

Politechnika Gdańska
Wydział Elektroniki Telekomunikacji i Informatyki

**Analiza wskaźnika MACD w kontekście
podejmowania decyzji inwestycyjnych**

Kacper Doga s198020

Metody Numeryczne
Projekt 1

Spis treści

1	Wstęp	2
2	Opis teoretyczny wskaźnika	3
3	Analizowany instrument finansowy	4
4	Implementacja wskaźnika MACD	5
4.1	Wczytywanie danych	5
4.2	Obliczanie średniej kroczącej	5
4.3	Obliczanie wskaźnika MACD	5
4.4	Generowanie sygnałów transakcyjnych	5
4.5	Wizualizacja	5
5	Wizualizacja i analiza wyników	6
5.1	Wskaźnik MACD i linia sygnałna	6
5.2	Notowania WIG20 z oznaczonymi transakcjami	7
5.3	Analiza transakcji	8
6	Symulacja i analiza wyników	10
6.1	Stan portfela w czasie	10
6.2	Zyski i straty z transakcji	11
7	Wnioski i podsumowanie	12
7.1	Skuteczność wskaźnika MACD	12
7.2	Charakterystyka sygnałów	12
7.3	Zachowanie w różnych fazach rynku	12
7.4	Asymetria zysków i strat	12
7.5	Potencjalne ulepszenia strategii	12

1 Wstęp

Niniejsze sprawozdanie przedstawia analizę i implementację wskaźnika MACD w kontekście analizy technicznej instrumentów finansowych. Projekt obejmuje implementację algorytmu MACD w języku Python, zastosowanie go do analizy zestawu danych finansowych oraz ocenę jego przydatności w generowaniu sygnałów kupna i sprzedaży.

Celem pracy jest zbadanie skuteczności wskaźnika MACD jako narzędzia wspierającego podejmowanie decyzji inwestycyjnych. W ramach projektu przeprowadzono analizę historycznych danych, zaimplementowano algorytm obliczający wartość wskaźnika oraz przeprowadzono symulację strategii inwestycyjnej opartej na generowanych sygnałach.

Wyniki zostały przedstawione w formie wykresów oraz poddane analizie pod kątem efektywności i praktycznej użyteczności wskaźnika.

2 Opis teoretyczny wskaźnika

Wskaźnik MACD, opracowany przez Geralda Appela w latach 70. XX wieku, jest jednym z najpopularniejszych narzędzi używanych w analizie technicznej rynków finansowych. MACD bazuje na różnicy między krótkookresową, a długookresową wykładniczą średnią kroczącą *EMA*, co pozwala identyfikować zmiany w trendach cenowych i potencjalne punkty zwrotne na rynku.

Wykładnicza średnia krocząca jest odmianą średniej ważonej, w której wagi wcześniejszych cen maleją wykładniczo. W porównaniu do prostej średniej ruchomej, *EMA* szybciej reaguje na zmiany ceny aktywa oraz uwzględnia wszystkie wcześniejsze ceny przy jednoczesnym zmniejszaniu ich wpływu wraz z upływem czasu.

Wartość *EMA* dla danego okresu określana rekurencyjnie za pomocą wzoru:

$$EMA_N(i) = \alpha x_i + (1 - \alpha) EMA_N(i - 1)$$

gdzie:

- x_i to cena zamknięcia w i -tym okresie
- N to liczba okresów
- α to współczynnik wygładzający, wynoszący $\frac{2}{N+1}$

W prezentowanym ujęciu, wskaźnik MACD jest obliczany jako różnica między 12-okresową, a 26-okresową wykładniczą średnią kroczącą cen zamknięcia.

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

Linia sygnałna (SIGNAL) stanowi 9-okresową wykładniczą średnią kroczącą wartości MACD. Przecięcia krzywych MACD i Signal są interpretowane jako sygnały transakcyjne:

- przecięcie od dołu jako sygnał kupna
- przecięcie od góry jako sygnał sprzedaży

W przypadku przecięcia pomiędzy i -tym, a $(i + 1)$ okresem, jako punkt transakcji uznawany następujący okres.

Wskaźnik MACD stanowi pomocniczy element analizy technicznej, sygnały przez niego generowane często pojawiają się z opóźnieniem względem bieżących zmian cen, co sprawia, że wskaźnik ten lepiej sprawdzi się przy analizie długoterminowych trendów, niż w krótkoterminowych strategiach.

3 Analizowany instrument finansowy

Na potrzebę projektu i późniejszych analiz wybrany został indeks WIG20, obejmujący okres czasowy od 01.04.2021 do 26.03.2025. Dane zostały pobrane z serwisu stooq.pl, i odzwierciedlają cenę zamknięcia danego okresu.



(Wykres 1. Notowania indeksu w czasie)

Indeks WIG20 (Warszawski Indeks Giełdowy 20) to jeden z głównych indeksów giełdowych na Giełdzie Papierów Wartościowych w Warszawie, który obejmuje 20 największych i najbardziej płynnych spółek.

Wybór WIG20 jako instrumentu do analizy jest uzasadniony jego znaczeniem dla polskiego rynku kapitałowego. Indeks ten stanowi miernik kondycji największych polskich przedsiębiorstw i często jest wykorzystywany jako benchmark przez inwestorów działających na polskim rynku. Ponadto, WIG20 charakteryzuje się stosunkowo dużą płynnością i zmiennością, co pozwala na efektywne testowanie wskaźników analizy technicznej, takich jak MACD.

Wybrane okres analizy obejmuje różne fazy rynkowe, co umożliwia kompleksową ocenę skuteczności wskaźnika w różnych warunkach rynkowych, zarówno w trendach wzrostowych, jak i spadkowych. Wybrany okres odzwierciedla około 1000 sesji giełdowych, co jest istotne dla wiarygodnej analizy statystycznej wyników.

4 Implementacja wskaźnika MACD

W ramach projektu zaimplementowano algorytm obliczający wskaźnik MACD oraz generujący sygnały transakcyjne. Implementacja została wykonana w języku Python, z wykorzystaniem podstawowych bibliotek do analizy danych i wizualizacji wyników. Poniżej przedstawiono kluczowe elementy.

4.1 Wczytywanie danych

Do wczytywania danych historycznych wykorzystano bibliotekę *pandas*, która umożliwia łatwą obsługę plików CSV. Plik zawierający dane składa się z wielu kolumn, jednak dla projektu i przyszłej analizy kluczowe są kolumny *data* i *zamknięcie*, które składają się na zestaw wczytanych danych.

4.2 Obliczanie średniej kroczącej

Implementacja funkcji obliczającej *EMA* wykorzystuje podejście rekurencyjne, zgodnie z teorią przedstawioną wcześniej. Funkcja inicjalizuje pierwszą wartość *EMA* jako średnią arytmetyczną z pierwszych *N* wartości.

4.3 Obliczanie wskaźnika MACD

Funkcja wyznaczająca wartość wskaźnika MACD jest prosta i bezpośrednio implementuje różnicę między krótkookresową, a długookresową średnią *EMA*. Zgodnie z opisem teoretycznym wartość MACD obliczona jako:

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

4.4 Generowanie sygnałów transakcyjnych

Funkcja generująca sygnały transakcyjne wykrywa przecięcia krzywych MACD i SIGNAL. Algorytm działa na podstawie porównania wartości krzywych w bieżącym i poprzedzającym okresie, generując sygnał kupna dla przecięcia od dołu oraz sygnał sprzedaży dla przecięcia od góry.

4.5 Wizualizacja

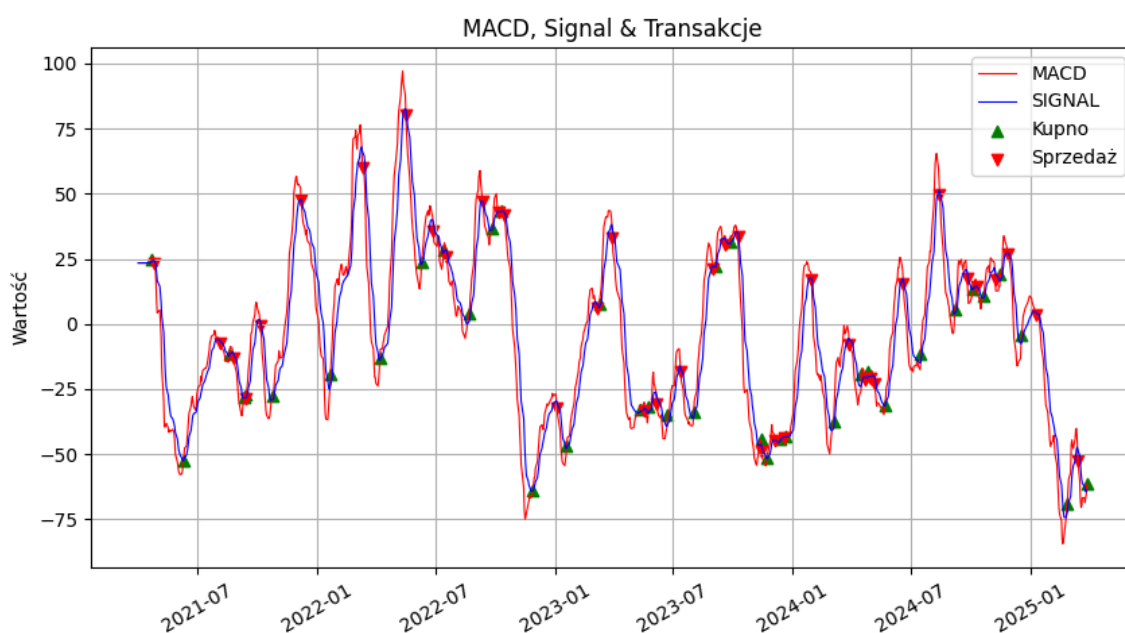
Do wizualizacji wyników zastosowano bibliotekę *matplotlib* umożliwiającą tworzenie czytelnych wykresów. Wykresy zostały wzbogacone o siatkę, opisy osi oraz legendę. Dodatkowo poprawiono formatowanie i obrót dat na osi X, w celu zapewnienia lepszej czytelności.

5 Wizualizacja i analiza wyników

W ramach przeprowadzonej analizy przygotowano szereg wizualizacji prezentujących działanie wskaźnika MACD na danych historycznych analizowanego aktywa. Poniżej przedstawiono najważniejsze wykresy wraz z ich interpretacją i analizą.

5.1 Wskaźnik MACD i linia sygnałna

Na wykresie 2. zaprezentowano wartości wskaźnika MACD oraz linii sygnałnej SIGNAL, dla całego analizowanego okresu od kwietnia 2021 do marca 2025. Na wykresie oznaczono również punkty generowania sygnałów transakcyjnych.

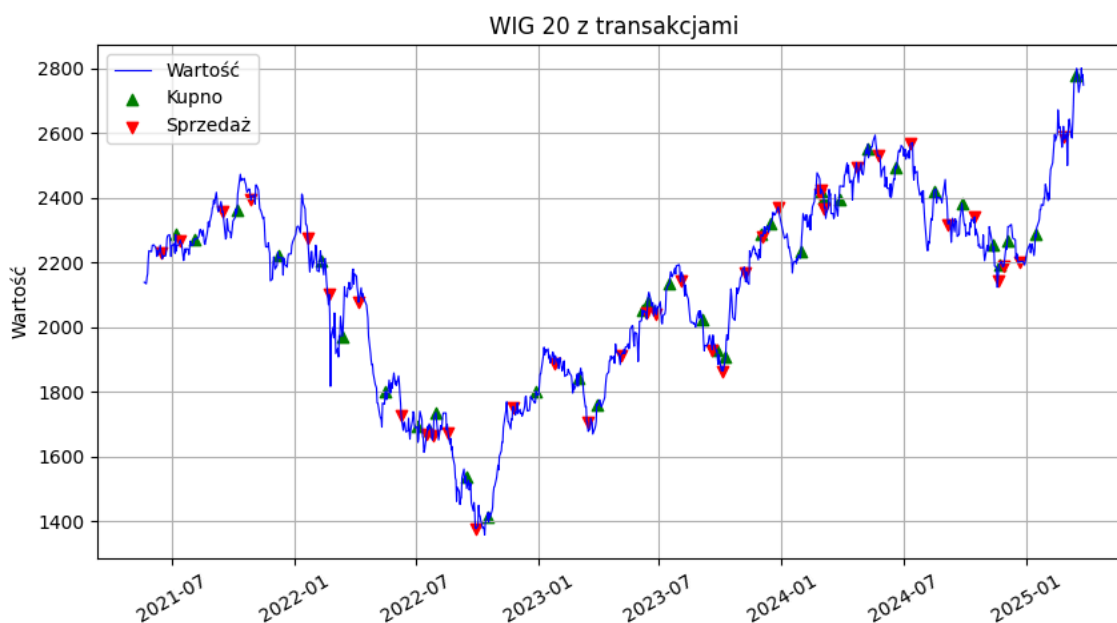


(Wykres 2. Krzywe MACD i SIGNAL z nałożonymi transakcjami)

Można zaobserwować, że w analizowanym okresie wystąpiło wiele przecięć krzywych MACD i SIGNAL, generujących liczne sygnały transakcyjne. Widoczne jest znaczne wahanie wskaźnika wartości MACD, co wskazuje na wyższą zmienność rynku w danym okresie, co jest widoczne na wykresie 1.

5.2 Notowania WIG20 z oznaczonymi transakcjami

Wykres 3. przedstawia notowania indeksu WIG20 w analizowanym okresie, z nałożonymi punktami dokonywania transakcji. Wykres ten pozwala na bezpośrednią ocenę skuteczności sygnałów generowanych przez wskaźnik MACD.



(Wykres 3. Notowania indeksu w czasie z nałożonymi transakcjami)

Analiza wykresu notowań pokazuje, że skuteczność sygnałów MACD była zróżnicowana w zależności od fazy rynku:

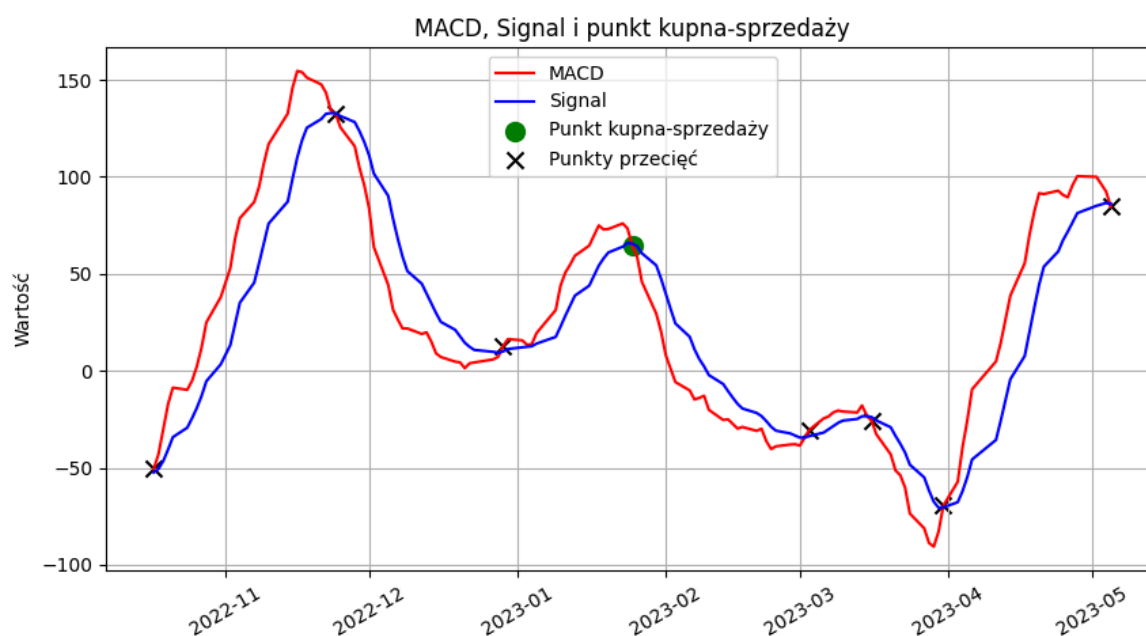
- W trendach wzrostowych sygnały kupna często trafiały w lokalne dolki, a sygnały sprzedaży w lokalne szczyty.
- W okresach konsolidacji wskaźnik generował liczne sygnały, które nie zawsze przekładały się na zyskowne transakcje.
- W silnych trendach spadkowych (rok 2022) widoczne jest opóźnienie sygnałów względem rzeczywistych punktów zwrotnych rynku.

Warto zauważyć, że wskaźnik MACD generował stosunkowo dużo sygnałów transakcyjnych, co mogło prowadzić do częstych transakcji i potencjalnie wyższych kosztów transakcyjnych, które nie zostały uwzględnione.

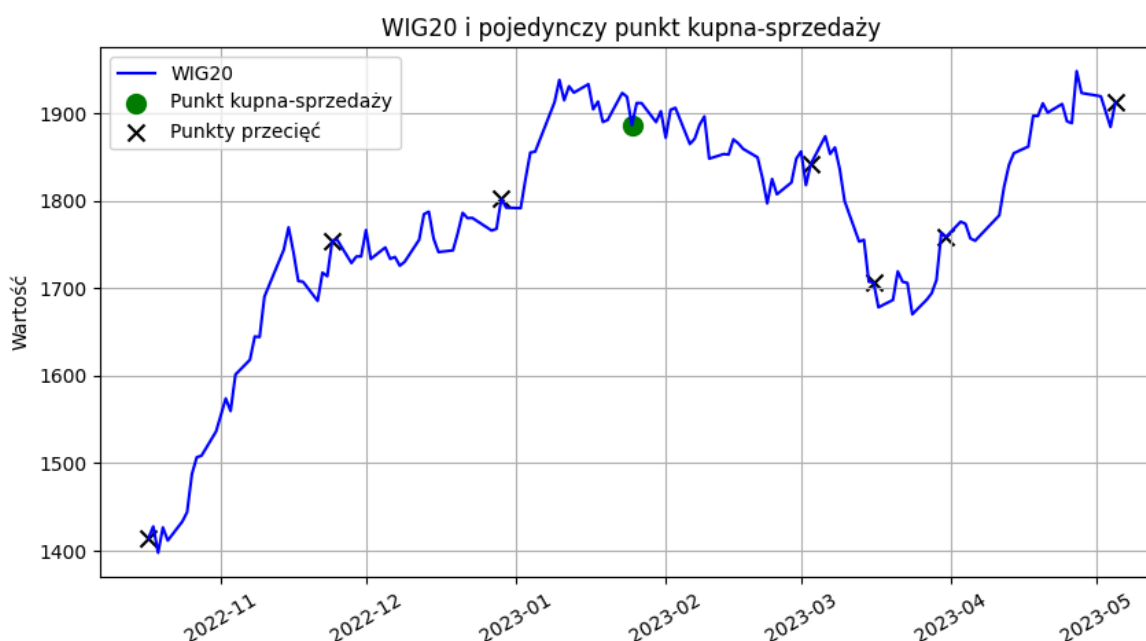
Ogólna analiza wykresów sugeruje, że wskaźnik MACD może być użytecznym narzędziem identyfikacji zmian trendu, szczególnie w dłuższych okresach wzrostowych lub spadkowych. Jednak jego skuteczność jest ograniczona w okresach konsolidacji lub przy gwałtownych zmianach kierunku rynku, gdzie sygnały mogą pojawiać się z opóźnieniem.

5.3 Analiza transakcji

Wykres 4A. przedstawia pojedynczy punkt sprzedaży nałożony na krzywe MACD i SIGNAL, zaznaczono również poprzednie punkty przecięć (dokonanych transakcji). Dołączony wykres 4B. ukazuje również otoczenie punktu sprzedaży w kontekście wartości indeksu. Przedstawiona operacja kupna-sprzedaży w okresie od końca grudnia 2022 do końca stycznia 2023 wygenerowała zysk 107333,25 zł, zauważalne jest jednak idealne dopasowanie w dołek lokalny skutkujący obniżonym zyskiem.

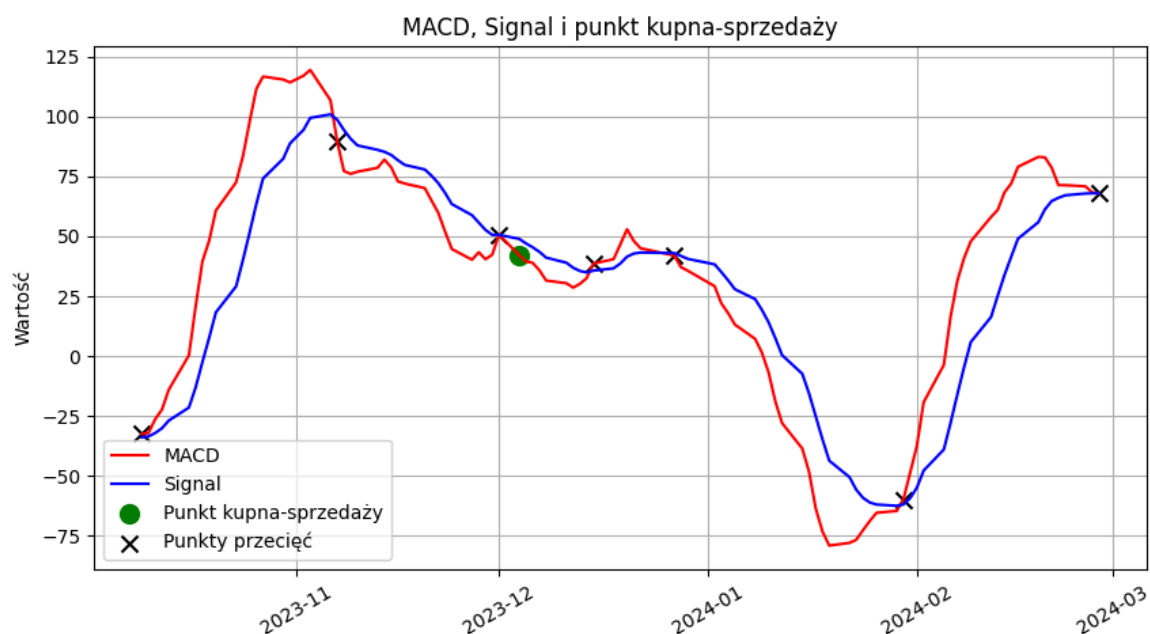


(Wykres 4A. Pojedynczy punkt sprzedaży nałożony na krzywe MACD i SIGNAL)

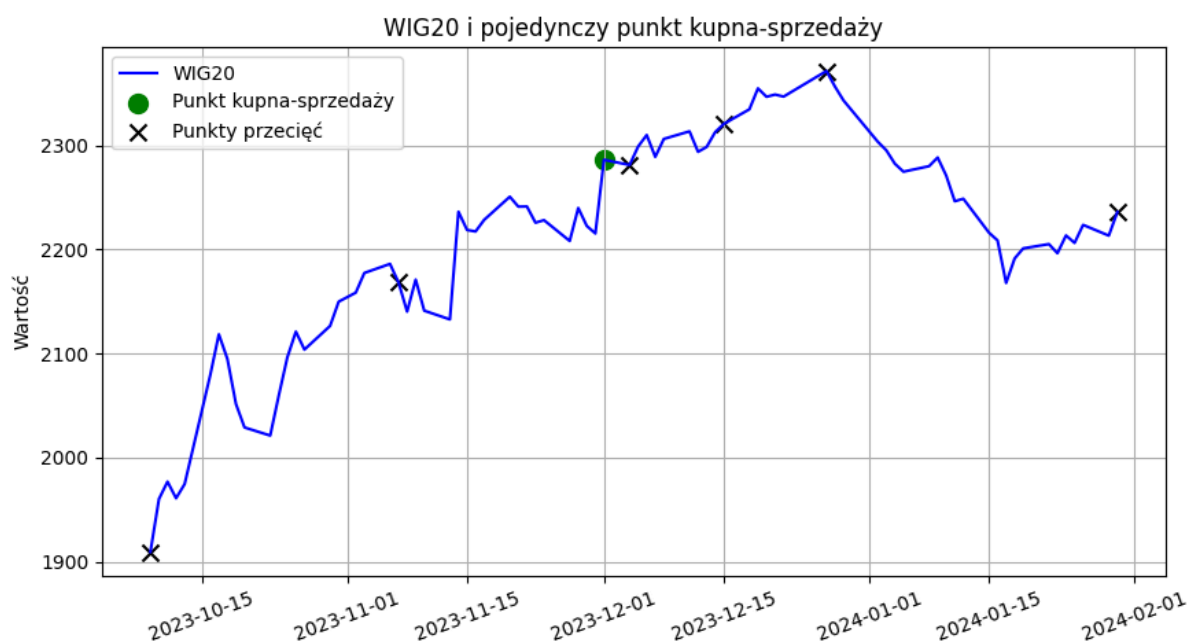


(Wykres 4B. Punkt kupna sprzedaży nałożony na wykres wartości indeksu)

Wykres 5A. prezentuje punkt zakupu, widać że po przecięciu krzywych cena nieznacznie spadła, i po nieznacznej stracie nastąpiła sprzedaż. Całość transakcji kupno-sprzedaż wygenerowała straty wysokości 5381,46 zł.



(Wykres 5A. Pojedynczy punkt kupna nałożony na krzywe MACD i SIGNAL)



(Wykres 5B. Punkt kupna sprzedaży nałożony na wykres wartości indeksu)

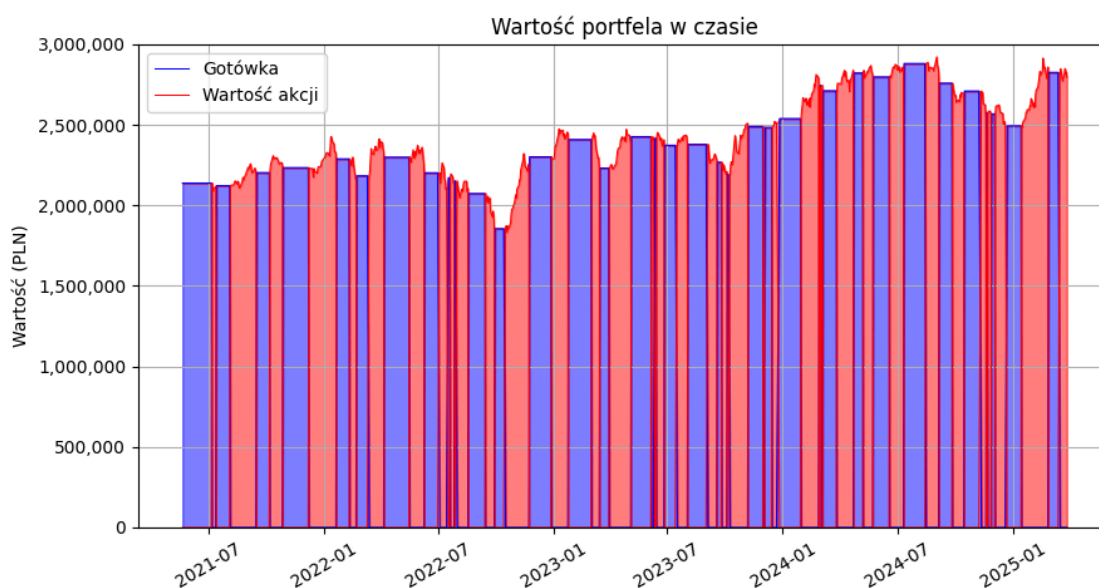
W przypadku wykresów 4. zauważalna jest minimalnie spóźniona reakcja na zachodzące zmiany, skutkująca znaczącym zyskiem, w drugim przypadku natomiast nastąpił zakup akcji na górze, a szybką sprzedażą skutkującą małymi stratami.

6 Symulacja i analiza wyników

Symulacja przedstawia działanie systemu transakcyjnego, który automatycznie podejmuje decyzje inwestycyjne na podstawie wskaźnika MACD. Symulacja została zainicjalizowana dla stanu portfela równoważnego 1000 akcji indeksu WIG20, obejmując okres zgodny z wstępem.

6.1 Stan portfela w czasie

Wykres 6. przedstawia zmianę wartości portfela inwestycyjnego w czasie, składa się on z 2 komponentów, które zawsze wymieniane za pełną wartość.



(Wykres 6. Wartość portfela w czasie)

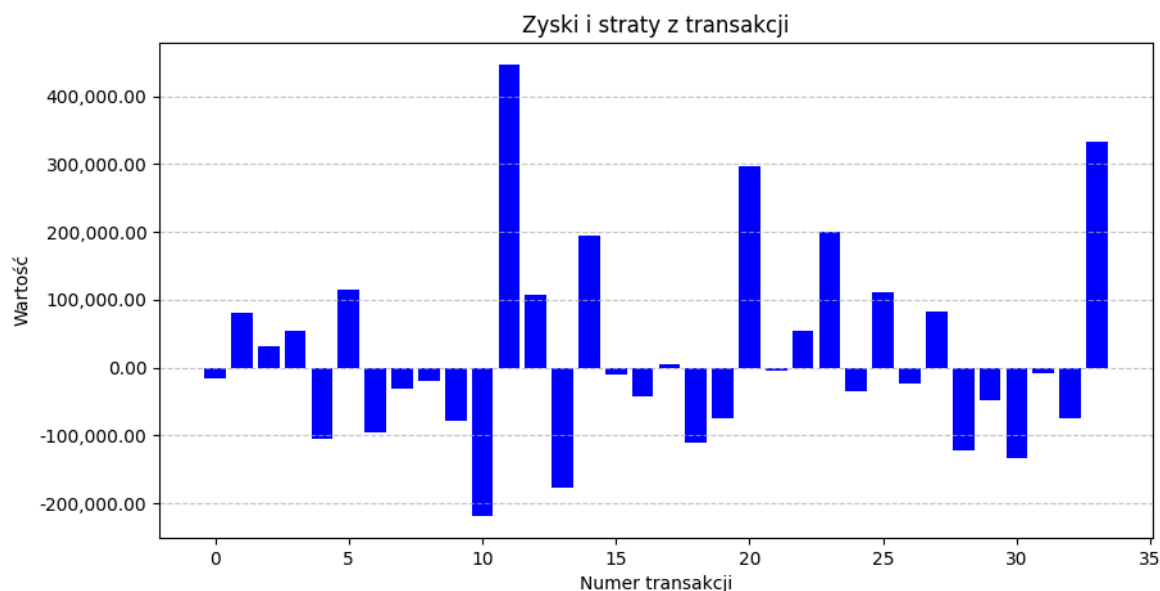
Na podstawie powyższego wykresu można zauważyć następujące trendy:

- wartość portfela wykazuje ogólną tendencję wzrostową, od początkowej wartości 2139060,00 zł do 2796091,40 zł.
- okresy największych spadków jak i wzrostów wartości
- Najwyższa wartość portfela została odnotowana 2 września 2024, i wynosiła 2923192,61 zł jako wartość posiadanych akcji, algorytm na podstawie współczynnika nie zdecydował się sprzedać i odnotował znaczące straty.

Ogólny wzrost wartości portfela wynosi 30,72% w analizowanym okresie, co świadczy o efektywności zastosowanej strategii w długim terminie.

6.2 Zyski i straty z transakcji

Wykres 7. prezentuje zyski i straty podjętych transakcji, kolejne wartości wyznaczone jako różnica ceny kupna i sprzedaży konkretnego pakietu akcji.



(Wykres 7. Zyski i straty podjętych transakcji)

Na podstawie powyższego wykresu zauważalne są następujące po sobie duże straty-zyski, najwyższy zysk wynoszący ponad 450000 zł został osiągnięty tuż po najwyższej zarejestrowanej transakcji stratnej wynoszącej około 200000 zł. Wyniki charakteryzują się znaczną zmiennością i widocznymi seriami następujących strat.

Z analizy wynika, że 14 transakcji zakończyło się zyskiem, a 20 stratą, co daje skuteczność algorytmu na poziomie około 41%. Pomimo niskiej skuteczności sumaryczny zysk znacząco przewyższa poniesione straty.

7 Wnioski i podsumowanie

Przeprowadzona symulacja i analiza wskaźnika MACD jako narzędzia wspomagającego podejmowanie decyzji inwestycyjnych pozwala na sformułowanie następujących wniosków:

7.1 Skuteczność wskaźnika MACD

- Wskaźnik wykazał umiarkowaną skuteczność w generowaniu sygnałów, tylko 41% transakcji zakończyło się zyskiem, co jest wynikiem poniżej oczekiwań.
- Pomimo niskiej skuteczności, strategia pozwoliła na wypracowanie zysku całkowitego na poziomie 30,72% w analizowanym okresie.

7.2 Charakterystyka sygnałów

- Wskaźnik MACD generuje stosunkowo dużą liczbę sygnałów, co może prowadzić do częstych transakcji i wyższych kosztów transakcyjnych.
- Zauważalna jest tendencja do występowania serii następujących po sobie zysków i strat, co może wskazywać na okresowe dostosowanie wskaźnika do warunków.

7.3 Zachowanie w różnych fazach rynku

- MACD wykazuje większą skuteczność w wyraźnych trendach wzrostowych lub spadkowych.
- W okresach konsolidacji wskaźnik generuje liczne, często mylne i stratne sygnały.
- Wskaźnik cechuje się opóźnieniem względem rzeczywistych punktów zwrotnych na rynku, co jest jego typową cechą wskaźników opóźnionych.

7.4 Asymetria zysków i strat

- Kluczowym czynnikiem pozwalającym strategii generować zysk całkowity była korzystna asymetria między wielkością zysków i strat.
- Największe zyski dla symulacji znacznie przewyższały największe straty.

7.5 Potencjalne ulepszenia strategii

- Filtrowanie sygnałów w okresach konsolidacji za pomocą dodatkowych wskaźników mogłoby zwiększyć ogólną skuteczność.
- Uwzględnienie kosztów transakcyjnych w symulacji dla bardziej realistycznej oceny.

Podsumowując, wskaźnik MACD, pomimo swoich ograniczeń może być wartościowym narzędziem w kontekście podejmowania decyzji inwestycyjnych.

Przeprowadzona symulacja potwierdziła, że strategia oparta wyłącznie na wskaźniku może być rentowna w długim terminie, jednak wymaga świadomości jego ograniczeń i pułapek. Najlepsze rezultaty można byłoby osiągnąć łącząc MACD z innym wskaźnikiem lub metodą analizy technicznej, aby potwierdzić sygnały i filtrować te o niższej jakości.

Finalnie należy podkreślić, że żaden wskaźnik techniczny nie gwarantuje sukcesu inwestycyjnego. Stanowi on jedynie narzędzie wspomagające proces decyzyjny, który powinien uwzględniać szerszy kontekst rynkowy, fundamentalny oraz makroekonomiczny.