmiczna stopa zwrotu w dniu t

C_t – cena zamknięcia w dniu t

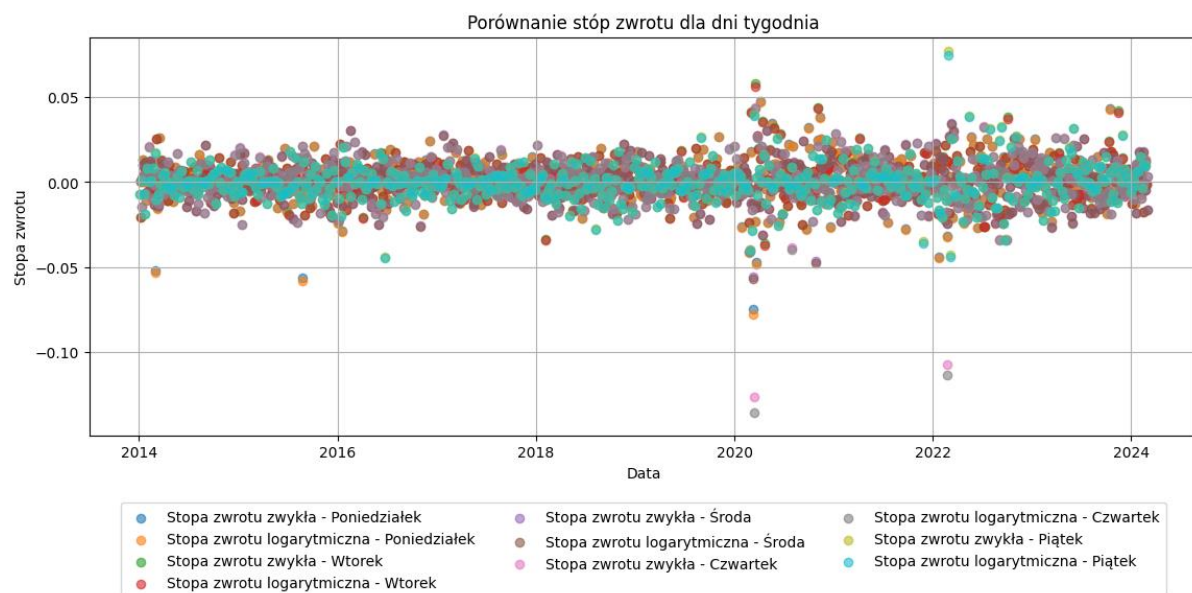
C_{t-1} – cena zamknięcia z poprzedniego dnia $t-1$

$$K_t = (C_t - C_{t-1}) / C_{t-1} * 100$$

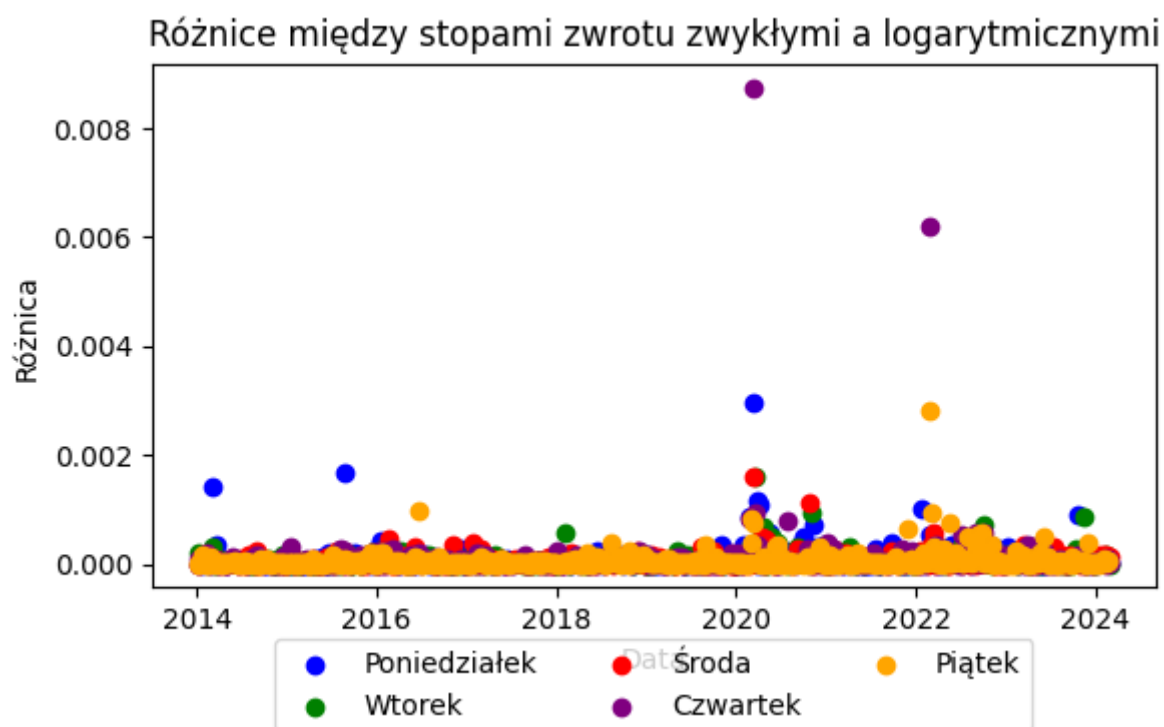
K_t – zwykła stopa zwrotu w dniu t

C_t – cena zamknięcia w dniu t

C_{t-1} – cena zamknięcia z poprzedniego dnia $t-1$



Wykres 1. Wartości stóp zwrotu dla indeksu WIG



Wykres 2. Różnice między stopami zwrotu

Statystyki Opisowe

W tabelach zaprezentowano podstawowe statystyki opisowe dla każdego dnia tygodnia, w którym giełda była otwarta. Każdy dzień został uwzględniony 530 razy. W przypadku dni, w których giełda była zamknięta z powodu świąt, brano pod uwagę cenę zamknięcia z ostatniego dnia handlowego.

Tabela 1. Statystyki opisowe dla Poniedziałków

	Średnia	Odchylenie standardowe	Min	Max	Mediana	Skośność	Kurtoza
Stopa zwrotu zwykła	0.00081	0.01198	-0.07502	0.04772	0.00061	-0.93192	5.78721
Stopa zwrotu logarytmiczna	0.00074	0.01204	-0.07799	0.04662	0.00061	-1.05875	6.30608

Tabela 2. Statystyki opisowe dla Wtorków

	Średnia	Odchylenie standardowe	Min	Max	Mediana	Skośność	Kurtoza
Stopa zwrotu zwykła	0.0012	0.01058	-0.03634	0.05795	0.00084	0.54512	2.94079
Stopa zwrotu logarytmiczna	0.00114	0.01054	-0.03702	0.05634	0.00084	0.47322	2.75363

Tabela 3. Statystyki opisowe dla Śród

	Średnia	Odchylenie standardowe	Min	Max	Mediana	Skośność	Kurtoza
Stopa zwrotu zwykła	-0.0002	0.01047	-0.05542	0.03469	0.0	-0.28327	2.25429
Stopa zwrotu logarytmiczna	-0.00026	0.01049	-0.05702	0.03411	0.0	-0.34975	2.42672

Tabela 4. Statystyki opisowe dla Czwartków

	Średnia	Odchylenie standardowe	Min	Max	Mediana	Skośność	Kurtoza
Stopa zwrotu zwykła	-0.00019	0.0125	-0.12652	0.04396	0.0	-3.0625	29.26754
Stopa zwrotu logarytmiczna	-0.00027	0.01277	-0.13527	0.04302	0.0	-3.504	34.54994

Tabela 5. Statystyki opisowe dla Piątków

	Średnia	Odchylenie standardowe	Min	Max	Mediana	Skośność	Kurtoza
Stopa zwrotu zwykła	-0.00043	0.01065	-0.04384	0.07716	-0.00016	0.66212	7.14332
Stopa zwrotu logarytmiczna	-0.00049	0.01062	-0.04483	0.07433	-0.00016	0.52825	6.5762

Interpretacja wyników:**Poniedziałek:**

- Średnia zarówno dla stopy zwrotu zwykłej (0.0008) jak i logarytmicznej (0.000740) jest dodatnia, co wskazuje na niewielki wzrost wartości aktywów w poniedziałek.
- Niska wartość odchylenia standardowego (0.012) sugeruje, że zmiany cen są stabilne i w miarę przewidywalne w tym dniu.
- Stopy zwrotu wahały się od -0.07502 do 0.04772 (zwykła) i -0.07799 do 0.04662 (logarytmiczna), co świadczy o niewielkich wahaniach cen.
- Ujemna skośność (około -0.93) sugeruje, że rozkład stóp zwrotu jest lewoskośny, czyli zmiany cen są bardziej skłonne do większych spadków.
- Wysoka kurtoza (około 5.79 dla zwykłej, 6.31 dla logarytmicznej), wskazuje na obecność skrajnych wartości.

Wtorek:

- Minimalnie wyższa średnia stopa zwrotu w porównaniu do poniedziałku (0.0012 dla zwykłej i 0.00114 dla logarytmicznej), co wskazuje na lepsze wyniki rynku we wtorek.
- Zmniejszona zmienność (około 0.0106), sugerująca większą stabilność rynku.
- Wartości od -0.03634 do 0.05795 (zwykła) oraz -0.03702 do 0.05634 (logarytmiczna) wskazują na stosunkowo wąski zakres zmiany cen.
- Dodatnia skośność (około 0.54), co wskazuje na prawoskośność rozkładu, czyli większą tendencję do wzrostów cen niż spadków.

Środa:

- Minimalne ujemne wartości średniej (-0.0002 dla zwykłej i -0.00026 dla logarytmicznej), wskazujące na niewielki spadek cen w tym dniu.
- Niska zmienność (około 0.0105), podobnie jak w innych dniach, sugerująca stabilność rynku.
- Ujemna skośność (-0.283 dla zwykłej, -0.349 dla logarytmicznej) sugeruje lewoskośność, co wskazuje na większą skłonność do spadków.
- Kurtoza (około 2.25 dla zwykłej, 2.43 dla logarytmicznej) wskazuje na rozkład bardziej zbliżony do normalnego, z mniejszymi skrajnymi odchyleniami.

Czwartek:

- Ujemna średnia stopa zwrotu (-0.00019 dla zwykłej i -0.00027 dla logarytmicznej) wskazuje na lekki spadek wartości aktywów w czwartek.
- Wysoka zmienność (0.0125 dla zwykłej, 0.01277 dla logarytmicznej) sugeruje większe wahania cen niż w innych dniach tygodnia.
- Bardzo szeroki zakres zmiany cen (-0.12652 do 0.04396 dla zwykłej, -0.13527 do 0.04302 dla logarytmicznej), co wskazuje na duże wahania cen.
- Silnie ujemna skośność (-3.06 dla zwykłej, -3.50 dla logarytmicznej), co sugeruje lewoskośność rozkładu i bardziej nasilone spadki niż wzrosty.
- Bardzo wysoka kurtoza (29.27 dla zwykłej, 34.55 dla logarytmicznej) sugeruje, że rozkład stóp zwrotu jest „szpiczasty” i ma więcej ekstremalnych wartości niż normalny rozkład. Oznacza to, że w czwartki rynek jest bardziej podatny na gwałtowne ruchy zarówno w górę, jak i w dół.

Piątek:

- Negatywne wartości średniej (-0.00043 dla zwykłej i -0.00049 dla logarytmicznej) sugerują niewielki spadek cen w piątek.
- Stopy zwrotu wahały się od -0.04384 do 0.07716 (zwykła) oraz od -0.04483 do 0.07433 (logarytmiczna), co pokazuje stosunkowo duże zmiany cen.
- Dodatnia skośność (około 0.66 dla zwykłej, 0.53 dla logarytmicznej) sugeruje, że większa część obserwacji skupia się wokół większych wzrostów cen.
- Wysoka kurtoza (7.14 dla zwykłej, 6.58 dla logarytmicznej) wskazuje na większe ryzyko ekstremalnych zmian cen.

Normalność

Testy wykorzystane do zbadania normalności stóp zwrotu:

- 1) Test Jarque-Bera
- 2) Test Kołmogorowa-Smirnowa
- 3) Test Shapiro-Wilka

Hipotezy:

H_0 : Stopy zwrotu mają rozkład normalny

H_1 : $\sim H_0$

Tabela 6. Wartości p-value dla przeprowadzonych testów: Jarque-Bera (J-B), Kołmogorowa-Smirnowa (K-S), Shapiro-Wilka (S-W)

Dzień tygodnia	Kolumna	J-B	K-S	S-W
Poniedziałek	Stopa zwrotu zwykła	0	0	0,000000000
	Stopa zwrotu logarytmiczna	0	0	0,000000000
Wtorek	Stopa zwrotu zwykła	0	0	0,000000001
	Stopa zwrotu logarytmiczna	0	0	0,000000003
Środa	Stopa zwrotu zwykła	0	0	0,000000162
	Stopa zwrotu logarytmiczna	0	0	0,000000067
Czwartek	Stopa zwrotu zwykła	0	0	0,000000000
	Stopa zwrotu logarytmiczna	0	0	0,000000000
Piątek	Stopa zwrotu zwykła	0	0	0,000000000
	Stopa zwrotu logarytmiczna	0	0	0,000000000

Interpretacja wyników:

Wszystkie testy normalności wykazują p-value bardzo małe (bliskie zeru) lub równe zero. Wyniki przeprowadzonych testów wskazują, że dla wszystkich dni tygodnia, zarówno dla stóp zwrotu zwykłych, jak i logarytmicznych, na przyjętym poziomie istotności 5% **odrzucaamy hipotezę zerową o rozkładzie normalnym**. Oznacza to, że analizowane stopy zwrotu nie mają rozkładu normalnego.

Test wartości oczekiwanych i wariancji

W celu przeprowadzenia testów wartości oczekiwanych i wariancji naturalnym wyborem byłoby użycie testu T-Studenta i Test F-Snedecora, lecz z uwagi na wyniki otrzymane w poprzedniej części projektu wskazującej na brak normalności rozkładów badanych okresów oraz na fakt zależności pomiędzy okresami stopami zwykłymi, a stopami logarytmicznymi, podjęliśmy decyzję o nie użyciu wyżej wymienionych testów, gdyż ich założenia nie byłyby spełnione. W celu przeprowadzenia testów zdecydowaliśmy użyć testu Wilcoxona i testu Levene'a, których założenia dotyczące normalności rozkładów i zależności są spełnione.

Test Wilcoxona

Hipotezy:

H_0 : Nie ma istotnej różnicy pomiędzy stopami zwrotu w różnych dniach

H_1 : $\sim H_0$

Tabela 7. Macierz wyników uzyskanych dla badania testem Wilcoxona wartości oczekiwanych dla zwykłych stop zwrotu pomiędzy poszczególnymi dniami.

	Poniedziałek	Wtorek	Środa	Czwartek	Piątek
Poniedziałek	NaN	p-value: 0.4266, H_0 nie odrzucona	p-value: 0.0200, H_0 odrzucona	p-value: 0.0324, H_0 odrzucona	p-value: 0.0167, H_0 odrzucona
Wtorek	p-value: 0.4266, H_0 nie odrzucona	NaN	p-value: 0.0303, H_0 odrzucona	p-value: 0.1064, H_0 nie odrzucona	p-value: 0.0203, H_0 odrzucona
Środa	p-value: 0.0200, H_0 odrzucona	p-value: 0.0303, H_0 odrzucona	NaN	p-value: 0.9464, H_0 nie odrzucona	p-value: 0.9811, H_0 nie odrzucona
Czwartek	p-value: 0.0324, H_0 odrzucona	p-value: 0.1064, H_0 nie odrzucona	p-value: 0.9464, H_0 nie odrzucona	NaN	p-value: 0.1902, H_0 nie odrzucona
Piątek	p-value: 0.0167, H_0 odrzucona	p-value: 0.0203, H_0 odrzucona	p-value: 0.9811, H_0 nie odrzucona	p-value: 0.1902, H_0 nie odrzucona	NaN

Tabela 8. Macierz wyników uzyskanych dla badania testem Wilcoxon wartości oczekiwanych dla logarytmicznych stop zwrotu pomiędzy poszczególnymi dniami.

	Poniedziałek	Wtorek	Środa	Czwartek	Piątek
Poniedziałek	NaN	p-value: 0.4246, H0 nie odrzucona	p-value: 0.0200, H0 odrzucona	p-value: 0.0324, H0 odrzucona	p-value: 0.0169, H0 odrzucona
Wtorek	p-value: 0.4246, H0 nie odrzucona	NaN	p-value: 0.0301, H0 odrzucona	p-value: 0.1065, H0 nie odrzucona	p-value: 0.0204, H0 odrzucona
Środa	p-value: 0.0200, H0 odrzucona	p-value: 0.0301, H0 odrzucona	NaN	p-value: 0.9442, H0 nie odrzucona	p-value: 0.9745, H0 nie odrzucona
Czwartek	p-value: 0.0324, H0 odrzucona	p-value: 0.1065, H0 nie odrzucona	p-value: 0.9442, H0 nie odrzucona	NaN	p-value: 0.1931, H0 nie odrzucona
Piątek	p-value: 0.0169, H0 odrzucona	p-value: 0.0204, H0 odrzucona	p-value: 0.9745, H0 nie odrzucona	p-value: 0.1931, H0 nie odrzucona	NaN

Tabela 9. Macierz wyników uzyskanych dla badania testem Wilcoxon wartości oczekiwanych zwykłych stop zwrotu i logarytmicznych stop zwrotu dla danych dni

	Poniedziałek	Wtorek	Środa	Czwartek	Piątek
Test Wilcoxon	p-value: 0.0145, H0 odrzucona	p-value: 0.0179, H0 odrzucona	p-value: 0.9811, H0 nie odrzucona	p-value: 0.1723, H0 nie odrzucona	p-value: 0.0000, H0 odrzucona

Interpretacja wyników:

- **Środa vs. Poniedziałek:** Otrzymana wartość p (0.0200) jest mniejsza niż 0.05, więc H0 jest odrzucona. Wskazuje to, że stopy zwrotu w środę są znacząco różne od tych w poniedziałek.
- **Wtorek vs. Poniedziałek:** Wartość p (0.4266) jest większa niż 0.05, co oznacza, że H0 nie jest odrzucona, co sugeruje, że stopy zwrotu w wtorek są porównywalne do tych z poniedziałku.
- analogicznie dla pozostałych dni

Można zauważyć, że w przypadku testów dla stop zwykłych i logarytmicznych to dla poszczególnych par okresów dla danych dni otrzymaliśmy te same zestawy paru co do których możemy przyjąć lub nie przyjąć hipotezy zerowej. Dla testów stop dla jednego dnia, dla poniedziałku, wtorku i piątku otrzymaliśmy, że wartości oczekiwane stopy zwykłej i logarytmicznej różnią się od siebie.

Test Levene'a

Hipotezy:

H_0 : Nie ma istotnej różnicy między wariancjami stóp zwrotu w różnych dniach

H_1 : $\sim H_0$

Tabela 10. Macierz wyników uzyskanych dla badania testem Levene'a wariancji dla zwykłych stop zwrotu pomiędzy poszczególnymi dniami.

	Poniedziałek	Wtorek	Środa	Czwartek	Piątek
Poniedziałek	NaN	p-value: 0.4682, H_0 nie odrzucona	p-value: 0.3902, H_0 nie odrzucona	p-value: 0.7786, H_0 nie odrzucona	p-value: 0.0878, H_0 nie odrzucona
Wtorek	p-value: 0.4682, H_0 nie odrzucona	NaN	p-value: 0.8843, H_0 nie odrzucona	p-value: 0.7033, H_0 nie odrzucona	p-value: 0.2645, H_0 nie odrzucona
Środa	p-value: 0.3902, H_0 nie odrzucona	p-value: 0.8843, H_0 nie odrzucona	NaN	p-value: 0.6132, H_0 nie odrzucona	p-value: 0.3256, H_0 nie odrzucona
Czwartek	p-value: 0.7786, H_0 nie odrzucona	p-value: 0.7033, H_0 nie odrzucona	p-value: 0.6132, H_0 nie odrzucona	NaN	p-value: 0.1853, H_0 nie odrzucona
Piątek	p-value: 0.0878, H_0 nie odrzucona	p-value: 0.2645, H_0 nie odrzucona	p-value: 0.3256, H_0 nie odrzucona	p-value: 0.1853, H_0 nie odrzucona	NaN

Tabela 11. Macierz wyników uzyskanych dla badania testem Levene'a wariancji dla logarytmicznych stop zwrotu pomiędzy poszczególnymi dniami.

	Poniedziałek	Wtorek	Środa	Czwartek	Piątek
Poniedziałek	NaN	p-value: 0.4457, H_0 nie odrzucona	p-value: 0.3921, H_0 nie odrzucona	p-value: 0.8099, H_0 nie odrzucona	p-value: 0.0865, H_0 nie odrzucona
Wtorek	p-value: 0.4457, H_0 nie odrzucona	NaN	p-value: 0.9170, H_0 nie odrzucona	p-value: 0.6545, H_0 nie odrzucona	p-value: 0.2742, H_0 nie odrzucona
Środa	p-value: 0.3921, H_0 nie odrzucona	p-value: 0.9170, H_0 nie odrzucona	NaN	p-value: 0.5934, H_0 nie odrzucona	p-value: 0.3197, H_0 nie odrzucona
Czwartek	p-value: 0.8099, H_0 nie odrzucona	p-value: 0.6545, H_0 nie odrzucona	p-value: 0.5934, H_0 nie odrzucona	NaN	p-value: 0.1777, H_0 nie odrzucona
Piątek	p-value: 0.0865, H_0 nie odrzucona	p-value: 0.2742, H_0 nie odrzucona	p-value: 0.3197, H_0 nie odrzucona	p-value: 0.1777, H_0 nie odrzucona	NaN

Tabela 12. Macierz wyników uzyskanych dla badania testem Levene'a wariancji zwykłych stóp zwrotu i logarytmicznych stóp zwrotu dla danych dni.

	Poniedziałek	Wtorek	Środa	Czwartek	Piątek
Test Levene'a	p-value: 0.9913, H0 nie odrzucona	p-value: 0.9755, H0 nie odrzucona	p-value: 0.9915, H0 nie odrzucona	p-value: 0.9657, H0 nie odrzucona	p-value: 0.9992, H0 nie odrzucona

Interpretacja wyników:

- **Środa vs. Poniedziałek:** Wartość p (0.3902) jest większa niż 0.05, co oznacza, że H0 nie jest odrzucona. Wariancje stóp zwrotu są podobne, co sugeruje, że ryzyko w środę jest porównywalne z ryzykiem w poniedziałek.
- **Piątek vs. Poniedziałek:** Wartość p (0.0878) jest bliska granicy 0.05, co może sugerować pewną różnicę w wariancjach, ale H0 nie jest odrzucona, co oznacza, że na podstawie danych nie możemy stwierdzić, że są one znacząco różne.

W przypadku badania testów wariancji we wszystkich przypadkach nie odrzuciliśmy hipotezy zerowej, nie stwierdzono istotnych różnic między stopami zwrotu zwykłymi i logarytmicznymi.

Autokorelacja

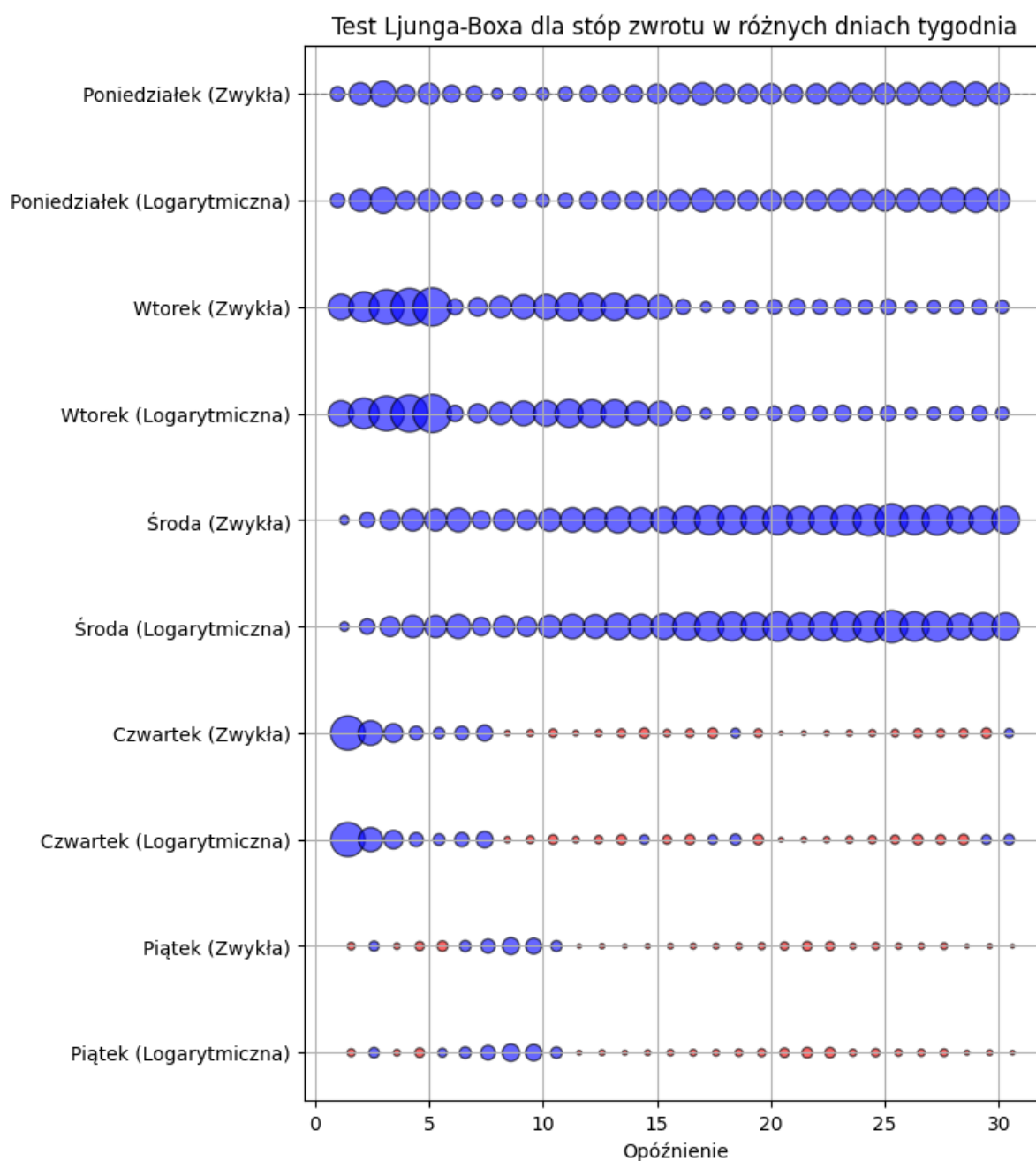
Test Ljung-Boxa

Hipotezy:

$$H_0 : \rho_1 = \rho_2 = \dots = \rho_k = 0$$

$$H_1 : \rho_i \neq 0$$

Hipoteza zerowa zakłada nieistotność autokorelacji do rzędu $k = 30$.



Wykres 3. Wykres przedstawia wyniki przeprowadzonego testu Ljung-Boxa.

Niebieskie kółka

Reprezentują nieistotne statystycznie wyniki testu Ljunga-Boxa. Większe kółka oznaczają wyższe statystyki testowe, co wskazuje na nieistotność autokorelacji.

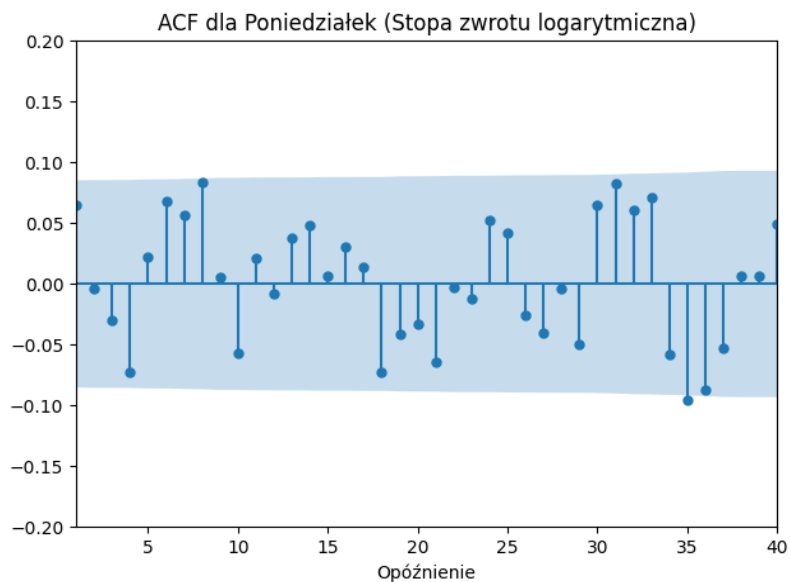
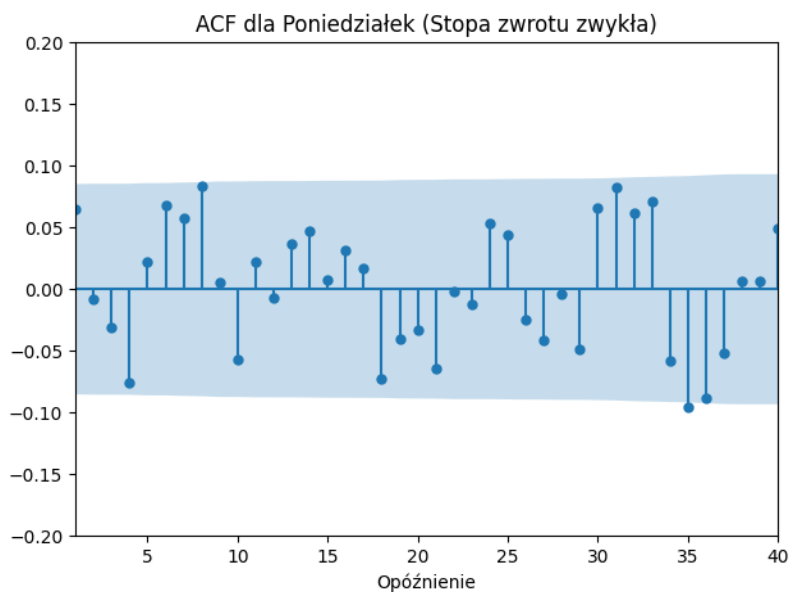
Czerwone kółka

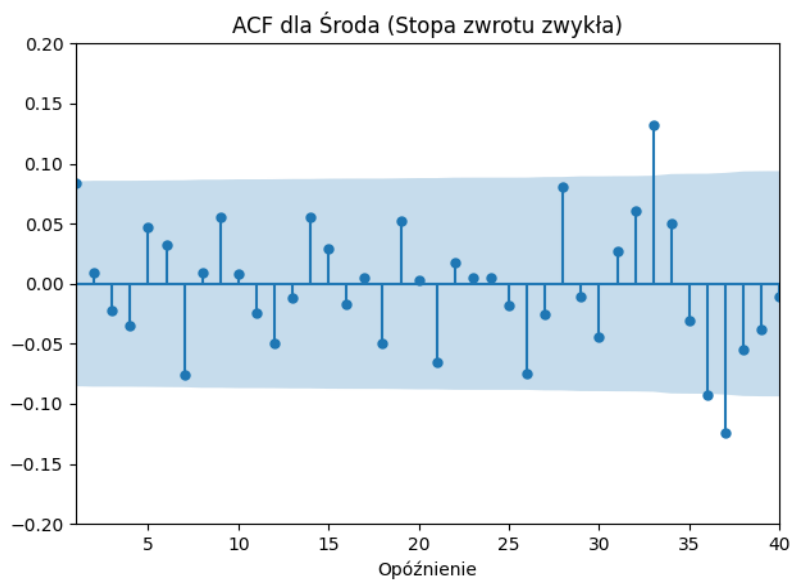
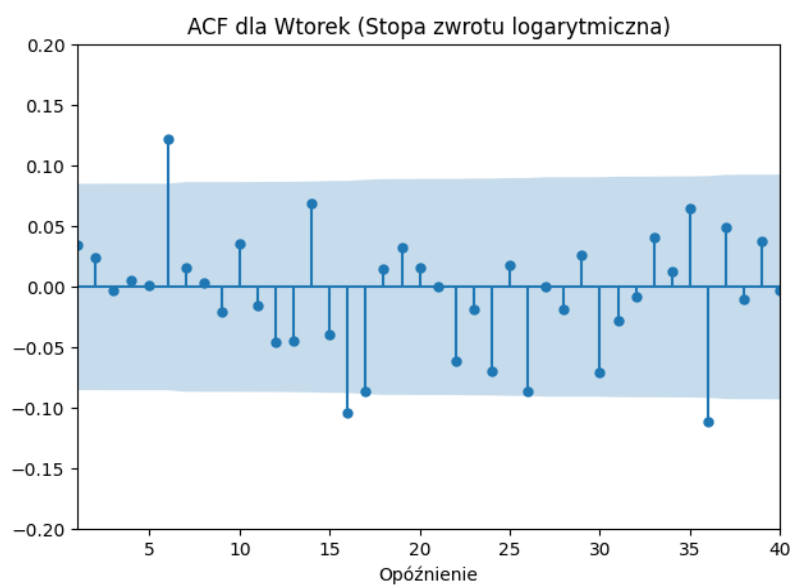
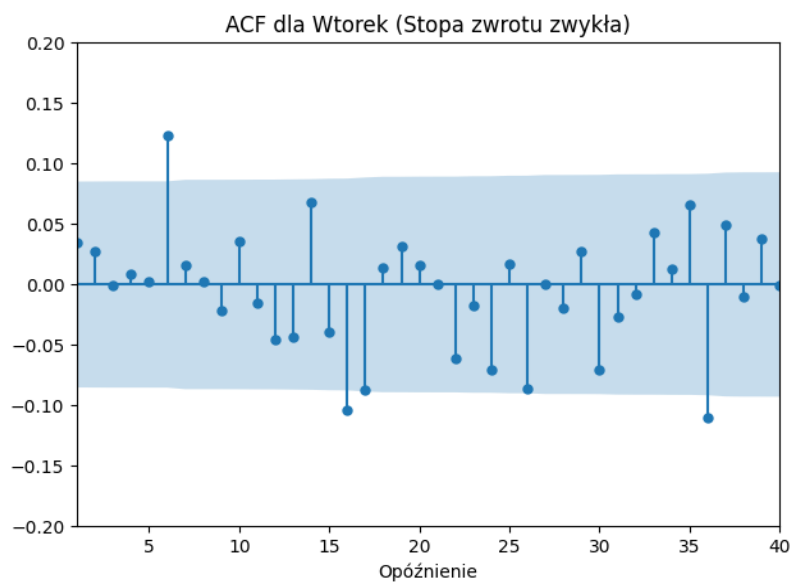
Oznaczają istotne wyniki testu, co oznacza występowanie autokorelacji.

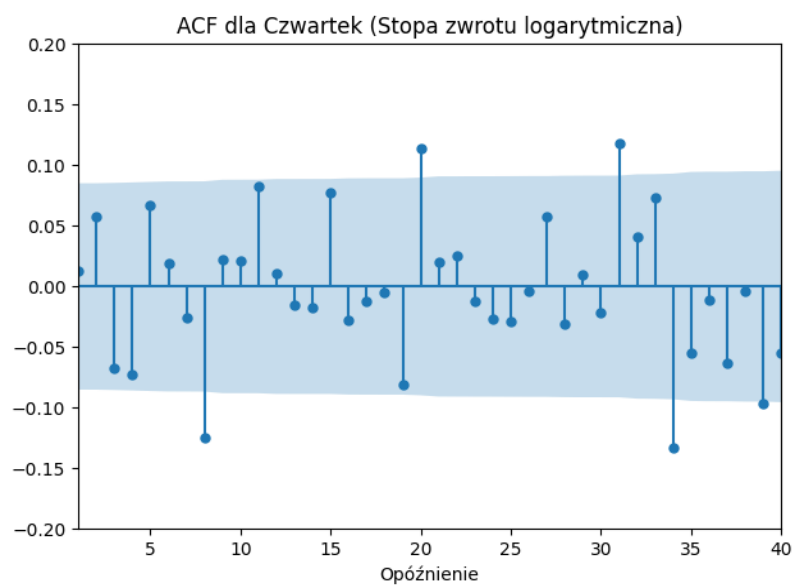
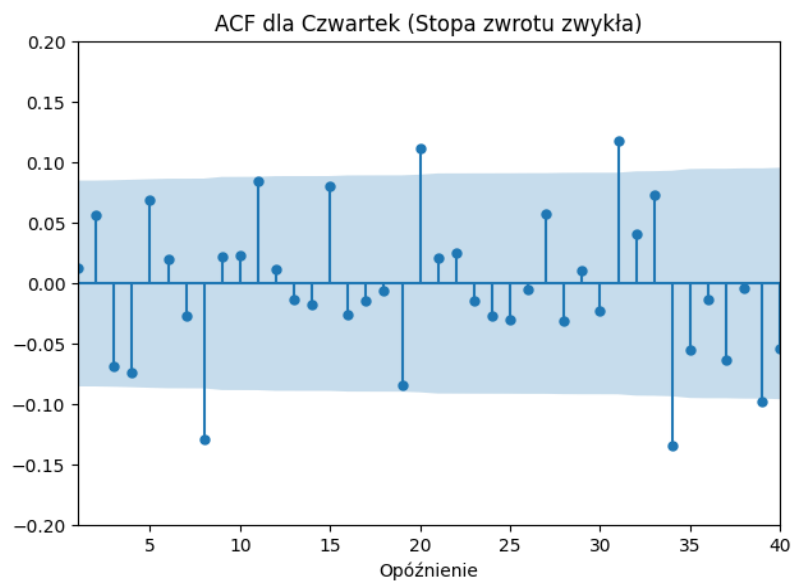
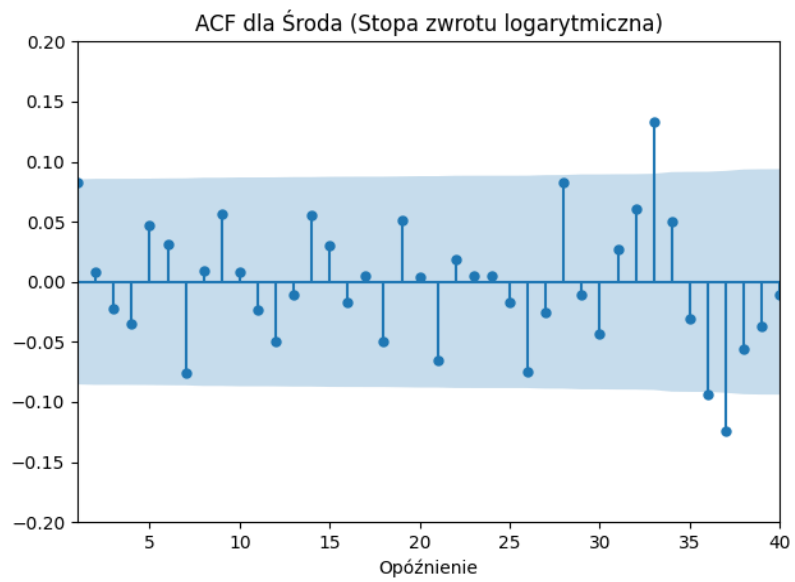
Interpretacja wyników:

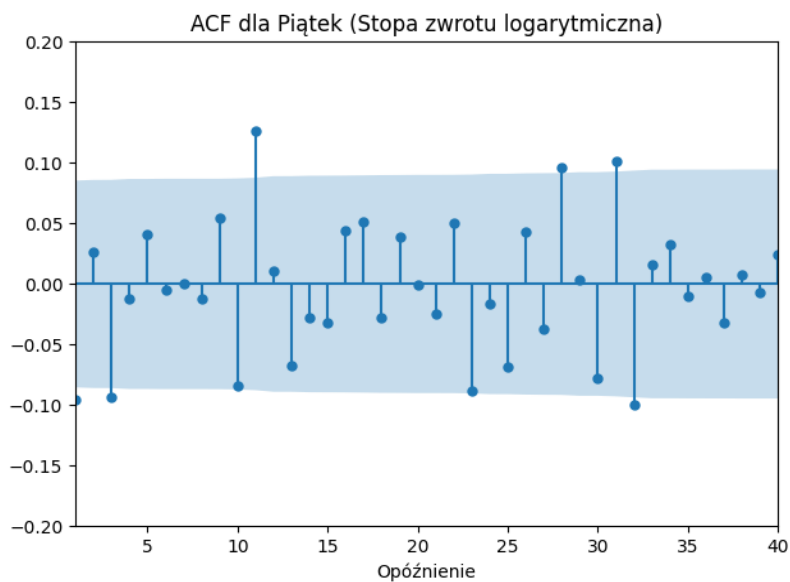
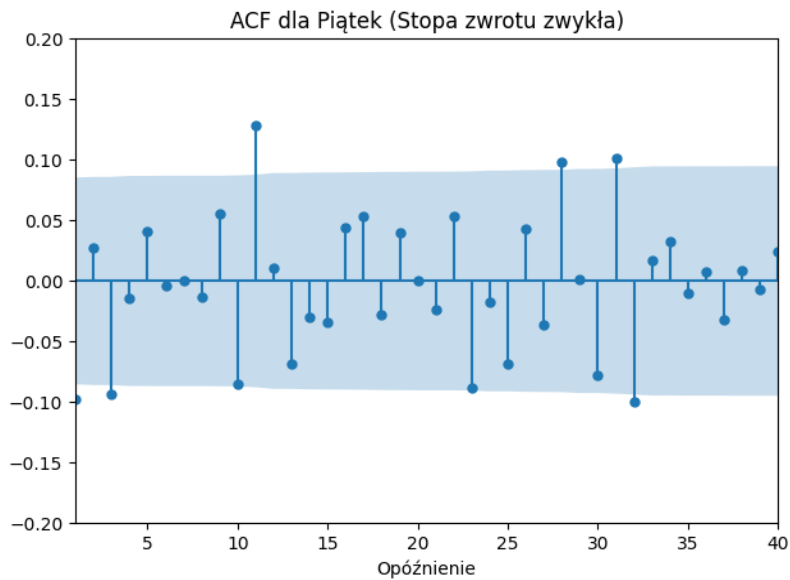
Poniedziałek, wtorek, środa: Zarówno dla zwykłych, jak i logarytmicznych stóp zwrotów widać głównie niebieskie kółka, co oznacza, że autokorelacja jest nieistotna we wszystkich opóźnieniach.

Czwartek, piątek: W obu przypadkach (zwykłe i logarytmiczne zwroty) pojawiają się małe czerwone kółka na niektórych opóźnieniach, co oznacza, że w tych punktach autokorelacja jest istotna.









Interpretacja wykresu ACF:

- **Oś Y** - Przedstawia wartości autokorelacji (w zakresie od -0,20 do 0,20), które mierzą korelację między stopą zwrotu w czasie t a stopą zwrotu w czasie $t-k$ (gdzie k to opóźnienie).
- **Oś X** - Reprezentuje opóźnienia (od lag 1 do lag 40), czyli jak daleko wstecz dane są porównywane.
- **Zacieniowany obszar** - Niebieski zacieniowany obszar to 95% przedział ufności dla autokorelacji. Jeśli słupek wychodzi poza ten obszar, oznacza to, że autokorelacja dla danego opóźnienia jest statystycznie istotna.