

# Sprawozdanie

Jakub Kaźmierczyk

2025-06-04

## Spis treści

<b>1</b>	<b>Wprowadzenie</b>	<b>3</b>
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
<b>2</b>	<b>Wczytywanie danych</b>	<b>5</b>
<b>3</b>	<b>Podstawowe statystyki</b>	<b>6</b>
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
3.3.3	Logarytmowanie danych . . . . .	9
<b>4</b>	<b>Identyfikacja niestacjonarnych zmiennych objaśniających</b>	<b>10</b>
4.1	Sprawdzenie niestacjonarności zmiennych . . . . .	10
4.2	Usunięcie niestacjonarności . . . . .	10
4.3	Ponowne sprawdzenie niestacjonarności zmiennych . . . . .	10
4.4	Sprawdzenie korelacji po usunięciu niestacjonarności . . . . .	11
4.5	Usunięcie zmiennych o zerowej wariancji . . . . .	12
4.5.1	Przed usunięciem . . . . .	12
4.5.2	Po usunięciu . . . . .	12

---

<b>5</b>	<b>Metoda doboru zmiennych</b>	<b>13</b>
5.1	Metoda Hellwiga . . . . .	13
<b>6</b>	<b>Tworzenie modelu ekonometrycznego</b>	<b>14</b>
<b>7</b>	<b>Testowanie modelu</b>	<b>15</b>
7.1	Testowanie normalności rozkładu reszt . . . . .	15
7.1.1	Test Shapiro-Wilka . . . . .	15
7.1.2	Test Jarque-Bera . . . . .	15
7.1.3	Wykresy normalności . . . . .	16
7.2	Testowanie autokorelacji . . . . .	16
7.2.1	Test Durбина-Watsona . . . . .	16
7.2.2	Test Ljunga-Boxa . . . . .	17
7.2.3	Test Breuscha-Godfrey'a . . . . .	17
7.2.4	Wykres autokorelacji . . . . .	18
7.3	Badanie heteroskedastyczności . . . . .	18
7.3.1	Test Breuscha-Pagana . . . . .	18
7.3.2	Test Goldfelda-Quandta . . . . .	19
7.3.3	Wykresy heteroskedastyczności . . . . .	19
7.4	Testowanie współliniowości . . . . .	20
7.4.1	Test VIF . . . . .	20
7.5	Testowanie stabilności parametrów . . . . .	20
7.5.1	Test Chowa . . . . .	20
7.5.2	Test CUSUM . . . . .	21
7.6	Testowanie stabilności postaci analitycznej . . . . .	21
7.6.1	Test RESET Ramsey'a . . . . .	21
7.6.2	Test liczby serii . . . . .	22
7.7	Badanie efektu katalizy . . . . .	22
7.7.1	Test F . . . . .	22
7.8	Badanie koincydencji . . . . .	22
7.8.1	Porównanie $R^2$ . . . . .	22
<b>8</b>	<b>Podsumowanie wyników</b>	<b>24</b>

---

<b>9 Ocena istotności zmiennych</b>	<b>24</b>
9.1 Test t-Studenta dla poszczególnych parametrów . . . . .	24
9.2 Test Walda (test łącznej istotności) . . . . .	25
<b>10 Interpretacja parametrów</b>	<b>25</b>
10.1 Wyraz wolny . . . . .	25
10.2 D_WIG20 . . . . .	26
10.3 D_OIL . . . . .	26
<b>11 Testowanie modelu na zbiorze testowym</b>	<b>26</b>

# 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](http://www.stooq.com)

---

## 2 Wczytywanie danych

Dane pochodzą ze strony [www.stooq.com](http://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
```

---

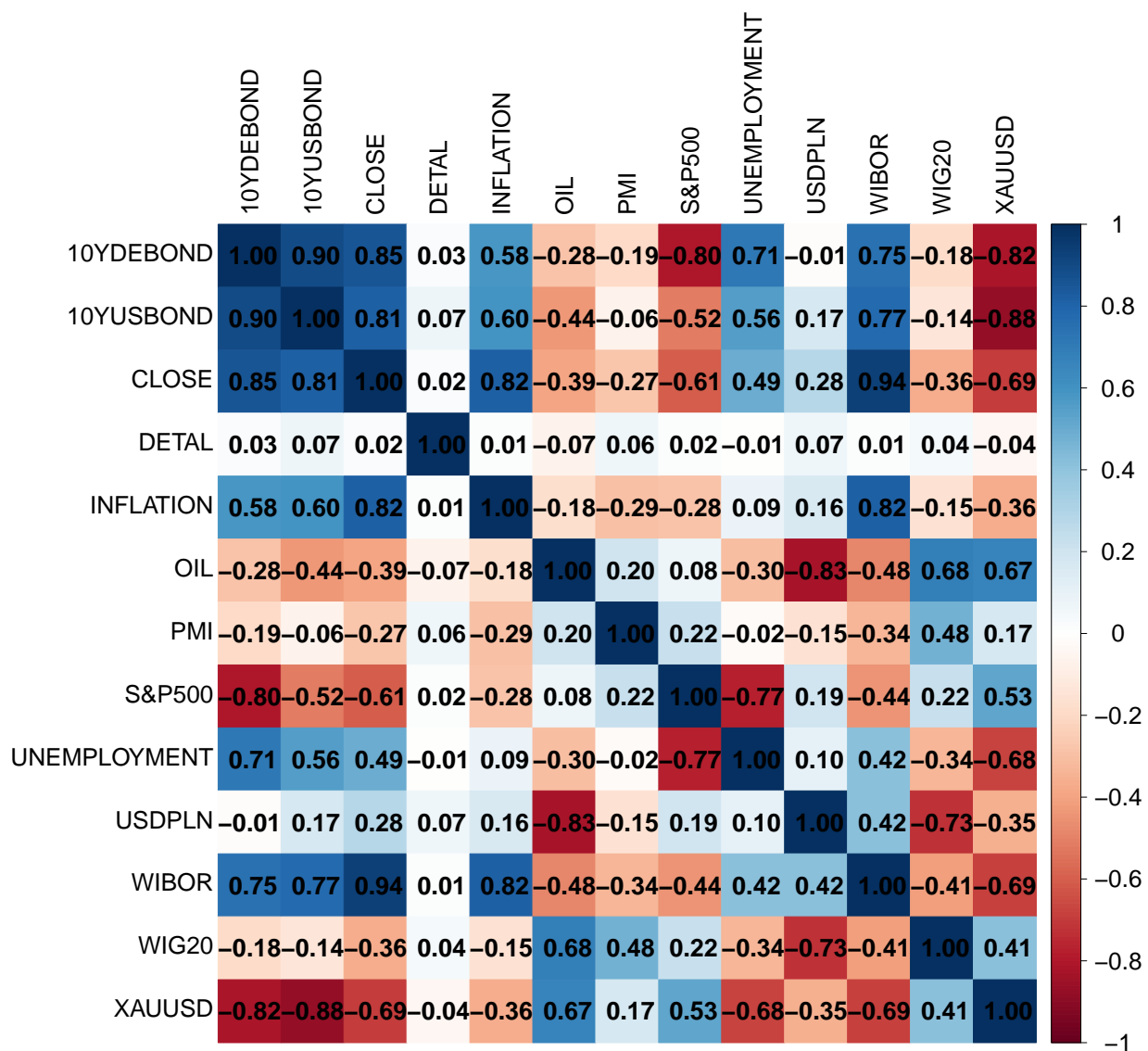
```

## 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

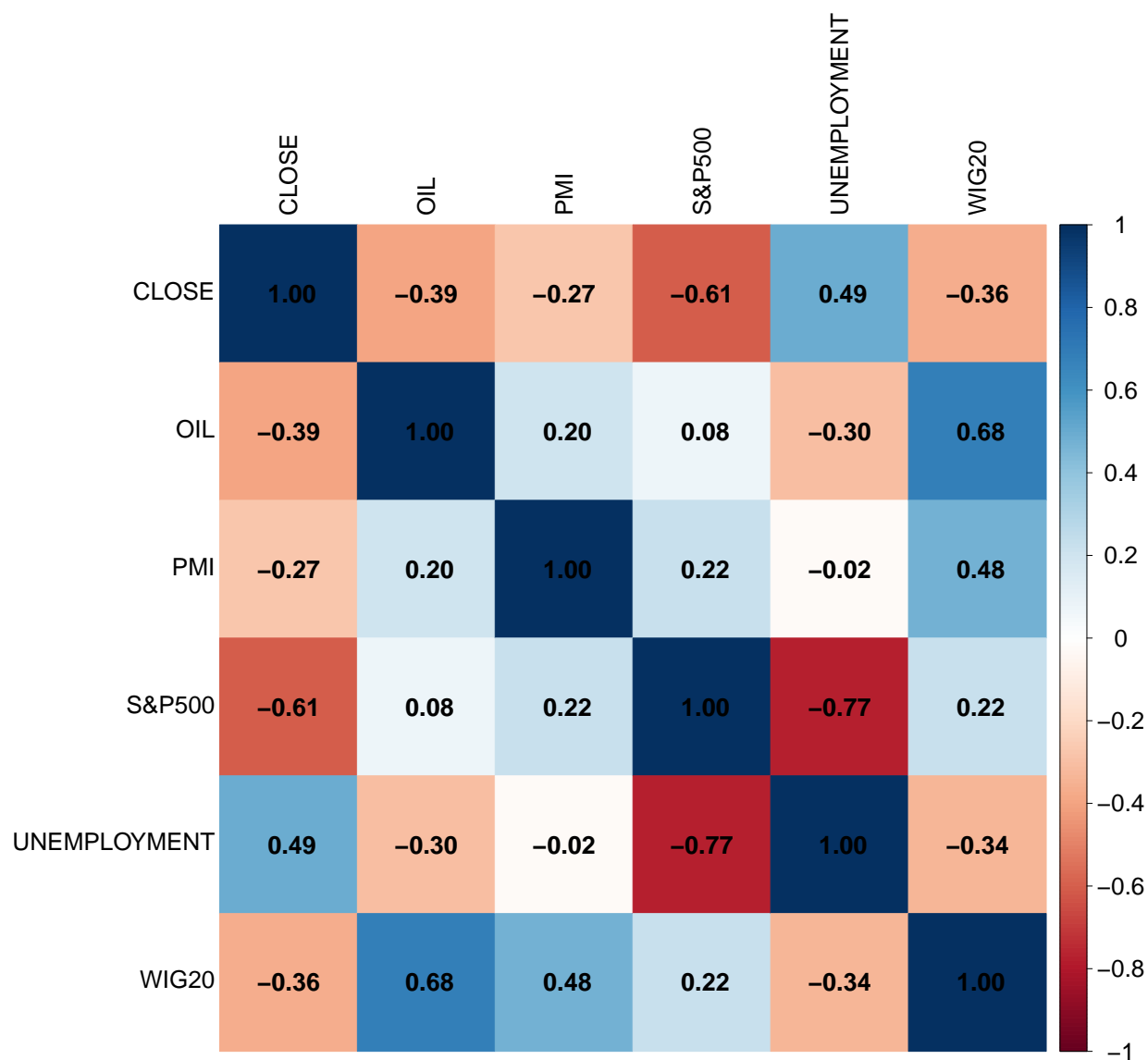
#### 3.3.1 Macierz korelacji przed usunięciem zmiennych



Z 11 zmiennych objaśniających wybrałem 7, których wartość bezwzględna korelacji nie przekracza 0.8. Dodatkowo usuwam zmienną “INFLATION” abym mógł zlogarytmować dane.



### 3.3.2 Macierz korelacji po usunięciu zmiennych



### 3.3.3 Logarytmowanie danych

```
data<-log(data)
data_test<-log(data_test)
```

---

## 4 Identyfikacja niestacjonarnych zmiennych objaśniających

### 4.1 Sprawdzenie niestacjonarności zmiennych

Zmienna	Stacjonarnosc
CLOSE	Niestacjonarna
WIG20	Niestacjonarna
S&P500	Niestacjonarna
UNEMPLOYMENT	Niestacjonarna
PMI	Niestacjonarna
OIL	Niestacjonarna

Wszystkie zmienne w pierwotnej postaci (zarówno CLOSE, jak i 5 zmiennych objaśniających: 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

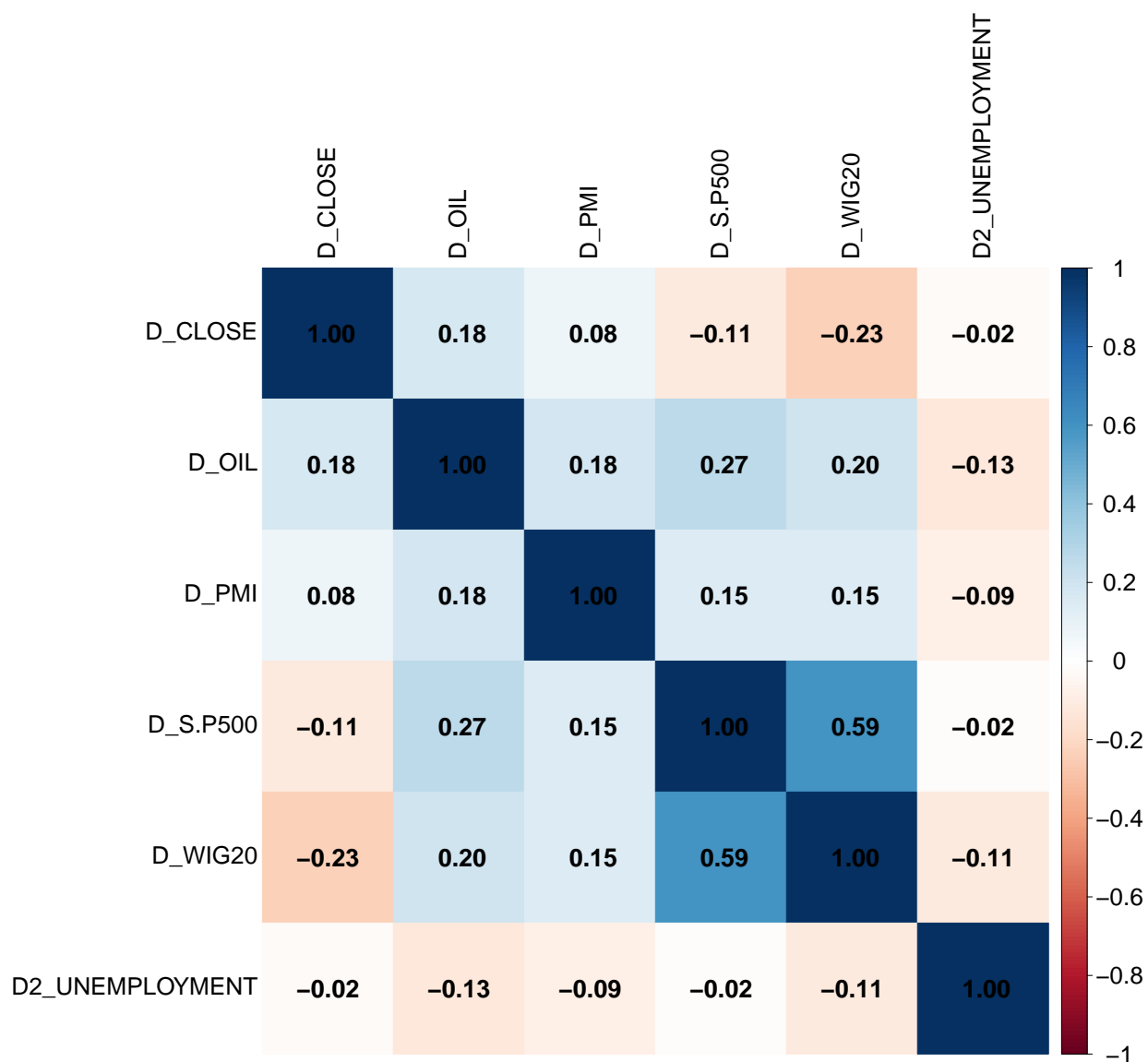
Zmienna	Stacjonarnosc
D_CLOSE	Stacjonarna
D_WIG20	Stacjonarna
D_S.P500	Stacjonarna
D2_UNEMPLOYMENT	Stacjonarna
D_PMI	Stacjonarna
D_OIL	Stacjonarna

Wszystkie zmienne przekształcone do postaci różnicowej (D\_CLOSE, 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: -1159.476 %, Wariancja: 0.00393883  
D\_WIG20 - Współczynnik zmienności: 5842.637 %, Wariancja: 0.004418631  
D\_S.P500 - Współczynnik zmienności: 1213.432 %, Wariancja: 0.00178256  
D2\_UNEMPLOYMENT - Współczynnik zmienności: 14788.06 %, Wariancja: 0.0005495037  
D\_PMI - Współczynnik zmienności: 60880.69 %, Wariancja: 0.0006715681  
D\_OIL - Współczynnik zmienności: 1956.358 %, Wariancja: 0.008970653

Z uwagi na bardzo niską wariancję D\_UNEMPLOYMENT zdecydowałem się usunąć tę zmienną, bo nie wnosi istotnej zmienności do zestawu predyktorów.

### 4.5.2 Po usunięciu

D\_CLOSE - Współczynnik zmienności: -1159.476 %, Wariancja: 0.00393883  
D\_WIG20 - Współczynnik zmienności: 5842.637 %, Wariancja: 0.004418631  
D\_S.P500 - Współczynnik zmienności: 1213.432 %, Wariancja: 0.00178256  
D\_PMI - Współczynnik zmienności: 60880.69 %, Wariancja: 0.0006715681  
D\_OIL - Współczynnik zmienności: 1956.358 %, Wariancja: 0.008970653

---

## 5 Metoda doboru zmiennych

### 5.1 Metoda Hellwiga

DLACZEGO HELLWIG?

Zmienne składowe w najlepszej kombinacji:

D\_WIG20

D\_OIL

Pojemność Hellwiga dla tej kombinacji: 0.0705

Pojemność Hellwiga dla tej kombinacji wynosi 0,0705. Najlepsza kombinacja zmiennych objaśniających składa się ze zmiennych D\_WIG20 oraz D\_OIL

---

## 6 Tworzenie modelu ekonometrycznego

Call:

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

Residuals:

	Min	1Q	Median	3Q	Max
	-0.215503	-0.034848	0.001887	0.028561	0.181397

Coefficients:

	Estimate	Std. Error	t value	Pr(> t )
(Intercept)	-0.005865	0.003804	-1.542	0.124391
D_WIG20	-0.263429	0.058501	-4.503	1.04e-05 ***
D_OIL	0.155374	0.041057	3.784	0.000194 ***

---

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

Residual standard error: 0.05958 on 243 degrees of freedom

Multiple R-squared: 0.1061, Adjusted R-squared: 0.09872

F-statistic: 14.42 on 2 and 243 DF, p-value: 1.211e-06

Statystyka  $F = 14,42$  ( $df = 2$  i  $243$ ),  $p\text{-value} \approx 1,211 \times 10^{-6}$ . Oznacza to, że jako całość model jest istotny statystycznie – przynajmniej jedna ze zmiennych objaśniających przyczynia się do wyjaśnienia zmienności  $D\_CLOSE$

R-kwadrat:  $0,1061 \rightarrow$  model wyjaśnia tylko około 10,61 % zmienności zmiennej  $D\_CLOSE$ . Po skorygowaniu  $R^2_{adj} = 0,09872$ . 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 Testowanie modelu

### 7.1 Testowanie normalności rozkładu reszt

Testy normalności sprawdzają czy reszty mają rozkład normalny.

H0: Reszty mają rozkład normalny

H1: Reszty nie mają rozkładu normalny

Poziom istotności:  $\alpha = 0.05$

#### 7.1.1 Test Shapiro-Wilka

Statystyka W = 0.9842

p-value = 0.0079

Statystyka W = 0.9842, p-value = 0.0079

Wniosek: Odrzucamy H0 - reszty nie są normalne

#### 7.1.2 Test Jarque-Bera

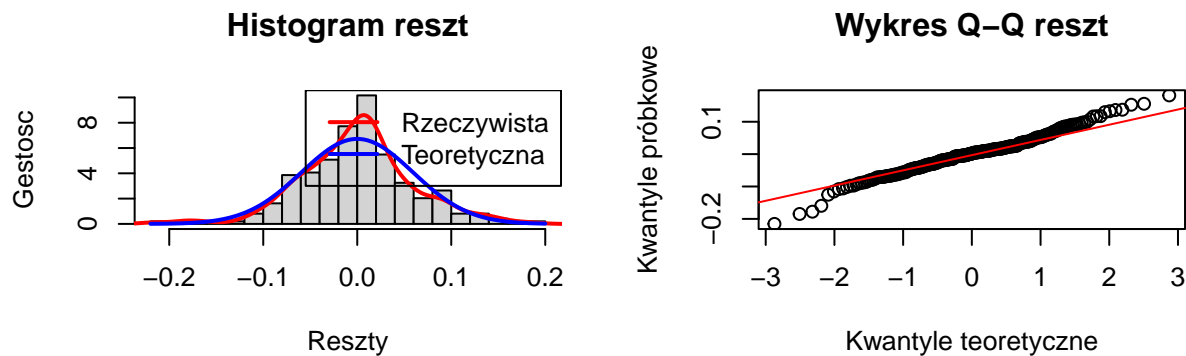
Statystyka JB = 12.1445

p-value = 0.0023

Statystyka JB = 12.1445 p-value = 0.0023

Wniosek: Odrzucamy H0 - reszty nie są normalne

### 7.1.3 Wykresy normalności



Dane zostały już zlogarytmowane. Próba usunięcia braku normalności została wykonana. Nie udało się wyeliminować tego problemu

## 7.2 Testowanie autokorelacji

Autokorelacja oznacza korelację między resztami w różnych okresach

H0: Brak autokorelacji reszt

H1: Występuje autokorelacja reszt

### 7.2.1 Test Durbina-Watsona

Statystyka DW = 1.8667

p-value = 0.29



---

Statystyka DW = 1.8667, p-value = 0.282

Wniosek: Nie ma podstaw do odrzucenia  $H_0$  - brak autokorelacji

### 7.2.2 Test Ljunga-Boxa

#### 2. TEST LJUNGA-BOXA:

Statystyka LB = 16.9273

p-value = 0.076

Statystyka LB = 16.9273, p-value = 0.076

Wniosek: Nie ma podstaw do odrzucenia  $H_0$  - brak autokorelacji

### 7.2.3 Test Breuscha-Godfrey

Statystyka LM = 0.8697

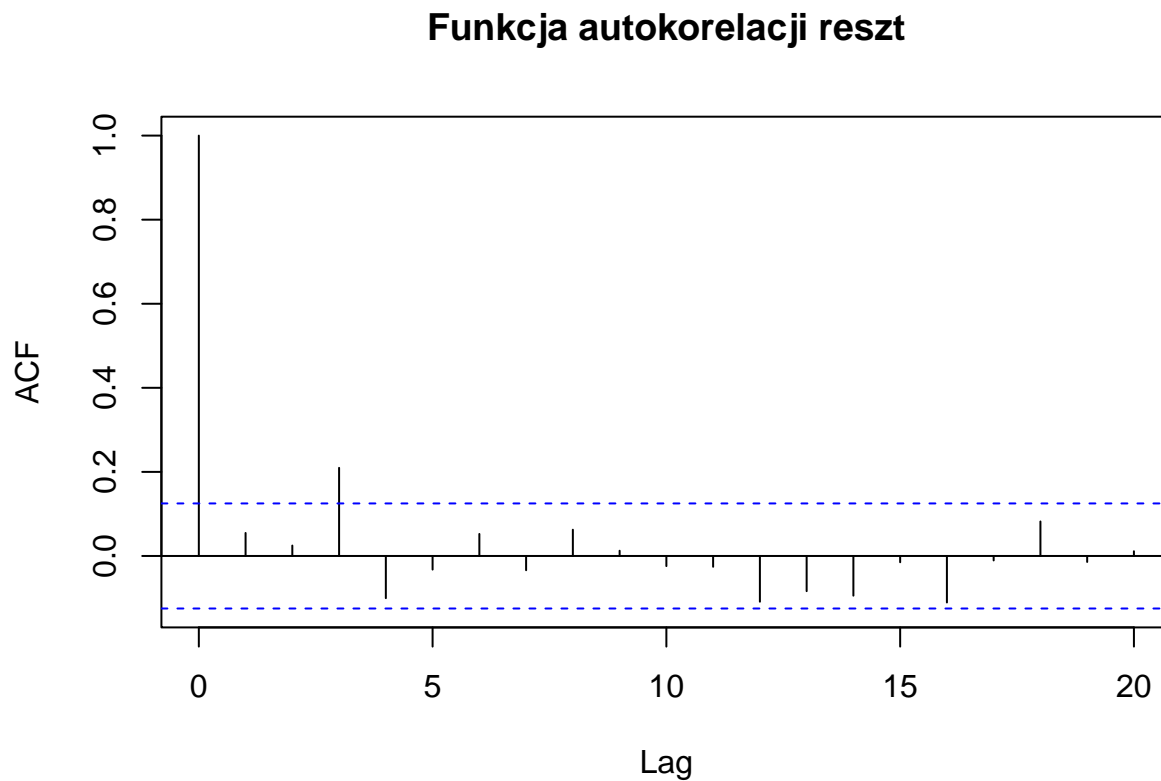
p-value = 0.6474

Statystyka LM = 0.8697, p-value = 0.6474

Wniosek: Nie ma podstaw do odrzucenia  $H_0$  - brak autokorelacji

---

### 7.2.4 Wykres autokorelacji



Wnioski: Udało się osiągnąć brak autokorelacji.

## 7.3 Badanie heteroskedastyczności

Heteroskedastyczność oznacza niestabilną wariancję składnika losowego.

H0: Homoskedastyczność (stała wariancja)

H1: Heteroskedastyczność (niestała wariancja)

### 7.3.1 Test Breusch-Pagana

Statystyka BP = 3.0732

p-value = 0.2151

Statystyka BP = 3.0732, p-value = 0.2151

---

Wniosek: Nie ma podstaw do odrzucenia  $H_0$  - homoskedastyczność

### 7.3.2 Test Goldfelda-Quandta

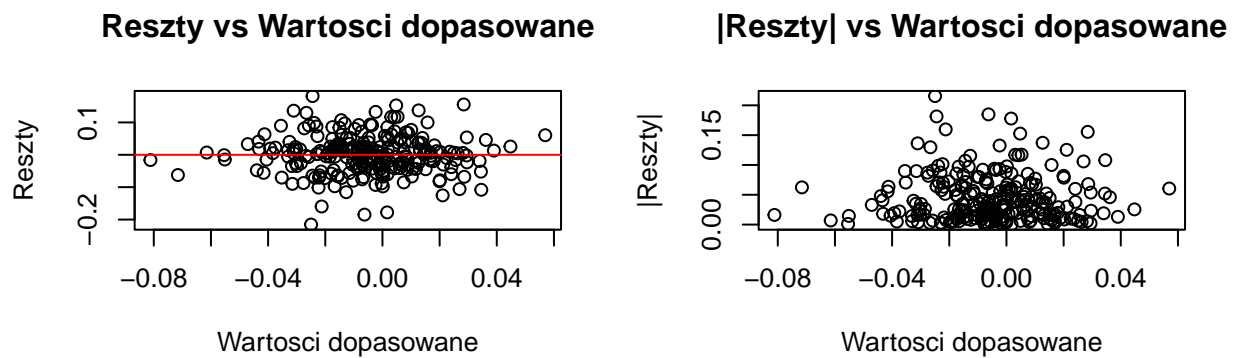
Statystyka GQ = 0.9087

p-value = 0.6996

Statystyka GQ = 0.9087, p-value = 0.6996

Wniosek: Nie ma podstaw do odrzucenia  $H_0$  - homoskedastyczność

### 7.3.3 Wykresy heteroskedastyczności



Wnioski: Składnik losowy ma w tym modelu stałą wariancję.

---

## 7.4 Testowanie współliniowości

### 7.4.1 Test VIF

Współliniowość oznacza wysoką korelację między zmiennymi objaśniającymi.

$VIF > 10$ : poważna współliniowość

$VIF > 5$ : umiarkowana współliniowość

$VIF < 5$ : brak problemów ze współliniowością

Maksymalny VIF wynosi: 1.04363

Wnioski: Maksymalny  $VIF < 5$  więc brak problemów ze współliniowością

## 7.5 Testowanie stabilności parametrów

### 7.5.1 Test Chowa

Test Chowa sprawdza czy parametry modelu są stabilne w czasie.

$H_0$ : Parametry są stabilne

$H_1$ : Parametry nie są stabilne (występuje przełom strukturalny)

Punkt przełomu jest w środku próby

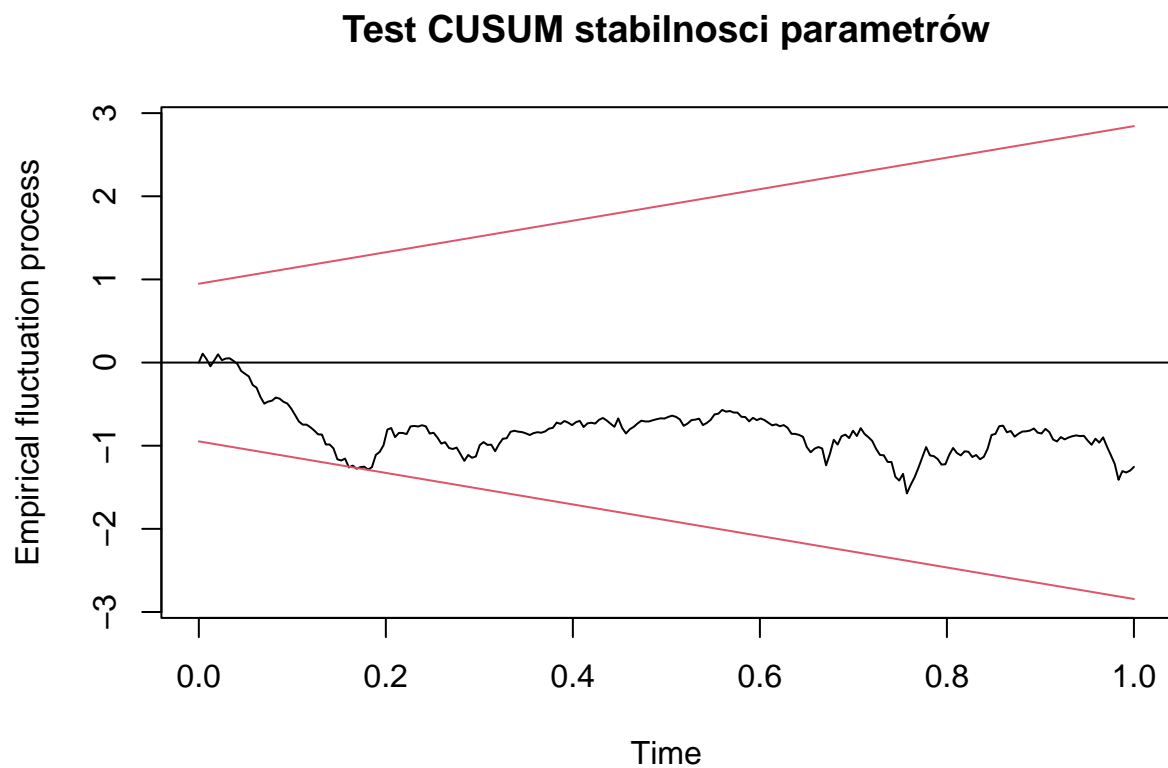
Statystyka  $F = 0.9569$

p-value = 0.4138

Statystyka  $F = 0.9569$ , p-value = 0.4138

Wnioski: Nie ma podstaw do odrzucenia  $H_0$  - parametry są stabilne

### 7.5.2 Test CUSUM



## 7.6 Testowanie stabilności postaci analitycznej

### 7.6.1 Test RESET Ramseya

Test RESET sprawdza czy postać funkcyjna modelu jest poprawna.

H0: Model ma poprawną postać funkcyjną

H1: Model ma niepoprawną postać funkcyjną

Statystyka  $F = 0.4448$

p-value = 0.6415

Statystyka  $F = 0.4448$ , p-value = 0.6415

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

---

### 7.6.2 Test liczby serii

Test sprawdza czy reszty są losowo rozłożone.

H0: Reszty są losowo rozłożone

H1: Reszty wykazują systematyczne wzorce

Statystyka = -0.3671

p-value = 0.7135

Statystyka = -0.3671, p-value = 0.7135

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

## 7.7 Badanie efektu katalizy

### 7.7.1 Test F

Efekt katalizy - jedna zmienna wpływa na siłę oddziaływania innej.

Statystyka F = 2.6483

p-value = 0.105

Statystyka F = 2.6483, p-value = 0.105

Wnioski: Brak istotnego efektu katalizy

## 7.8 Badanie koincydencji

### 7.8.1 Porównanie R<sup>2</sup>

Koincydencja - zmienna objaśniająca ma wpływ jedynie w określonych okresach.

Współczynniki determinacji:

---

Okres 1 (obs. 1- 82 ):  $R^2 = 0.1072$

Okres 2 (obs. 83 - 164 ):  $R^2 = 0.2593$

Okres 3 (obs. 165 - 246 ):  $R^2 = 0.0955$

#### PORÓWNANIE PARAMETRÓW W PODOKRESACH:

Parametr (Intercept) :

Okres 1: -0.0047

Okres 2: -0.0047

Okres 3: -0.0066

Parametr D\_WIG20 :

Okres 1: -0.238

Okres 2: -0.3347

Okres 3: -0.1674

Parametr D\_OIL :

Okres 1: 0.0829

Okres 2: 0.1423

Okres 3: 0.2728

---

## 8 Podsumowanie wyników

		Test	Statystyka	p_value	Wynik
1	Normalność (Jarque-Bera)	12.145	0.002	NIESPEŁNIONE	
2	Autokorelacja (Ljung-Box)	16.927	0.076	SPEŁNIONE	
3	Heteroskedastyczność (Breusch-Pagan)	3.073	0.215	SPEŁNIONE	
4	Współliniowość (max VIF)	1.044	N/A	SPEŁNIONE	
5	Stabilność (Chow)	0.957	0.414	SPEŁNIONE	
6	Postać modelu (RESET)	0.445	0.641	SPEŁNIONE	

Spełnione założenia: 5 / 6

Niespełnione założenia: 1 / 6

## 9 Ocena istotności zmiennych

### 9.1 Test t-Studenta dla poszczególnych parametrów

Test t-Studenta jest wykorzystywany do oceny **istotności statystycznej** poszczególnych współczynników regresji.

Dla każdego parametru testuje się hipotezę zerową  $H_0$ , że dany współczynnik jest równy zero co oznacza, że zmienna objaśniająca nie ma liniowego wpływu na zmienną zależną wobec hipotezy alternatywnej  $H_1$ , że współczynnik jest różny od zera.

Parametr: **Wyraz wolny**

Wartość t: -1.5419

Wartość p: 0.1244

Wniosek: Współczynnik jest statystycznie nieistotny na poziomie 5%. Brak wystarczających dowodów, aby odrzucić hipotezę zerową, co oznacza, że wyraz wolny prawdopodobnie nie ma istotnego liniowego wpływu na D\_CLOSE.

Parametr: **D\_WIG20**

Wartość t: -4.503



---

Wartość p: 1.04e-05 \*\*\*

Wniosek: Współczynnik jest **statystycznie istotny** na poziomie 5%. Odrzucamy hipotezę zerową, co oznacza, że zmienna D\_WIG20 ma istotny wpływ na zmienną D\_CLOSE.

Parametr: **D\_OIL**

Wartość t: 3.7843

Wartość p: 0.0001942 \*\*\*

Wniosek: Współczynnik jest **statystycznie istotny** na poziomie 5%. Odrzucamy hipotezę zerową, co oznacza, że zmienna D\_OIL ma istotny wpływ na zmienną D\_CLOSE.

## 9.2 Test Walda (test łącznej istotności)

H0:  $\beta_1 = \beta_2 = \beta_3 = 0$  (wszystkie parametry strukturalne równe zero) H1: co najmniej jeden  $\beta_i \neq 0$

## Statystyka F: 14.4175

## Stopnie swobody: 2 i 243

## p-value: < 0.001

Statystyka F: 14.4175, df: 2 i 243, p-value: < 0.001

Wnioski: Odrzucamy H0 - model jako całość jest istotny statystycznie

$D\_CLOSE = -0.005865 - 0.263429 \times D\_WIG20 + 0.155374 \times D\_OIL +$

## 10 Interpretacja parametrów

### 10.1 Wyraz wolny

Wartość: -0.005865

Istotność statystyczna: NIEISTOTNY ( $p = 0.1244$ )

Interpretacja: Wyraz wolny - średnia wartość D\_CLOSE, gdy wszystkie zmienne objaśniające przyjmują

---

wartość zero.

Kierunek wpływu: UJEMNY

Siła oddziaływania: UMIARKOWANA

## 10.2 D\_WIG20

Wartość: -0.263429 Istotność statystyczna: ISTOTNY ( $p = 0$ )

Interpretacja: Wzrost zmiennej 'D\_WIG20' o 1 jednostkę powoduje spadek pierwszej różnicy zmiennej 'CLOSE' o 0.263429 jednostek, ceteris paribus.

Kierunek wpływu: UJEMNY

Siła oddziaływania: SILNA

## 10.3 D\_OIL

Wartość: 0.155374

Istotność statystyczna: ISTOTNY ( $p = 2e-04$ )

Interpretacja: Wzrost zmiennej 'D\_OIL' o 1 jednostkę powoduje wzrost pierwszej różnicy zmiennej 'CLOSE' o 0.155374 jednostek, ceteris paribus.

Kierunek wpływu: DODATNI

Siła oddziaływania: SILNA

## 11 Testowanie modelu na zbiorze testowym

=== WYNIKI EX POST (zbiór testowy) ===

MAE = 0.082049

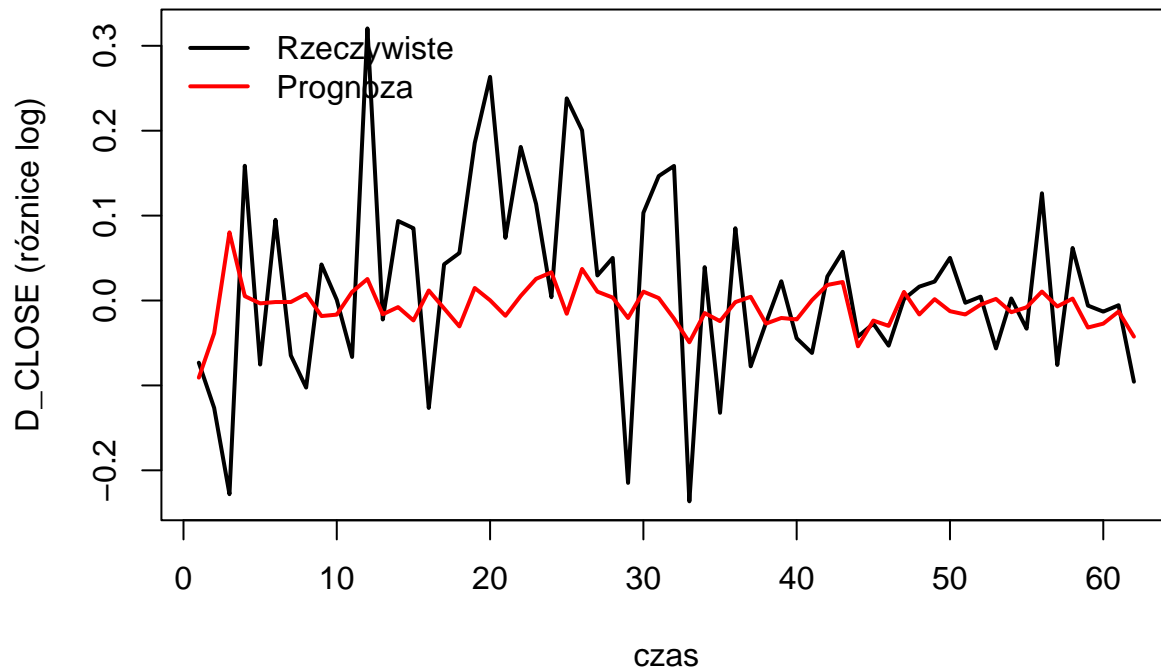
RMSE = 0.110175

MAPE = 167.3 %

---

sMAPE = 153.12 %

### Rzeczywiste vs prognoza (zbiór testowy)



Wskaźniki  $MAE = 0,082$  i  $RMSE = 0,110$  świadczą o stosunkowo niskim bezwzględnym błędzie prognoz. Natomiast  $MAPE = 167,3\%$  oraz  $sMAPE = 153,12\%$  są zawyżone z uwagi na dzielenie przez bardzo małe wartości zmiennej  $D\_CLOSE$  (różnice logarytmiczne rentowności). W takich przypadkach bardziej reprezentatywne są miary bezwzględne.