

Sprawozdanie

Jakub Kaźmierczyk

2025-06-01

Spis treści

| | | |
|----------|--|-----------|
| 1 | Wprowadzenie | 2 |
| 1.1 | Opis projektu | 2 |
| 1.2 | Zmienna objaśniana | 2 |
| 1.3 | Zmienne objaśniające | 2 |
| 1.4 | Źródła | 2 |
| 2 | Wczytywanie danych | 3 |
| 3 | Podstawowe statystyki | 4 |
| 3.1 | Zmienna objaśniana | 4 |
| 3.2 | Zmienne objaśniające | 4 |
| 3.3 | Macierz korelacji | 6 |
| 4 | Identyfikacja niestacjonarnych zmiennych objaśniających | 8 |
| 4.1 | Sprawdzenie niestacjonarności zmiennych | 8 |
| 4.2 | Usunięcie niestacjonarności | 8 |
| 4.3 | Ponowne sprawdzenie niestacjonarności zmiennych | 12 |
| 4.4 | Usunięcie zmiennych o zerowej wariancji | 13 |
| 4.5 | Po usunięciu | 13 |
| 5 | Metoda doboru zmiennych | 14 |
| 5.1 | Metoda Hellwiga | 14 |
| 6 | Tworzenie modelu ekonometrycznego | 15 |
| 7 | Niby TEST | 16 |

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 Zmienna objaśniana

CLOSE - rentowność 10-letnich polskich obligacji skarbowych

1.3 Zmienne objaśniające

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

1.4 Źródła

www.stooq.com

2 Wczytywanie danych

```
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]

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

3 Podstawowe statystyki

3.1 Zmienna objaśniana

```
##      CLOSE
##  Min.    :1.149
## 1st Qu.:3.129
##  Median :5.112
##   Mean  :4.467
## 3rd Qu.:5.778
##   Max.   :8.337
```

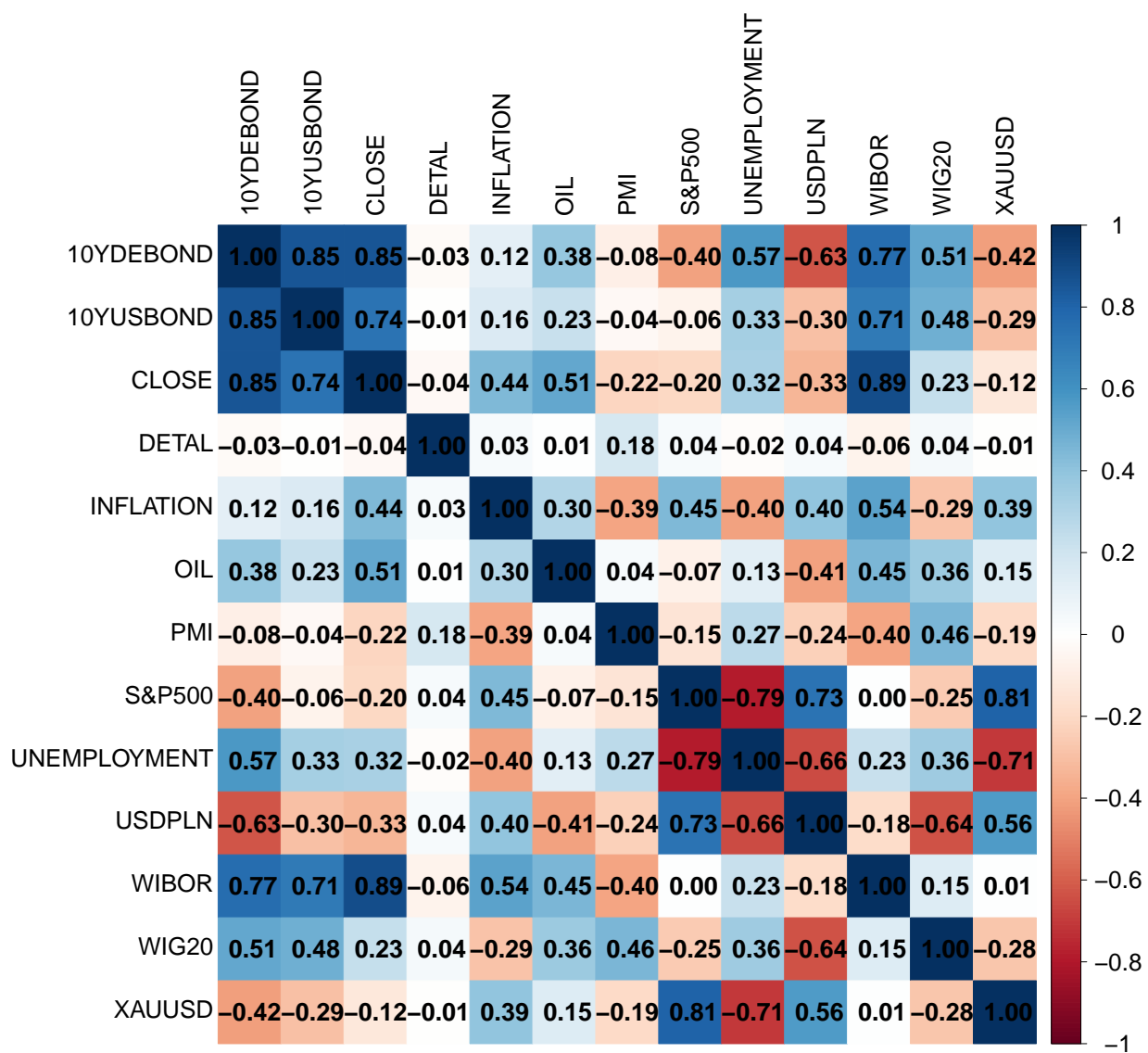
Wartości zmiennej objaśnianej wachają się pomiędzy 1,149 a 8,337. Mediana wynosi 5,112 a średnia 4,467.

3.2 Zmienne objaśniające

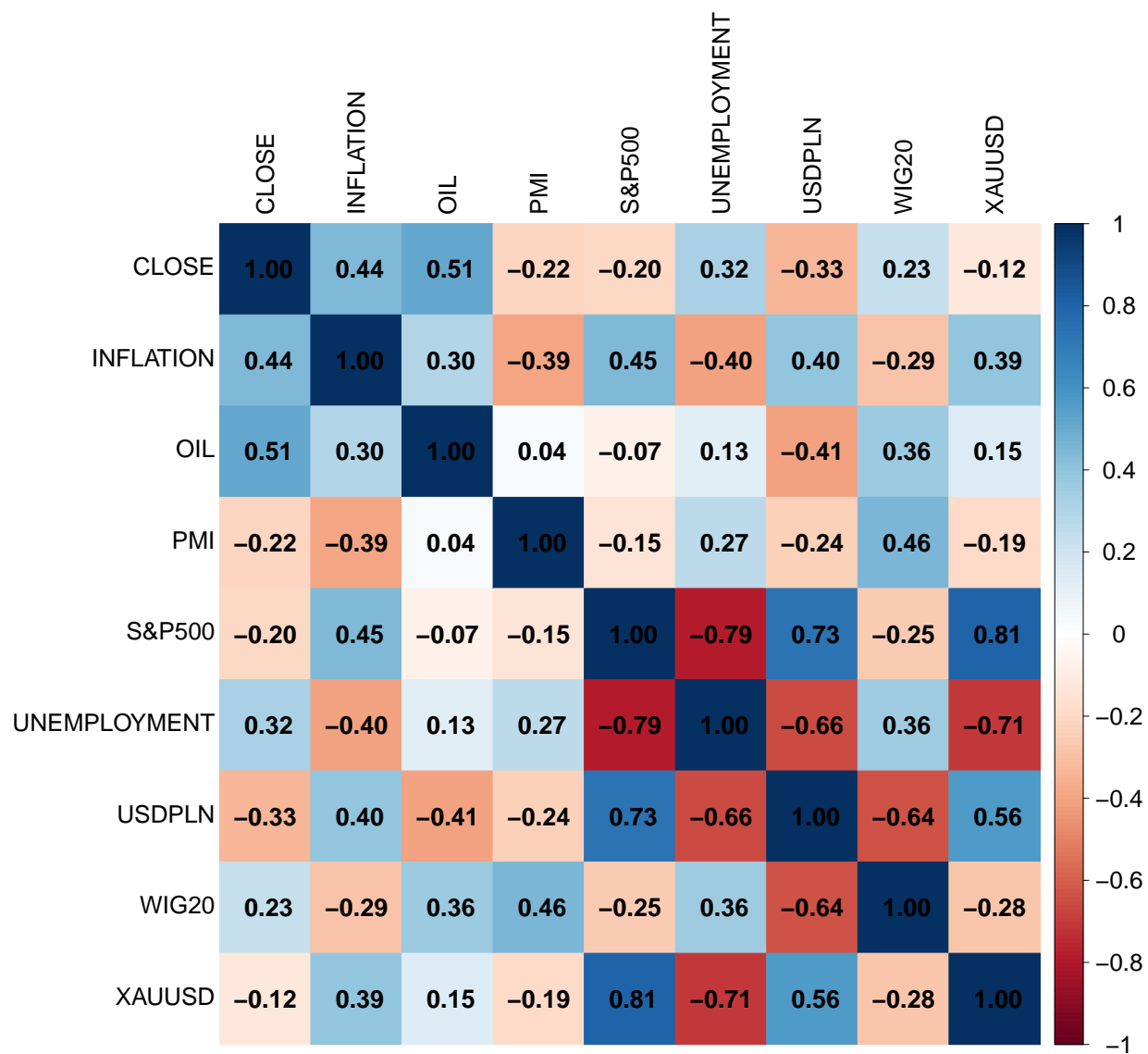
```
##      INFLATION      10YUSBOND      XAUUSD      USDPLN
##  Min.    :-0.016    Min.    :0.533    Min.    : 415.6    Min.    :2.060
## 1st Qu.: 0.013    1st Qu.:2.014    1st Qu.:1056.3    1st Qu.:3.084
##  Median : 0.026    Median :2.773    Median :1295.7    Median :3.509
##   Mean  : 0.034    Mean    :2.925    Mean    :1353.6    Mean    :3.481
## 3rd Qu.: 0.043    3rd Qu.:3.950    3rd Qu.:1712.0    3rd Qu.:3.912
##   Max.   : 0.184    Max.    :5.130    Max.    :3288.4    Max.    :4.957
##
##      WIBOR      10YDEBOND      WIG20      S&P500
##  Min.    :0.180    Min.    :-0.7010    Min.    :1372    Min.    : 735.1
## 1st Qu.:1.660    1st Qu.: 0.3543    1st Qu.:2035    1st Qu.:1310.5
##  Median :3.650    Median : 1.7905    Median :2306    Median :1983.6
##   Mean  :3.575    Mean    : 1.7832    Mean    :2323    Mean    :2396.9
## 3rd Qu.:4.968    3rd Qu.: 3.1618    3rd Qu.:2487    3rd Qu.:3058.3
##   Max.   :7.150    Max.    : 4.6210    Max.    :3878    Max.    :6040.5
##
##      UNEMPLOYMENT      PMI      DETAL      OIL
```

```
## Min.      :0.0480   Min.      :31.90   Min.      : -11.3000   Min.      : 18.84
## 1st Qu.:0.0580   1st Qu.:48.20   1st Qu.: -0.4500   1st Qu.: 54.16
## Median :0.1015   Median :51.15   Median :  0.5000   Median : 70.11
## Mean    :0.0990   Mean    :50.43   Mean    :  0.5372   Mean    : 71.68
## 3rd Qu.:0.1265   3rd Qu.:53.30   3rd Qu.:  1.4000   3rd Qu.: 88.08
## Max.    :0.1940   Max.    :59.40   Max.    :  9.7000   Max.    :140.00
##                                     NA's      :1
```

3.3 Macierz korelacji



Z 11 zmiennych objaśniających wybrałem 8, których wartość bezwzględna korelacji nie przekracza 0.7.

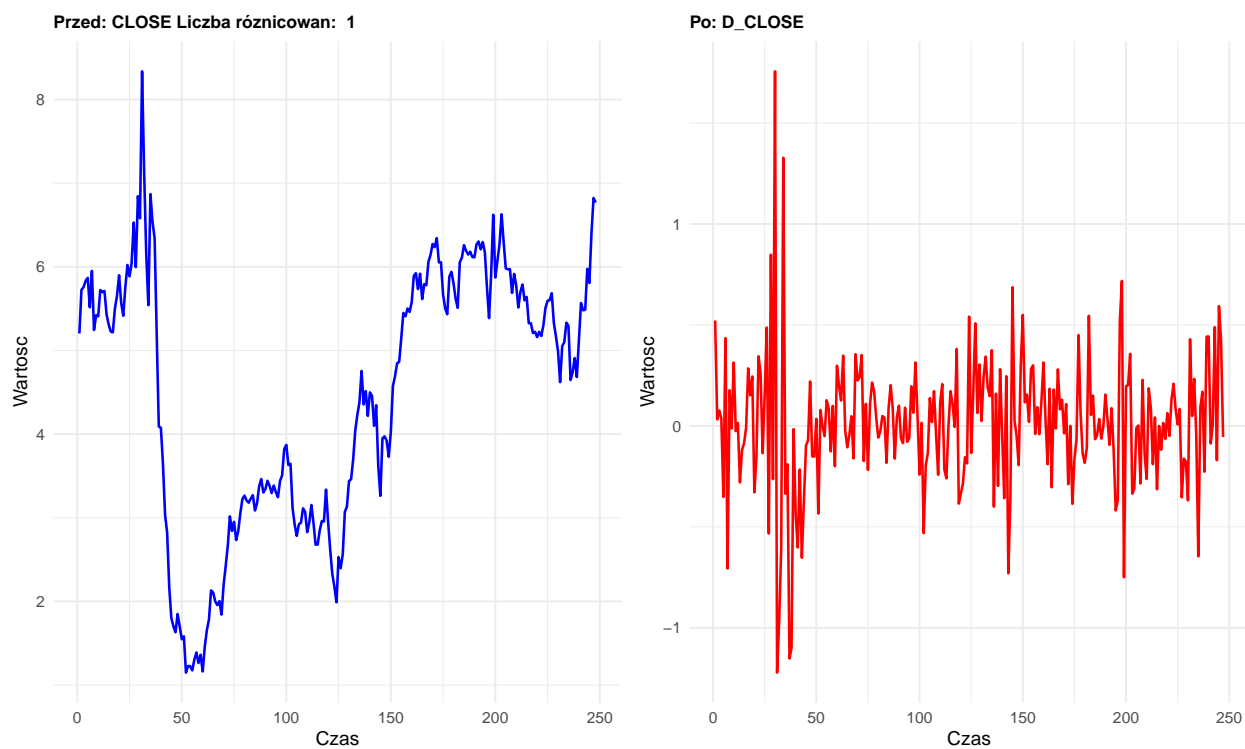


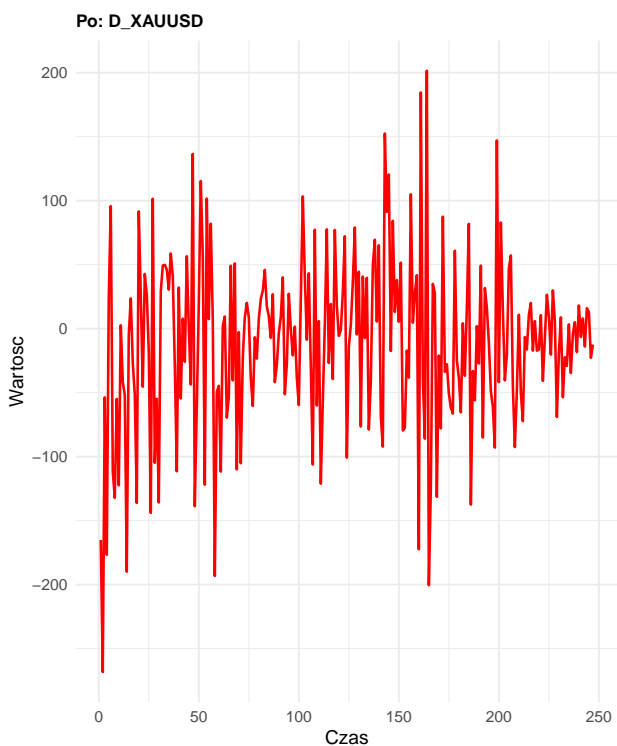
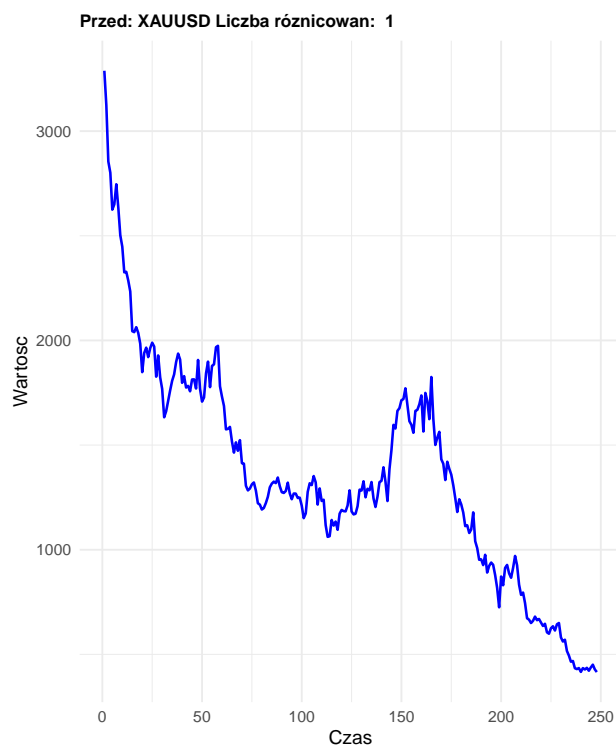
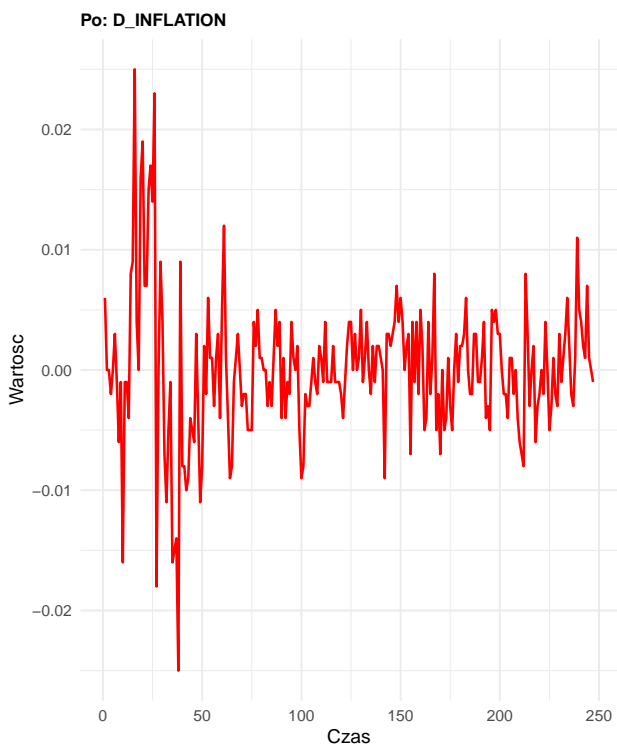
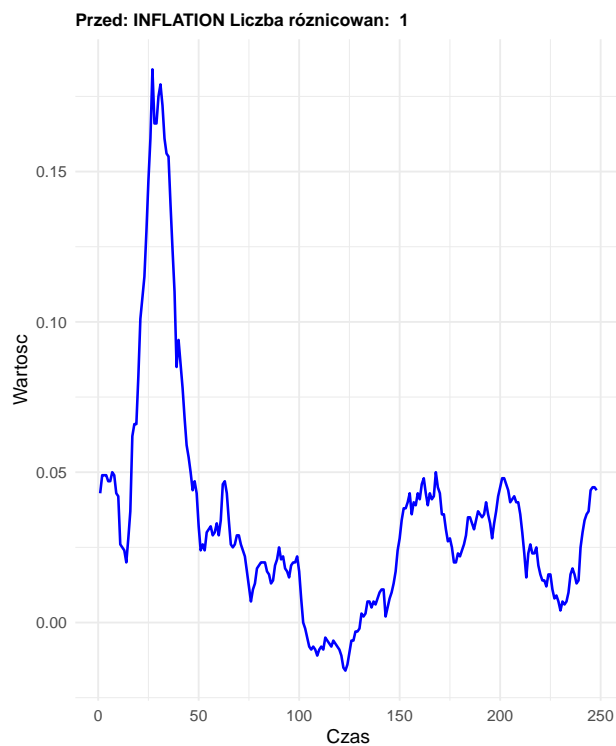
4 Identyfikacja niestacjonarnych zmiennych objaśniających

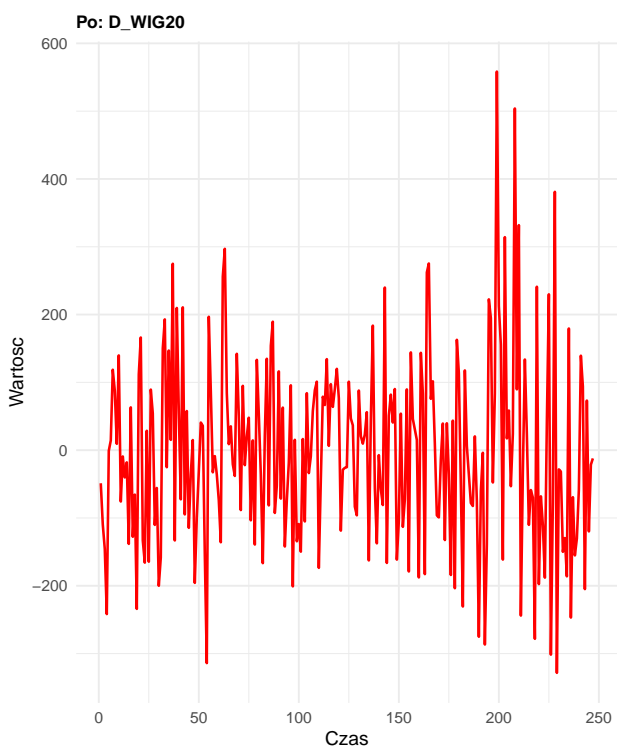
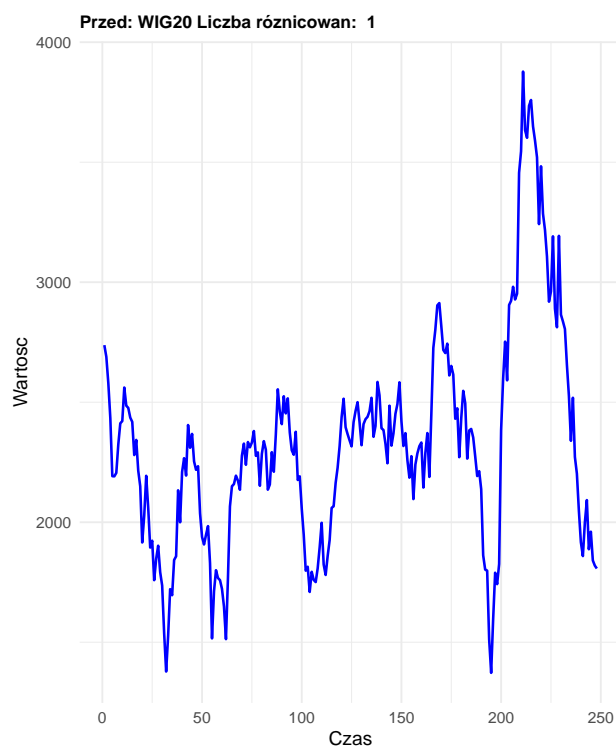
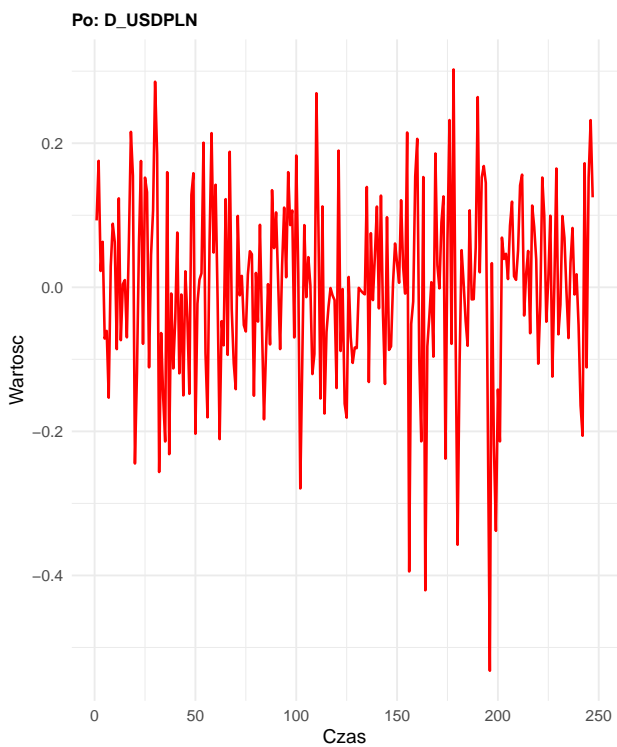
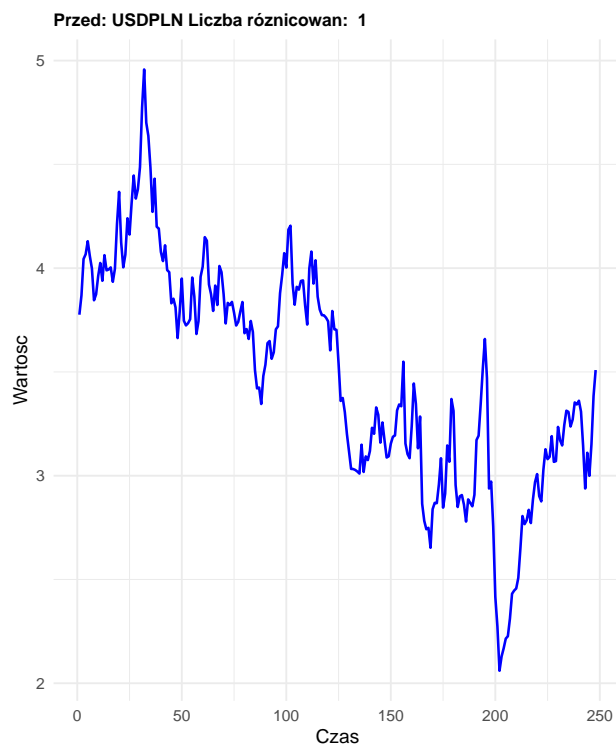
4.1 Sprawdzenie niestacjonarności zmiennych

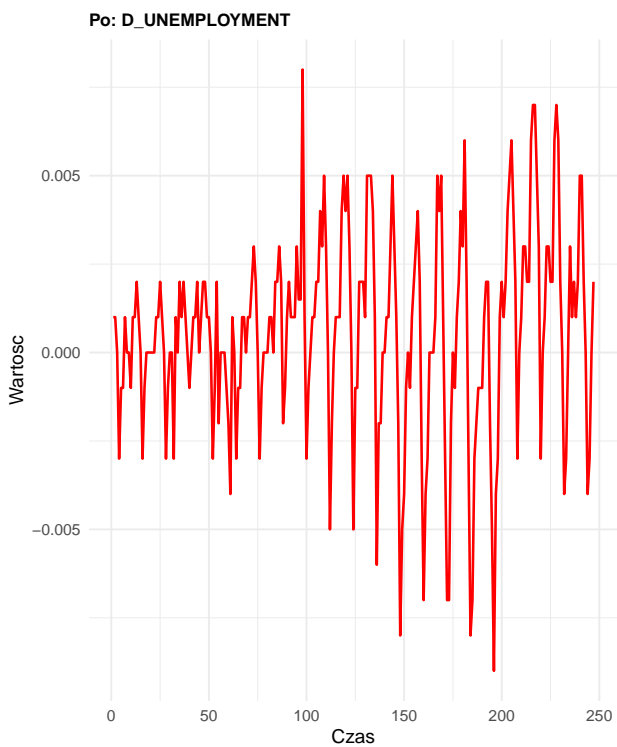
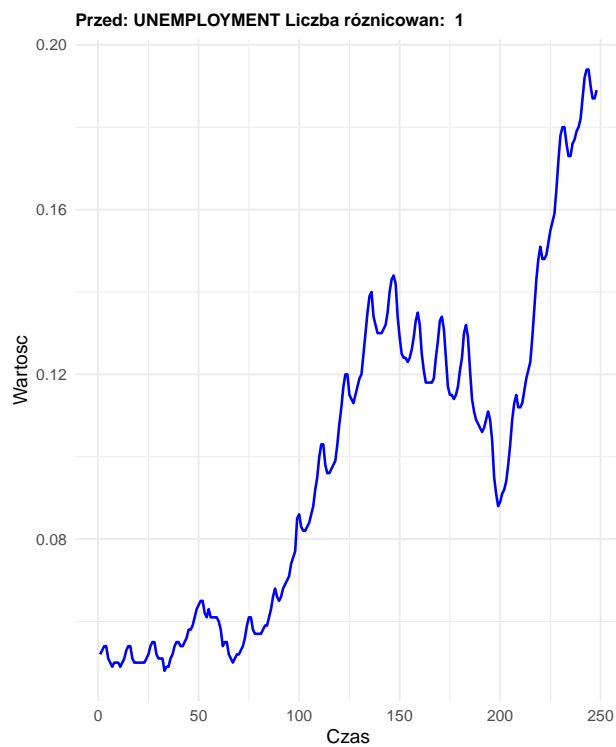
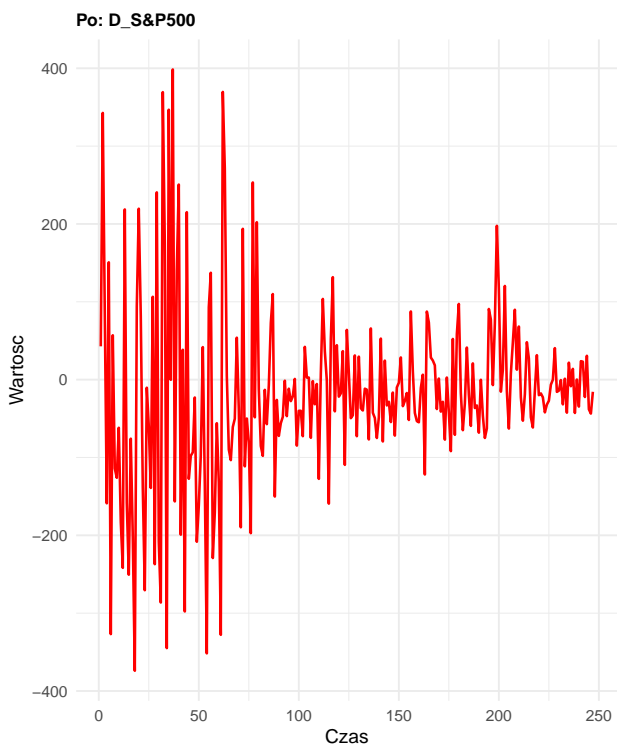
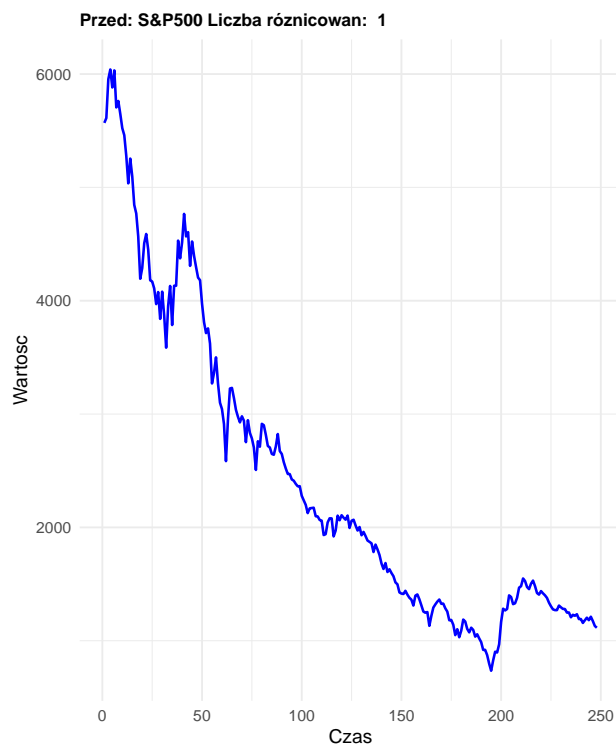
| Zmienna | Stacjonarnosc |
|--------------|----------------|
| CLOSE | Niestacjonarna |
| INFLATION | Niestacjonarna |
| XAUUSD | Niestacjonarna |
| USDPLN | Niestacjonarna |
| WIG20 | Niestacjonarna |
| S&P500 | Niestacjonarna |
| UNEMPLOYMENT | Niestacjonarna |
| PMI | Stacjonarna |
| OIL | Niestacjonarna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

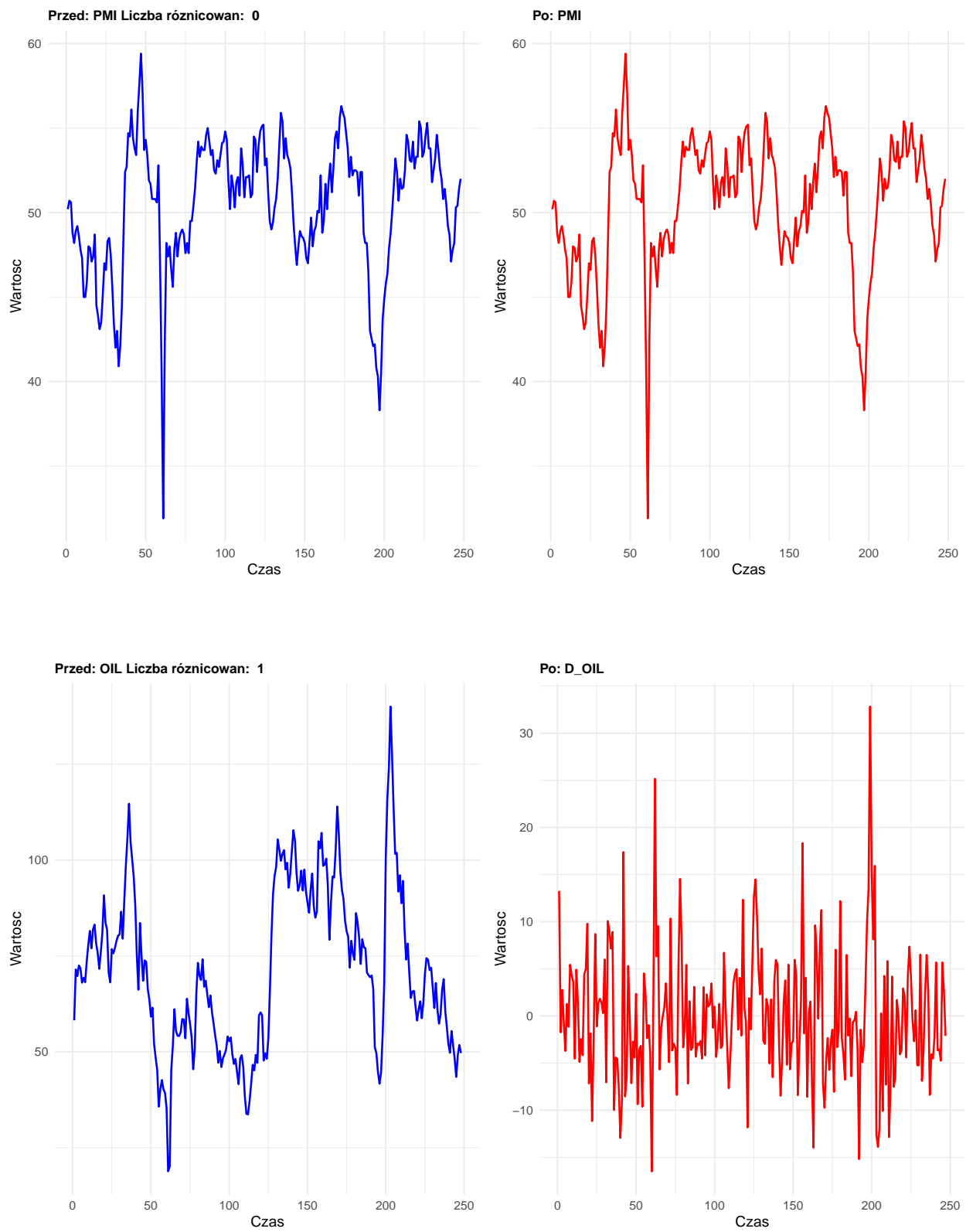
4.2 Usunięcie niestacjonarności











4.3 Ponowne sprawdzenie niestacjonarności zmiennych

| Zmienna | Stacjonarnosc |
|----------------|---------------|
| D_CLOSE | Stacjonarna |
| D_INFLATION | Stacjonarna |
| D_XAUUSD | Stacjonarna |
| D_USDPLN | Stacjonarna |
| D_WIG20 | Stacjonarna |
| D_S.P500 | Stacjonarna |
| D_UNEMPLOYMENT | Stacjonarna |
| PMI | Stacjonarna |
| D_OIL | Stacjonarna |

4.4 Usunięcie zmiennych o zerowej wariancji

D_CLOSE - Współczynnik zmienności: 5229.174 %, Wariancja: 0.1099147
D_INFLATION - Współczynnik zmienności: 143705.6 %, Wariancja: 3.384958e-05
D_XAUUSD - Współczynnik zmienności: -581.7211 %, Wariancja: 4577.532
D_USDPLN - Współczynnik zmienności: -11956.17 %, Wariancja: 0.01666743
D_WIG20 - Współczynnik zmienności: -3688.86 %, Wariancja: 19320.54
D_S.P500 - Współczynnik zmienności: -653.8075 %, Wariancja: 13902.73
D_UNEMPLOYMENT - Współczynnik zmienności: 512.851 %, Wariancja: 8.091513e-06
PMI - Współczynnik zmienności: 7.771052 %, Wariancja: 15.355
D_OIL - Współczynnik zmienności: -19693.51 %, Wariancja: 46.47127

4.5 Po usunięciu

D_CLOSE - Współczynnik zmienności: 5229.174 %, Wariancja: 0.1099147
D_XAUUSD - Współczynnik zmienności: -581.7211 %, Wariancja: 4577.532
D_WIG20 - Współczynnik zmienności: -3688.86 %, Wariancja: 19320.54
D_S.P500 - Współczynnik zmienności: -653.8075 %, Wariancja: 13902.73
PMI - Współczynnik zmienności: 7.771052 %, Wariancja: 15.355
D_OIL - Współczynnik zmienności: -19693.51 %, Wariancja: 46.47127

5 Metoda doboru zmiennych

5.1 Metoda Hellwiga

Zmienne składowe w najlepszej kombinacji:

D_XAUUSD

D_WIG20

D_S.P500

PMI

D_OIL

Pojemność Hellwiga dla tej kombinacji: 0.1257

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 |
|--|----------|----------|----------|---------|---------|
| | -1.37874 | -0.17071 | -0.00854 | 0.16940 | 1.28030 |

Coefficients:

| | Estimate | Std. Error | t value | Pr(> t) |
|-------------|------------|------------|---------|--------------|
| (Intercept) | 0.3097569 | 0.2497818 | 1.240 | 0.216141 |
| D_XAUUSD | -0.0010096 | 0.0002875 | -3.512 | 0.000532 *** |
| D_WIG20 | -0.0004398 | 0.0001619 | -2.717 | 0.007066 ** |
| D_S.P500 | -0.0006443 | 0.0001850 | -3.483 | 0.000588 *** |
| PMI | -0.0065032 | 0.0049332 | -1.318 | 0.188670 |
| D_OIL | 0.0148748 | 0.0030048 | 4.950 | 1.39e-06 *** |
| --- | | | | |

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

Residual standard error: 0.2974 on 241 degrees of freedom

Multiple R-squared: 0.2115, Adjusted R-squared: 0.1951

F-statistic: 12.93 on 5 and 241 DF, p-value: 3.778e-11

H0 takie ze ... p wynoszace xyz oznacza...

7 Niby TEST

```
##
## =====
##      BADANIE 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:  = 0.05

## 1. TEST SHAPIRO-WILKA:
##      Statystyka W = 0.9473
##      p-value = 0
##      Wniosek: Odrzucamy H0 - reszty nie są normalne

## 2. TEST JARQUE-BERA:

##      Statystyka JB = 163.4222

##      p-value = 0

##      Wniosek: Odrzucamy H0 - reszty nie są normalne

## 3. TEST ANDERSON-DARLING:

##      Statystyka A = 2.0345

##      p-value = 0

##      Wniosek: Odrzucamy H0 - reszty nie są normalne
```

##

=====

TESTOWANIE AUTOKORELACJI

=====

TEORIA: Autokorelacja oznacza korelację między resztami w różnych okresach.

H0: Brak autokorelacji reszt

H1: Występuje autokorelacja reszt

1. TEST DURBINA-WATSONA:

Statystyka DW = 2.1199

p-value = 0.36

Wniosek: Nie ma podstaw do odrzucenia H0 - brak autokorelacji

2. TEST LJUNGA-BOXA:

Statystyka LB = 13.9658

p-value = 0.1746

Wniosek: Nie ma podstaw do odrzucenia H0 - brak autokorelacji

3. TEST BREUSCHA-GODFREYA:

Statystyka LM = 0.9834

p-value = 0.6116

Wniosek: Nie ma podstaw do odrzucenia H0 - brak autokorelacji

##

=====

BADANIE HETEROSKEDASTYCZNOŚCI

=====

TEORIA: Heteroskedastyczność oznacza niestabilną wariancję składnika losowego.

H0: Homoskedastyczność (stała wariancja)

H1: Heteroskedastyczność (niestabilna wariancja)

1. TEST BREUSCHA-PAGANA:

Statystyka BP = 17.5839

p-value = 0.0035

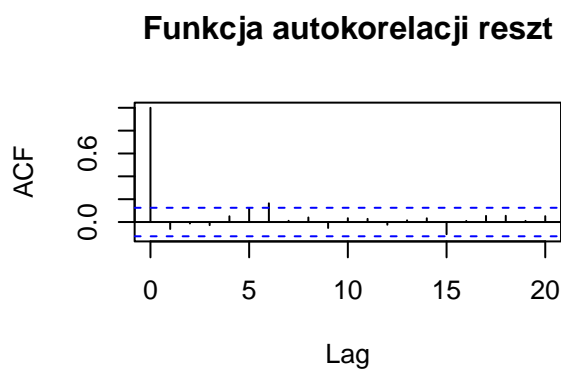
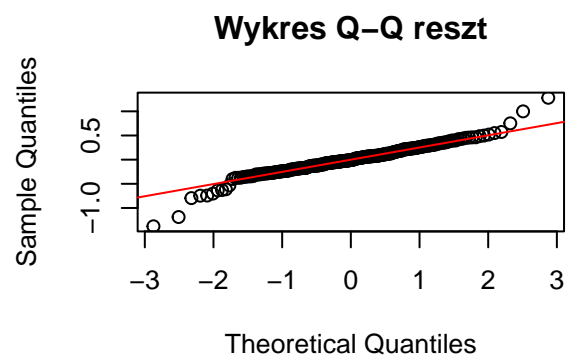
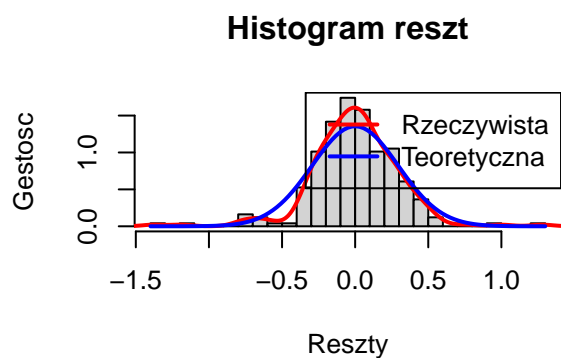
Wniosek: Odrzucamy H0 - heteroskedastyczność

3. TEST GOLDFELDA-QUANDTA:

Statystyka GQ = 1.4388

p-value = 0.0249

Wniosek: Odrzucamy H0 - heteroskedastyczność



##

=====

TESTOWANIE WSPÓŁLINIOWOŚCI (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_XAUUSD : 1.052 - OK

D_WIG20 : 1.408 - OK

```

##      D_S.P500 : 1.323 - OK
##      PMI : 1.039 - OK
##      D_OIL : 1.167 - OK
##
## WNIOSK: Brak problemów ze współliniowością

##
## =====
##      TESTOWANIE STABILNOŚCI PARAMETRÓW (TEST CHOWA)
## =====

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

## H0: Parametry są stabilne (brak przełomu strukturalnego)

## H1: Parametry nie są stabilne (występuje przełom strukturalny)

## TEST CHOWA (punkt przełomu w obserwacji 123 ):

##      Statystyka F = 2.4236

##      p-value = 0.0272

##      Wniosek: Odrzucamy H0 - brak stabilności parametrów

##
## =====
##      TESTOWANIE STABILNOŚCI POSTACI ANALITYCZNEJ
## =====

## 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 $F = 6.1583$

$p\text{-value} = 0.0025$

Wniosek: Odrzucamy H_0 - niepoprawna postać modelu

2. TEST LICZBY SERII:

TEORIA: Test sprawdza czy reszty są losowo rozłożone.

H_0 : Reszty są losowo rozłożone

H_1 : Reszty wykazują systematyczne wzorce

Statystyka = 0.4593

$p\text{-value} = 0.646$

Wniosek: Nie ma podstaw do odrzucenia H_0 - reszty są losowe

##

=====

BADANIE EFEKTU KATALIZY

=====

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

Sprawdzamy czy interakcje między zmiennymi są istotne.

```
## TEST F DLA INTERAKCJI:
##   Statystyka F = 2.8334
##   p-value = 0
##   Wniosek: Występuje istotny efekt katalizy
##
## WSPÓŁCZYNNIKI INTERAKCJI:
##   D_XAUUSD:D_WIG20 : p-value = 0.5158
##   D_XAUUSD:D_S.P500 : p-value = 0.4984
##   D_WIG20:D_S.P500 : p-value = 0.4752
##   D_XAUUSD:PMI : p-value = 0.9952
##   D_WIG20:PMI : p-value = 0.5371
##   D_S.P500:PMI : p-value = 0.5665
##   D_XAUUSD:D_OIL : p-value = 0.9484
##   D_WIG20:D_OIL : p-value = 0.5759
##   D_S.P500:D_OIL : p-value = 0.0568 *
##   PMI:D_OIL : p-value = 0.7541
##   D_XAUUSD:D_WIG20:D_S.P500 : p-value = 0.574
##   D_XAUUSD:D_WIG20:PMI : p-value = 0.5078
##   D_XAUUSD:D_S.P500:PMI : p-value = 0.524
##   D_WIG20:D_S.P500:PMI : p-value = 0.5334
##   D_XAUUSD:D_WIG20:D_OIL : p-value = 0.4547
##   D_XAUUSD:D_S.P500:D_OIL : p-value = 0.003 ***
##   D_WIG20:D_S.P500:D_OIL : p-value = 0.3047
##   D_XAUUSD:PMI:D_OIL : p-value = 0.974
##   D_WIG20:PMI:D_OIL : p-value = 0.6185
##   D_S.P500:PMI:D_OIL : p-value = 0.0842 *
##   D_XAUUSD:D_WIG20:D_S.P500:PMI : p-value = 0.6817
##   D_XAUUSD:D_WIG20:D_S.P500:D_OIL : p-value = 0.9911
##   D_XAUUSD:D_WIG20:PMI:D_OIL : p-value = 0.5099
##   D_XAUUSD:D_S.P500:PMI:D_OIL : p-value = 0.0038 ***
##   D_WIG20:D_S.P500:PMI:D_OIL : p-value = 0.4677
##   D_XAUUSD:D_WIG20:D_S.P500:PMI:D_OIL : p-value = 0.8872
```

```

##
## =====
##      BADANIE KOINCYDENCJI
## =====

## TEORIA: Koincydencja - zmienna objaśniająca ma wpływ jedynie w określonych okresach.

## Sprawdzamy stabilność parametrów w różnych podokresach.

## ANALIZA STABILNOŚCI PARAMETRÓW W PODOKRESACH:

## Współczynniki determinacji:

##   Okres 1 (obs. 1- 82 ):  $R^2 = 0.2709$ 

##   Okres 2 (obs. 83 - 164 ):  $R^2 = 0.1835$ 

##   Okres 3 (obs. 165 - 247 ):  $R^2 = 0.2833$ 

## PORÓWNIANIE PARAMETRÓW W PODOKRESACH:

## Parametr (Intercept) :
##   Okres 1: 0.4644
##   Okres 2: 1.0949
##   Okres 3: 0.4947
##   *** MOŻLIWA KOINCYDENCJA - duże różnice między okresami ***
##
## Parametr D_XAUUSD :
##   Okres 1: -0.0012
##   Okres 2: -0.0011
##   Okres 3: -0.0014
##
## Parametr D_WIG20 :
##   Okres 1: 0

```

```

##   Okres 2: -3e-04
##   Okres 3: -5e-04
##   *** MOŻLIWA KOINCYDENCJA - duże różnice między okresami ***
##
## Parametr D_S.P500 :
##   Okres 1: -8e-04
##   Okres 2: -9e-04
##   Okres 3: -0.0011
##
## Parametr PMI :
##   Okres 1: -0.0113
##   Okres 2: -0.0208
##   Okres 3: -0.0099
##   *** MOŻLIWA KOINCYDENCJA - duże różnice między okresami ***
##
## Parametr D_OIL :
##   Okres 1: 0.0204
##   Okres 2: 0.0119
##   Okres 3: 0.0132

```

```

##
## =====
##   PODSUMOWANIE WYNIKÓW WERYFIKACJI
## =====

```

```

## WYNIKI TESTÓW DIAGNOSTYCZNYCH:

```

| | | Test | Statystyka | p_value | Wynik |
|------|--------------------------------------|---------|------------|--------------|-------|
| ## 1 | Normalność (Jarque-Bera) | 163.422 | 0 | NIESPEŁNIONE | |
| ## 2 | Autokorelacja (Ljung-Box) | 13.966 | 0.175 | SPEŁNIONE | |
| ## 3 | Heteroskedastyczność (Breusch-Pagan) | 17.584 | 0.004 | NIESPEŁNIONE | |
| ## 4 | Współliniowość (max VIF) | 1.408 | N/A | SPEŁNIONE | |
| ## 5 | Stabilność (Chow) | 2.424 | 0.027 | NIESPEŁNIONE | |

```
## 6                Postać modelu (RESET)          6.158    0.002 NIESPEŁNIONE

##

## === OGÓLNA OCENA MODELU ===

## Spełnione założenia: 2 / 6

## Niespełnione założenia: 4 / 6

## MODEL WYMAGA ISTOTNYCH POPRAWEK - niespełnia kluczowych założeń

##

## === REKOMENDACJE ===

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

## • Użyj robustnych błędów standardowych ze względu na heteroskedastyczność

## • Rozważ model ze zmiennymi strukturalnymi ze względu na niestabilność parametrów

## • Zmień postać funkcyjną modelu (dodaj nieliniowości)

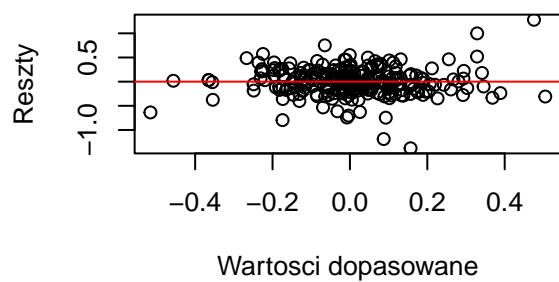
##

## =====

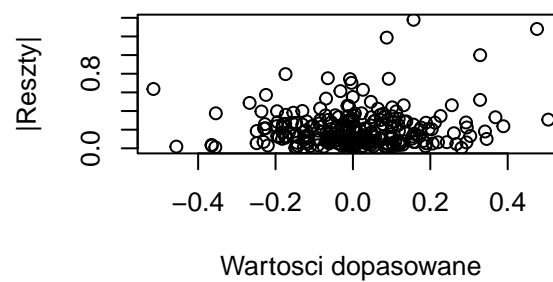
## KONIEC WERYFIKACJI MODELU

## =====
```

Reszty vs Wartosci dopasowane



|Reszty| vs Wartosci dopasowane



Empirical fluctuation process

Test CUSUM stabilnosci parametrów

