

# Regresja zmian cen akcji

Karol Oleszek

13 maja 2020

## Spis treści

<b>1</b>	<b>Wstęp</b>	<b>3</b>
<b>2</b>	<b>Cel projektu</b>	<b>4</b>
2.1	Model wyboru akcji do celów inwestycyjnych . . . . .	4
2.2	Zbadanie zależności pomiędzy zmianą cen, a informacjami finansowymi . . . . .	4
<b>3</b>	<b>Opis danych</b>	<b>5</b>
3.1	Zbiór danych . . . . .	5
3.2	Usuwanie braków danych . . . . .	5
3.3	Transformacja zmiennej kategorycznej . . . . .	5
3.4	Zmienne objaśniające . . . . .	5
3.5	Rozkład zmiennej objaśnianej . . . . .	6
3.6	Korelacja . . . . .	7
<b>4</b>	<b>Dobór zmiennych do modelu</b>	<b>9</b>
<b>5</b>	<b>Wybór postaci modelu</b>	<b>9</b>
<b>6</b>	<b>Weryfikacja statystyczna modelu</b>	<b>9</b>
<b>7</b>	<b>Prognoza</b>	<b>9</b>
<b>8</b>	<b>Interpretacja</b>	<b>9</b>
<b>9</b>	<b>Podsumowanie</b>	<b>9</b>
<b>10</b>	<b>Spis tabel</b>	<b>10</b>
<b>11</b>	<b>Spis rysunków</b>	<b>11</b>
<b>12</b>	<b>Literatura</b>	<b>12</b>

# 1 Wstęp

Przewidywanie zmian cen akcji oraz innych instrumentów finansowych znajduje się w centrum zainteresowania inwestorów. Zmiany cen są podstawowym zjawiskiem powodującym bogacenie się lub ubożenie inwestora indywidualnego bądź instytucjonalnego, dlatego też próby zrozumienia i opisanie reguł rządzących tym zjawiskiem są kluczowe dla podejmowania skutecznych decyzji o alokacji kapitału.

Teoria rynków kapitałowych proponuje wiele różnych wyjaśnień zmienności cen: hipoteza rynku efektywnego (Bachelier [1]) zakłada, że ceny rynkowe akcji w danej chwili odzwierciedlają wszystkie dostępne informacje o spółce; autorzy i zwolennicy hipotezy krótkoterminową zmienność cen opisują jako losowy ruch wokół efektywnej wartości. Hipoteza rynku efektywnego znalazła wielu zwolenników, którzy poddawali w wątpliwość samą zasadność przewidywania cen (Cowles [4]), jak również zainspirowała powstanie indeksowych funduszy inwestycyjnych.

Hipoteza rynku efektywnego spotkała się z szeroką krytyką ze strony ekonomistów i inwestorów giełdowych, którzy wskazywali na kontrprzykłady obalające hipotezę. Współcześnie właściwie wszystkie duże organizacje finansowe używają różnego rodzaju systematycznych narzędzi do analizy i prognozy zmian cen na rynkach kapitałowych (Graham Capital Management [5]). Duże oraz wciąż rosnące znaczenie ma też algorytmiczny handel (Capgemini [2]).

Do złożonego problemu jakim jest symulacja i prognozyka zachowania rynków kapitałowych stosuje się bardzo szeroki wachlarz metod statystycznych, algorytmicznych i ekonometrycznych. Duże zastosowanie mają metody uczenia maszynowego (Shunrong Shen [6]), w tym głębokie sieci neuronowe o niekonwencjonalnych architekturach. Ponadto do prognozyki coraz częściej używa się analizy języka naturalnego (Zhaoxia Wang [7]).

Poniższa praca zawiera przekrojową regresję zmian cen akcji na rynku amerykańskim w 2019 z wykorzystaniem standardowych narzędzi ekonometrycznych. Zbiór danych służący do konstrukcji modelu zawiera dane z roku 2018, dotyczące sytuacji finansowych, kapitałowych i operacyjnych spółek, zawarte w formie wskaźników i pozycji ze sprawozdań finansowych.

## 2 Cel projektu

### 2.1 Model wyboru akcji do celów inwestycyjnych

Celem projektu jest wyznaczenie bazowego poziomu efektywności wyboru spółek, których akcje w nadchodzącym roku zyskają na wartości. Za wybór odpowiadał będzie model, który powstanie przy użyciu metody najmniejszych kwadratów i który będzie mógł służyć jako punkt odniesienia do badania efektywności innych metod predykcji.

Efektywność prognostyczna modelu zostanie zbadana przy użyciu *średniego błędu prognozy ex post*, danego wzorem:

$$ME = \frac{1}{s} \sum_{t=1}^s (y_t - y_t^P)$$

,

Gdzie:

$s$  - ilość obserwacji w testowym zbiorze danych

$y_t$  - prawdziwa wartość zmiennej objaśnianej

$y_t^P$  - prognozowana wartość zmiennej objaśnianej

### 2.2 Zbadanie zależności pomiędzy zmianą cen, a informacjami finansowymi

Ponadto model posłuży do oceny wpływu informacji finansowych zawartych w publicznie dostępnych źródłach na przyszłą wartość spółek giełdowych. Ocena ta może być użyteczna przy podejmowaniu decyzji o tym, jakie dane zbierać na temat spółek w celu skutecznego przewidywania ich przyszłej wyceny.

Miarą tej oceny będzie współczynnik determinacji  $R^2$ , dany wzorem:

$$R^2 = \frac{\sum_{t=1}^n (y_t^P - \bar{y})^2}{\sum_{t=1}^n (y_t - \bar{y})^2}$$

,

Gdzie:

$n$  - ilość obserwacji w uczącym zbiorze danych

$y_t$  - prawdziwa wartość zmiennej objaśnianej

$y_t^P$  - prognozowana wartość zmiennej objaśnianej

$\bar{y}$  - średnia arytmetyczna zmiennej objaśnianej

## 3 Opis danych

### 3.1 Zbiór danych

Zbiór danych użyty w projekcie pochodzi z internetowej platformy Kaggle (Carbone [3]). Zawiera on zmienną objaśnianą  $Y$  - procentową zmianę ceny akcji danej spółki w 2019 roku, oraz zmienne objaśniające  $X_i, i = 1 \dots k$  -  $k-1$  wskaźników finansowych i pozycji z formularza  $10-K^1$ , a także zmiennej kategorycznej oznaczającej sektor gospodarki rozważanej spółki.

### 3.2 Usuwanie braków danych

Dane zostały zebrane przy użyciu interfejsu programistycznego *Financial Modeling Prep API* i zawierały pewne braki wynikające z różnic w dokumentach źródłowych. Dla celów analizy usunięte zostały wszystkie obserwacje, w których brakowało więcej niż 50 wartości oraz wszystkie zmienne, w których co najmniej 10% obserwacji nie miało przypisanej wartości. Po tej transformacji, w zbiorze danych pozostało 4122 obserwacji oraz 179 zmiennych (4392 x 222, 9,98% braków przed transformacją). Wciąż brakujące 0,82% wartości zostało zastąpionych średnimi arytmetycznymi odpowiednich zmiennych.

### 3.3 Transformacja zmiennej kategorycznej

Kategoryczna zmienna objaśniająca *Sector*, która przyjmowała 11 różnych wartości (Consumer Cyclical, Energy, Technology, Industrials, Financial Services, Basic Materials, Communication Services, Consumer Defensive, Healthcare, Real Estate, Utilities) została przekształcona na 10 zmiennych zero-jedynkowych. Po tej operacji zbiór danych składał się ze 188 zmiennych.

### 3.4 Zmienne objaśniające

Zbiór danych składa się z grupy zmiennych opisujących realne wielkości ze sprawozdań finansowych wyrażone w dolarach amerykańskich np. zysk brutto, wydatki na badania i rozwój. Na drugą grupę zmiennych składają się wskaźniki finansowe, będące często przekształconymi zmiennymi z pierwszej grupy, wyrażone jako stosunek różnych wielkości np. zysk na akcję, wzrost zysku w ciągu roku. Trzecia grupa zmiennych to przekształcona zmienna *Sector*. Ze względu na liczbę zmiennych poniżej znajdują się jedynie opisy oraz statystyki zmiennych uwzględnionych w ostatecznym modelu. Pełna lista zmiennych wraz ze statystykami znajduje się w załączniku do pracy.

---

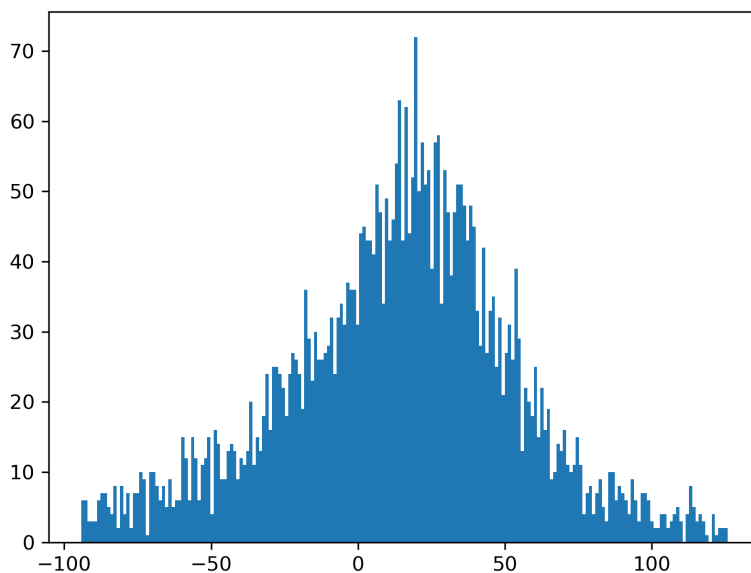
<sup>1</sup>Form *10-K* jest to coroczne podsumowanie finansowe składane przez amerykańskie spółki giełdowe do *U.S. Securities and Exchange Commission*, federalnej agencji nadzoru finansowego.

### 3.5 Rozkład zmiennej objaśnianej

Zmienna objaśniana  $Y$  to wyrażona w procentach zmiana ceny akcji spółki w roku 2019. Przyjmuje ona wartości  $-99,86\%$  do  $+3756,72\%$ . Większa część wartości jest większa od zera co wskazuje na pozytywną bazową efektywność tzw. strategii *buy and hold*, która polega na zakupie akcji, a następnie oczekiwaniu na wzrost jej wartości.

Statystyka	Wartość
Średnia arytmetyczna	21,15
Odchylenie standardowe	84,93
Kwartyl dolny	-9,30
Mediana	17,83
Kwartyl górny	40,92
Wartość najmniejsza	-99,86
Wartość największa	3756,71

Tabela 1: Statystyki - zmienna objaśniana



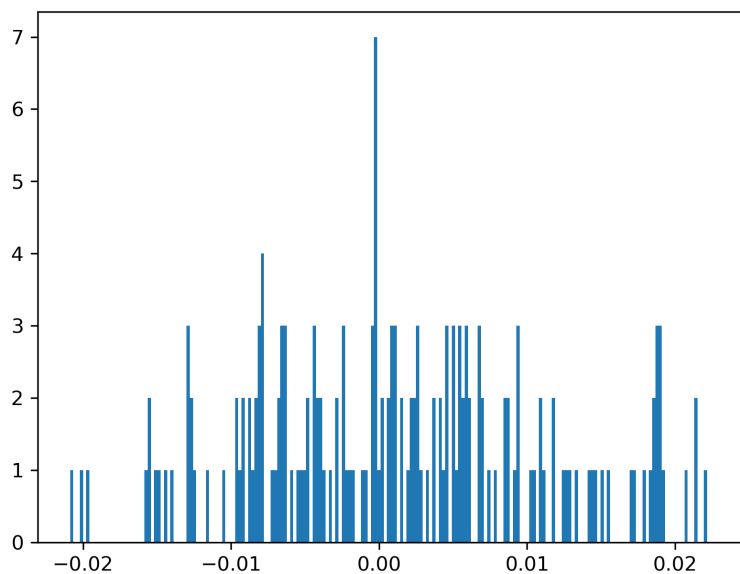
Rysunek 1: Histogram zmiennej objaśnianej

### 3.6 Korelacja

Korelacja zmiennej objaśnianej ze zmiennymi objaśnianymi jest bardzo słaba, co wskazuje na potencjalnie silnie nieliniowy charakter zachodzących zależności.

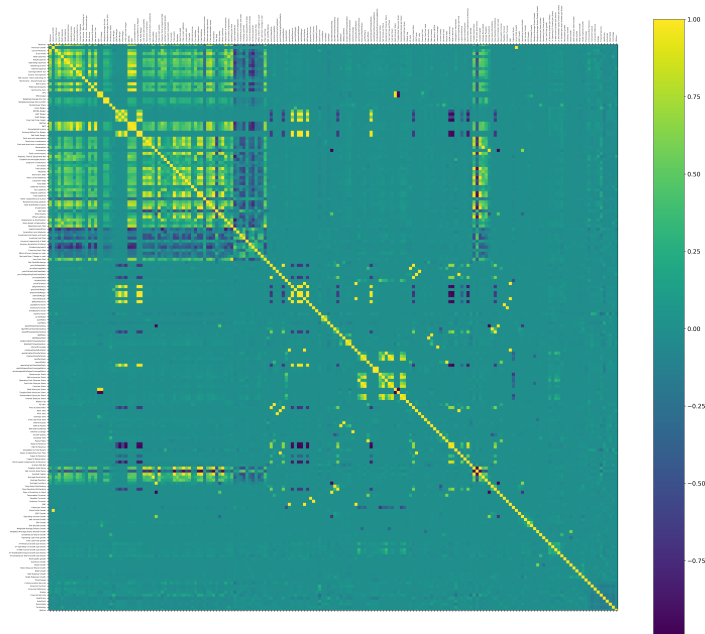
Statystyka	Wartość
Średnia arytmetyczna	0.0006535276131026212
Odchylenie standardowe	0.01430737685985159
Kwartył dolny	-0.006560508005214499
Mediana	0.0009029552423272379
Kwartył górny	0.008516164727314403
Wartość najmniejsza	-0.07707504123521973
Wartość największa	0.04058496958769639

Tabela 2: Korelacja zmiennej objaśnianej ze zmiennymi objaśnianymi



Rysunek 2: Histogram korelacji zmiennej objaśnianej ze zmiennymi objaśnianymi

Korelacja pomiędzy niektórymi zmiennymi objaśniającymi jest silna, co można wyjaśnić zależnościami pomiędzy rozmiarem spółki, a wielkościami w *10-K Form*. Nie wszystkie bazowe zmienne objaśniające mogą znaleźć się w modelu, ponieważ spowodowałoby to wystąpienie zjawiska współliniowości.



Rysunek 3: Macierz korelacji



## 4 Dobór zmiennych do modelu

fadsfda

## 5 Wybór postaci modelu

## 6 Weryfikacja statystyczna modelu

## 7 Prognoza

## 8 Interpretacja

## 9 Podsumowanie

## 10 Spis tabel

### Spis tabel

1	Statystyki - zmienna objaśniana . . . . .	6
2	Korelacja zmiennej objaśnianej ze zmiennymi objaśnianymi . . .	7

## 11 Spis rysunków

### Spis rysunków

1	Histogram zmiennej objaśnianej . . . . .	6
2	Histogram korelacji zmiennej objaśnianej ze zmiennymi objaśnia- nymi . . . . .	7
3	Macierz korelacji . . . . .	8

## 12 Literatura

### References

- [1] Louis Bachelier. *Théorie de la Spéculation*. 1900.
- [2] Caggemini. *High Frequency Trading: Evolution and the Future*. 2012.
- [3] Nicolas Carbone. *200+ Financial Indicators of US stocks (2014-2018)*. 2019.
- [4] Alfred Cowles. *Can stock market forecasters forecast?* 1932.
- [5] L.P. Graham Capital Management. *Systematic Global Macro: Performance, Risk and Correlation Characteristics*. 2013.
- [6] Tongda Zhang Shunrong Shen Haomiao Jiang. *Stock Market Forecasting Using Machine Learning Algorithms*. 2012.
- [7] Zhiping Lin Zhaoxia Wang Seng-Beng Ho. *Stock Market Prediction Analysis by Incorporating Social and News Opinion and Sentiment*. 2018.