

# IAD Szeregi Czasowe - Projekt Końcowy

Damian Spodar & Tomasz Hanusek gc1

## Analiza Szeregów Czasowych dla cen akcji Chevron oraz Valero Energy

### Cel Projektu

Celem projektu jest analiza szeregów czasowych cen akcji spółek energetycznych Chevron (CVX) oraz Valero Energy (VLO). Analiza pozwala zarówno zrozumieć zachowanie cen w okresie od początku 2022 roku, jak i porównać dynamikę dwóch dużych spółek sektora energetycznego.

### Krótki opis spółek

**Chevron (CVX):** Amerykańska spółka z branży energetycznej, zajmująca się wydobyciem, rafinacją i sprzedażą ropy naftowej oraz gazu ziemnego. Chevron należy do największych producentów energii na świecie, a jego akcje są notowane na giełdzie NYSE. Firma charakteryzuje się stabilną obecnością w sektorze upstream i downstream oraz znaczącym udziałem w globalnym rynku ropy.

**Valero Energy (VLO):** Amerykańska spółka rafineryjna i dystrybutor paliw, koncentrująca się na przetwarzaniu ropy naftowej i produkcji paliw, w tym benzyny, oleju napędowego i biopaliw. Valero posiada rafinerie w Stanach Zjednoczonych i Kanadzie, a jej akcje są również notowane na giełdzie NYSE. Firma jest jednym z największych niezależnych producentów paliw na świecie i charakteryzuje się dużą zmiennością przychodów ze względu na wahania cen ropy i popytu na paliwa.

### Użyte biblioteki

```
library(quantmod)
library(forecast)
library(tseries)
library(lmtest)
```

# Chevron

## Pobranie danych

Dane cen akcji Chevron (CVX) pobrano z serwisu Yahoo Finance w okresie od początku 2022 do końca 2024 roku. Do analizy wykorzystano ceny zamknięcia, które są standardową zmienną w badaniach finansowych i dobrze odzwierciedlają codzienne wahania wartości akcji. Dodatkowo obliczono logarytmiczne stopy zwrotu, które ułatwiają modelowanie zmienności i stosowanie modeli ARIMA.

```
[1] "CVX"
```

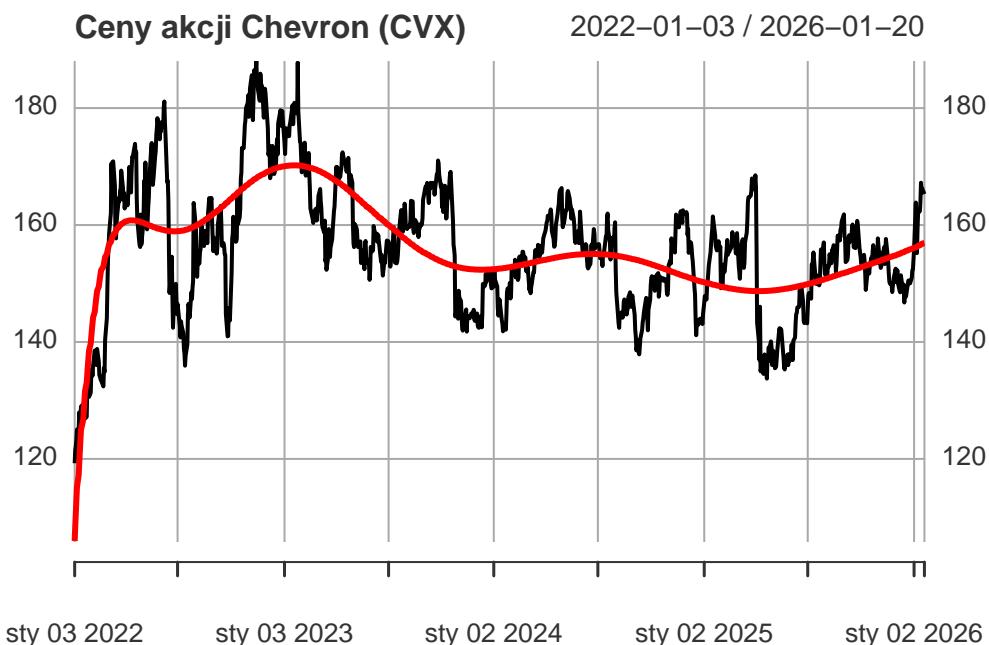
## Analiza trendu - wybór stopnia wielomianu przez AIC

W celu identyfikacji trendu w szeregu czasowym cen akcji Chevron dopasowano modele trendu wielomianowego o różnych stopniach. Do wyboru najlepszego modelu wykorzystano kryterium informacyjne Akaike (AIC).

Uzyskane wartości AIC dla kolejnych stopni wielomianu były następujące:

```
[1] 7737.497 7714.970 7465.121 7381.144 7336.844 7338.844 7339.180 7254.783  
[9] 7182.055 7179.095
```

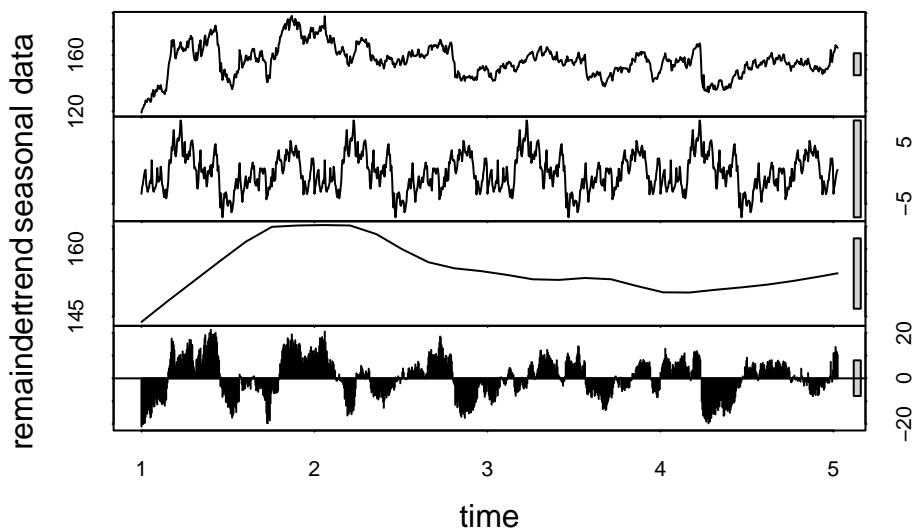
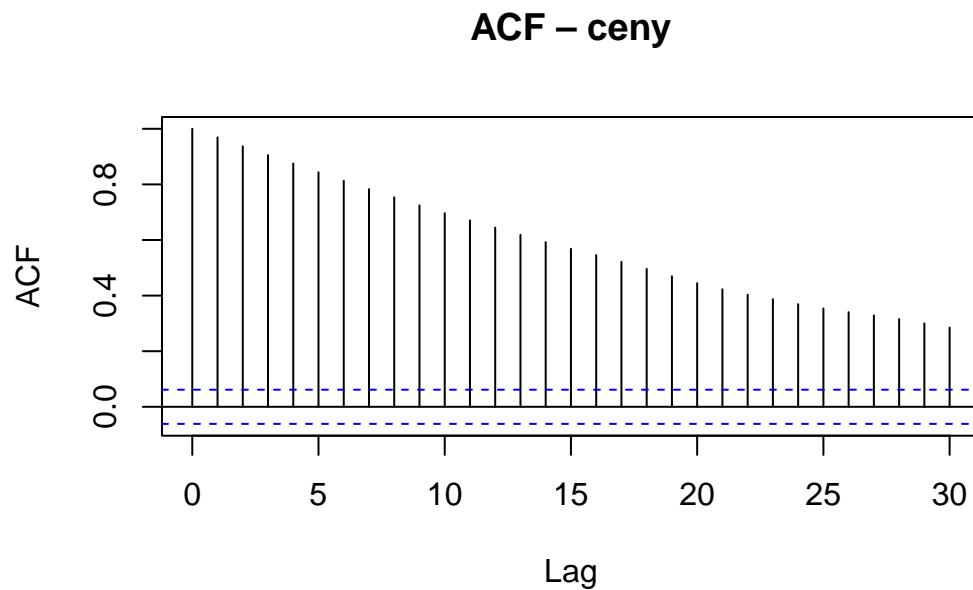
```
[1] 10
```



Najniższą wartość AIC uzyskano dla wielomianu 10 stopnia, co oznacza, że to właśnie ten model najlepiej opisuje długookresowy trend cen akcji Chevron spośród rozważanych specyfikacji. Świadczy to o nielinijnym i złożonym charakterze trendu, typowym dla rynków finansowych, gdzie ceny reagują na zmienne warunki ekonomiczne, geopolityczne oraz sektorowe.

## Analiza sezonowości

Sezonowość została zbadana za pomocą ACF oraz dekompozycji:

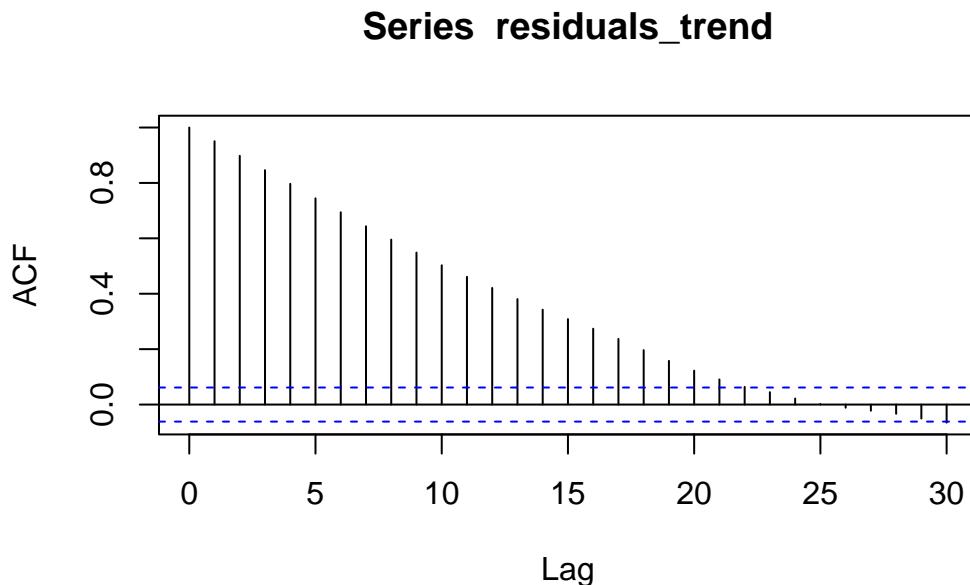


Wyniki wskazują, że dominującą strukturę szeregu stanowi trend, natomiast składnik sezonowy jest stosunkowo niewielki. Oznacza to, że w analizowanym okresie ceny akcji Chevron nie wykazują wyraźnej powtarzalnej

sezonowości, co jest charakterystyczne dla dziennych danych giełdowych.

### Analiza losowości reszt

Reszty najlepszego modelu trendu zostały poddane testowi Ljunga–Boxa, który sprawdza, czy isnieje autokorelacja reszt:



#### Box-Ljung test

```
data: residuals_trend
X-squared = 6521.6, df = 20, p-value < 2.2e-16
```

Bardzo niska wartość p-value wskazuje, że reszty nie są losowe, co oznacza obecność zależności czasowych niewyjaśnionych przez model trendu. W konsekwencji zasadne jest zastosowanie modeli stochastycznych, takich jak ARIMA, do modelowania średniego poziomu szeregu czasowego.

### ARIMA

```
Series: prices
ARIMA(0,1,0)
```

```
sigma^2 = 6.428: log likelihood = -2382.16
AIC=4766.33   AICc=4766.33   BIC=4771.25
```

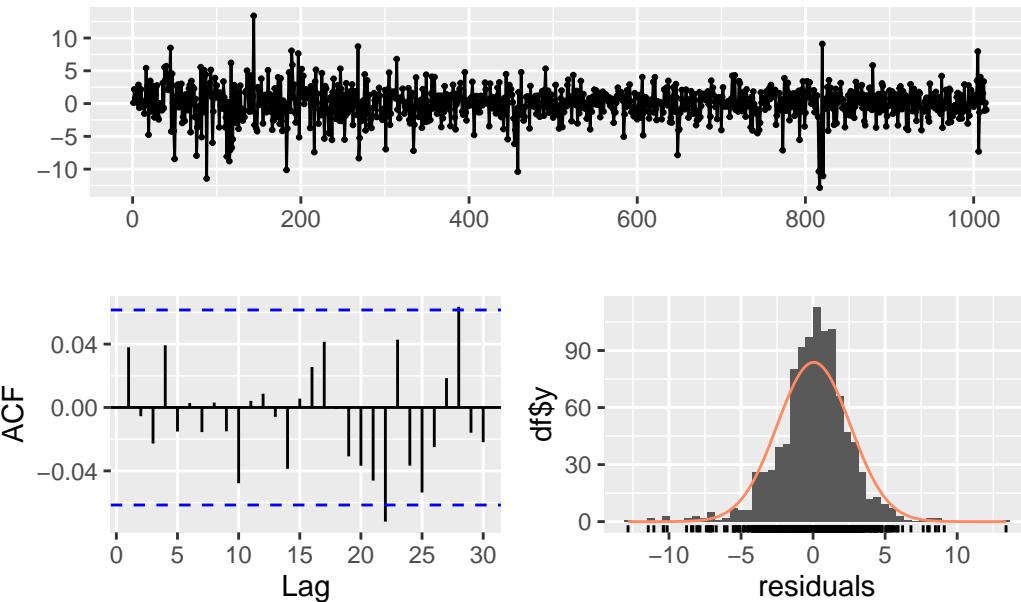
```
Training set error measures:
      ME      RMSE      MAE      MPE      MAPE      MASE
```

```

Training set 0.0454771 2.534113 1.836728 0.01912789 1.177037 0.9990787
      ACF1
Training set 0.03795515

```

### Residuals from ARIMA(0,1,0)



### Ljung–Box test

```

data: Residuals from ARIMA(0,1,0)
Q* = 6.6771, df = 10, p-value = 0.7555

```

Model df: 0. Total lags used: 10

Dopasowano model **ARIMA(0,1,0)**, który najlepiej opisuje strukturę szeregu po uwzględnieniu trendu.

Jakość dopasowania oceniono za pomocą błędów prognozy (RMSE = 2.535, MAE = 1.838) oraz testu Ljunga–Boxa na resztach modelu:

```
Q* = 6.5692, df = 10, p-value = 0.7654
```

Wysoka wartość p-value w teście Ljunga–Boxa oznacza, że reszty modelu ARIMA nie wykazują istotnej autokorelacji, co świadczy o poprawnym dopasowaniu modelu. Model ten skutecznie uchwycił zależności czasowe w średniej szeregu, umożliwiając dalszą analizę zmienności i potencjalne prognozy cen.

### Podsumowanie:

Ceny akcji Chevron w okresie od początku 2022 roku wykazały silny, nieliniowy trend, najlepiej opisany przez wielomian 10 stopnia. Sezonowość była niewielka, a reszty modelu trendu wykazywały istnienie autokorelacji, co uzasadniało zastosowanie modelu ARIMA(0,1,0). Dopasowany model dobrze uchwycił zależności czasowe, a reszty nie wykazywały istotnej autokorelacji, co potwierdził test Ljunga–Boxa.

# Valero Energy

## Pobranie danych

Dane cen akcji Valero Energy (VLO) pobrano z serwisu Yahoo Finance od początku 2022 do końca 2024 roku. Do analizy wykorzystano ceny zamknięcia oraz logarytmiczne stopy zwrotu. Ceny zamknięcia stanowią standardową zmienną w badaniach finansowych, a log-stopy zwrotu pozwalają modelować zmienność i stosować modele ARIMA.

```
[1] "VLO"
```

## Analiza trendu - wybór stopnia wielomianu przez AIC

W celu identyfikacji trendu w szeregu czasowym cen akcji Valero dopasowano modele trendu wielomianowego o stopniach od 1 do 10. Do wyboru najlepszego modelu zastosowano kryterium informacyjne Akaike (AIC).

Uzyskane wartości AIC dla kolejnych stopni wielomianu były następujące:

```
[1] 8467.150 8433.556 8225.631 8147.319 7885.332 7837.302 7599.763 7575.726  
[9] 7516.727 7509.159
```

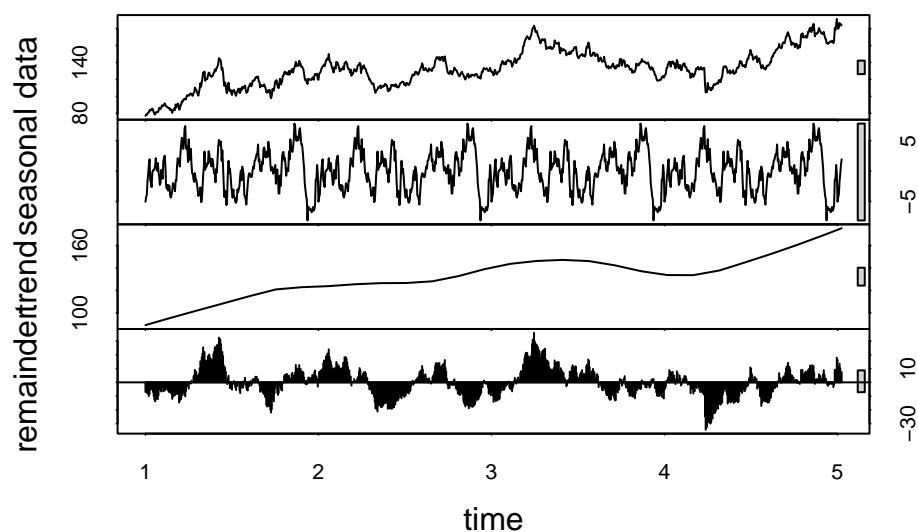
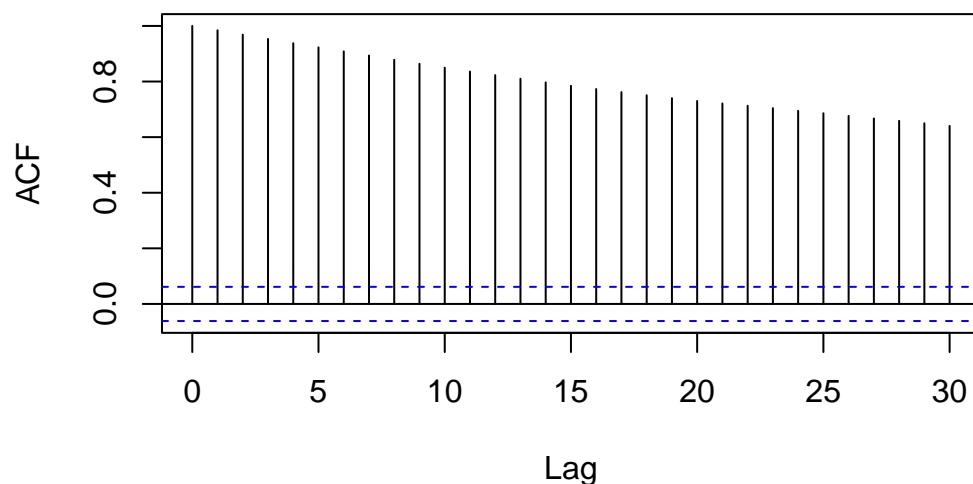
```
[1] 10
```



Najniższą wartość AIC uzyskano dla wielomianu 10. stopnia, co oznacza, że ten model najlepiej opisuje długookresowy trend cen akcji Valero. Trend ma charakter nielinijny i złożony, typowy dla dziennych danych giełdowych, które reagują na czynniki ekonomiczne, rynkowe i sektorowe.

## Analiza sezonowości

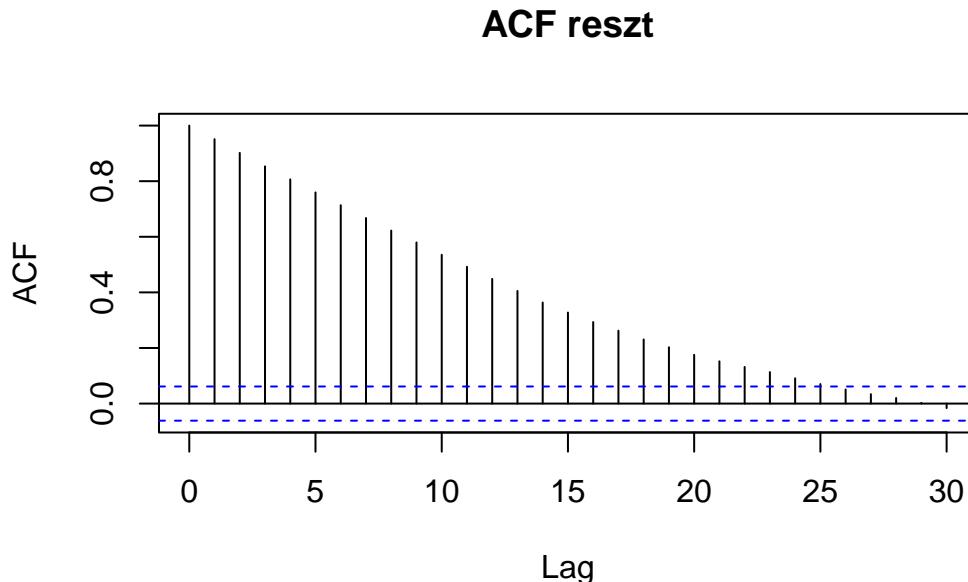
ACF – ceny VLO



Analiza funkcji autokorelacji (ACF) oraz dekompozycja STL wykazały, że dominującą strukturę szeregu stanowi trend, natomiast sezonowość jest stosunkowo niewielka.

## Analiza losowości reszt

Reszty najlepszego modelu trendu poddano testowi Ljunga–Boxa:



Box-Ljung test

```
data: residuals_trend
X-squared = 6921.8, df = 20, p-value < 2.2e-16
```

Bardzo niska wartość p-value wskazuje, że reszty nie są losowe, co oznacza, że w szeregu występują zależności czasowe niewyjaśnione przez sam trend. W związku z tym zasadne jest zastosowanie modeli, takich jak ARIMA, do modelowania średniej szeregu.

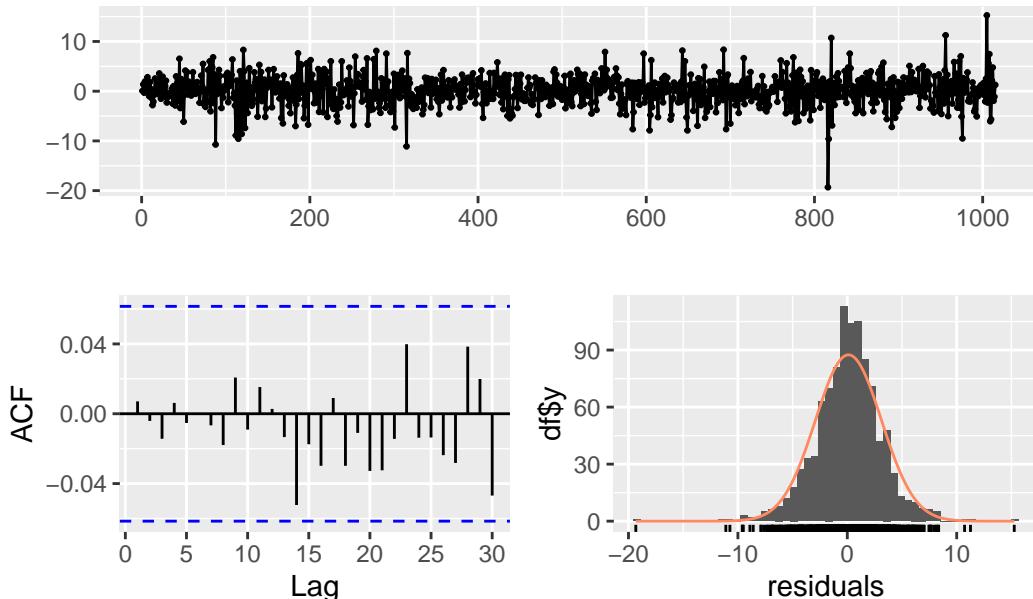
## ARIMA

```
Series: prices
ARIMA(0,1,0)

sigma^2 = 9.136: log likelihood = -2560.42
AIC=5122.85   AICc=5122.85   BIC=5127.77

Training set error measures:
          ME      RMSE      MAE      MPE      MAPE      MASE
Training set 0.106076 3.021165 2.246017 0.05895511 1.725712 0.9990486
          ACF1
Training set 0.007087307
```

## Residuals from ARIMA(0,1,0)



### Ljung-Box test

```
data: Residuals from ARIMA(0,1,0)
Q* = 1.2448, df = 10, p-value = 0.9995

Model df: 0.  Total lags used: 10
```

Dopasowano model ARIMA(0,1,0), który najlepiej opisuje strukturę szeregu po uwzględnieniu trendu.

Jakość dopasowania oceniono za pomocą miar błędów prognozy (RMSE = 3.022, MAE = 2.247) oraz testu Ljunga–Boxa na resztach modelu:

```
Q* = 1.3432, df = 10, p-value = 0.9993
```

Wysoka wartość p-value w teście Ljunga–Boxa oznacza, że reszty modelu ARIMA nie wykazują istotnej autokorelacji, są białym szumem, co świadczy o dobrym dopasowaniu modelu. ARIMA skutecznie uchwyciła zależności czasowe w średniej szeregu.

### Podsumowanie

Ceny akcji Valero Energy również wykazały nieliniowy trend, najlepiej opisany przez wielomian 10. stopnia. Sezonowość była słaba, a reszty trendu nie były losowe, co uzasadniało zastosowanie ARIMA(0,1,0). Dopasowany model dobrze uchwycił dynamikę średniego poziomu cen, a reszty nie wykazały autokorelacji (p-value w teście Ljunga–Boxa równe 0.9993), co potwierdza poprawność modelu.