

Sprawozdanie

Jakub Kaźmierczyk

2025-06-02

Spis treści

| | | |
|----------|--|-----------|
| 1 | Wprowadzenie | 3 |
| 1.1 | Opis projektu | 3 |
| 1.2 | Zmienne | 3 |
| 1.2.1 | Zmienna objaśniana | 3 |
| 1.2.2 | Zmienne objaśniające | 3 |
| 1.3 | Źródła | 4 |
| 2 | Wczytywanie danych | 5 |
| 3 | Podstawowe statystyki | 6 |
| 3.1 | Zmienna objaśniana | 6 |
| 3.2 | Zmienne objaśniające | 6 |
| 3.3 | Macierze korelacji | 8 |
| 3.3.1 | Macierz korelacji przed usunięciem zmiennych | 8 |
| 3.3.2 | Macierz korelacji po usunięciu zmiennych | 9 |
| 4 | Identyfikacja niestacjonarnych zmiennych objaśniających | 10 |
| 4.1 | Sprawdzenie niestacjonarności zmiennych | 10 |
| 4.2 | Usunięcie niestacjonarności | 11 |
| 4.3 | Ponowne sprawdzenie niestacjonarności zmiennych | 14 |
| 4.4 | Sprawdzenie korelacji po usunięciu niestacjonarności | 15 |
| 4.5 | Usunięcie zmiennych o zerowej wariancji | 15 |
| 4.5.1 | Przed usunięciem | 15 |
| 4.5.2 | Po usunięciu | 16 |

| | | |
|----------|---|-----------|
| 5 | Metoda doboru zmiennych | 17 |
| 5.1 | Metoda Hellwiga | 17 |
| 6 | Tworzenie modelu ekonometrycznego | 18 |
| 7 | Niby TEST | 20 |
| 7.1 | Testowanie normalności rozkładu reszt | 20 |
| 7.1.1 | Test Shapiro-Wilka | 20 |
| 7.1.2 | Test Jarque-Bera | 20 |
| 7.1.3 | Wykresy normalności | 21 |
| 7.2 | Testowanie autokorelacji | 21 |
| 7.2.1 | Test Durbina-Watsona | 21 |
| 7.2.2 | Test Ljung-Boxa | 22 |
| 7.2.3 | Test Breuscha-Godfrey | 22 |
| 7.2.4 | Wykres autokorelacji | 23 |
| 7.3 | Badanie heteroskedastyczności | 23 |
| 7.3.1 | Test Breuscha-Pagana | 23 |
| 7.3.2 | Test White | 24 |
| 7.3.3 | Test Goldfeld-Quandt | 24 |
| 7.3.4 | Wykresy heteroskedastyczności | 24 |
| 7.4 | Testowanie współliniowości | 25 |
| 7.4.1 | Test VIF | 25 |
| 7.5 | Testowanie stabilności parametrów | 25 |
| 7.5.1 | Test Chowa | 25 |
| 7.5.2 | Test CUSUM | 26 |
| 7.6 | Testowanie stabilności postaci analitycznej | 26 |
| 7.6.1 | Test RESET Ramsey | 26 |
| 7.6.2 | Test liczby serii (runs test) | 27 |
| 7.7 | Badanie efektu katalizy | 27 |
| 7.7.1 | Test F | 27 |
| 7.8 | Badanie koincydencji | 28 |
| 7.8.1 | Porównanie R^2 | 28 |

| | | |
|----------|---|-----------|
| 8 | Podsumowanie wyników | 29 |
| 8.0.1 | TESTUWENCJA OD CHATA | 30 |
| 8.0.2 | TESTUWENCJA | 32 |
| 8.1 | OCENA ISTOTNOŚCI ZMIENNYCH | 32 |
| 8.1.1 | Test t-Studenta dla poszczególnych parametrów | 32 |
| 8.1.2 | Test Walda (test łącznej istotności) | 34 |
| 8.2 | OCENA WSPÓŁCZYNNIKA DETERMINACJI | 35 |
| 8.2.1 | WSPÓŁCZYNNIKI DETERMINACJI R^2 | 35 |
| 8.3 | INTERPRETACJA PARAMETRÓW MODELU | 36 |
| 8.4 | PODSUMOWANIE OGÓLNE | 38 |

1 Wprowadzenie

1.1 Opis projektu

Projekt ma na celu budowę kompleksowego modelu ekonometrycznego służącego do analizy i prognozowania rentowności 10-letnich polskich obligacji skarbowych. Model zostanie zbudowany na podstawie szeregów czasowych, co umożliwi głębszą analizę dynamicznych zależności ekonomicznych.

1.2 Zmienne

1.2.1 Zmienna objaśniana

CLOSE - rentowność 10-letnich polskich obligacji skarbowych

1.2.2 Zmienne objaśniające

10YDEBOND - rentowność 10-letnich niemieckich obligacji skarbowych

10YUSBOND - rentowność 10-letnich amerykańskich obligacji skarbowych

DETAL - sprzedaż detaliczna miesiąc do miesiąca

XAUUSD - cena złota w dolarze amerykańskim

S&P500 - ETF 500 największych notowanych na giełdzie amerykańskich spółek

PMI - wskaźnik aktywności przemysłowej

WIG20 - 20 największych notowanych na giełdzie polskich spółek

OIL - cena ropy naftowej za baryłkę

UNEMPLOYMENT - stopa bezrobocia w Polsce

USDPLN - kurs dolara amerykańskiego wyrażony w złotych

INFLATION - inflacja rok do roku

WIBOR - referencyjna stopa procentowa dla polskiego rynku międzybankowego

1.3 Źródła

www.stooq.com

2 Wczytywanie danych

Dane pochodzą ze strony www.stooq.com. Zawierają dane dotyczące zmiennych od czerwca 1999 do czerwca 2025, w interwale miesięcznym

```
data_all <- read_excel("data.xlsx")
data_all <- data_all[, -c(1, 3, 4)]

data_all[] <- lapply(data_all, function(col) {
  na.approx(col, na.rm = FALSE)
})

n <- nrow(data_all)
train_size <- floor(0.8 * n)

data <- data_all[1:train_size, , drop = FALSE]
data_test <- data_all[(train_size + 1):n, , drop = FALSE]

Y <- data["CLOSE"]
X <- data[, !names(data) %in% "CLOSE", drop = FALSE]
```

3 Podstawowe statystyki

3.1 Zmienna objaśniana

```
##      CLOSE
##  Min.    : 1.843
##  1st Qu.: 3.457
##  Median : 5.495
##  Mean    : 5.610
##  3rd Qu.: 6.269
##  Max.    :13.288
```

Mediana rentowności 10-letnich polskich obligacji wynosi około 5,495 %, podczas gdy średnia to 5,610 %. Różnica mediana–średnia (5,495 vs 5,610) wskazuje niewielką prawą skośność rozkładu.

Minimalna zaobserwowana wartość to 1,843 %, a maksymalna aż 13,288 %. Zakres rozpiętości (13,288 – 1,843 = 11,445 punktu procentowego) jest stosunkowo szeroki, co sugeruje, że w okresie badanym zdarzały się uderzeniowe wahania rentowności.

Pierwszy kwartył (3,457 %) i trzeci kwartył (6,269 %) pokazują, że połowa obserwacji mieści się w zakresie od 3,457 % do 6,269 %. To oznacza, że większość wartości koncentruje się wokół poziomu 5 %–6 %.

3.2 Zmienne objaśniające

```
##      INFLATION      10YUSBOND      XAUUSD      USDPLN
##  Min.    :-0.01600  Min.    :1.455  Min.    : 255.8  Min.    :2.060
##  1st Qu.: 0.01000  1st Qu.:2.337  1st Qu.: 416.2  1st Qu.:3.084
##  Median : 0.02250  Median :3.385  Median :1024.5  Median :3.509
##  Mean    : 0.02711  Mean    :3.461  Mean    : 921.2  Mean    :3.476
##  3rd Qu.: 0.04000  3rd Qu.:4.480  3rd Qu.:1292.5  3rd Qu.:3.910
##  Max.    : 0.11600  Max.    :6.667  Max.    :1825.3  Max.    :4.644
##
##      WIBOR      10YDEBOND      WIG20      S&P500
##  Min.    : 1.560  Min.    :-0.7010  Min.    :1023  Min.    : 735.1
##  1st Qu.: 2.062  1st Qu.: 0.7907  1st Qu.:1789  1st Qu.:1154.7
```

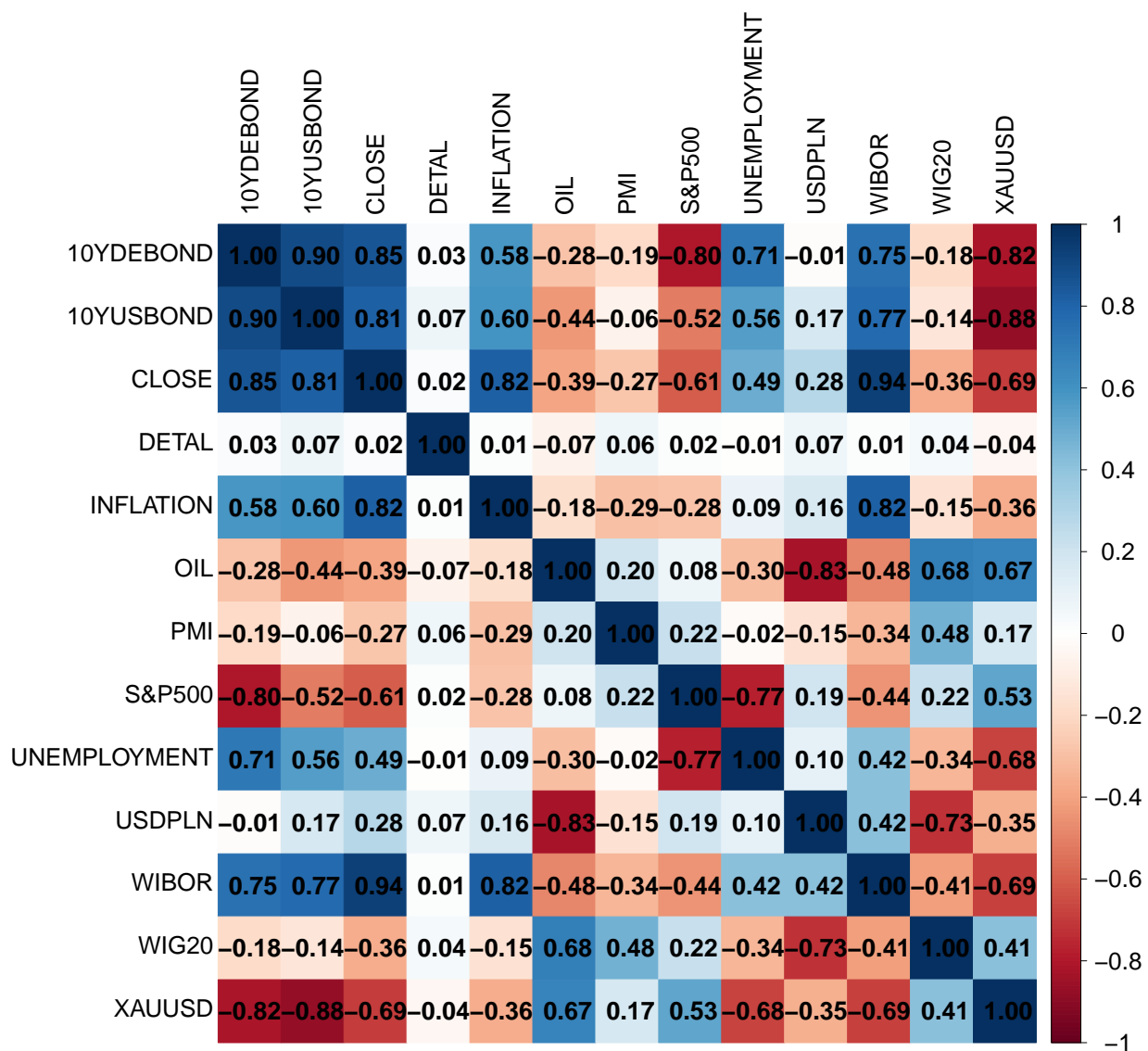
```

## Median : 4.175   Median : 3.1740   Median :2268   Median :1366.2
## Mean    : 5.572   Mean    : 2.6779   Mean     :2182   Mean     :1578.4
## 3rd Qu.: 6.143   3rd Qu.: 4.1895   3rd Qu.:2462   3rd Qu.:1972.2
## Max.    :20.520   Max.    : 5.5390   Max.     :3878   Max.     :3230.8
##
## UNEMPLOYMENT      PMI          DETAL          OIL
## Min.    :0.0500   Min.    :38.30   Min.     :-10.7000   Min.     : 18.57
## 1st Qu.:0.1030   1st Qu.:48.38   1st Qu.: -0.5000   1st Qu.: 37.32
## Median :0.1245   Median :51.15   Median :  0.5000   Median : 58.28
## Mean    :0.1288   Mean    :50.58   Mean     : 0.5221   Mean     : 60.99
## 3rd Qu.:0.1590   3rd Qu.:53.20   3rd Qu.:  1.5000   3rd Qu.: 80.75
## Max.    :0.2070   Max.    :56.90   Max.     :10.8000   Max.     :140.00
##
##                               NA's      :8

```

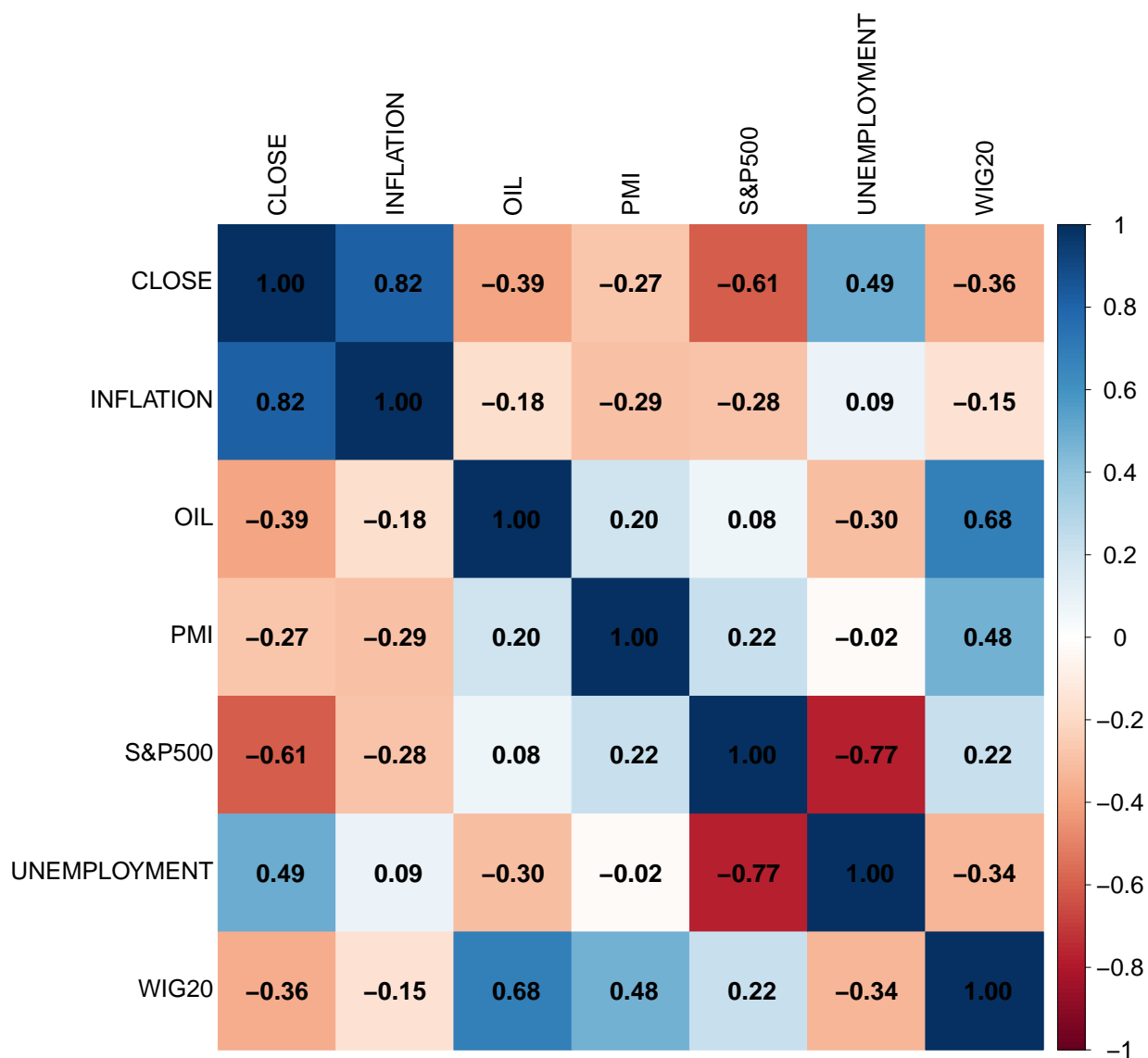
3.3 Macierze korelacji

3.3.1 Macierz korelacji przed usunięciem zmiennych



Z 11 zmiennych objaśniających wybrałem 7, których wartość bezwzględna korelacji nie przekracza 0.8.
 INTERPRACJA WYNIKOW do zmiany

3.3.2 Macierz korelacji po usunięciu zmiennych



4 Identyfikacja niestacjonarnych zmiennych objaśniających

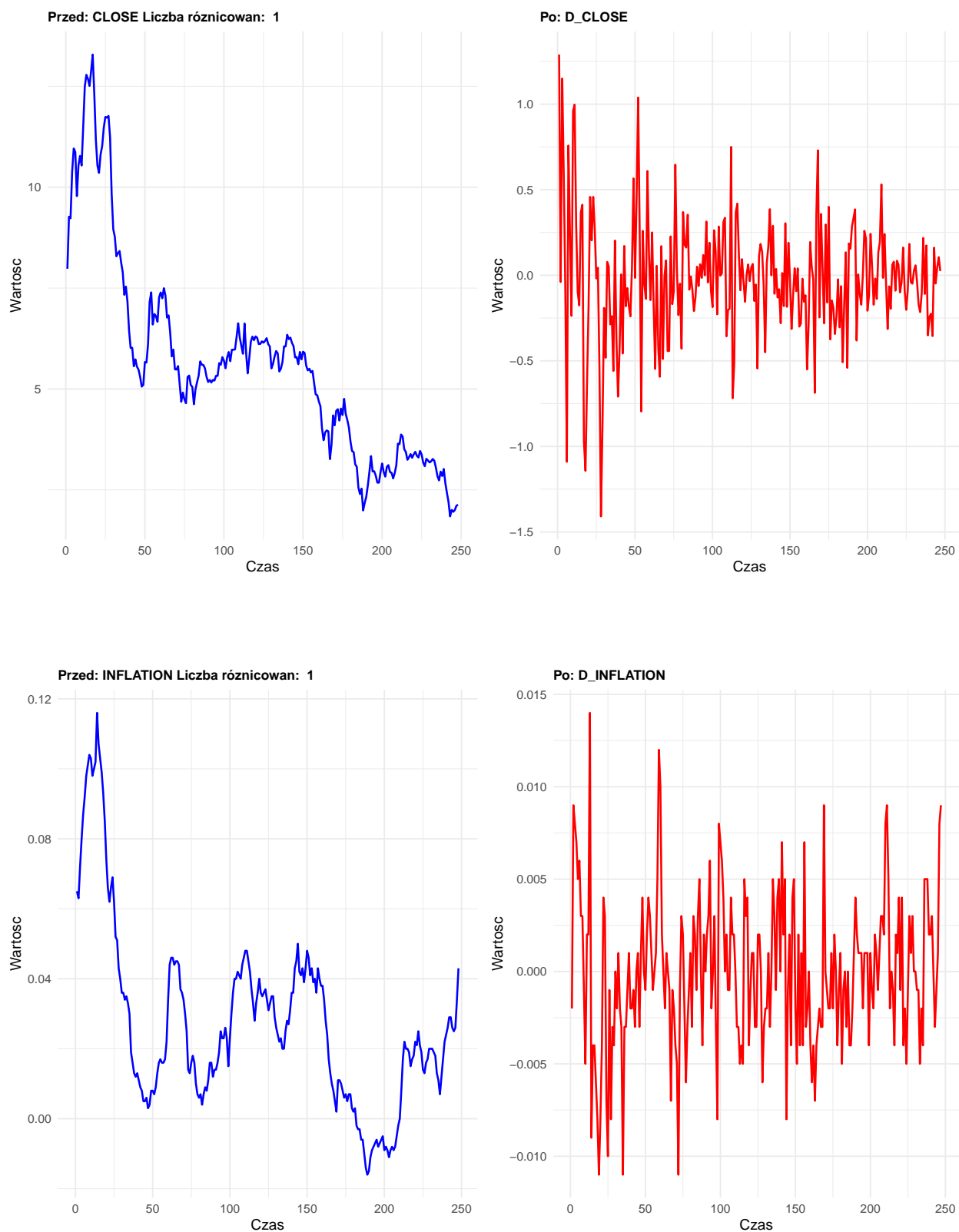
4.1 Sprawdzenie niestacjonarności zmiennych

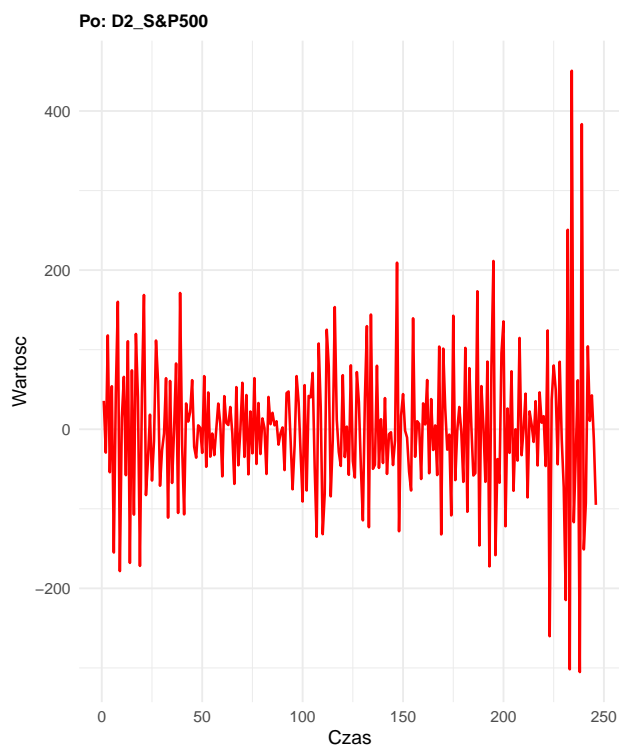
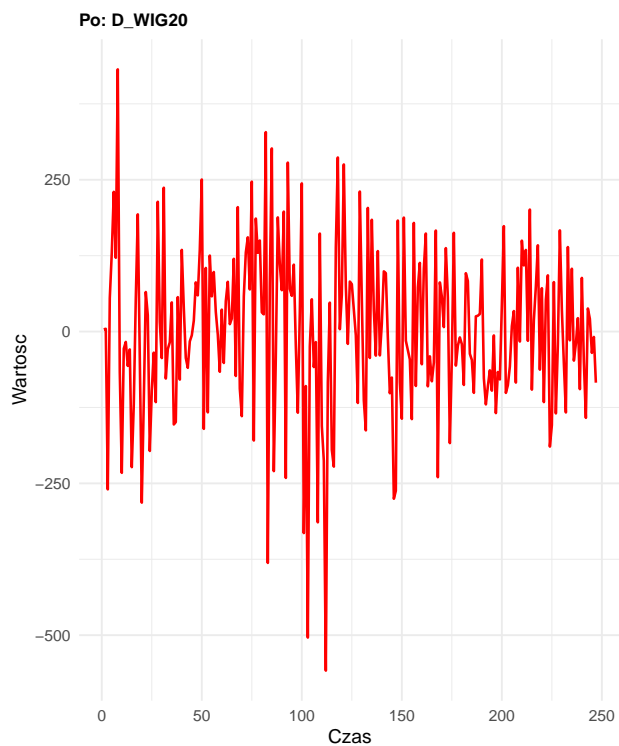
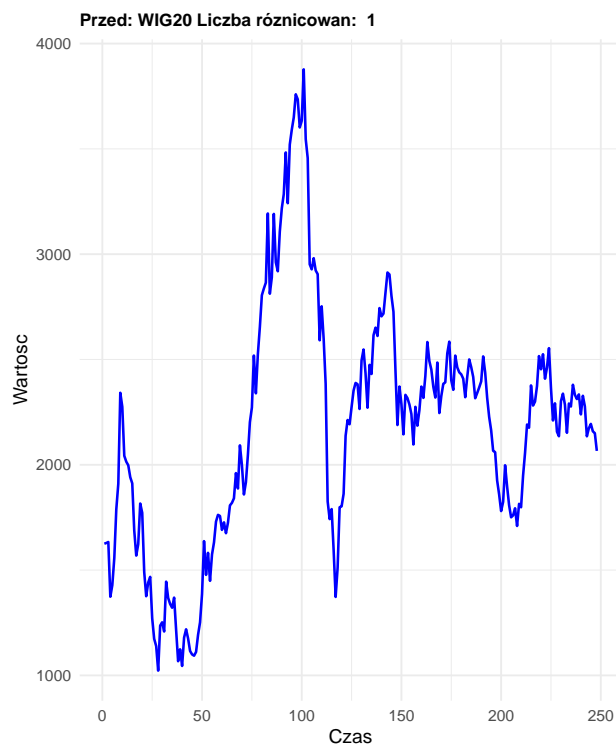
| Zmienna | Stacjonarnosc |
|--------------|----------------|
| CLOSE | Niestacjonarna |
| INFLATION | Niestacjonarna |
| WIG20 | Niestacjonarna |
| S&P500 | Niestacjonarna |
| UNEMPLOYMENT | Niestacjonarna |
| PMI | Niestacjonarna |
| OIL | Niestacjonarna |

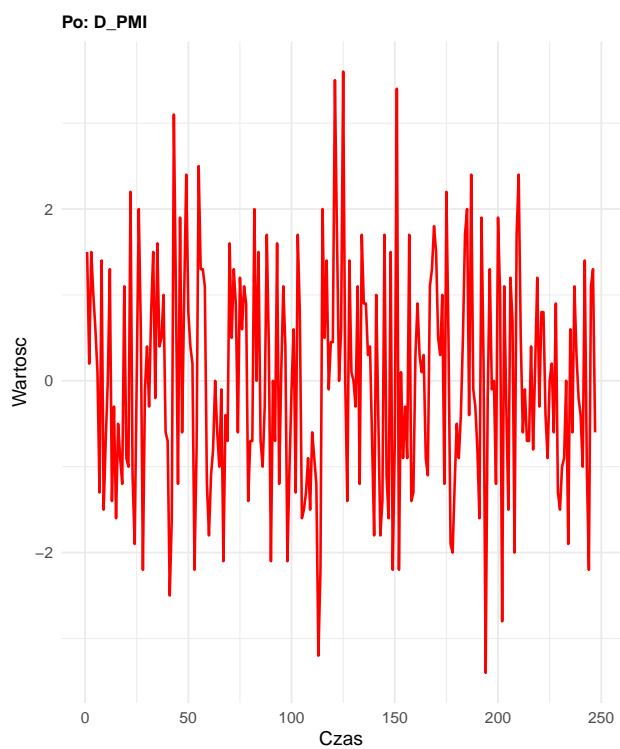
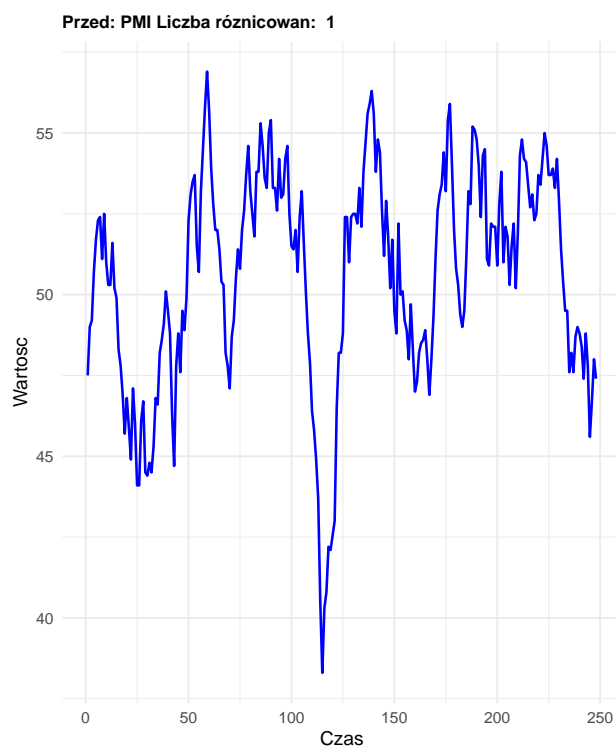
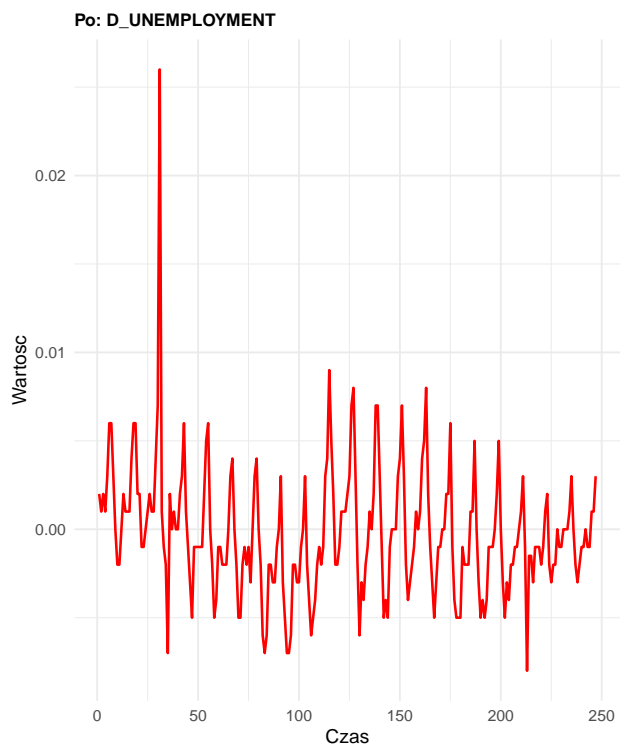
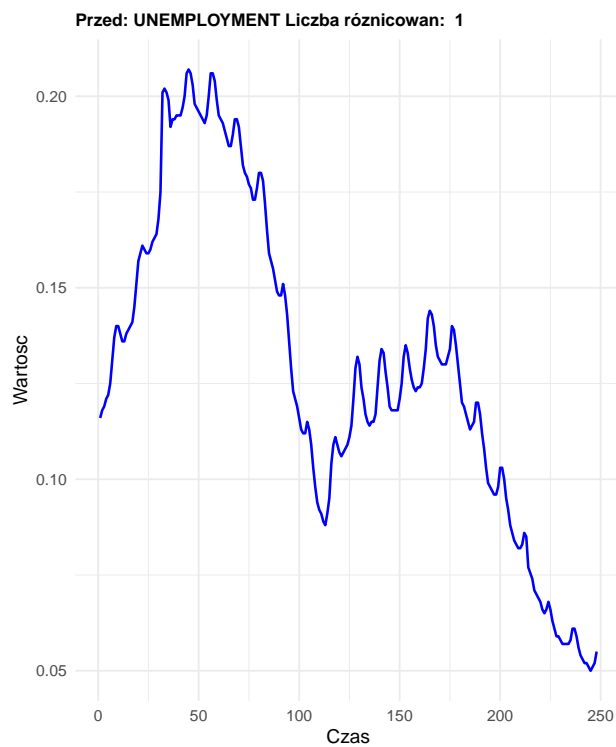
Wszystkie zmienne w pierwotnej postaci (zarówno CLOSE, jak i 6 zmiennych objaśniających: INFLATION, WIG20, S&P500, UNEMPLOYMENT, PMI, OIL) okazały się niestacjonarne (wyniki testów ADF wskazywały $p\text{-value} > 0,05$ lub wartość statystyki testowej wyższa od wartości krytycznej; KPSS $p\text{-value} < 0,05$).

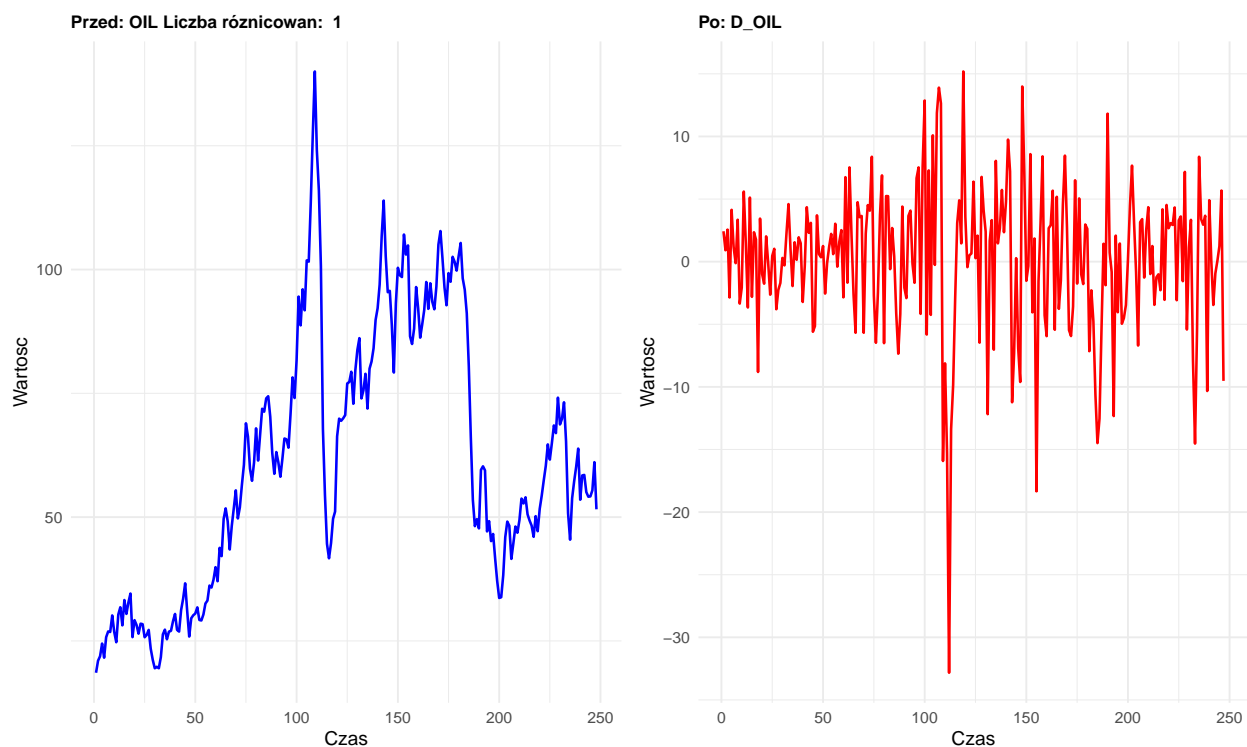
Oznacza to, że w danych występuje wspólny trend lub efekt niestacjonarności, co skłania do zastosowania różnicowania, by usunąć jednostkowe pierwiastki i otrzymać procesy stacjonarne

4.2 Usunięcie niestacjonarności









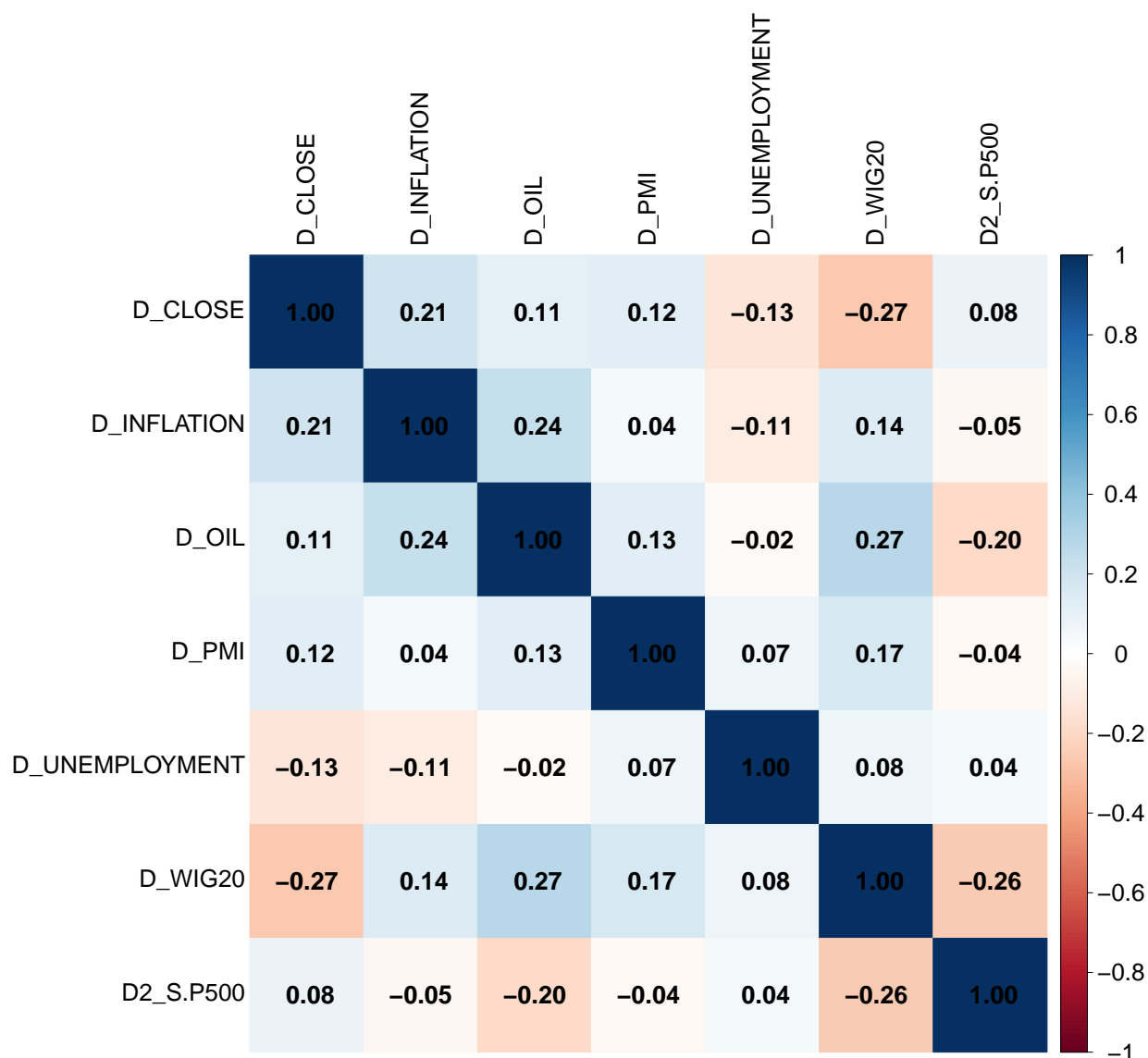
4.3 Ponowne sprawdzenie niestacjonarności zmiennych

| Zmienna | Stacjonarnosc |
|----------------|---------------|
| D_CLOSE | Stacjonarna |
| D_INFLATION | Stacjonarna |
| D_WIG20 | Stacjonarna |
| D2_S.P500 | Stacjonarna |
| D_UNEMPLOYMENT | Stacjonarna |
| D_PMI | Stacjonarna |
| D_OIL | Stacjonarna |

Wszystkie zmienne przekształcone do postaci różnicowej (D_CLOSE, D_INFLATION, D_WIG20, D2_S.P500, D_UNEMPLOYMENT, D_PMI, D_OIL) okazały się stacjonarne (test AD-Fuller zakończył się odrzuceniem hipotezy o istnieniu pierwiastka jednostkowego, a test KPSS nie wskazał na niestacjonarność).

Oznacza to, że proces różnicowania był wystarczający – w dalszej części modelu możemy bezpiecznie użyć tych stacjonarnych serii jako zmiennych w regresji liniowej.

4.4 Sprawdzenie korelacji po usunięciu niestacjonarności



4.5 Usunięcie zmiennych o zerowej wariancji

4.5.1 Przed usunięciem

D_CLOSE - Współczynnik zmienności: -1479.303 %, Wariancja: 0.1246856

D_INFLATION - Współczynnik zmienności: -3197.226 %, Wariancja: 1.623303e-05

D_WIG20 - Współczynnik zmienności: 6463.945 %, Wariancja: 19022.24

D2_S.P500 - Współczynnik zmienności: 57653.87 %, Wariancja: 8239.136
D_UNEMPLOYMENT - Współczynnik zmienności: -1377.121 %, Wariancja: 1.283612e-05
D_PMI - Współczynnik zmienności: 63313.66 %, Wariancja: 1.656016
D_OIL - Współczynnik zmienności: 3422.796 %, Wariancja: 35.01729

Z uwagi na bardzo niską wariancję D_UNEMPLOYMENT i D_INFLATION zdecydowałem się usunąć te zmienne, bo nie wnoszą istotnej zmienności do zestawu predyktorów.

4.5.2 Po usunięciu

D_CLOSE - Współczynnik zmienności: -1479.303 %, Wariancja: 0.1246856
D_WIG20 - Współczynnik zmienności: 6463.945 %, Wariancja: 19022.24
D2_S.P500 - Współczynnik zmienności: 57653.87 %, Wariancja: 8239.136
D_PMI - Współczynnik zmienności: 63313.66 %, Wariancja: 1.656016
D_OIL - Współczynnik zmienności: 3422.796 %, Wariancja: 35.01729

5 Metoda doboru zmiennych

5.1 Metoda Hellwiga

DLACZEGO HELLWIG?

Zmienne składowe w najlepszej kombinacji:

D_WIG20

D_PMI

Pojemność Hellwiga dla tej kombinacji: 0.0741

Pojemność Hellwiga dla tej kombinacji wynosi 0,0741. Oznacza to, że te dwie zmienne razem wyjaśniają około 7,41 % wariancji zmiennej D_CLOSE.

6 Tworzenie modelu ekonometrycznego

```
formula_modelu <- reformulate(best_hellwig_vars, response = "D_CLOSE")

model <- lm(formula_modelu, data = data_stationary)

print(summary(model))
```

Call:

```
lm(formula = formula_modelu, data = data_stationary)
```

Residuals:

| | Min | 1Q | Median | 3Q | Max |
|--|----------|----------|---------|---------|---------|
| | -1.11908 | -0.17652 | 0.00157 | 0.18322 | 1.24395 |

Coefficients:

| | Estimate | Std. Error | t value | Pr(> t) |
|-------------|------------|------------|---------|--------------|
| (Intercept) | -0.0223369 | 0.0214357 | -1.042 | 0.29843 |
| D_WIG20 | -0.0007637 | 0.0001581 | -4.831 | 2.41e-06 *** |
| D_PMI | 0.0474273 | 0.0169430 | 2.799 | 0.00553 ** |

Signif. codes: 0 '***' 0.001 '**' 0.01 '*' 0.05 '.' 0.1 ' ' 1

Residual standard error: 0.3362 on 243 degrees of freedom

Multiple R-squared: 0.1011, Adjusted R-squared: 0.09367

F-statistic: 13.66 on 2 and 243 DF, p-value: 2.388e-06

Statystyka $F = 13,66$ ($df = 2$ i 243), $p\text{-value} \approx 2,388 \times 10^{-6}$. Oznacza to, że jako całość model jest istotny statystycznie – przynajmniej jedna ze zmiennych objaśniających przyczynia się do wyjaśnienia zmienności D_CLOSE

R-kwadrat: $0,1011 \rightarrow$ model wyjaśnia tylko około 10,11 % zmienności zmiennej D_CLOSE . Po

skorygowaniu $R^2_{adj} = 0,0937$. Tę wartość można uznać za dosyć niską (model w obecnej formie jest słaby), co sugeruje, że istnieje wiele innych czynników wpływających na zmiany rentowności obligacji, których nie uwzględniono.

7 Niby TEST

7.1 Testowanie normalności rozkładu reszt

TEORIA: Testy normalności sprawdzają czy reszty mają rozkład normalny.

H0: Reszty mają rozkład normalny

H1: Reszty nie mają rozkładu normalnego

Poziom istotności: $\alpha = 0.05$

7.1.1 Test Shapiro-Wilka

Statystyka W = 0.9708

p-value = 1e-04

Wniosek: Odrzucamy H0 - reszty nie są normalne

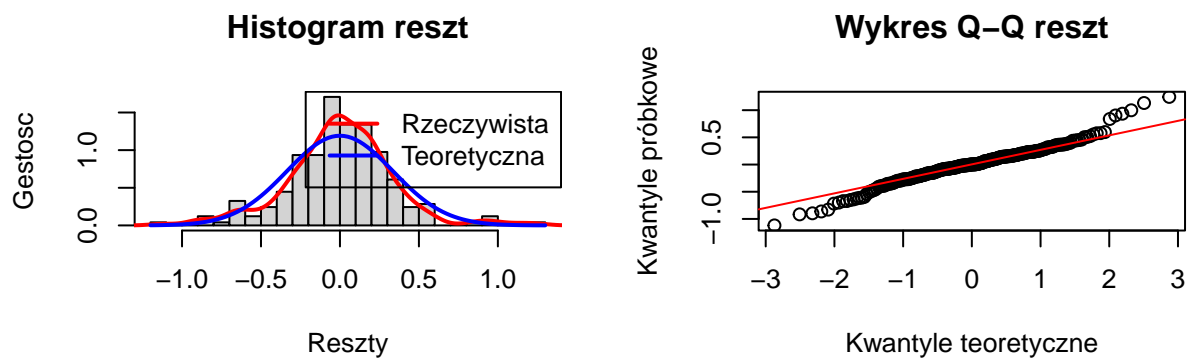
7.1.2 Test Jarque-Bera

Statystyka JB = 32.1918

p-value = 0

Wniosek: Odrzucamy H0 - reszty nie są normalne

7.1.3 Wykresy normalności



7.2 Testowanie autokorelacji

TEORIA: Autokorelacja oznacza korelację między resztami w różnych okresach.

H0: Brak autokorelacji reszt

H1: Występuje autokorelacja reszt

7.2.1 Test Durbina-Watsona

1. TEST DURBINA-WATSONA:

Statystyka DW = 1.5647

p-value = 0

Wniosek: Odrzucamy H_0 - występuje autokorelacja

7.2.2 Test Ljunga-Boxa

2. TEST LJUNGA-BOXA:

Statystyka LB = 29.5133

p-value = 0.001

Wniosek: Odrzucamy H_0 - występuje autokorelacja

7.2.3 Test Breuscha-Godfrey

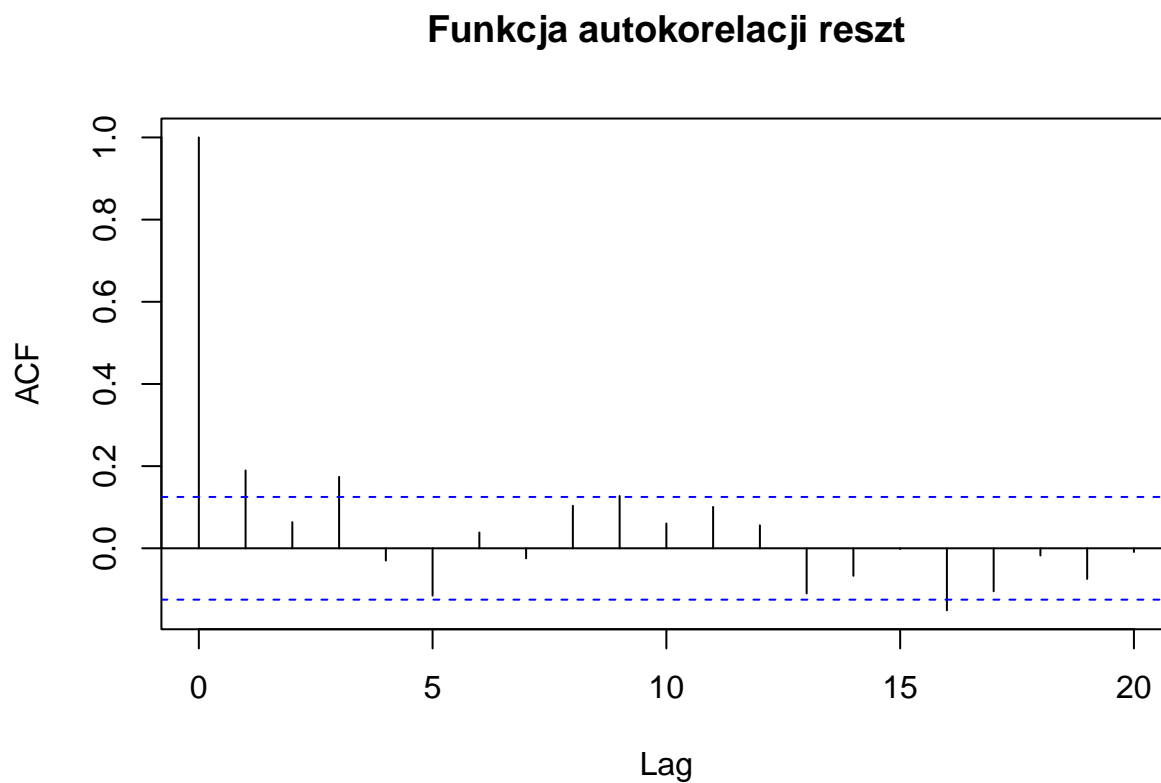
3. TEST BREUSCHA-GODFREYA:

Statystyka LM = 9.0383

p-value = 0.0109

Wniosek: Odrzucamy H_0 - występuje autokorelacja

7.2.4 Wykres autokorelacji



7.3 Badanie heteroskedastyczności

TEORIA: Heteroskedastyczność oznacza niestałą wariancję składnika losowego.

H0: Homoskedastyczność (stała wariancja)

H1: Heteroskedastyczność (niestała wariancja)

7.3.1 Test Breuscha-Pagana

1. TEST BREUSCHA-PAGANA:

Statystyka BP = 0.0703

p-value = 0.9655

Wniosek: Nie ma podstaw do odrzucenia H_0 - homoskedastyczność

7.3.2 Test White

7.3.3 Test Goldfelda-Quandt

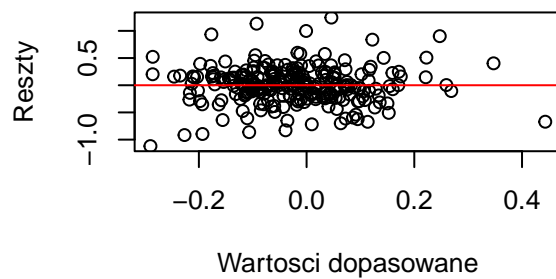
Statystyka GQ = 1.0178

p-value = 0.4616

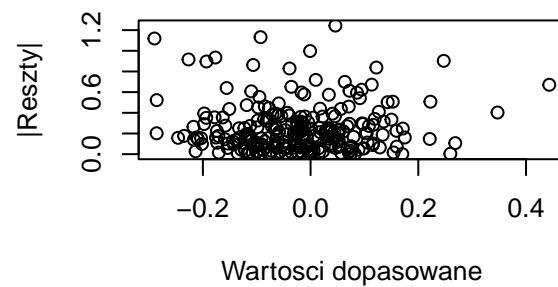
Wniosek: Nie ma podstaw do odrzucenia H_0 - homoskedastyczność

7.3.4 Wykresy heteroskedastyczności

Reszty vs Wartości dopasowane



|Reszty| vs Wartości dopasowane



7.4 Testowanie współliniowości

7.4.1 Test VIF

TEORIA: Współliniowość oznacza wysoką korelację między zmiennymi objaśniającymi.

$VIF > 10$: poważna współliniowość

$VIF > 5$: umiarkowana współliniowość

$VIF < 5$: brak problemów ze współliniowością

WSPÓŁCZYNNIKI VIF:

D_WIG20 : 1.031 - OK

D_PMI : 1.031 - OK

##

WNIOSEK: Brak problemów ze współliniowością

7.5 Testowanie stabilności parametrów

7.5.1 Test Chowa

TEORIA: Test Chowa sprawdza czy parametry modelu są stabilne w czasie.

H_0 : Parametry są stabilne (brak przełomu strukturalnego)

H_1 : Parametry nie są stabilne (występuje przełom strukturalny)

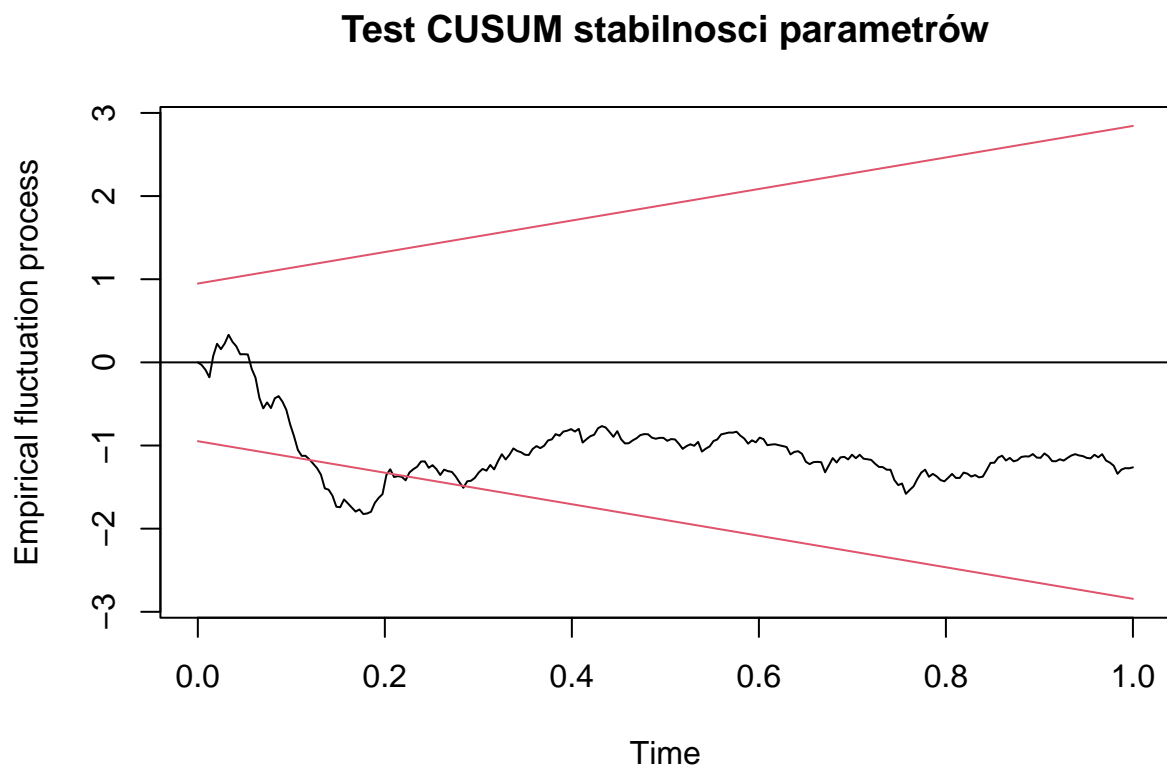
TEST CHOWA (punkt przełomu w obserwacji 123):

Statystyka $F = 2.7874$

$p\text{-value} = 0.0414$

Wniosek: Odrzucamy H_0 - brak stabilności parametrów

7.5.2 Test CUSUM



7.6 Testowanie stabilności postaci analitycznej

7.6.1 Test RESET Ramseya

TEORIA: Test RESET sprawdza czy postać funkcyjna modelu jest poprawna.

H0: Model ma poprawną postać funkcyjną

H1: Model ma niepoprawną postać funkcyjną

1. TEST RESET RAMSEYA:

Statystyka F = 0.2853

p-value = 0.7521

Wniosek: Nie ma podstaw do odrzucenia H0 - poprawna postać modelu

7.6.2 Test liczby serii (runs test)

TEORIA: Test sprawdza czy reszty są losowo rozłożone.

H0: Reszty są losowo rozłożone

H1: Reszty wykazują systematyczne wzorce

Statystyka = -1.149

p-value = 0.2505

Wniosek: Nie ma podstaw do odrzucenia H0 - reszty są losowe

7.7 Badanie efektu katalizy

7.7.1 Test F

TEORIA: Efekt katalizy - jedna zmienna wpływa na siłę oddziaływania innej.

Sprawdzamy czy interakcje między zmiennymi są istotne.

TEST F DLA INTERAKCJI:

Statystyka F = 4.218

p-value = 0.0411

Wniosek: Występuje istotny efekt katalizy

WSPÓŁCZYNNIKI INTERAKCJI:

D_WIG20:D_PMI : p-value = 0.0411 ***

7.8 Badanie koïncydencji

7.8.1 Porównanie R^2

TEORIA: Koïncydencja - zmienna objaœniaj¹ca ma wp³yw jedynie w okreœlonych okresach.

Sprawdzamy stabilnoœæ parametrów w róŹnych podokresach.

ANALIZA STABILNOœCI PARAMETRÓW W PODOKRESACH:

Współczynniki determinacji:

Okres 1 (obs. 1- 82): $R^2 = 0.1769$

Okres 2 (obs. 83 - 164): $R^2 = 0.1655$

Okres 3 (obs. 165 - 246): $R^2 = 0.008$

PORÓWNIANIE PARAMETRÓW W PODOKRESACH:

Parametr (Intercept) :

Okres 1: -0.0164

Okres 2: -0.0184

Okres 3: -0.0234

##

Parametr D_WIG20 :

Okres 1: -0.0014

Okres 2: -6e-04

Okres 3: -2e-04

*** MOŹLIWA KOÏNCYDENCJA - duŹe róŹnice miêdzy okresami ***

##

Parametr D_PMI :

Okres 1: 0.1141

Okres 2: 0.0231

Okres 3: 0.0101

*** MOŹLIWA KOÏNCYDENCJA - duŹe róŹnice miêdzy okresami ***

8 Podsumowanie wyników

WYNIKI TESTÓW DIAGNOSTYCZNYCH:

| ## | Test | Statystyka | p_value | Wynik |
|------|--------------------------------------|------------|---------|--------------|
| ## 1 | Normalność (Jarque-Bera) | 32.192 | 0 | NIESPEŁNIONE |
| ## 2 | Autokorelacja (Ljung-Box) | 29.513 | 0.001 | NIESPEŁNIONE |
| ## 3 | Heteroskedastyczność (Breusch-Pagan) | 0.070 | 0.965 | SPEŁNIONE |
| ## 4 | Współliniowość (max VIF) | 1.031 | N/A | SPEŁNIONE |
| ## 5 | Stabilność (Chow) | 2.787 | 0.041 | NIESPEŁNIONE |
| ## 6 | Postać modelu (RESET) | 0.285 | 0.752 | SPEŁNIONE |

##

=== OGÓLNA OCENA MODELU ===

Spełnione założenia: 3 / 6

Niespełnione założenia: 3 / 6

MODEL WYMAGA ISTOTNYCH POPRAWEK - niespełnia kluczowych założeń

##

=== REKOMENDACJE ===

• Rozważ transformację zmiennych (logarytmowanie) ze względu na brak normalności reszt

• Dodaj zmienne opóźnione lub rozważ model ARIMA ze względu na autokorelację

• Rozważ model ze zmiennymi strukturalnymi ze względu na niestabilność parametrów

##

=====

KONIEC WERYFIKACJI MODELU

=====

8.0.1 TESTUWENCJA OD CHATA

```
## === TEST NORMALNOŚCI (Shapiro-Wilk) ===

##
## Shapiro-Wilk normality test
##
## data: residuals(model_lin)
## W = 0.97077, p-value = 6.044e-05

##
## === TEST AUTOKORELACJI (Durbin-Watson) ===

## lag Autocorrelation D-W Statistic p-value
## 1 0.1894247 1.56467 0
## Alternative hypothesis: rho != 0

##
## === TEST AUTOKORELACJI (Ljung-Box) ===

##
## Box-Ljung test
##
## data: residuals(model_lin)
## X-squared = 29.513, df = 10, p-value = 0.001028

##
## === TEST HETEROSKEDASTYCZNOŚCI (Breusch-Pagan) ===

##
## studentized Breusch-Pagan test
##
## data: model_lin
## BP = 0.070262, df = 2, p-value = 0.9655
```

```

##
## === TEST HETEROSKEDASTYCZNOŚCI (Goldfeld-Quandt) ===

##
## Goldfeld-Quandt test
##
## data:  model_lin
## GQ = 1.0178, df1 = 120, df2 = 120, p-value = 0.4616
## alternative hypothesis: variance increases from segment 1 to 2

##
## === WSPÓŁCZYNNIKI VIF ===

## D_WIG20    D_PMI
## 1.030645 1.030645

##
## === Estymacja z odmianą HC1 (robust SE) ===

##
## t test of coefficients:
##
##              Estimate Std. Error t value Pr(>|t|)
## (Intercept) -0.02233689  0.02142930 -1.0424  0.298284
## D_WIG20      -0.00076366  0.00019088 -4.0008  8.384e-05 ***
## D_PMI         0.04742732  0.01819105  2.6072  0.009694 **
## ---
## Signif. codes:  0 '***' 0.001 '**' 0.01 '*' 0.05 '.' 0.1 ' ' 1

##
## === TEST RESET RAMSEYA DLA MODEL_LIN ===

##

```

```
## RESET test
##
## data:  model_lin
## RESET = 0.28529, df1 = 2, df2 = 241, p-value = 0.7521

##
## === Podsumowanie modelu linowego ===

## R^2: 0.1011

## Adj. R^2: 0.0937

## Maksymalny VIF: 1.031

##
## === REKOMENDACJE ===

## • Brak normalności reszt - rozważ transformację zmiennej (log-diff) lub usunięcie outlierów.
## • Autokorelacja reszt - rozważ model GLS(AR1) lub dodanie opóźnień w zmiennych objaśniających
```

8.0.2 TESTUWENCJA

8.1 OCENA ISTOTNOŚCI ZMIENNYCH

8.1.1 Test t-Studenta dla poszczególnych parametrów

```
## H0:  $\beta_i = 0$  (parametr nie jest istotny statystycznie)

## H1:  $\beta_i \neq 0$  (parametr jest istotny statystycznie)

## Poziom istotności:  $\alpha = 0.05$ 
```

```

##
## Call:
## lm(formula = formula_modelu, data = data_stationary)
##
## Residuals:
##      Min       1Q   Median       3Q      Max
## -1.11908 -0.17652  0.00157  0.18322  1.24395
##
## Coefficients:
##              Estimate Std. Error t value Pr(>|t|)
## (Intercept) -0.0223369  0.0214357  -1.042  0.29843
## D_WIG20      -0.0007637  0.0001581  -4.831 2.41e-06 ***
## D_PMI         0.0474273  0.0169430   2.799  0.00553 **
## ---
## Signif. codes:  0 '***' 0.001 '**' 0.01 '*' 0.05 '.' 0.1 ' ' 1
##
## Residual standard error: 0.3362 on 243 degrees of freedom
## Multiple R-squared:  0.1011, Adjusted R-squared:  0.09367
## F-statistic: 13.66 on 2 and 243 DF,  p-value: 2.388e-06
##
## TABELA WYNIKÓW TESTÓW t-STUDENTA:
## =====
## Zmienna: (Intercept)
## Współczynnik: -0.022337
## Błąd standardowy: 0.021436
## Statystyka t: -1.042
## p-value: 0.2984
## Istotność:
## Wniosek: PARAMETR NIEISTOTNY STATYSTYCZNIE
## Zmienna: D_WIG20

```

```
## Współczynnik: -0.000764
## Błąd standardowy: 0.000158
## Statystyka t: -4.8307
## p-value: < 0.001
## Istotność: ***
## Wniosek: PARAMETR ISTOTNY STATYSTYCZNIE
## Zmienna: D_PMI
## Współczynnik: 0.047427
## Błąd standardowy: 0.016943
## Statystyka t: 2.7992
## p-value: 0.0055
## Istotność: **
## Wniosek: PARAMETR ISTOTNY STATYSTYCZNIE
```

8.1.2 Test Walda (test łącznej istotności)

```
##
## 1.2 TEST WALDA (ŁĄCZNA ISTOTNOŚĆ ZMIENNYCH)

## -----

## H0: 1 = 2 = 3 = 0 (wszystkie parametry strukturalne równe zero)

## H1: co najmniej jeden i 0

## Poziom istotności: = 0.05

## WYNIKI TESTU WALDA (Test F):

## Statystyka F: 13.66

## Stopnie swobody: 2 i 243

## p-value: < 0.001
```

```
## Wniosek: ODRZUCAMY H0 - model jako całość jest istotny statystycznie
```

```
## ALTERNATYWNY TEST WALDA (linearHypothesis):
```

```
##
```

```
## Linear hypothesis test:
```

```
## D_WIG20 = 0
```

```
## D_PMI = 0
```

```
##
```

```
## Model 1: restricted model
```

```
## Model 2: D_CLOSE ~ D_WIG20 + D_PMI
```

```
##
```

```
##   Res.Df    RSS Df Sum of Sq    F    Pr(>F)
```

```
## 1      245 30.548
```

```
## 2      243 27.461  2    3.0873 13.66 2.388e-06 ***
```

```
## ---
```

```
## Signif. codes:  0 '***' 0.001 '**' 0.01 '*' 0.05 '.' 0.1 ' ' 1
```

8.2 OCENA WSPÓŁCZYNNIKA DETERMINACJI

8.2.1 WSPÓŁCZYNNIKI DETERMINACJI R^2

```
## WSPÓŁCZYNNIKI DETERMINACJI:
```

```
## -----
```

```
##  $R^2$  (współczynnik determinacji): 0.1011
```

```
##  $R^2_{adj}$  (skorygowany współczynnik determinacji): 0.0937
```

```
## Liczba obserwacji: 246
```

```
## Liczba parametrów: 3
```

```
## Stopnie swobody: 243
```

INTERPRETACJA R^2 :

Model wyjaśnia 10.11 % zmienności zmiennej D_CLOSE

Po skorygowaniu o liczbę zmiennych: 9.37 %

OCENA JAKOŚCI MODELU: SŁABY MODEL

DODATKOWE STATYSTYKI:

Standardowy błąd reszt: 0.336165

SST (całkowita suma kwadratów): 30.548

SSR (suma kwadratów regresji): 3.0873

SSE (suma kwadratów reszt): 27.4606

Sprawdzenie: $SST = SSR + SSE = 30.548$

8.3 INTERPRETACJA PARAMETRÓW MODELU

=====

3. INTERPRETACJA PARAMETRÓW MODELU

=====

OSTATECZNA POSTAĆ MODELU:

$D_CLOSE = -0.022337 - 0.000764 \times D_WIG20 + 0.047427 \times D_PMI +$

INTERPRETACJA PARAMETRÓW:

PARAMETR: (Intercept)

Wartość: -0.022337

Istotność statystyczna: NIEISTOTNY (p = 0.2984)

Interpretacja: Wyraz wolny - średnia wartość D_CLOSE gdy wszystkie

zmienne objaśniające przyjmują wartość zero.

Kierunek wpływu: UJEMNY

Siła oddziaływania: SILNA

##

PARAMETR: D_WIG20

Wartość: -0.000764

Istotność statystyczna: ISTOTNY (p = 0)

Interpretacja: Wzrost indeksu WIG20 o 1 punkt (w ujęciu pierwszej różnicy)

powoduje spadek rentowności obligacji o 0.000764 p.p., ceteris paribus.

Uzasadnienie: Relacja między rynkiem akcji a rynkiem obligacji -

przepływ kapitału między rynkami.

Kierunek wpływu: UJEMNY

Siła oddziaływania: SŁABA

##

PARAMETR: D_PMI

Wartość: 0.047427

Istotność statystyczna: ISTOTNY (p = 0.0055)

Interpretacja: Wzrost wskaźnika PMI o 1 p.p. (w ujęciu pierwszej różnicy)

powoduje wzrost rentowności obligacji o 0.047427 p.p., ceteris paribus.

Uzasadnienie: PMI odzwierciedla aktywność przemysłową - wzrost może

sygnalizować ożywienie gospodarcze i oczekiwania wyższych stóp.

Kierunek wpływu: DODATNI

Siła oddziaływania: SILNA

8.4 PODSUMOWANIE OGÓLNE

STATYSTYKI OGÓLNE:

Liczba parametrów istotnych statystycznie: 2 / 3

Procent wyjaśnionej zmienności: 10.11 %

Jakość dopasowania: SŁABY MODEL

Istotność modelu jako całości: ISTOTNY

WNIOSKI:

Model jako całość jest istotny statystycznie

Model wykazuje słabe dopasowanie

Większość parametrów jest istotna statystycznie

##

REKOMENDACJE:

• Rozważ usunięcie nieistotnych zmiennych z modelu

• Rozważ dodanie dodatkowych zmiennych objaśniających

• Sprawdź czy nie pominięto istotnych zmiennych

• Przeprowadź testy diagnostyczne (normalność, autokorelacja, heteroskedastyczność)

• Sprawdź stabilność parametrów w czasie