

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

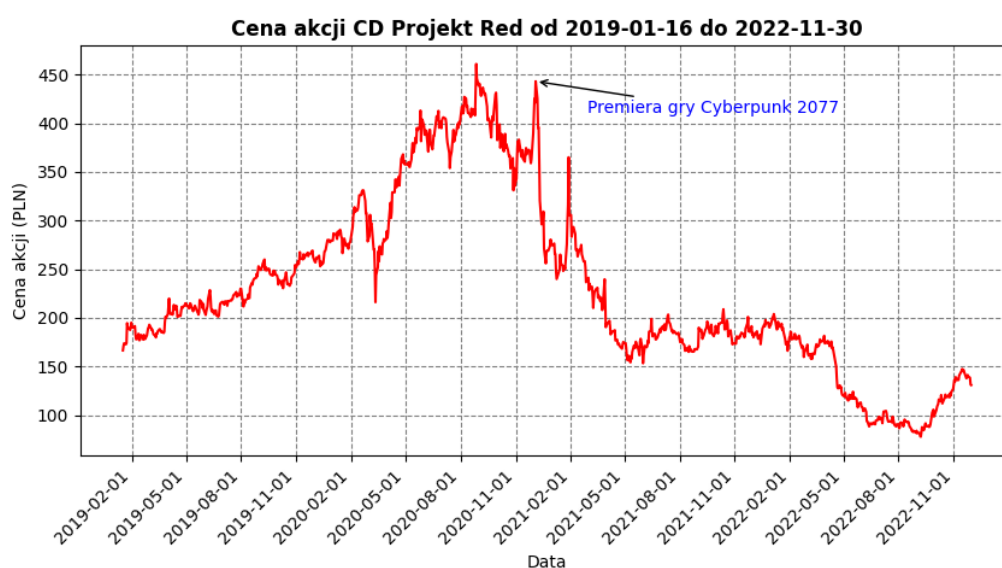
2.1 Cel analizy

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 w tamtym czasie.

Dla wybranego przedziału czasu istnieje dokładnie 1000 próbek, interwał między nimi wynosi jeden dzień.



Rysunek 1: Wykres ceny akcji firmy CD Projekt Red

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

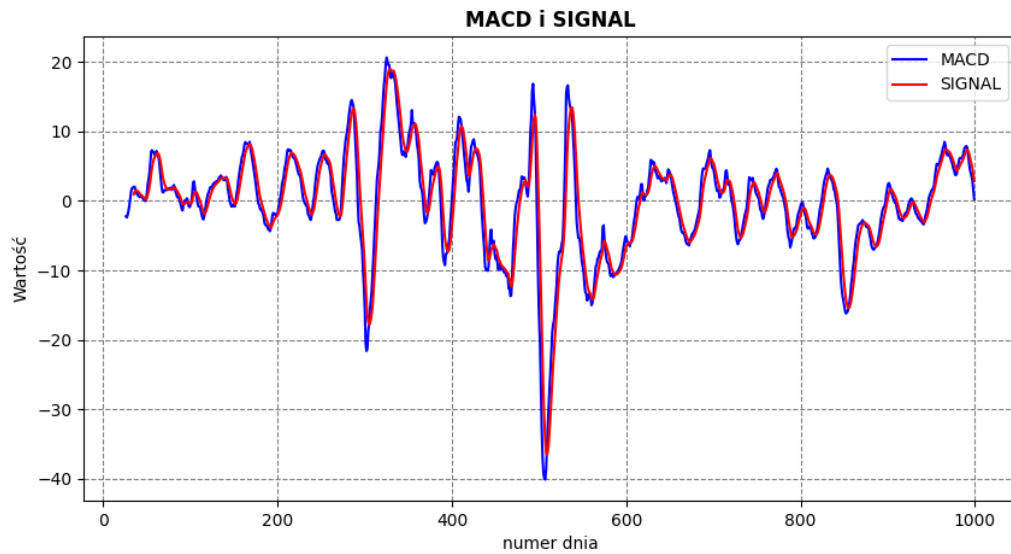
W celu sprawdzenia poprawności działania wskaźnika przeprowadziłem dwie symulacje:

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

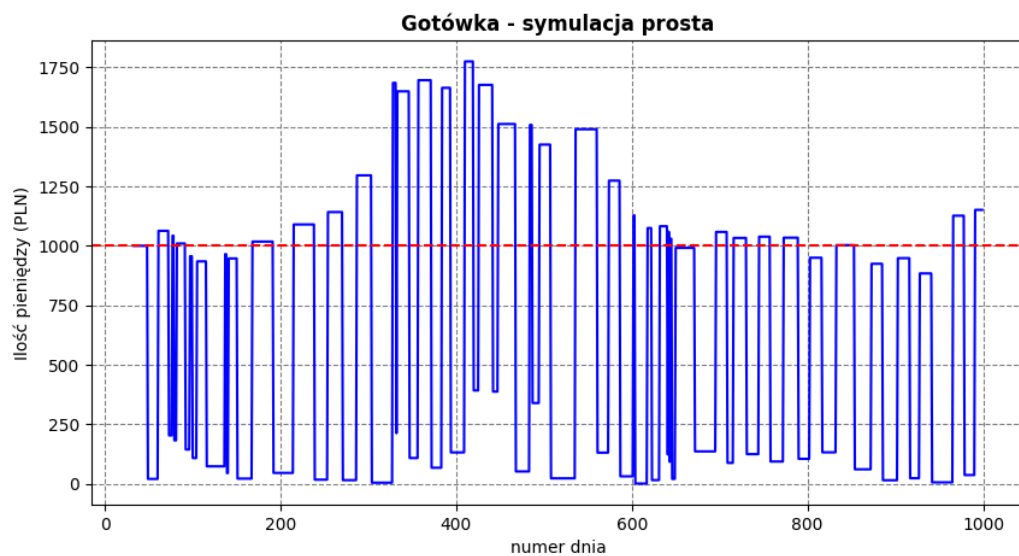
Obie symulacje zostały przeprowadzone na tych samych danych wejściowych. Kapitał początkowy wynosił 1000 złotych.

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 1089.76 PLN. Stan: 36.85 PLN, 8 akcji.
Dzień 992: Sprzedałem 8 akcje za 1114.24 PLN. Stan: 1151.1 PLN, 0 akcji.
Zysk: 151 PLN. Pozostało akcji: 0 sztuk.
Sprzedaję resztę akcji za 0.0 PLN.
Zysk końcowy: 151 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.

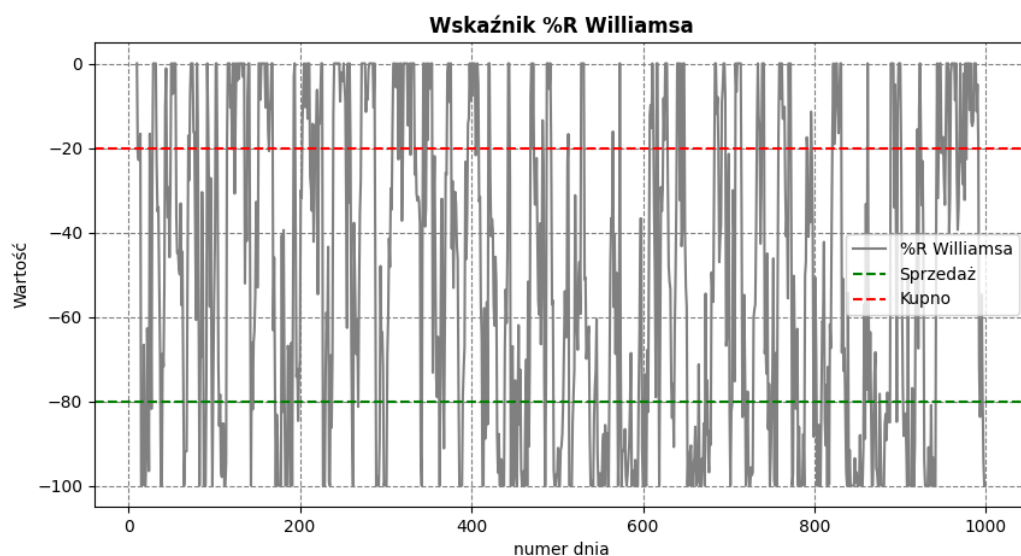
$$\%R = \frac{C - H}{H - L} \cdot 100 \quad (4)$$

gdzie:

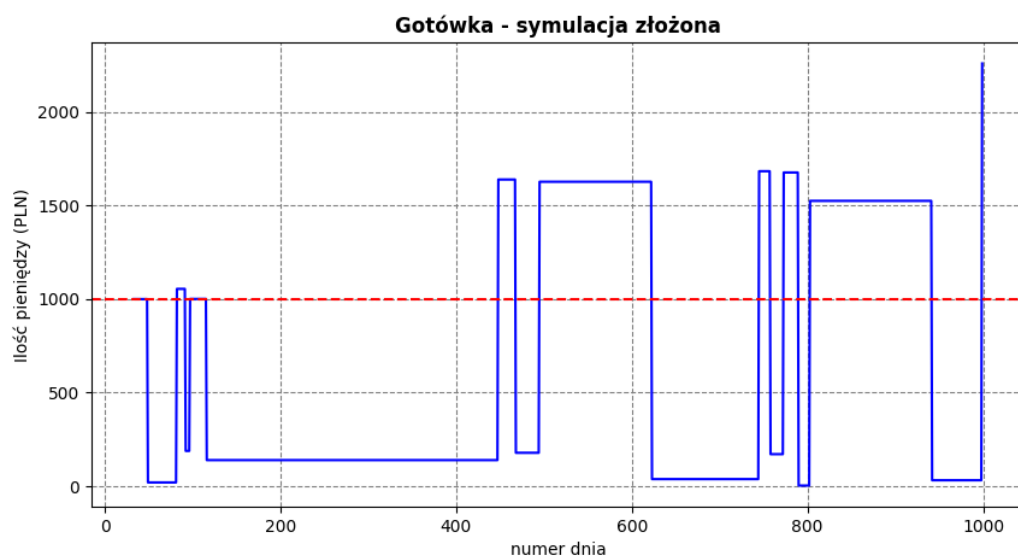
- H - maksymalna cena w określonym n okresie czasu
- L - minimalna cena w określonym n okresie czasu
- C - aktualna cena

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:

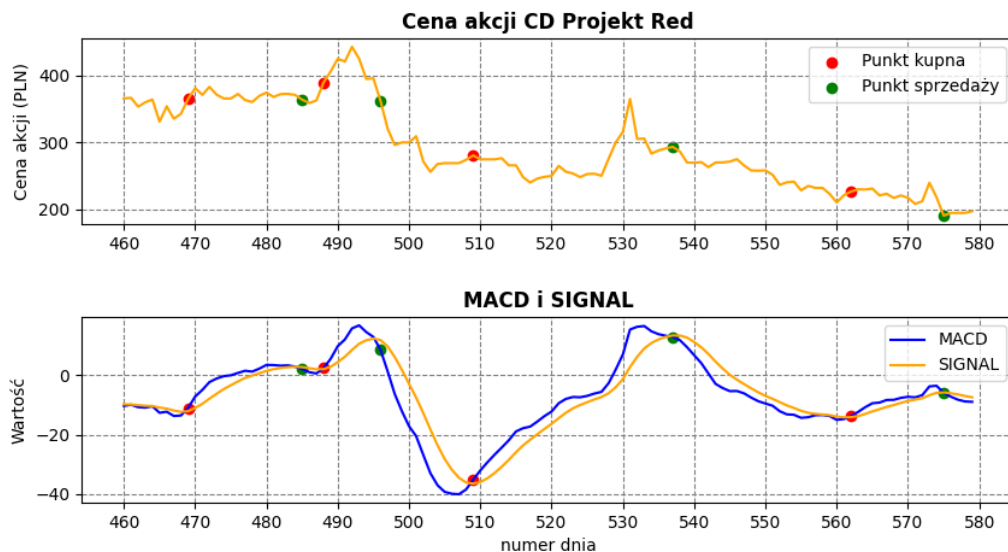
```
...
Dzień 804: Sprzedałem 9 akcje za 1521.0 PLN. Stan: 1524.8 PLN, 0 akcji.
Dzień 943: Kupiłem 17 akcje za 1492.6 PLN. Stan: 32.2 PLN, 17 akcji.
Zysk: -967.8 PLN. Pozostało akcji: 17 sztuk.
Sprzedaję resztę akcji za 2226.66 PLN.
Zysk końcowy: 1258.86 PLN.
```

2.5 Analiza fragmentu symulacji

W celu przeanalizowania działania algorytmu, wybrałem fragment symulacji między 460. a 580. dniem. W tym czasie dochodziło do gwałtownych zmian cen akcji, spowodowanych m.in. wydaniem wcześniej wspomnianej gry **Cyberpunk 2077**.

2.5.1 Symulacja prosta

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. Drastyczny spadek ceny akcji nastąpił około 492. dnia, natomiast algorytm zdecydował o sprzedaży dopiero w 496. dniu. Z kolei w okolicach dnia 530. wskaźnik nie zauważył wzrostu ceny akcji, tracąc w ten sposób możliwość zysku.

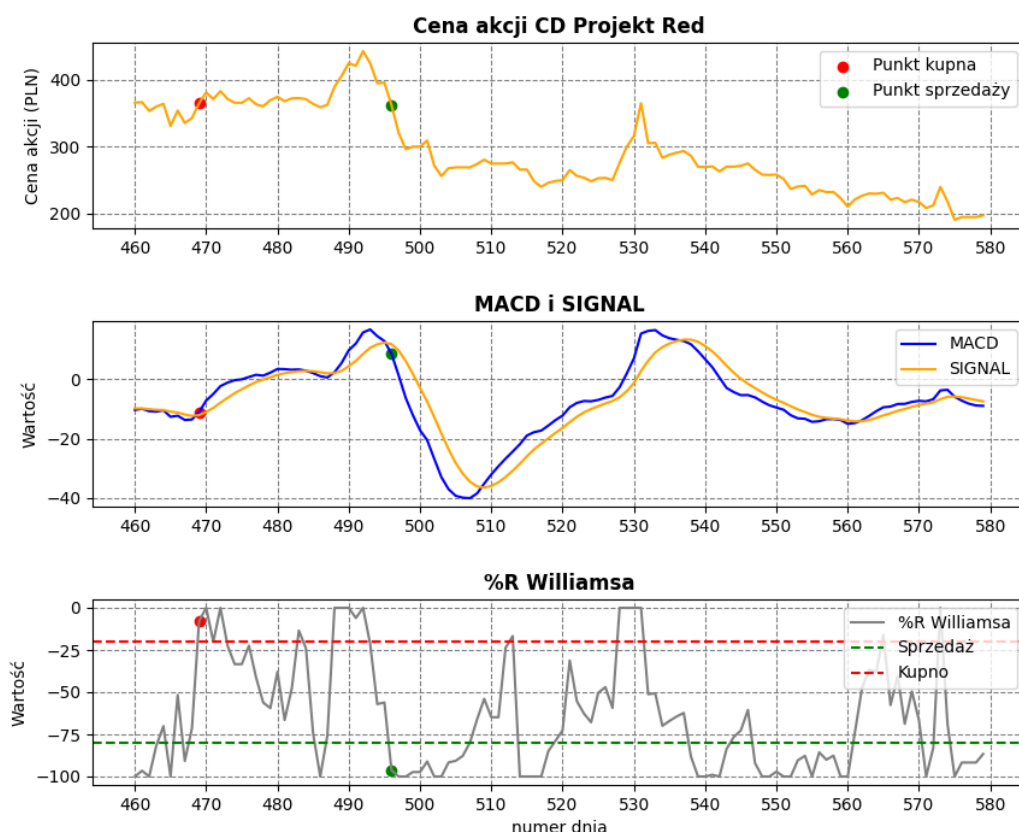


Rysunek 6: Fragment wykresu **MACD** oraz **SIGNAL** między 460. a 580. dniem symulacji wraz z zaznaczonymi momentami kupna i sprzedaży dla symulacji prostej

```
...
Dzień 469: Kupiłem 4 akcje za 1460.0 PLN. Stan: 51.9 PLN, 4 akcji.
Dzień 485: Sprzedałem 4 akcje za 1456.0 PLN. Stan: 1507.9 PLN, 0 akcji.
Dzień 488: Kupiłem 3 akcje za 1168.5 PLN. Stan: 339.4 PLN, 3 akcji.
Dzień 496: Sprzedałem 3 akcje za 1086.0 PLN. Stan: 1425.4 PLN, 0 akcji.
Dzień 509: Kupiłem 5 akcje za 1402.5 PLN. Stan: 22.9 PLN, 5 akcji.
Dzień 537: Sprzedałem 5 akcje za 1467.0 PLN. Stan: 1489.9 PLN, 0 akcji.
Dzień 562: Kupiłem 6 akcje za 1359.0 PLN. Stan: 130.9 PLN, 6 akcji.
Dzień 575: Sprzedałem 6 akcje za 1143.0 PLN. Stan: 1273.9 PLN, 0 akcji.
...
```

2.5.2 Symulacja złożona

Natomiast w przypadku złożonej symulacji, algorytm decydował o kupnie lub sprzedaży akcji tylko w przypadku, gdy wskaźnik **%R Williamsa** osiągał konkretne wartości progowe. Efektem tego była zdecydowanie mniejsza liczba transakcji, niż w przypadku symulacji prostej oraz większa ilość zysku.



Rysunek 7: Fragment wykresu **MACD**, **SIGNAL** oraz **%R Williamsa** między 460. a 580. dniem symulacji wraz z zaznaczonymi momentami kupna i sprzedaży dla symulacji złożonej

...
Dzień 469: Kupiłem 4 akcje za 1460.0 PLN. Stan: 178.9 PLN, 4 akcje.
Dzień 496: Sprzedałem 4 akcje za 1448.0 PLN. Stan: 1626.9 PLN, 0 akcje.
...

3 Podsumowanie

Wskaźnik **MACD** dla wybranych przeze mnie danych wykazał się dobrą skutecznością i moim zdaniem jest przydatny w analizie technicznej.

Prosta symulacja oparta tylko o **MACD** zwróciła zysk w wysokości 151 PLN. Patrząc na wykres **MACD** oraz **SIGNAL** można zauważyć, że algorytm podejmował poprawne, lecz spóźnione decyzje.

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 i zyskowych decyzji.

Jednakże w przypadku obu symulacji można zauważyć, że **MACD** nie zawsze reagował na zmiany cen akcji w odpowiednim czasie, dlatego nie powinien być on stosowany do analiz krótkoterminowych inwestycji, a jedynie do analiz długoterminowych.

Źródła

- [1] MACD – <https://pl.wikipedia.org/wiki/MACD>
- [2] Średnia ruchoma EMA – 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
- [5] %R Williamsa – https://pl.wikipedia.org/wiki/%25R_Williamsa
- [6] Investopedia – <https://www.investopedia.com/terms/m/macd.asp>