

# Sprawozdanie - Projekt 1

## Wskaźnik giełdowy MACD

Damian Jankowski s188597

06 kwietnia 2023

## 1 Wstęp

### 1.1 Czym jest wskaźnik MACD?

Wskaźnik **MACD** (ang. *Moving Average Convergence Divergence*) jest jednym z najpopularniejszych wskaźników analizy technicznej, badającym zależności pomiędzy krótkimi i długimi średnimi ruchomymi. Korzystają z niego zarówno inwestorzy indywidualni, jak i instytucjonalni, a także banki i inwestycyjne domy maklerskie. [1]

### 1.2 Jak wyznaczać MACD?

Wskaźnik kreślony jest za pomocą dwóch wykresów:

- **MACD**
- **SIGNAL**

Obie z nich wykorzystują tzw. wykładniczą średnią ruchomą/kroczącą **EMA** (ang. *Exponential Moving Average*), którą da się opisać następującą formułą [2]:

$$EMA_N = \frac{p_0 + (1 - \alpha)p_1 + (1 - \alpha)^2 p_2 + (1 - \alpha)^3 p_3 + \dots + (1 - \alpha)^N p_N}{1 + (1 - \alpha) + (1 - \alpha)^2 + (1 - \alpha)^3 + \dots + (1 - \alpha)^N} \quad (1)$$

gdzie:

- $EMA_N$  - wykładnicza średnia ruchoma z okresu  $N$
- $p_0$  - aktualna cena akcji
- $p_1$  - cena akcji z poprzedniego okresu
- $p_N$  - cena akcji z  $N$ -tego okresu
- $\alpha = \frac{2}{N+1}$  - procent wykładniczy
- $N$  - liczba okresów wykładniczej średniej ruchomej

Wartość **MACD** jest wyliczana na podstawie następującej formuły:

$$MACD = EMA_{12} - EMA_{26} \quad (2)$$

Natomiast **SIGNAL** to wykładnicza średnia ruchoma z okresu 9, policzona z **MACD**:

$$SIGNAL = EMA_9(MACD) \quad (3)$$

Wynika więc z tego, że wykres **MACD** zaczyna się od 26. próbki, a **SIGNAL** od 35. próbki.

### 1.3 Jak interpretować MACD?

Przyjęto następujące zasady interpretacji:

1. Jeśli **MACD** przekroczy **SIGNAL** z dołu oznacza, że akcje powinny być kupowane.
2. Jeśli **MACD** przekroczy **SIGNAL** z góry oznacza, że akcje powinny być sprzedawane.

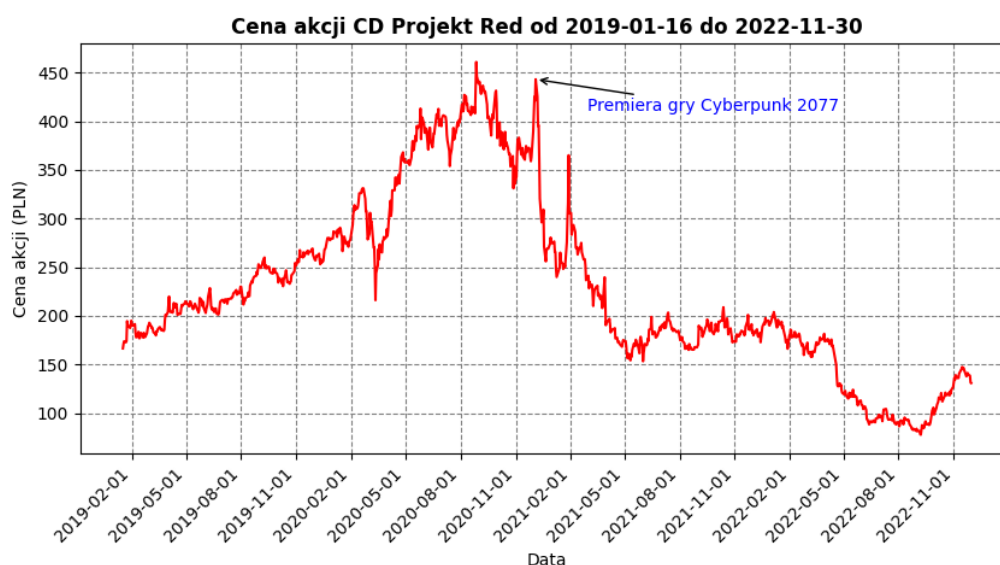
## 2 Analiza wskaźnika MACD

### 2.1 Cel analizy

Celem analizy było sprawdzenie, czy wskaźnik MACD jest dobrym wskaźnikiem do inwestowania w akcje oraz czy jest on w stanie przewidywać zmiany cen akcji w zależności od sytuacji na rynku.

### 2.2 Dane wejściowe

Dane wejściowe pobrałem z serwisu **Yahoo! Finance API** [3] w formacie *.csv* i obejmują ceny akcji firmy **CD Projekt Red** od 2019-01-16 do 2022-11-30. Był to dość ciężki okres, gdyż w tym czasie wydano grę **Cyberpunk 2077**, która posiadała wielkie problemy z optymalizacją podczas premiery, co znacząco wpłynęło na rynek.



Rysunek 1: Wykres ceny akcji firmy CD Projekt Red

Dla wybranego przedziału czasu istnieje dokładnie 1000 próbek.

### 2.3 Implementacja

W celu implementacji wskaźnika napisałem skrypt w języku *Python*. Znajduje się on w pliku *main.py* oraz *functions.py*. Do tworzenia wykresów użyłem modułu *matplotlib*, natomiast do wczytywania danych z API – modułu *pandas*.

### 2.4 Symulacja

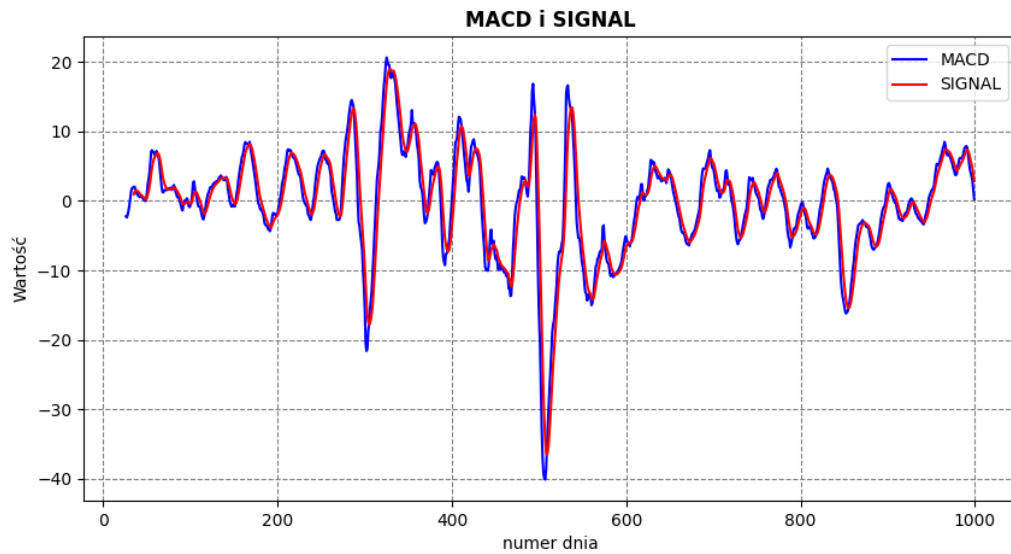
W celu sprawdzenia poprawności działania wskaźnika przeprowadziłem dwie symulacje:

1. **Prosta** - kupowanie i sprzedawanie akcji za każdym razem, gdy wykres **MACD** przecina **SIGNAL**.
2. **Złożona** - wykorzystanie dodatkowo wskaźnika **%R Williamsa** (ang. *Williams %R*).

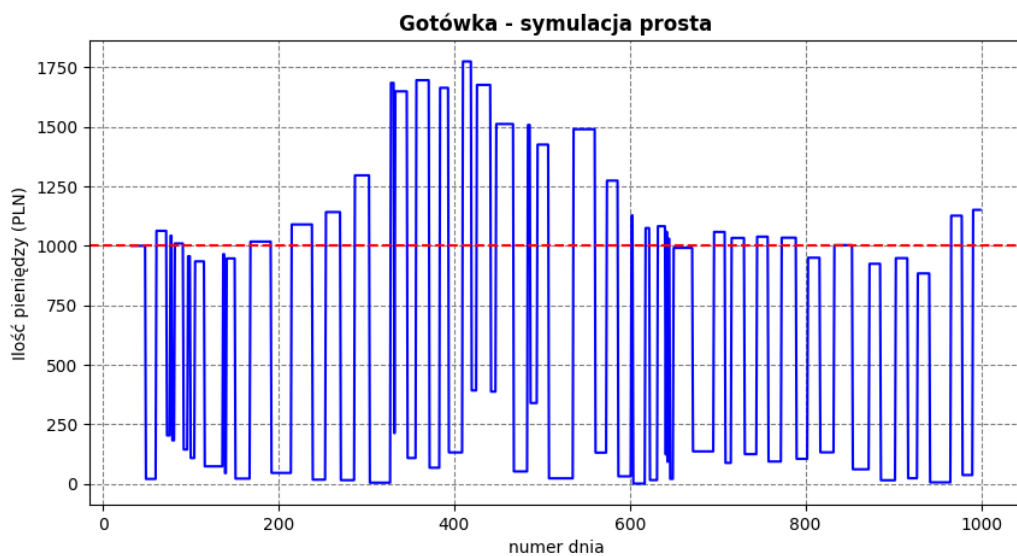
Obie symulacje zostały przeprowadzone na tych samych danych wejściowych. Kapitał początkowy wynosił 1000 złotych.

#### 2.4.1 Symulacja prosta

Zgodnie z przyjętymi założeniami w momencie, gdy **MACD** przekroczył **SIGNAL** z dołu, kupowano maksymalnie możliwą ilość akcji za ówczesną cenę. Natomiast, gdy **MACD** przekroczył **SIGNAL** z góry, sprzedawano wszystkie akcje.



Rysunek 2: Wykres **MACD** oraz **SIGNAL** dla prostej symulacji



Rysunek 3: Ilość gotówki w trakcie prostej symulacji

W trakcie symulacji algorytm drukował informacje o aktualnie podejmowanej decyzji. Dla wybranej polityki inwestycyjnej, po zakończeniu symulacji, algorytm zanotował następujący zysk:

```
...
Dzień 980: Kupiłem 8 akcje za 1089.760008 PLN.
Dzień 992: Sprzedałem 8 akcje za 1114.239992 PLN.
Zysk: 151.09004699999999 PLN. Pozostało akcji: 0 sztuk.
Sprzedaję resztę akcji za 0.0 PLN.
Zysk całkowity: 151.09004699999999 PLN.
```

## 2.4.2 Symulacja złożona

W celu zwiększenia skuteczności algorytmu, zastosowałem dodatkowo wskaźnik **%R Williamsa** [4][5].

Używany w analizie technicznej wskaźnik **%R** (ang. *Williams %R*) pokazuje stosunek aktualnej ceny względem maksymalnej i minimalnej ceny w określonym okresie czasu.

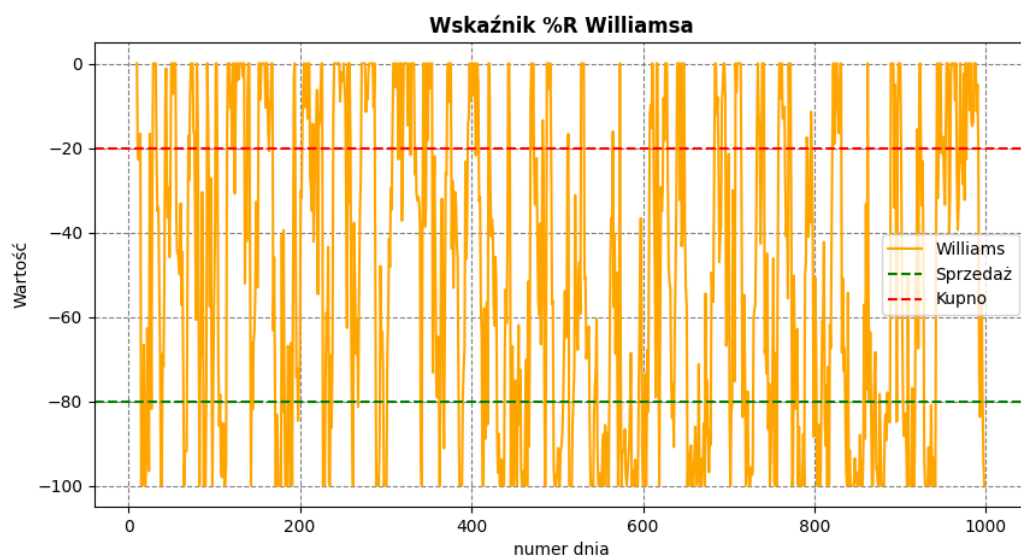
$$\%R = \frac{C - H}{H - L} \cdot 100 \quad (4)$$

gdzie:

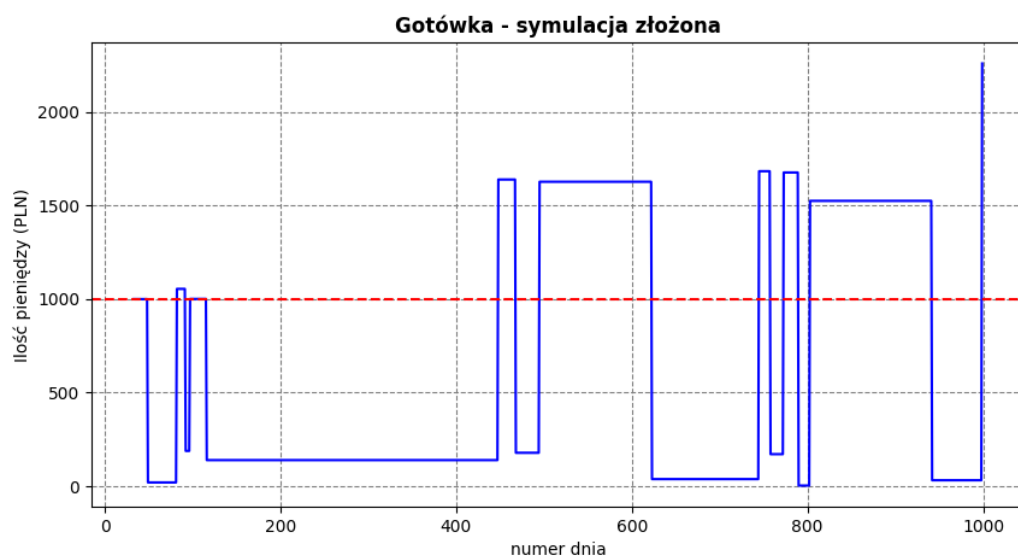
- $H$  - maksymalna cena w określonym  $n$  okresie czasu
- $L$  - minimalna cena w określonym  $n$  okresie czasu
- $C$  - aktualna cena

Wskaźnik ten przyjmuje wartości od -100 do 0. Wartości poniżej -80 oznaczają sprzedawanie akcji, natomiast wartości powyżej -20 oznaczają, że powinno się kupować akcje.

Dla symulacji przyjąłem wartość  $n = 10$ .



Rysunek 4: Wykres **%R Williamsa** dla złożonej symulacji



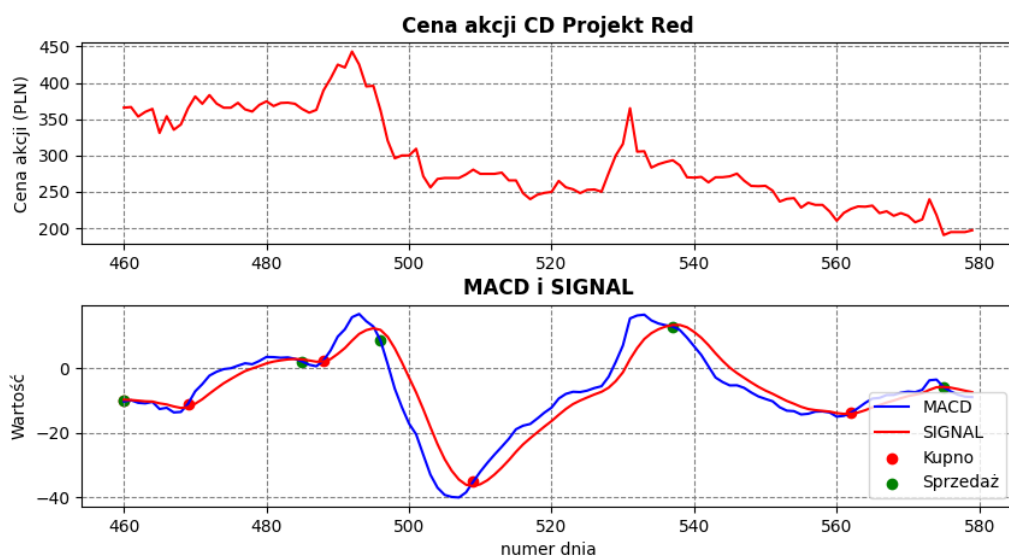
Rysunek 5: Ilość gotówki w trakcie złożonej symulacji

Fragment wydruku z symulacji złożonej:

```
...
Dzień 804: Sprzedałem 9 akcje za 1521.0 PLN.
Dzień 943: Kupiłem 17 akcje za 1492.6000510000001 PLN.
Zysk: -967.8000589999999 PLN. Pozostało akcji: 17 sztuk.
Sprzedaję resztę akcji za 2226.659932 PLN.
Zysk całkowity: 1258.8598730000003 PLN.
```

## 2.5 Wnioski

Gdy przyjrzeć się fragmentowi wykresu **MACD** oraz **SIGNAL**, można zauważyć, że algorytm podejmował dobre decyzje, jednak w pewnych momentach nie był w stanie przewidzieć zmian cen akcji odpowiednio szybko. W szczególności w momencie wydania gry **Cyberpunk 2077**.



Rysunek 6: Fragment wykresu **MACD** oraz **SIGNAL** wraz z zaznaczonymi momentami kupna i sprzedaży dla symulacji prostej

Fragment wydruku algorytmu dotyczący powyższego wykresu:

```
...
Dzień 469: Kupiłem 4 akcje za 1460.0 PLN.
Dzień 485: Sprzedałem 4 akcje za 1456.0 PLN.
Dzień 488: Kupiłem 3 akcje za 1168.5 PLN.
Dzień 496: Sprzedałem 3 akcje za 1086.0 PLN.
Dzień 509: Kupiłem 5 akcje za 1402.5 PLN.
Dzień 537: Sprzedałem 5 akcje za 1466.9999699999998 PLN.
Dzień 562: Kupiłem 6 akcje za 1359.0 PLN.
Dzień 575: Sprzedałem 6 akcje za 1143.0 PLN.
...
```

Wynika to z tego, że oba te wskaźniki opierają się na stosunkowo dużym okresie czasu wstecz. W przypadku **MACD** dopiero po 26 próbkach, a w przypadku **SIGNALA** dopiero po 35 próbkach jesteśmy w stanie dokonywać analizy. Stąd nadaje się on raczej do inwestycji długoterminowych, niż krótkoterminowych.

Z kolei wskaźnik **%R Williamsa** jest w stanie przewidzieć zmiany cen korzystając z mniejszej ilości danych.

### 3 Podsumowanie

Wskaźnik **MACD** dla wybranych przeze mnie danych wykazał się dobrą skutecznością i moim zdaniem jest przydatny w analizie technicznej. W przypadku obu symulacji algorytm zwrócił zysk, choć wariant złożony osiągnął lepszy wynik.

Prosta symulacja oparta tylko o **MACD** zwróciła zysk w wysokości 151 PLN. Patrząc na wykres **MACD** oraz **SIGNAL** można zauważyć, że algorytm podejmował poprawne decyzje. Dokładnie to widać na Rysunku 6.

Natomiast złożona symulacja, która uwzględniała również **%R Williamsa** zwróciła zysk w wysokości 1258 PLN. Dodanie kolejnych warunków spowodowało, że algorytm podejmował mniej, ale za to bardziej trafnych decyzji.

### Źródła

- [1] MACD – <https://pl.wikipedia.org/wiki/MACD>
- [2] Średnia ruchoma EMA – [https://pl.wikipedia.org/wiki/%C5%9Arednia\\_ruchoma](https://pl.wikipedia.org/wiki/%C5%9Arednia_ruchoma)
- [3] Dane wejściowe – <https://finance.yahoo.com/>
- [4] Wskaźniki analizy technicznej – [https://pl.wikipedia.org/wiki/Wska%C5%BAniki\\_analizy\\_techicznej](https://pl.wikipedia.org/wiki/Wska%C5%BAniki_analizy_techicznej)
- [5] %R Williamsa – [https://pl.wikipedia.org/wiki/%25R\\_Williamsa](https://pl.wikipedia.org/wiki/%25R_Williamsa)
- [6] Investopedia – <https://www.investopedia.com/terms/m/macd.asp>