

Metody Numeryczne - Wskaźnik MACD

Artur Szlędak, s197633
Politechnika Gdańska
Kierunek: Informatyka
Semestr: 4 / Grupa: 1B

26 marca 2025

Spis Treści

1. Wstęp
2. Metodologia
3. Analiza
4. Symulacja portfela inwestora
5. Podsumowanie

1 Wstęp

- Celem projektu jest analiza wyznacznika giełdowego MACD (*ang. Moving Average Convergence/Divergence*) na przykładzie indeksu S&P 500 (SPX). Analiza zawiera symulację kapitału inwestora korzystającego z wyznacznika MACD oraz strategię "Kup i Trzymaj".
- Dane zostały pobrane ze strony nasdaq.com. Rama czasowa obejmuje 1451 dni od 10.03.2021r. do 28.02.2025r. Do ustalenia wartości akcji została użyta cena zamknięcia z danego dnia. Ze względu na brakujące dane, łącznie wychodzi 999 dni.
- Projekt został wykonany z użyciem języka Python i bibliotek tj. matplotlib, numpy, pandas.
- Podstawowe założenie poniższej pracy opiera się na inwestowaniu na platformie umożliwiającej zakup akcji ułamkowych bez minimalnych kosztów transakcyjnych. Wynika ono z faktu, że obliczanie akcji ułamkowych do minimalnej wpłaty np. 10 PLN (standard brokerów) nie miało by różnicy na wyniki analizy z uwagi na niski koszt wpłaty przy dużym kapitale inwestora. Kwestia podatku od zysków kapitałowych wynoszącego 19% zostanie omówiona w podsumowaniu.

2 Metodologia

- Wyznacznik MACD został obliczony na podstawie wzoru:

$$MACD = EMA_{12} - EMA_{26}$$

gdzie:

- EMA_{12} oznacza 12-okresową wykładniczą średnią kroczącą
- EMA_{26} oznacza 26-okresową wykładniczą średnią kroczącą

- Wartość EMA została obliczona rekurencyjnie ze wzoru:

$$EMA_N(i) = \alpha \cdot x + (1 - \alpha) \cdot EMA_N(i - 1)$$

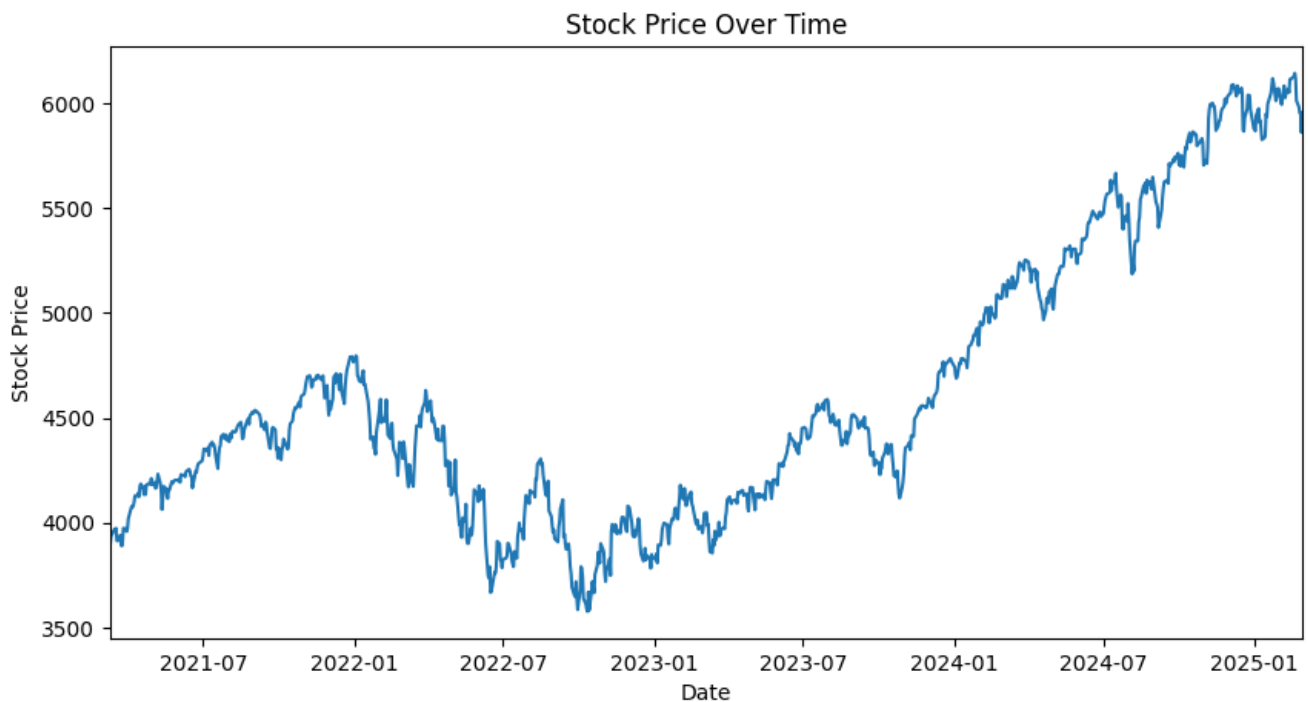
gdzie:

- Cena zamknięcia w i-tym przedziale czasu (okresie): x_i
- Liczba okresów: N
- Współczynnik wygładzający:

$$\alpha = \frac{2}{N + 1}$$

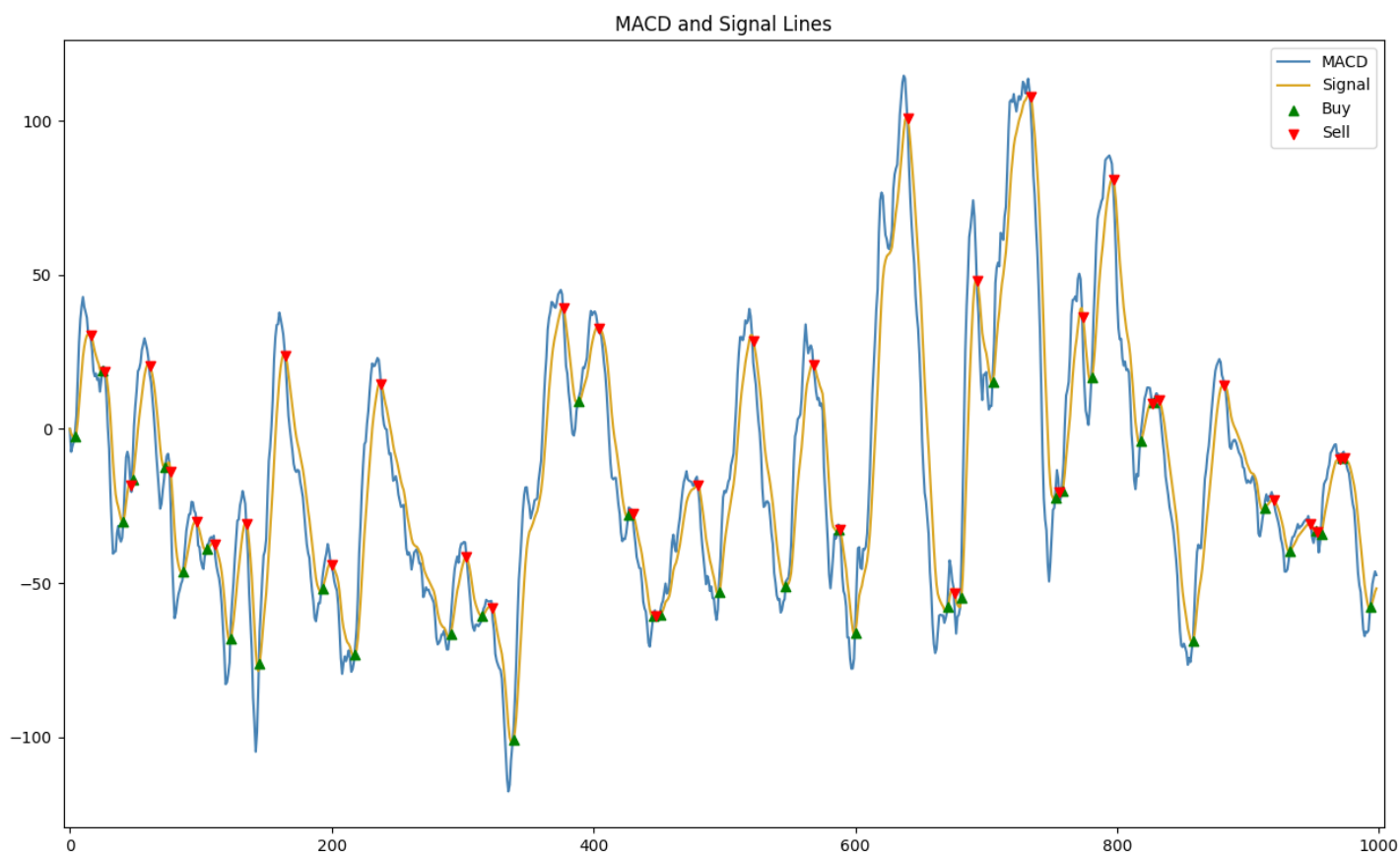
3 Analiza

Wszystkie wartości monetarne zostały przedstawione w USD. Kurs (USD/PLN) w momencie tworzenia analizy: 1 USD = 3.85 PLN.



Rysunek 1: Wykres pokazuje notowania cen zamknięcia wartości indeksu S&P500 w USD między okresem 10.03.2021, a 28.02.2025

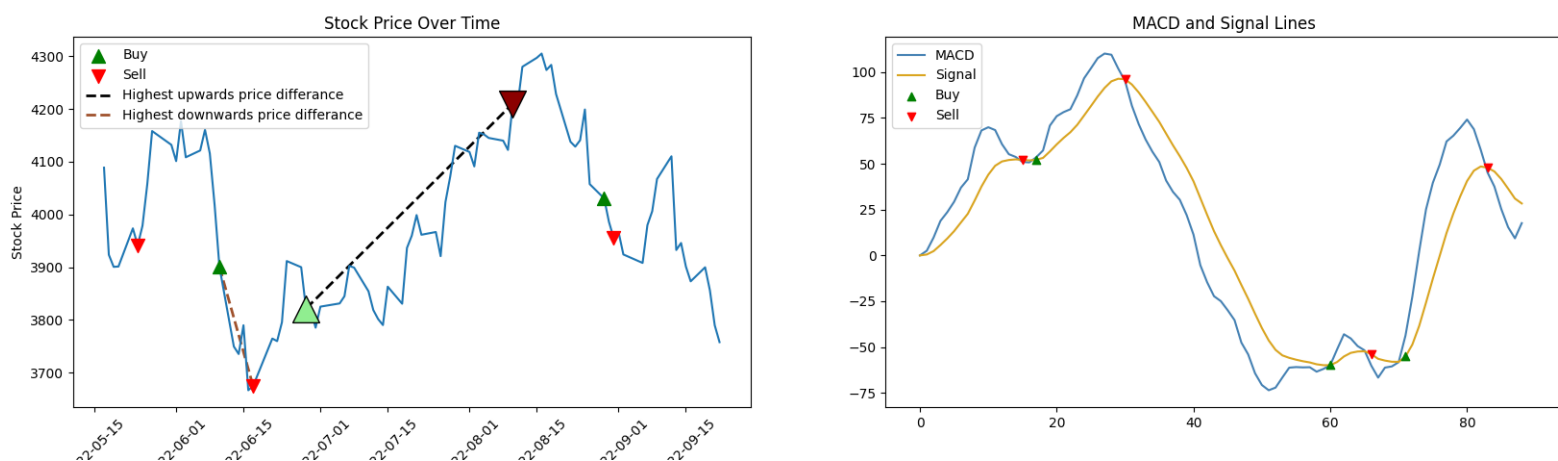
Na wykresie można zauważyć ogólny trend wzrostowy cen indeksu SP 500 w latach 2021–2025. Widać również spadek poniżej 4000 USD w okresie 06.2022 - 06.2023. Widnieje dużo punktów, gdzie potencjalny inwestor mógłby się wzbogacić przy dynamicznym inwestowaniu, jednak samo trzymanie środków również dałoby duży zysk. Dokładniejsze wyniki strategii "Kup i Trzymaj" zostaną opisane w późniejszym etapie pracy.



Rysunek 2: Wykres przedstawia linie MACD i Signal, z zaznaczonymi punktami przecięć, które sygnalizują potencjalne transakcje kupna i sprzedaży.

Przecięcia linii MACD i Signal wyznaczają potencjalne punkty kupna i sprzedaży. Gdy krzywa MACD przecina krzywą Signal od dołu, oznacza to kupno, a gdy krzywa MACD przecina krzywą Signal od góry, oznacza to sprzedaż. Dzięki takiemu rozwiązaniu można otrzymać strategię inwestycyjną, która pozwoli na sprzedanie 100% posiadanych akcji i kupno możliwie jak najwięcej akcji, wraz z akcjami ułamkowymi w odpowiednich punktach.

Poniższa część pracy będzie się opierać na analizie wyznacznika MACD przy użyciu z wykresem notowań finansowych. Podsumowanie skuteczności wyznacznika MACD zostaną opisane na podstawie analizy i zobrazowania dwóch różnych okresów, by znaleźć różnice, zalety i wady. Okresy zawierają 7-8 punktów przecięć krzywych MACD i Signal.



Rysunek 3: Wykres przedstawia notowania cen zamknięcia wartości indeksu S&P500 w USD\$ w okresie 2022-05-17, a 2022-10-06. Oznaczone zostały również punkty kupna i sprzedaży wyznaczone z przecięć linii Signal i MACD. Dodatkowo przerywana linia pokazuje transakcje pomiędzy największą różnicą cen.

W przedstawionym okresie widzimy dynamiczny wykres z dużymi skokami, ocena zmiany rynku byłaby ciężka, a trzymanie akcji od początku okresu przyniosłoby stratę. Analizując akcje wykonane przez wskaźnik MACD widzimy podjęte błędne decyzje. Często cena sprzedaży akcji jest niższa niż cena jej zakupu.

Przerywane linie wyznaczają największe różnice w cenie, ważne jest aby kupować po niższej cenie i sprzedawać po wyższej, przerywane linie ukazują, gdzie byłaby największa możliwa strata/zysk. Można zauważyć, że przy różnicy malejącej została odniesiona duża strata. Przy różnicy rosnącej doszło do zwiększenia kapitału.

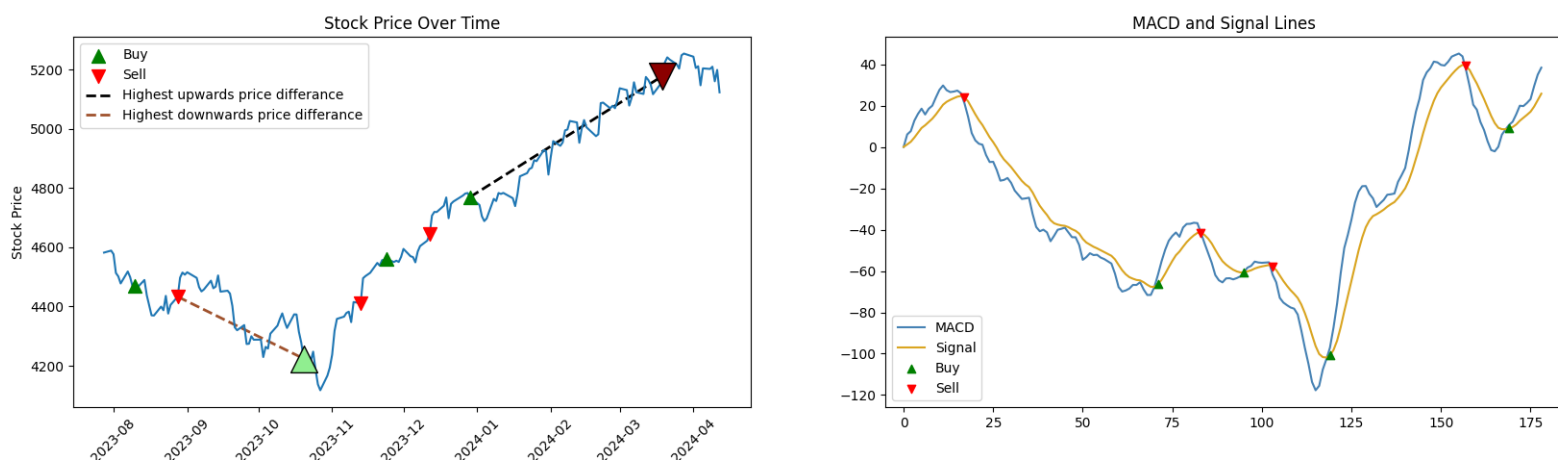
Warto skupić się na wyróżnionych punktach, gdyby inwestor czekał na dołek i nie sugerował się wcześniejszym wyznacznikiem kupna mógłby zwiększyć swój zysk, negując przy okazji główną stratę. Wyznacznik odpowiednio przewidział późniejszy spadek akcji, sprzedając trochę wcześniej niż po możliwie najwyższej cenie, lecz można to uznać za obronę przed spadkiem.

Wizualizacja portfela podczas tego okresu pozwala na lepszy obraz skuteczności wskaźnika.



Rysunek 4: Wykres przedstawia stan portfela po operacjach sprzedaży, portfel po operacjach kupna nie został uwzględniony ze względu na brak wpływu na ogólny majątek inwestora w trakcie operacji.

Wizualizacja wartości portfela potwierdza wcześniejsze obserwacje. Tylko jedna operacja doprowadziła do zysku względem poprzedniego stanu portfela i po dwóch operacjach inwestor miał większy kapitał od kapitału początkowego. Ostatecznie stan portfela wzrósł o $\sim 1.83\%$ względem kapitału początkowego. Wracając do Rysunku 3, gdyby nasz inwestor nie kupowałby akcji po wyróżnionej sprzedaży, wyszedł by 3.77% na plus względem stanu początkowego, co stanowi zmianę $+1.94$ punktu procentowego od uzyskanego wyniku.



Rysunek 5: Wykres pokazuje notowania cen zamknięcia wartości indeksu S&P500 w USD\$ w okresie 2023-07-28, a 2024-05-10. Oznaczone zostały również punkty kupna i sprzedaży wyznaczone z przecięć linii Signal i MACD. Dodatkowo przerywana linia pokazuje transakcje pomiędzy największą różnicą cen.

W przeciwieństwie do Rysunku 3, następny wybrany okres pokazuje, że gdyby inwestor trzymał swoje środki wyszedł by na plus. Można zauważyć tylko jedną błędną propozycję kupna/sprzedaży wskaźnika MACD podczas ósmego miesiąca. Zwracając uwagę na poprawne typy transakcji przy najwyższych różnicach cenowych można zauważyć że wyznacznik poprawnie przewidział spadki i wzrosty cen.

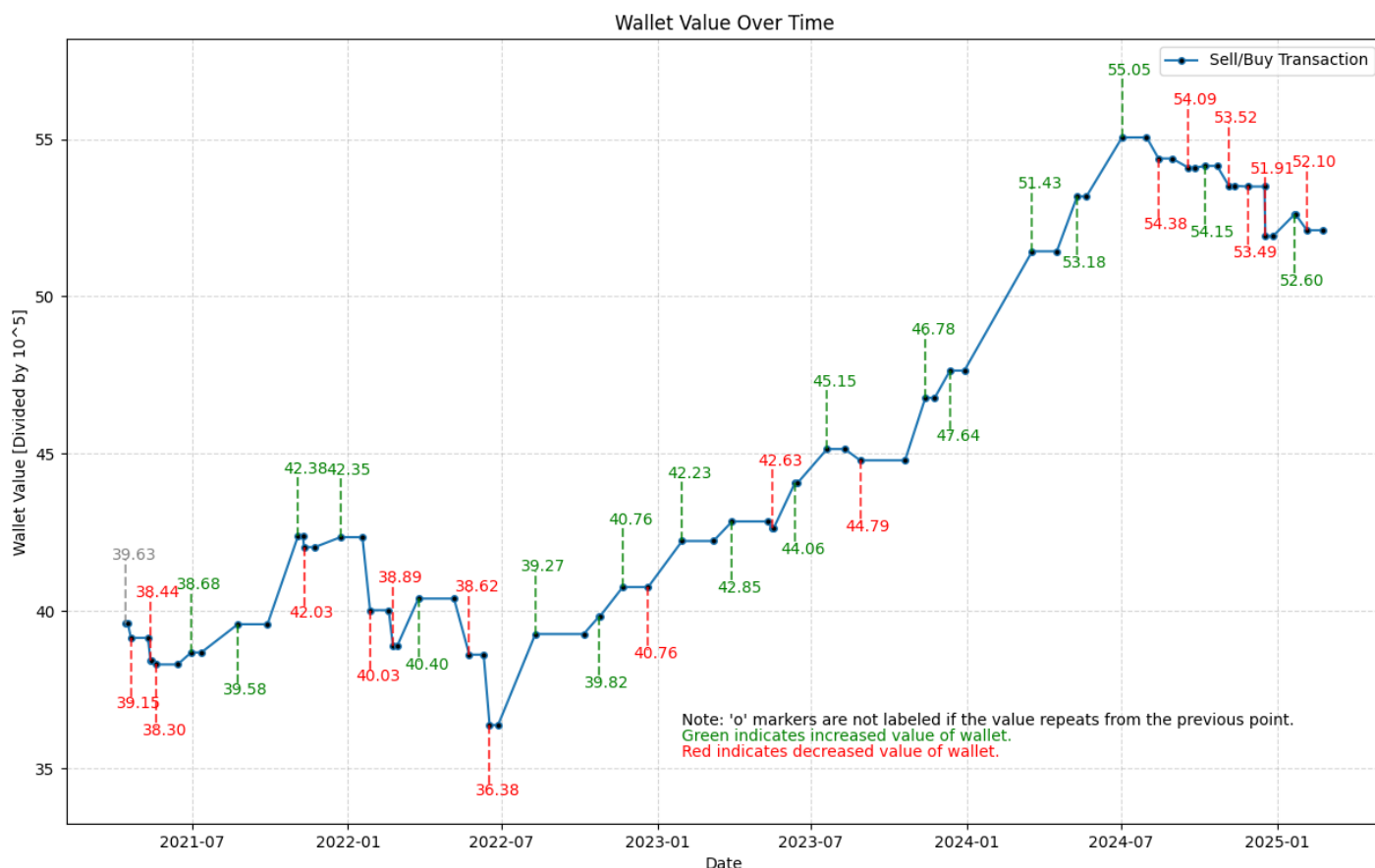
Wyróżnione punkty pokazują największy możliwy zysk gdyby inwestor nie postępował zgodnie z sugestiami wskaźnika między nimi. Propozycje wskaźnika zmniejszają ilość akcji jakie inwestor posiada, zmniejszając przyszłościowy zysk, jednak zauważmy że częściowo zabezpieczają inwestora przed ewentualnym "crash-em", a całościowo można stwierdzić że w tym przypadku wyznacznik poradził sobie bardzo dobrze.



Rysunek 6: Wykres ilustruje stan portfela po operacjach sprzedaży. Portfel po operacjach kupna nie został uwzględniony ze względu na brak wpływu na ogólny majątek inwestora w trakcie operacji

Wartość portfela lepiej pokazuje efektywność wykonywanych transakcji, wzrost wartości portfela o $\sim 15\%$ w okresie dziesięciu miesięcy można uznać jako dobry wynik z dodatkowym zabezpieczeniem przed ewentualnymi drastycznymi spadkami.

4 Symulacja portfela inwestora



Rysunek 7: Wykres przedstawia zmianę kapitału portfela inwestycyjnego. Wartość została podzielona przez 10^5 dla lepszej czytelności. Kapitał został obliczony przez zbieranie wolnych środków i przeliczenie posiadanych akcji na aktualną w danym momencie wartość rynkową.

Kapitał portfela symulowanego przy użyciu wskaźnika MACD podąża za ogólnym trendem indeksu S&P 500. Nie jest to korzystne, ponieważ oznacza, że strategia nie przynosi znaczącej przewagi inwestycyjnej. Można zauważyć 19 pozytywnych transakcji i 18 negatywnych transakcji z dużym zgrupowaniem negatywnych transakcji przy końcowym okresie.

- Początkowy stan portfela: 3.962.710,00 USD
- Ostateczny stan portfela przy strategii MACD wyniósł: 5.210.384,00 USD
- Ostateczny stan portfela przy strategii "Kup i Trzymaj" wyniósł: 5.954.500,00 USD

Wzrost strategii MACD wyniósł: 31.48% | Wzrost strategii "Kup i Trzymaj" wyniósł: 50.26%

Jest to różnica w wysokości 18.78 punktu procentowego na korzyść strategii pasywnej. Indeks S&P 500 jest znany za stabilny wzrost, minimalizując przy okazji wpływy wahań krótkoterminowych. Strategia MACD generowała wyraźne większe zyski niż straty, jednak nie były wystarczające by pokonać strategię "Kup i Trzymaj".

Warto również rozważyć inflację. Korzystając z narzędzia policzmi.pl można się dowiedzieć że w opracowywanym okresie skumulowana inflacja wyniosła o 40,28%. Oznacza to że początkowe 3.962.710,00 USD sprowadza się do 5.558.796,00 USD. Biorąc te informacje pod uwagę, środki uzyskane ze strategii MACD mogłyby zapewnić mniej dóbr, niż początkowy kapitał inwestora. W przeciwieństwie to całkowitego wzrostu indeksu S&P 500, który przyniósłby zysk.

5 Podsumowanie

- W okresach dynamicznych strategia MACD wyznaczała dużo błędnych sygnałów, doprowadzając do strat.
- W okresach stabilnego wzrostu wskaźnik działał lepiej, dodatkowo ubezpieczając przeciwko ewentualnym spadkom.
- Po uwzględnieniu skumulowanej inflacji przez okres 4 lat, realna wartość portfela zmniejszyła się, co oznacza spadek siły nabywczej. Dodatkowo, uwzględnienie 19% podatku od każdej transakcji sprzedaży jeszcze bardziej obniżyłoby efektywność strategii MACD.
- Wskaźnik MACD nie sprawdził się samodzielnie jako dobre narzędzie inwestycyjne, do uzyskania lepszych wyników potrzeba wiedzy technicznej i znajomości rynku. W przypadku inwestowania w indeks S&P 500, dużą liczbę błędnych sygnałów można było ominąć trzymając przez dłuższy okres akcje, ze świadomością ogólnej tendencji wzrostowej indeksu. Niemniej jednak posiada on zaletę ubezpieczania przed nieplanowanymi spadkami.
- Warto rozważyć rozszerzenie analizy strategii MACD o przeanalizowanie dodatkowych bardziej statyczne rynki lub dodaniem dodatkowej optymalizacji opartej na innych wskaźnikach, czy nawet sztucznej inteligencji.