

Analiza wskaźnika MACD jako pomoc inwestycyjna.

Autor:

Mateusz Giedroyć

197714

1. Wstęp teoretyczny

W dzisiejszych czasach analiza techniczna stanowi istotny element strategii inwestycyjnych na rynkach finansowych. Jednym z popularnych narzędzi wykorzystywanych przez analityków jest wskaźnik **MACD** (Moving Average Convergence Divergence), który umożliwia identyfikację zmian trendów oraz momentów zwrotnych na wykresach cenowych. Wskaźnik ten został opracowany przez Geralda Appela w latach 70. XX wieku i od tego czasu zyskał szerokie uznanie dzięki swojej prostocie oraz efektywności w sygnalizowaniu punktów wejścia i wyjścia z pozycji.

MACD opiera się na różnicy pomiędzy dwiema wykładniczymi średnimi kroczącymi (**EMA**), co pozwala na wygładzenie danych cenowych i wykrywanie subtelnych zmian dynamiki rynku. Kluczowymi elementami wskaźnika są linia **MACD**, linia sygnału oraz histogram, który ilustruje różnicę między poprzednimi dwiema liniami. Dzięki tej konstrukcji, **MACD** umożliwia nie tylko określenie kierunku trendu, ale również ocenę jego siły oraz potencjalnych momentów, w których może dojść do zmiany tendencji.

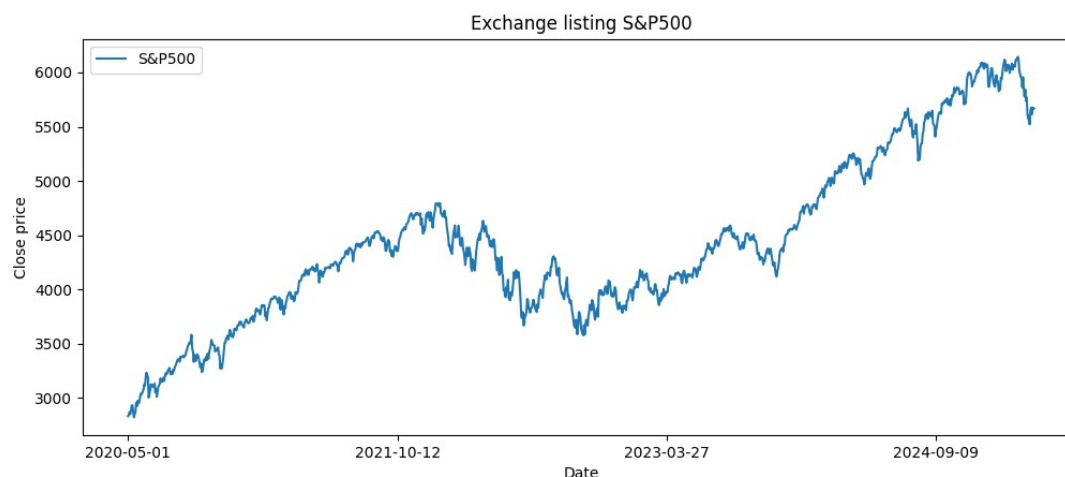
W niniejszym raporcie podjęto próbę analizy skuteczności wskaźnika **MACD** w kontekście podejmowania decyzji inwestycyjnych

2. Dane testowe

Analizę wskaźnika **MACD** przeprowadzę na bazie analizy symulacji inwestycyjnej na trzech zestawach danych różnych instrumentów finansowych. Wszystkie zestawy danych zostały pobrane ze strony **stoq.pl**. Dane pokazują dzienne ceny akcji spółek w momencie otwarcia, zamknięcia jak i najwyższy oraz najniższy stan akcji.

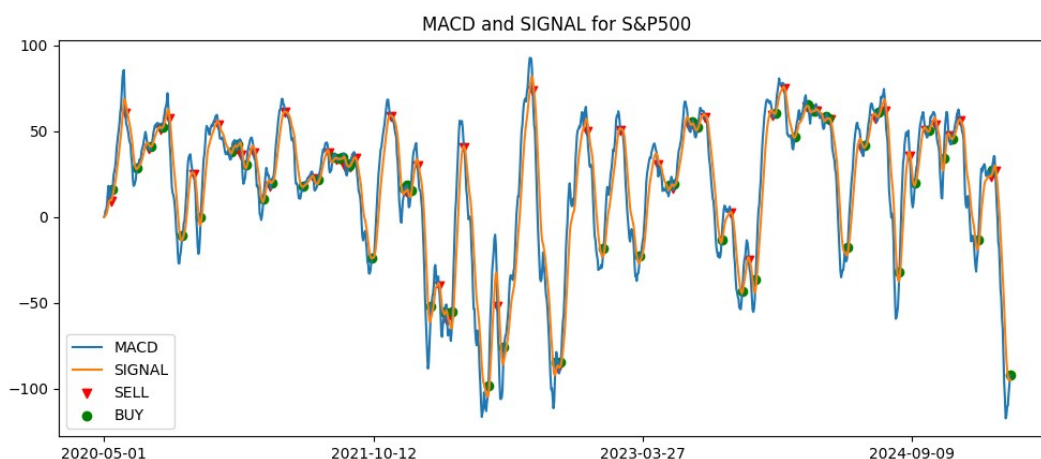
2.1. Indeks S&P500 (SPX)

Zestaw danych dla indeksu **S&P500** zawiera dane od dnia 01-05-2020 do dnia 21-03-2025. Na przestrzeni tego czasu cena wzrosła z 2830.71\$ do 5667.56\$. Przedstawia to wzrost ceny o 200,22% na przestrzeni badanego okresu.



Wykres 1: Cena akcji indeksu S&P500

Wykres przedstawia ogólny wzrost ceny indeksu na przestrzeni badanego okresu. Można zaobserwować na nim wahania, które są mniejsze niż przy wykresach cen akcji pojedynczych spółek poprzez skład indeksu, który zawiera 500 największych firm na giełdzie amerykańskiej.

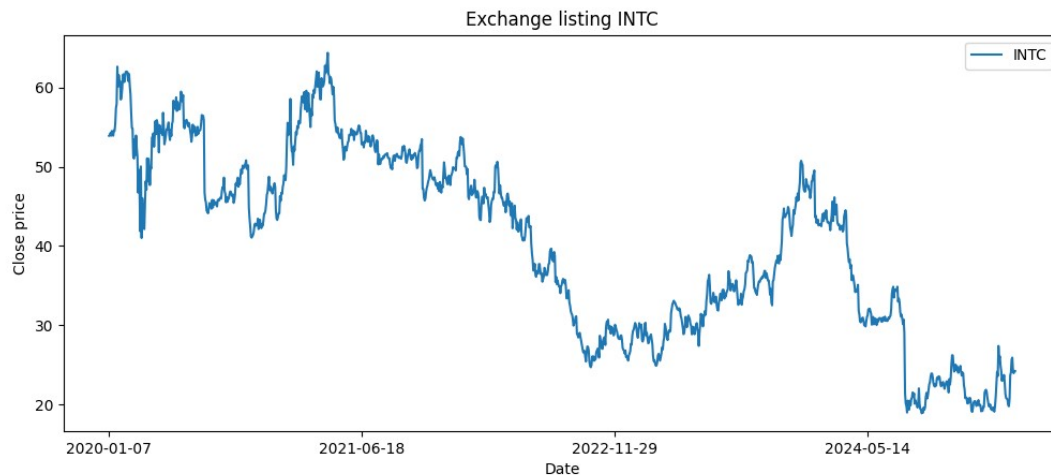


Wykres 2: Linia MACD i SIGNAL z impulsami zakupu i sprzedaży dla S&P500

Powyższy wykres przedstawia linie **MACD** oraz linie **SIGNAL** na bazie których wyznaczane są decyzje zakupu i sprzedaży akcji. Decyzje te są podejmowane poprzez analizę przecięć obu linii. Sygnał sprzedaży jest na wykresie oznaczony czerwonym trójkątem zaś sygnał zakupu oznaczony jest zieloną kropką. Takie same oznaczenia zostały zastosowane do wszystkich wykresów **MACD** i **SIGNAL** w pozostałych kompletach danych testowych.

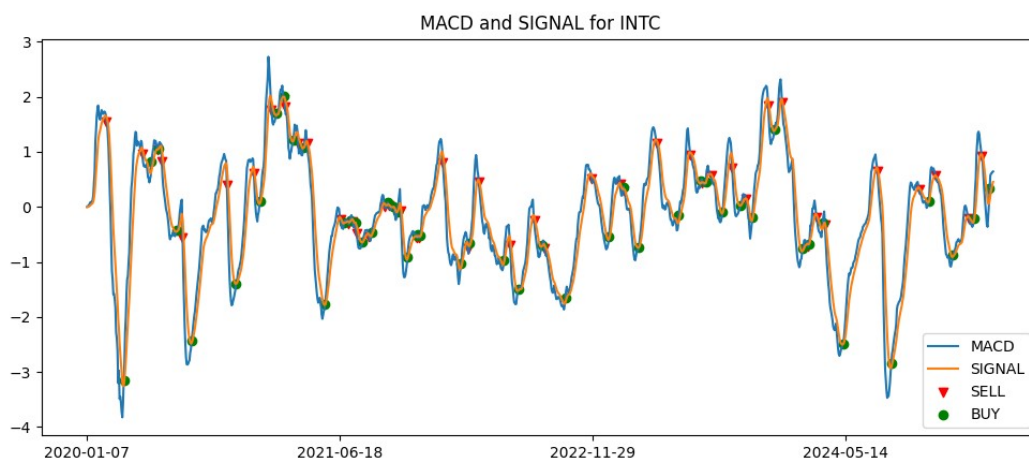
2.2. Intel Corporation (INTC)

Zestaw danych dla Intel zawiera dane od dnia 07-01-2020 do dnia 24-03-2025. Na przestrzeni tego czasu cena spadła z 53.92\$ do 24.22\$. Przedstawia to spadek ceny o 44.92% na przestrzeni badanego okresu.



Wykres 3: Cena akcji INTC

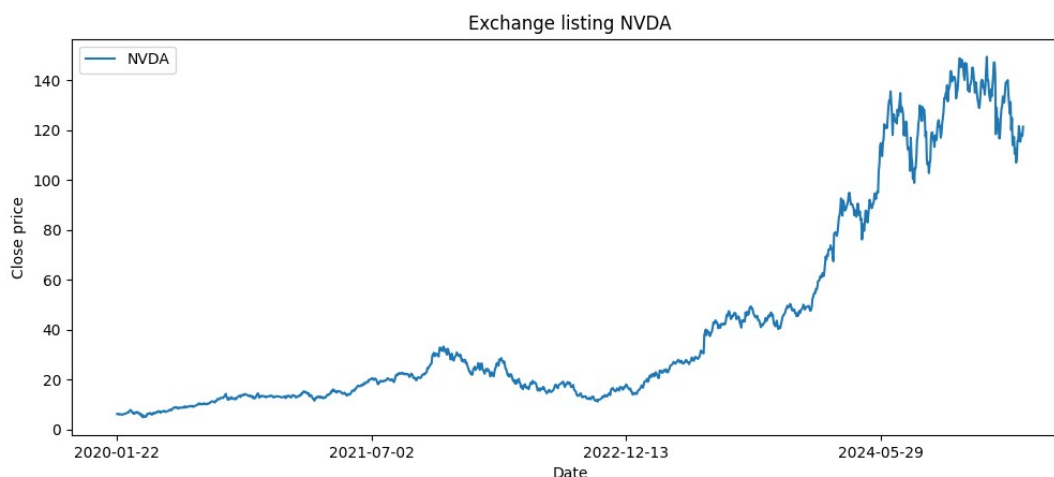
Wykres cen akcji **INTC** w przeciwieństwie do **S&P500** przedstawia znaczący spadek cen akcji. Ponadto można na wykresie zaobserwować bardzo duże wahania cen.



Wykres 4: Linia MACD i SIGNAL z impulsami zakupu i sprzedaży dla INTC

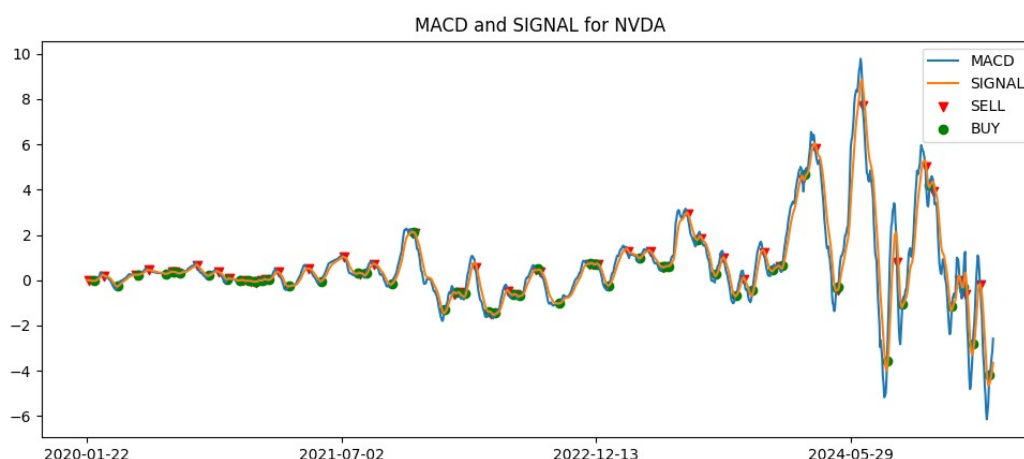
2.3. Nvidia Corporation (NVDA)

Zestaw danych dla Nvidia zawiera dane od dnia 22-01-2020 do dnia 24-03-2025. Na przestrzeni tego czasu cena wzrosła z 6.23\$ do 121.41\$. Przedstawia to wzrost ceny o 1941% na przestrzeni badanego okresu.



Wykres 5: Cena akcji NVDA

Wykres cen akcji **NVDA** na przestrzeni większości czasu badanego okresu nie wykazywał, żadnych znaczących wahań cen. Sytuacja ta się jednak zmieniła w okolicy początku roku 2024 co było spowodowane znaczącymi inwestycjami wielu firm w technologie **AI**.



Wykres 6: Linia MACD i SIGNAL z impulsami zakupu i sprzedaży dla NVDA

3. Implementacja

Podstawą konstrukcji wskaźnika **MACD** jest wyznaczenie krzywych **MACD** i **SIGNAL**. W popularnym podejściu krzywą **MACD** oblicza się jako różnicę następujących wykładniczych średnich kroczących:

$$\text{MACD} = \text{EMA}_{12} - \text{EMA}_{26}$$

gdzie:

- **EMA₁₂** oznacza 12-okresową wykładniczą średnią kroczącą,
- **EMA₂₆** oznacza 26-okresową wykładniczą średnią kroczącą.

Linia **SIGNAL** to 9-okresowa wykładnicza średnia krocząca obliczana na podstawie wartości **MACD**. W analizie technicznej wartość 9 również może być modyfikowana w celu dostosowania wskaźnika do konkretnego aktywa. Przecięcia krzywych **MACD** i **SIGNAL** są interpretowane jako sygnały transakcyjne:

- przecięcie od dołu – sygnał kupna,
- przecięcie od góry – sygnał sprzedaży.

Wykładnicza średnia krocząca (ang. exponential moving average, **EMA**) jest odmianą średniej ważonej, w której wagi wcześniejszych cen maleją wykładniczo. Wartość **EMA** dla i -tego przedziału czasu można obliczyć rekurencyjnie za pomocą zależności:

$$\text{EMA}_N(i) = \alpha \cdot x_i + (1 - \alpha) \cdot \text{EMA}_N(i - 1)$$

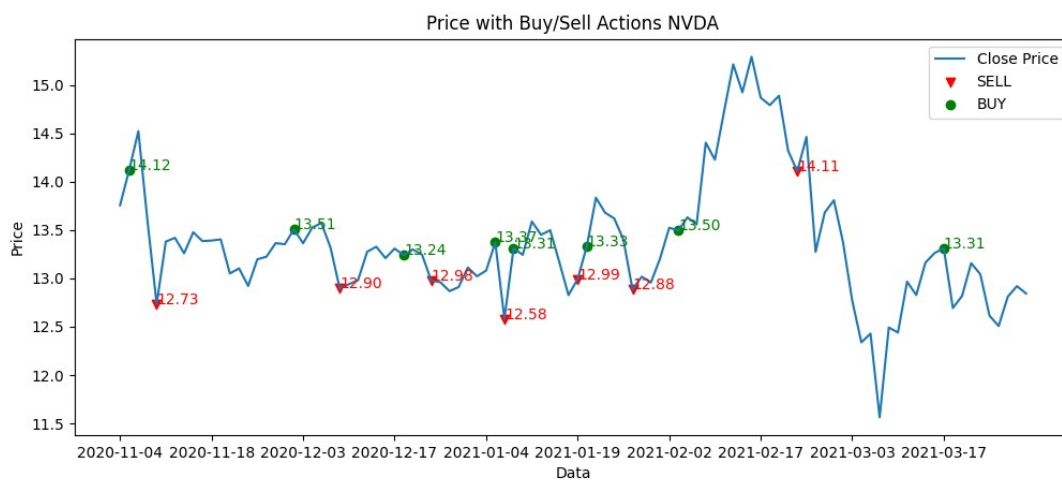
gdzie:

- cena zamknięcia w i -tym przedziale czasu (okresie): x_i ,
- liczba okresów: N ,
- współczynnik wygładzający: $\alpha = 2/N + 1$.

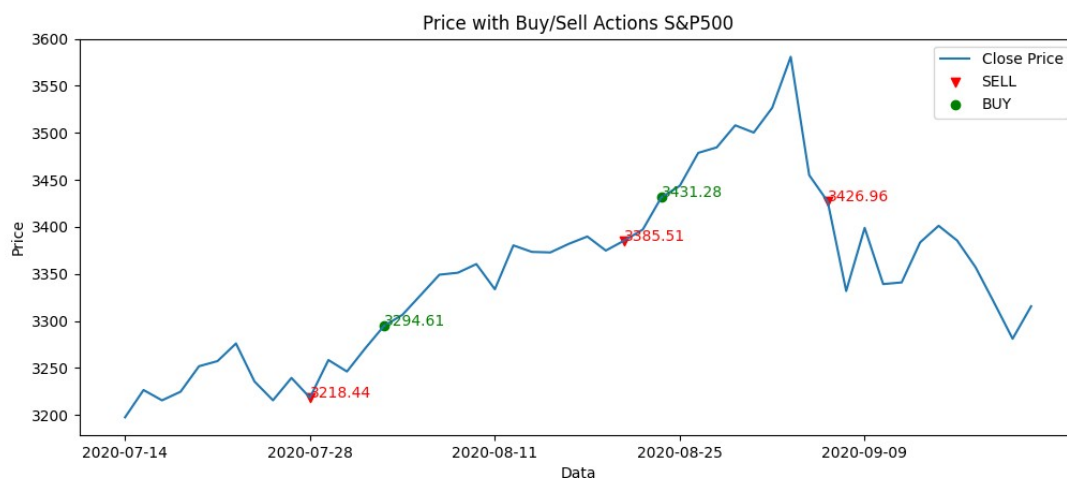
Równanie to można przekształcić do postaci jawnej:

$$\text{EMA}_N(i) = \frac{x_i + (1 - \alpha)x_{i-1} + (1 - \alpha)^2x_{i-2} + \dots + (1 - \alpha)^{i-1}x_0}{1 + (1 - \alpha) + (1 - \alpha)^2 + \dots + (1 - \alpha)^{i-1}}$$

4. Analiza transakcji



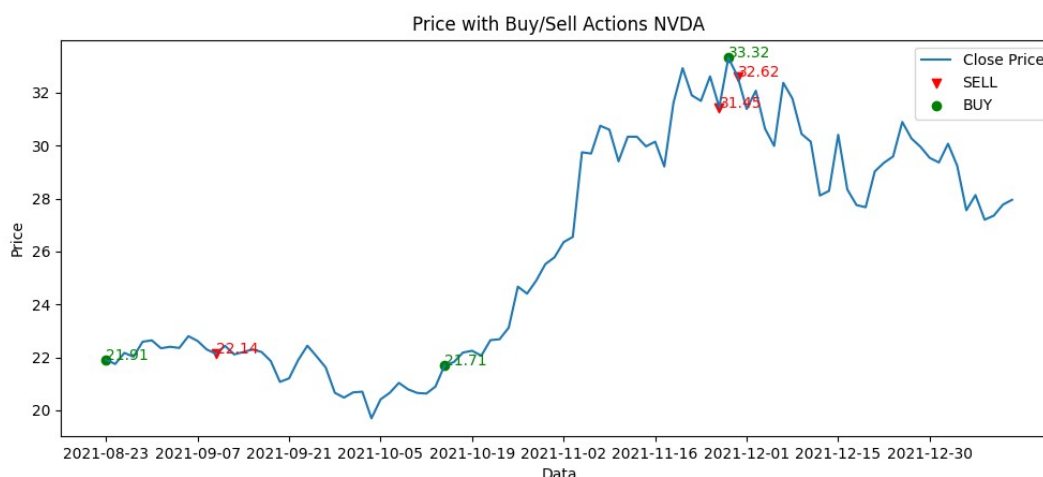
Wykres 7: Cena akcji NVDA z sygnałami kupna/sprzedaży



Wykres 8: Cena akcji S&P500 z sygnałami kupna/sprzedaży

Jak możemy zaobserwować na powyższych wykresach wskaźnik **MACD** nie jest wystarczająco dokładnym narzędziem do podejmowania decyzji zakupu i sprzedaży. Dzieje się tak ponieważ w przypadku gwałtownej zmiany ceny obserwowane jest znaczne spóźnienie wskaźnika często prowadzące do odwrotnego zachowania niż założone, to znaczy sprzedaż po cenie niższej niż cena zakupu jak można zaobserwować na dwóch ostatnich transakcjach z wykresu **S&P500**.

Nie oznacza to jednak, że wskaźnik ten jest całkowicie nieużyteczny. Na poniższym wykresie widać, że w szczególnych sytuacjach **MACD** może poprawnie sugerować momenty zakupu i sprzedaży akcji i prowadzić do znacznego zysku.



Wykres 9: Cena akcji NVDA z sygnałami kupna/sprzedaży

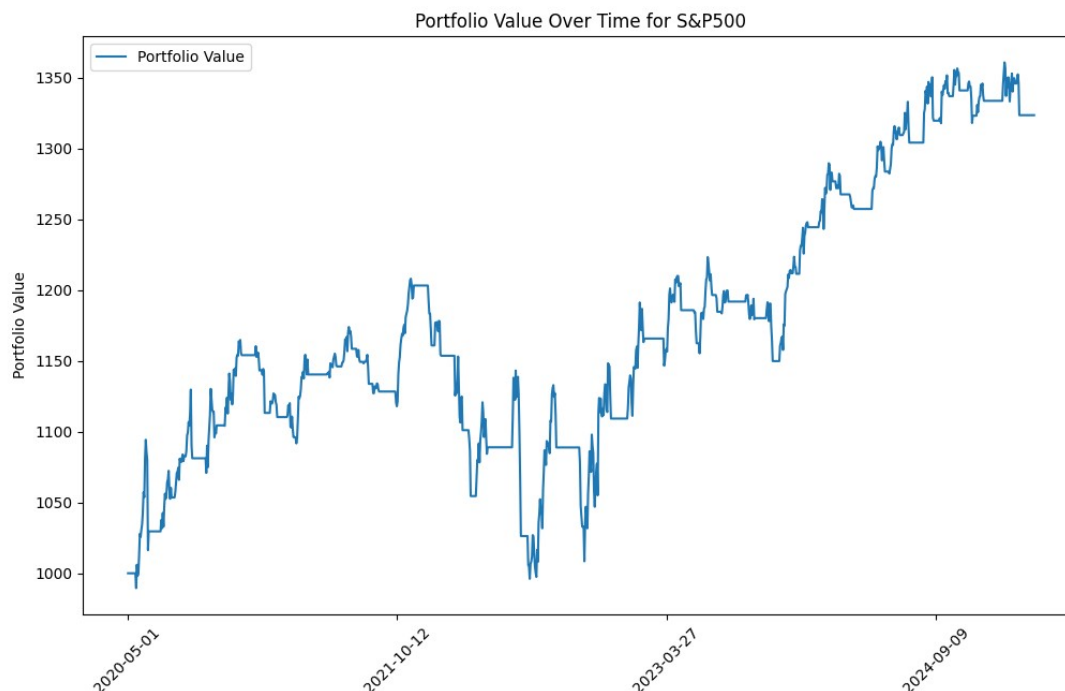
Pomimo tego z przeprowadzonej przeze mnie analizy są to wyodrębnione przypadki co głębiej poruszę w dalszej części pracy.

5. Symulacja inwestycyjna

Dla każdego zestawu danych została przeprowadzona prosta symulacja inwestycyjna w pełni oparta na decyzjach wskaźnika **MACD**. Algorytm został rozpoczęty z kapitałem wejściowym w wysokości 1000\$, i poinstruowany by w momencie napotkania wskaźnika kupna wyznaczonego przez **MACD** kupować akcje za cały dostępny kapitał, a w przypadku napotkania wskaźnika sprzedaży, sprzedawać wszystkie posiadane akcje. Algorytm potem zwraca finalny kapitał jak i statystyki dotyczące wykonanych transakcji.

5.1 Indeks S&P500 (SPX)

Symulacja inwestycyjna dla indeksu **S&P500** zakończyła się finalnym kapitałem równym 1323.62\$ co stanowi 132.4% kapitału początkowego. Na przestrzeni badanego okresu wskaźnik **MACD** algorytm wykonał 55 operacji z czego 28 przyniosło zysk a 27 stratę, co daje nam 50.9% sukcesu.



Wykres 10: Wartość portfela inwestycyjnego dla S&P500

Wykres przedstawiający wartość portfela inwestycyjnego na przestrzeni czasu pokazuje brak konsystencji i jest zgodna z wcześniej wymienionymi statystykami. Wykres przedstawia również, że znacząca część końcowego profitu pochodzi z końcowej części inwestycji gdy cena indeksu szła znacząco do góry i nie występowały drastyczne spadki ceny. Na koniec jednak procentowy profit wygenerowany przez algorytm podejmujący decyzje na podstawie wskaźnika jest znacznie mniejszy niż procentowy wzrost cen akcji indeksu co sugeruje słabą wydajność.

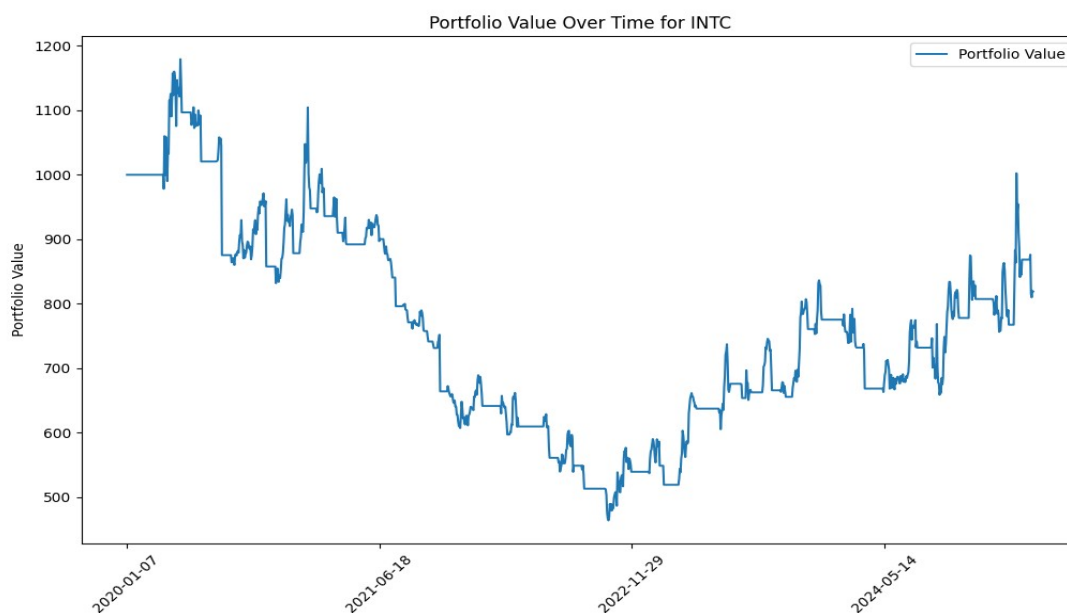
Most Profitable Trades			
Date	Buy price[\$]	Sell price[\$]	Profit[\$]
6.12.2022	3998.84	3941.26	76.37
15.11.2021	4391.34	4682.8	74.89
22.08.2022	3900.11	4137.99	62.60

Least Profitable Trades			
Date	Buy price[\$]	Sell price[\$]	Profit[\$]
13.06.2022	3978.73	3749.63	-62.71
11.10.2022	3783.28	3588.84	-55.96
17.02.2022	4589.38	4380.26	-52.57

Porównując dane najlepszych i najgorszych operacji algorytmu z ogólnym trendem cen akcji można wywnioskować, że wskaźnik najlepiej zachowuje się w przypadku łagodnego wzrostu i spadku cen gdy nie czas z jaką podejmie on decyzje nie musi być bardzo dokładny.

5.2 Intel Corporation (INTC)

Przeprowadzona symulacja dla akcji **INTC** została zakończona z finalnym kapitałem wynoszącym 818.73\$ co stanowi 81.87% kapitału początkowego. Algorytm wykonał 48 operacji z czego tylko 39.58% było opłacalnych. Pomimo to porównanie procentowego składu kapitału końcowego do procentowego spadku cen akcji jest znacznie mniejsze. Sugeruje to, że w przypadku spadających cen akcji wskaźnik **MACD** może pomóc w minimalizowaniu strat.



Wykres 11: Wartość portfela inwestycyjnego dla INTC

Podobnie jak w poprzednim przypadku wykres przedstawia znaczne wahania portfela inwestycyjnego co jest zgodne z naszą ogólną analizą operacji.

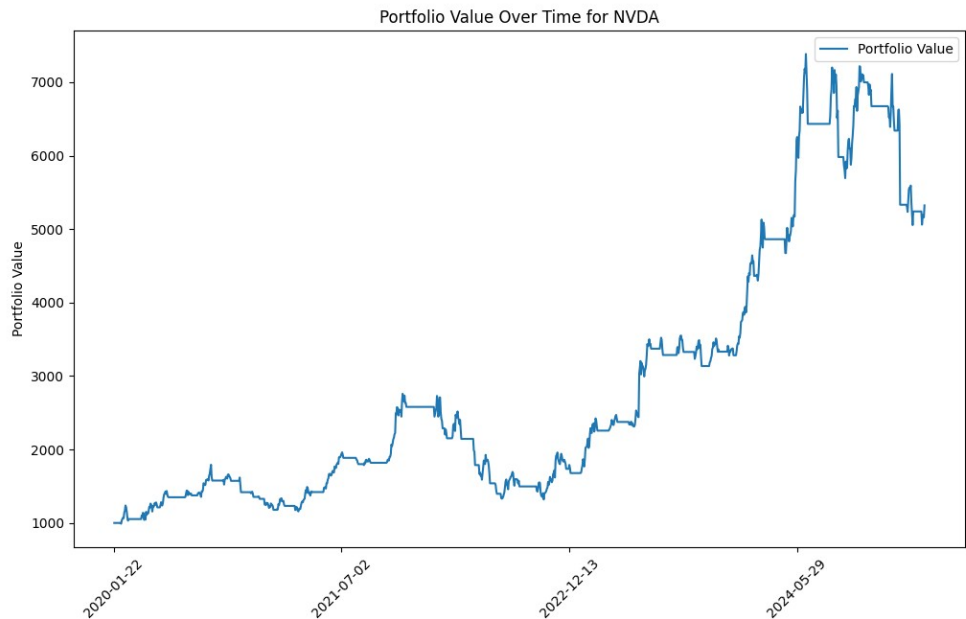
Most Profitable Trades			
Date	Buy price[\$]	Sell price[\$]	Profit[\$]
14.04.2023	25.98	31.89	118.12
4.12.2023	36.50	42.35	105.07
28.02.2025	20.97	23.73	101.00

Least Profitable Trades			
Date	Buy price[\$]	Sell price[\$]	Profit[\$]
24.07.2020	54.54	46.78	-145.18
22.10.2021	52.02	47.24	-67.13
3.04.2024	44.17	40.33	-63.64

Patrząc na porównanie skrajnych transakcji w przypadku inwestycji w akcje Intela można zaobserwować, atut wskaźnika przy minimalizacji strat. Pomimo, że największa strata jest większa od największego zysku to opłacalne operacje w większości przynosiły większe zyski niż największe straty.

5.3 Nvidia Corporation (NVDA)

Ostatnim instrumentem finansowym testowanym przez nas jest Nvidia Corporation (**NVDA**). Pomimo największego wzrostu kapitału, końcowy kapitał wynosi 5323.01\$ nie można powiedzieć tutaj o największym sukcesie naszego algorytmu. Jest tak ponieważ akcje **NVDA** na przestrzeni naszego okresu badawczego wzrosły o 1941% a nasz finalny profit wyniósł zaledwie 532.3%. Podobnie jak w poprzednich przypadkach możemy zaobserwować dosyć mały procent opłacalnych operacji wynoszący 41.18% z wykonanych 51.



Wykres 12: Wartość portfela inwestycyjnego dla NVDA

Wykres przedstawiający nasz portfel inwestycyjny pokazuje znaczną korelację do wykresu cen akcji co sugeruje, że finalny zysk nie jest spowodowany naszym algorytmem a raczej samym wzrostem cen akcji.

Most Profitable Trades			
Date	Buy price[\$]	Sell price[\$]	Profit[\$]
24.06.2024	85.80	118.09	1759.16
20.02.2024	52.24	69.43	1080.47
23.06.2023	28.94	42.19	1059.35

Least Profitable Trades			
Date	Buy price[\$]	Sell price[\$]	Profit[\$]
27.01.2025	140.83	118.42	-1009.04
3.09.2024	116.12	107.98	-450.81
9.05.2022	20.30	16.92	-356.89

Charakterystyka danych testowanych przy symulacjach z akcjami Nvidii sprawia, że pomimo małej skuteczności opłacalne operacje przynosiły znacznie większy zysk niż nieopłacalne operacje powodowały straty.

6. Wnioski

Analiza wykazała, że wskaźnik **MACD** generuje różne rezultaty w zależności od charakterystyki rynku – na przykład, dla indeksu S&P500, gdzie obserwowany był stosunkowo stabilny wzrost, finalny kapitał wzrósł do 1323,62 \$, co stanowi 132,4% kapitału początkowego, przy czym **MACD** wykonał 55 operacji z sukcesem około 50,9%. W przypadku akcji Intela, gdzie cena spadała (spadek o 44,92%), algorytm osiągnął finalny kapitał 818,73 \$, a jedynie 39,58% operacji zakończyło się zyskiem, co wskazuje, że wskaźnik mógł być pomocny w ograniczaniu strat, ale jednocześnie nie zapewnił znaczącej ochrony przed spadkami cen. Dla akcji Nvidii, gdzie cena wzrosła gwałtownie o 1941%, wskaźnik **MACD** wygenerował finalny profit rzędu 532,3% przy finalnym kapitale 5323,01 \$, co oznacza, że choć wskazał na trend wzrostowy, to jednak nie oddał pełni dynamiki rynku – sygnały **MACD** były zbyt opóźnione, aby w pełni wykorzystać eksplozywny charakter wzrostu. W ten sposób, w zależności od rodzaju danych wejściowych, **MACD** może lepiej sprawdzać się przy umiarkowanym i stabilnym wzroście (np. S&P500), a jego użyteczność maleje przy gwałtownych zmianach cen – zarówno w kierunku spadków (Intel), jak i bardzo intensywnych wzrostów (Nvidia), co potwierdza, że wskaźnik ten warto stosować jako element szerszej strategii analizy technicznej, uzupełnionej o inne narzędzia.

Wnioski z przeprowadzonej analizy wskazują, że choć wskaźnik **MACD** jest ceniony za prostotę i zdolność wykrywania punktów zwrotnych, jego opóźniony charakter może prowadzić do nietrafnych sygnałów, zwłaszcza przy gwałtownych zmianach cen. Jednocześnie wyniki symulacji inwestycyjnych na różnych instrumentach finansowych pokazują, że **MACD** sprawdza się lepiej jako narzędzie pomocnicze, które warto łączyć z innymi metodami analizy, aby zoptymalizować decyzje inwestycyjne i lepiej zarządzać ryzykiem.