

Metody Numeryczne – Zad 1

Tymon Bielski, Informatyka 3 semestr, Grupa 3, 193729

Giełda i instrumenty finansowe

Giełda papierów wartościowych oraz giełdy innych instrumentów finansowych są miejscami, w których już od wielu dekad ludzie doszukują się dochodów finansowych. W naturze giełdy, jednak, w efekcie bycia grą o sumie stałej, jest wyłaniać zwycięzców i przegranych. Nie jesteśmy w stanie zagwarantować sobie inwestycji, które zawsze przyniosą nam zysk i każdy grający na giełdzie zawsze wystawiony jest na ryzyko dużych strat. Nawet portfolia najlepszych ekonomistów i brokerów giełdowych mają w sobie nieudane przedsięwzięcia i straty liczone w tysiącach, czy nawet milionach dolarów.

Zmiany w cenach akcji są, ze względu na swoje powiązanie z ludzką naturą i wieloma innymi czynnikami niezależnymi, zbyt chaotyczne, aby móc je dokładnie i konsekwentnie przewidywać. Nieprzewidywalność giełdy jednak nie odstraszała nigdy ludzi zdeterminowanych do opracowania systemów, mechanizmów i algorytmów, mających na celu odgadywanie przyszłych zmian i wykorzystywanie ich w celu uzyskania zysków. Jednym z najpopularniejszych mechanizmów, któremu przyjrzymy się dzisiaj, jest wskaźnik giełdowy MACD.

Czym jest MACD?

MACD (moving average convergence/divergence, pol. zbieżność/rozbieżność średniej kroczącej) to mechanizm interpretacji giełdowej wykorzystujący odmianę średniej ważonej, zwaną wykładniczą średnią krocząca (EMA). Polega ona na tym, że znaczenie wartości wliczanych do średniej spada wykładniczo w odniesieniu do czasu.

Wykładniczą średnią krocząca możemy wyznaczyć przy pomocy następującego wzoru:

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

Gdzie:

p_i – wartość przypisana do i -tego odstępu czasowego

N – liczba odstępów czasowych branych pod uwagę

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

Wskaźnik MACD implementuje się używając 2 linii wykresów: linii MACD oraz linii sygnał. Linia MACD równa jest różnicy średniej kroczącej z 12 oraz 26 ostatnich dni, a linia sygnał jest średnią krocząca z ostatnich 9 wartości linii MACD. Miejsca przecięć tych linii sygnalizują dobry czas na zakup/sprzedaż analizowanego instrumentu finansowego.

MACD jest jednym z najprostszych do stworzenia i wykorzystania mechanizmów, temu zawdzięcza swą popularność, jednak ze względu na długi okres wyliczania średniej kroczącej, MACD rzadko sprawdza się krótkoterminowo i wymaga raczej implementacji na dłuższe okresy czasu.

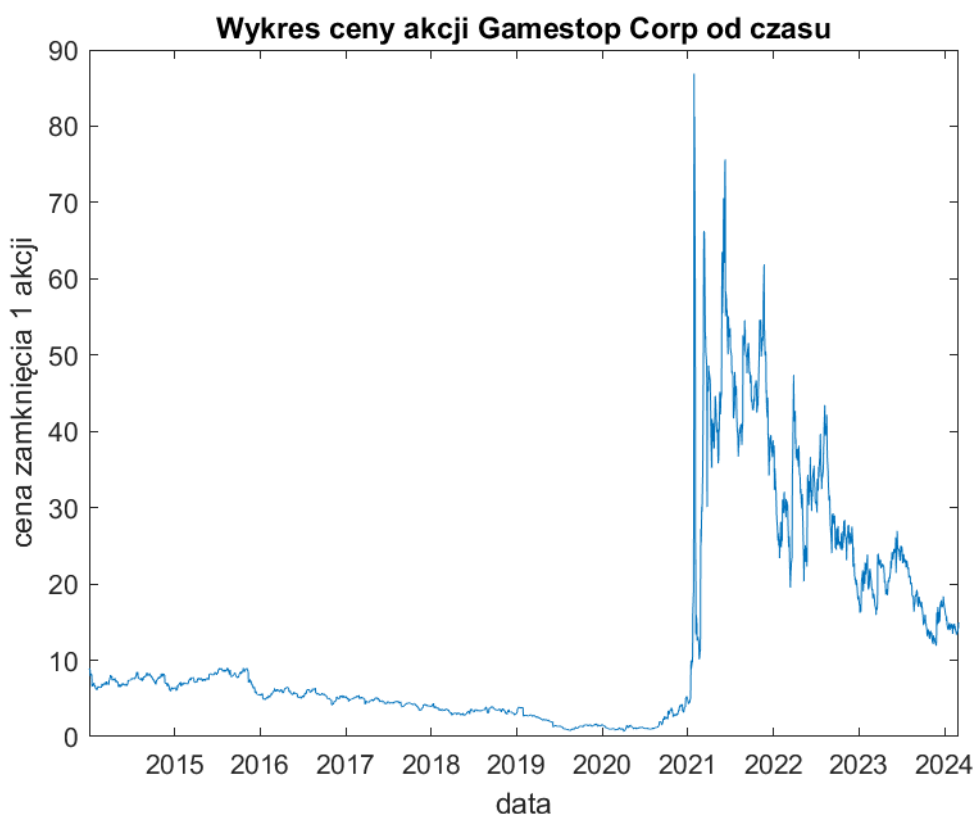
Analizowane instrumenty finansowe

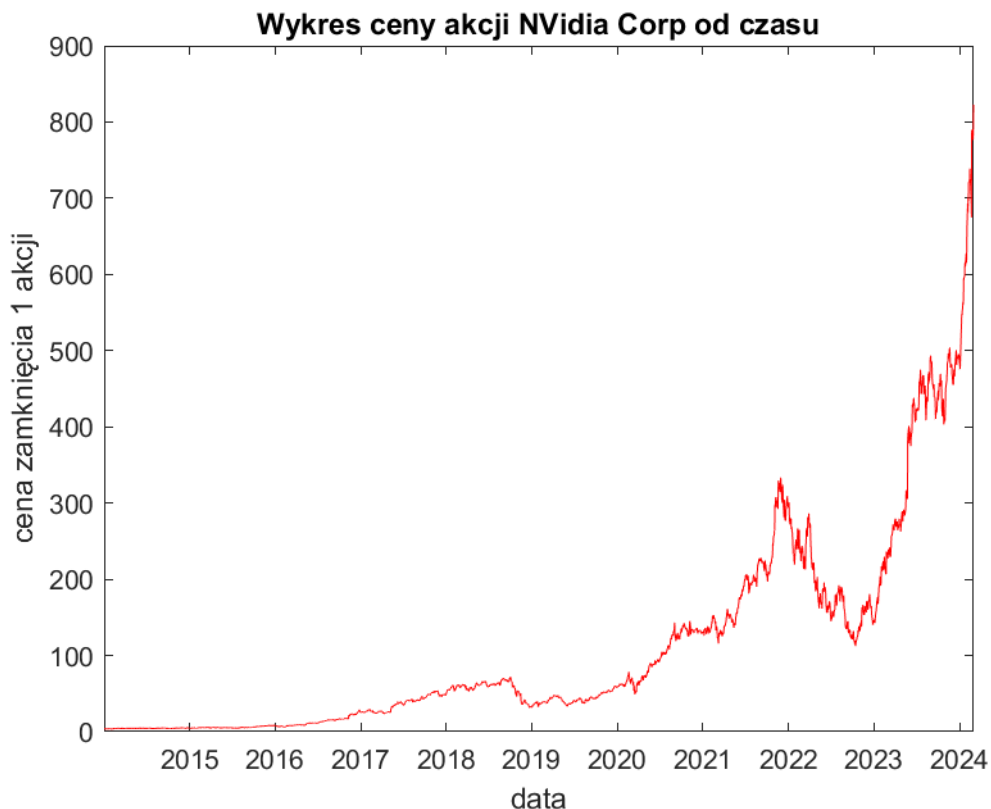
W tym sprawozdaniu analiza wskaźnika MACD będzie przeprowadzana na bazie 2 instrumentów finansowych: akcji Amerykańskiej korporacji GameStop Corp (GME.US) oraz akcji Amerykańskiej korporacji NVIDIA Corp (NVDA.US).

GameStop natomiast uwzględniony zostanie w analizie ze względu na swój bardzo drastyczny i nieprzewidywalny skok wartości na przełomie roku 2020/2021, który był nieprzewidywalny w swojej naturze oraz sprawił, że wiele największych korporacji inwestycyjnych na WallStreet straciło duże pieniądze. Taki chaos powinien być trudny do okiełznania przez MACD i co za tym idzie może skutkować dużymi stratami.

NVidia została wybrana ze względu na swój relatywnie stabilny i szybki wzrost, z 1 znaczącym spadkiem wartości w 2022 roku, który był (mniej lub więcej) przewidywalny dla ludzkich inwestorów. Długoterminowa relatywnie stabilna inwestycja powinna być czymś, gdzie MACD będzie w stanie zabłysnąć.

W celu dania przewagi wskaźnikowi MACD wszystkie inwestycje zawarte w sprawozdaniu przeprowadzane będą na okresie ostatnich 10 lat, zaczynając od dnia 01.01.2014 i kończąc na 01.03.2024

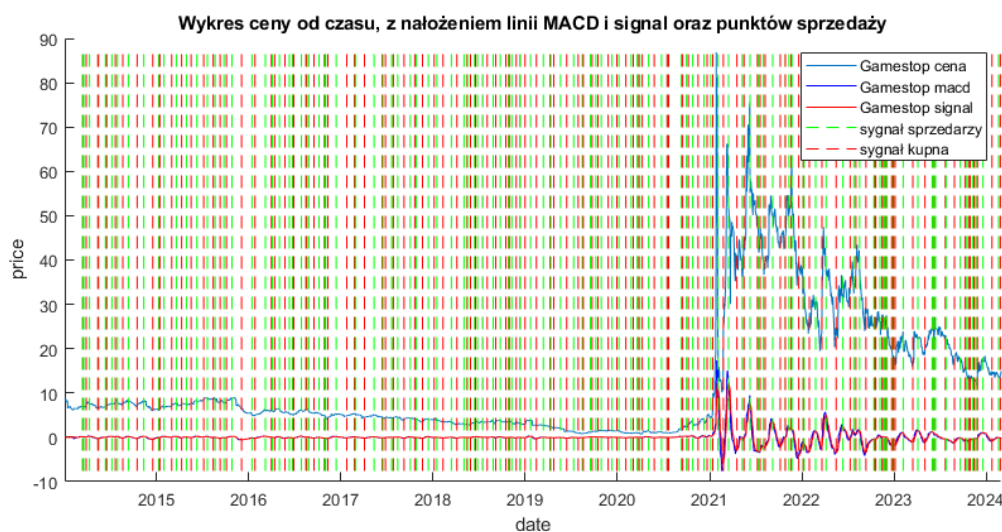




Analiza danych

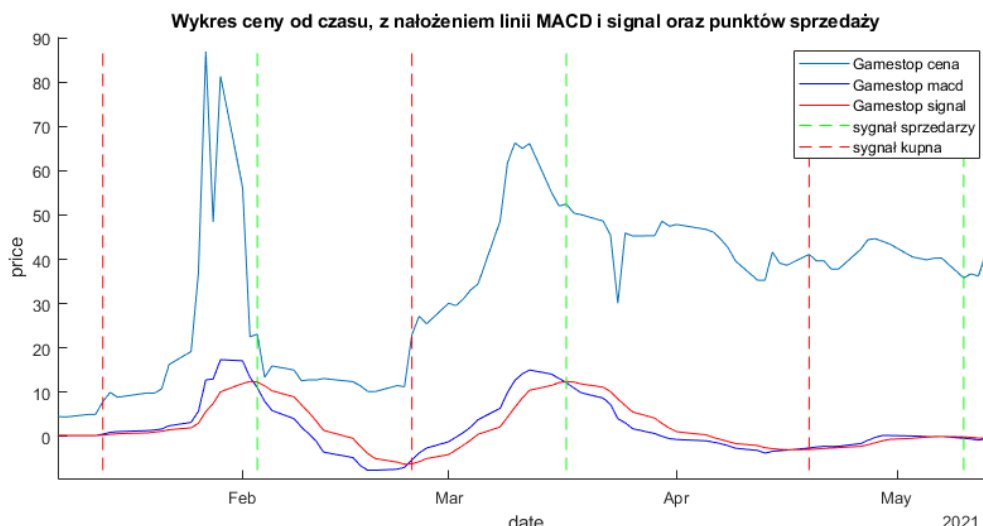
Po przetworzeniu pobranych danych o cenach zamknięcia poszczególnych instrumentów finansowych przez wskaźnik MACD otrzymujemy 2 linie, MACD oraz signal. Te dwie linie można przetworzyć dokładniej, analizując ich punkty przecięcia, w celu uzyskania zbioru punktów kupna/sprzedaży. Na wykres ceny akcji można zatem nałożyć obie linie wskaźnika giełdowego MACD oraz zaznaczyć na nim punkty przecięcia z przypisanymi im odpowiednio sygnałami kupna lub sprzedaży.

Dany wykres w przypadku Korporacji Gamestop prezentuje się następująco:



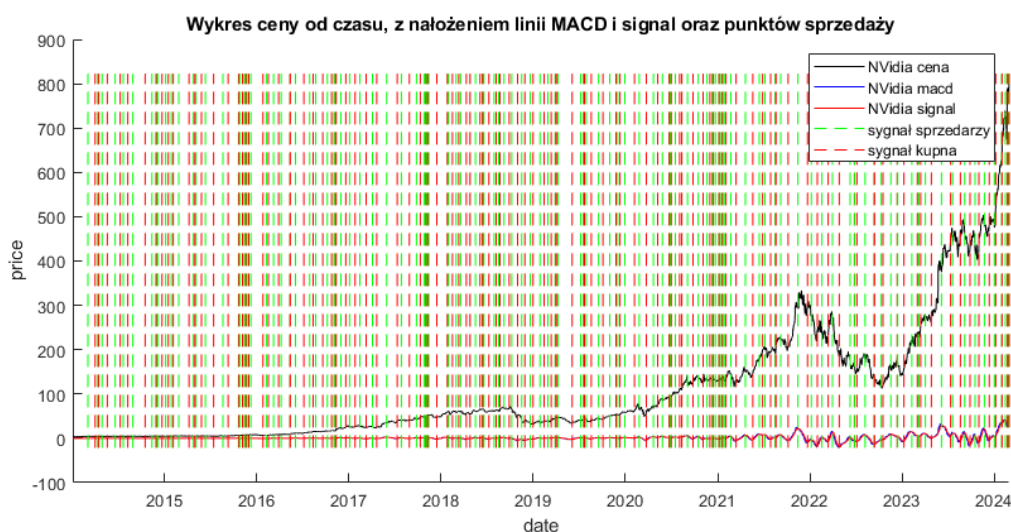
Wykres ten jednak jest zbyt gęsty, aby dało się z niego jasno i przejrzysto wyczytać przydatne informacje, dlatego chciałbym się skupić na jego wycinku, z którego, po przybliżeniu, łatwiej będzie czytać informacje. Fragment, nad którym chciałbym się skupić, jest drastycznym skokiem ceny, który nastąpił na przełomie stycznia i lutego 2021 roku.

Wykres danego okresu prezentuje się następująco:



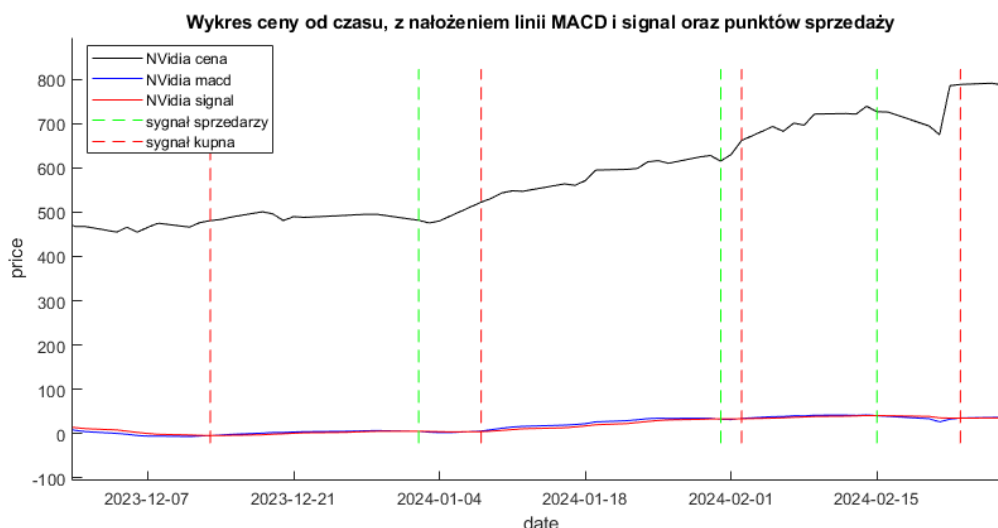
Już na pierwszy rzut oka można zauważyć, że wskaźnik MACD jest bardzo opóźniony w swoim działaniu, w podanym okresie czasu przegapił on 2 duże ekstrema, sprzedając akcje dopiero po drastycznym spadku ich ceny. Mimo swojego spóźnienia MACD sprzedał, nabyte w tym okresie, instrumenty finansowe z zyskiem. Mógł być to jednak zwyczajnie przypadek spowodowany dużą niestabilnością ceny, o czym może świadczyć 3 sygnał kupna i sprzedaży, na którym wskaźnik MACD (nieznacznie) stracił.

Wykres Korporacji NVidia z okresu ostatniej dekady, stworzony jak poprzednio opisano wygląda w następujący sposób:



Podobnie jak w przypadku wykresu korporacji Gamestop. Jest on zbyt gęsty, aby dało się z niego jasno i przejrzysto wyczytać przydatne informacje. Więc tak jak i w przypadku poprzedniego wykresu, chciałbym skupić się na wybranej jego części – tym razem będzie to okres ostatnich 3 miesięcy, gdzie NVIDIA doznała zapewne najstabilniejszego i najszybszego wzrostu (jak do tej pory).

Wykres z przybliżeniem na interesujące nas informacje prezentuje się tak:



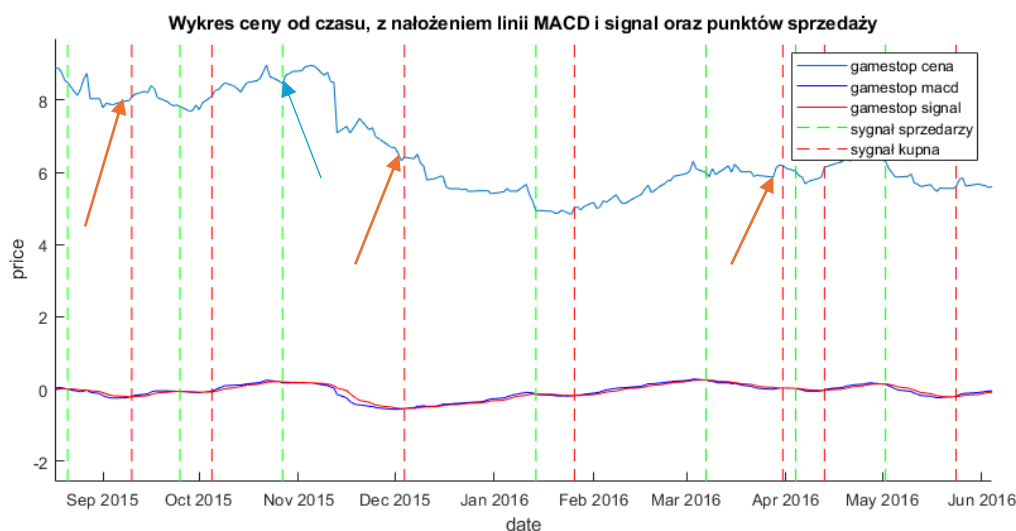
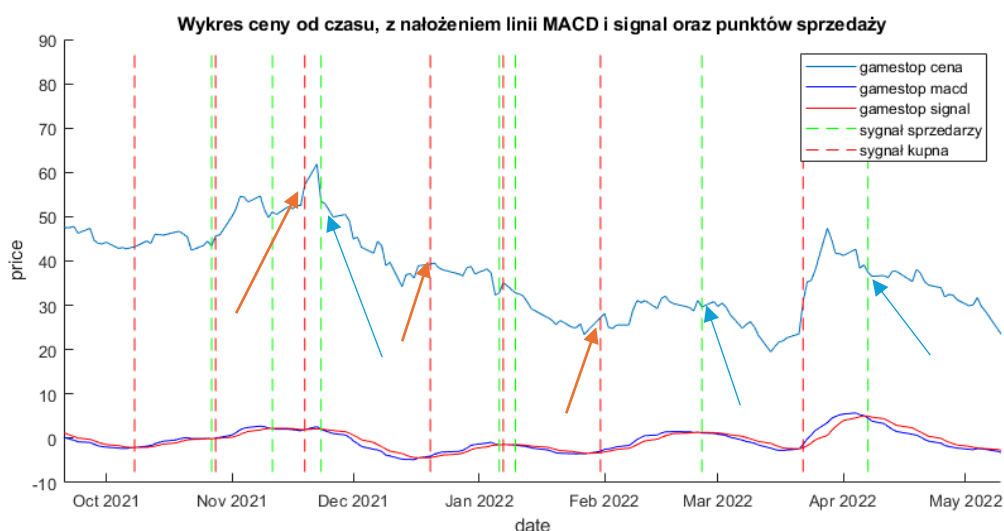
Na wykresie dalej widoczna jest spóźniona natura wskaźnika MACD, natomiast, w odróżnieniu od akcji Gamestop, nie ma ono aż takiej wagi. Przez większą stabilność akcji NVIDIA kupno czy ich sprzedaż nie będzie mieć drastycznych różnic w przypadku dokonania ich kilka dni wcześniej lub później. Ze względu na te czynniki MACD podjął decyzje bliższe „optymalnym” w przypadku akcji NVIDIA.

Ocena przydatności wskaźnika MACD

Przybliżenie wykresu w 1 jego punkcie nie oddaje oczywiście pełnego obrazu sytuacji. Analiza taka jest niekompletna i trudno z niej wyciągać silne wnioski. Z tego powodu w tym punkcie sprawozdania spojrzymy bliżej na 2 inne punkty wykresu każdego z analizowanych instrumentów finansowych.

Takie podejście, pomimo wciąż niskiej ilości próbek, powinno pokazać nam bardziej przejrzysty obraz i odpowiedzieć nam na pytanie, czy MACD okazałby się przydatny do decyzji o kupnie i sprzedaży analizowanych akcji. W następnym punkcie ta analiza zostanie porównana z efektem działania algorytmu, zbudowanego na bazie wskaźnika MACD.

Ocenę zaczniemy od spojrzenia na akcje spółki Gamestop.



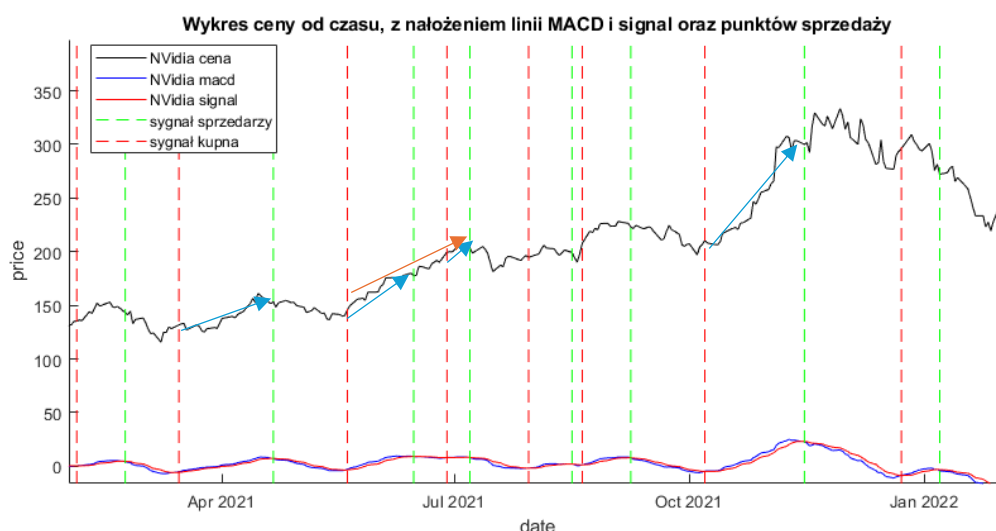
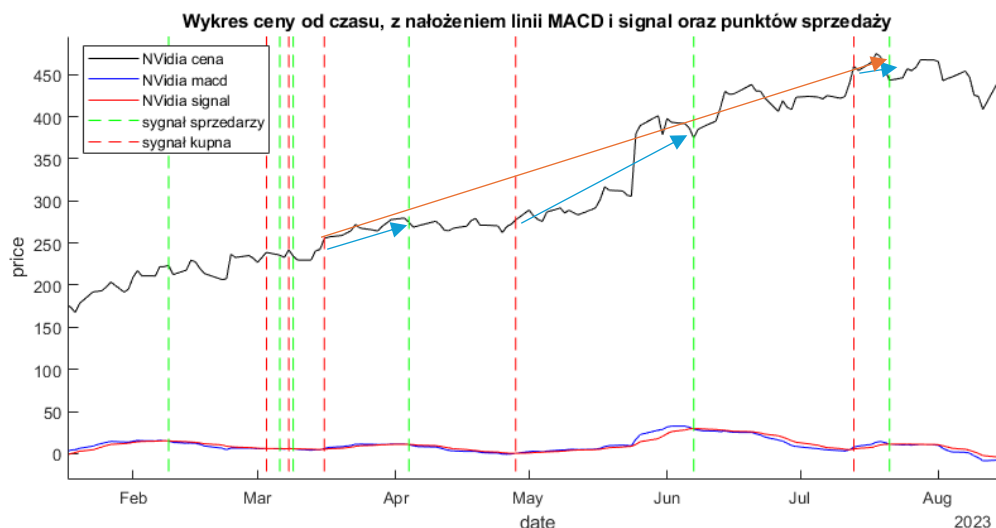
Jak można zauważyć na wykresach, w przypadku akcji korporacji Gamestop, MACD radzi sobie dobrze oraz popetnia błędy w bardzo podobny sposób zarówno przed, jak i po chaosie rozpoczętym na starcie 2021 roku.

To co MACD robi znakomicie to podejmowanie decyzji o sprzedaży w momentach przed spadkiem wartości instrumentu finansowego (oznaczone na wykresach strzałkami koloru niebieskiego). We wszystkich zaznaczonych przypadkach decyzja o sprzedaży ratowała nas przed potencjalnie ogromnymi stratami, spowodowanych nagłym i znaczącym spadkiem ceny akcji Gamestop.

MACD zawodzi jednak pod względem wyboru miejsca zakupu. Ze względu na wahania wartości akcji Gamestop bardzo często zdarzało się, że kupno odbywało się, praktycznie można by rzec, w lokalnym maksimum (zaznaczone na wykresach strzałkami koloru czerwonego). Przez nieoptymalny dobór miejsc zakupu, pomimo dobrego refleksu sprzedaży, bardzo często dochodzi do straty wartości naszego portfolio, ponieważ sprzedajemy akcje po niższej cenie niż je kupiliśmy.

Ze względów opisanych powyżej, stwierdziłbym, tak jak napisałem na początku sprawozdania, że MACD nie nadaje się do podejmowania decyzji o zakupie/sprzedaży akcji spółki Gamestop.

Spójrzmy teraz bliżej na wykresy NVidii:



Jak można zauważyć już na pierwszy rzut oka, MACD sprawdza się dużo lepiej w przypadku NVidii niż Gamestop. Zdecydowana większość decyzji podjętych przez wskaźnik MACD ma tendencję do generowania przychodu (oznaczone strzałkami koloru niebieskiego). Prawie wszystkie widoczne na wykresie pary kup-sprzedaż wychodzą na plus.

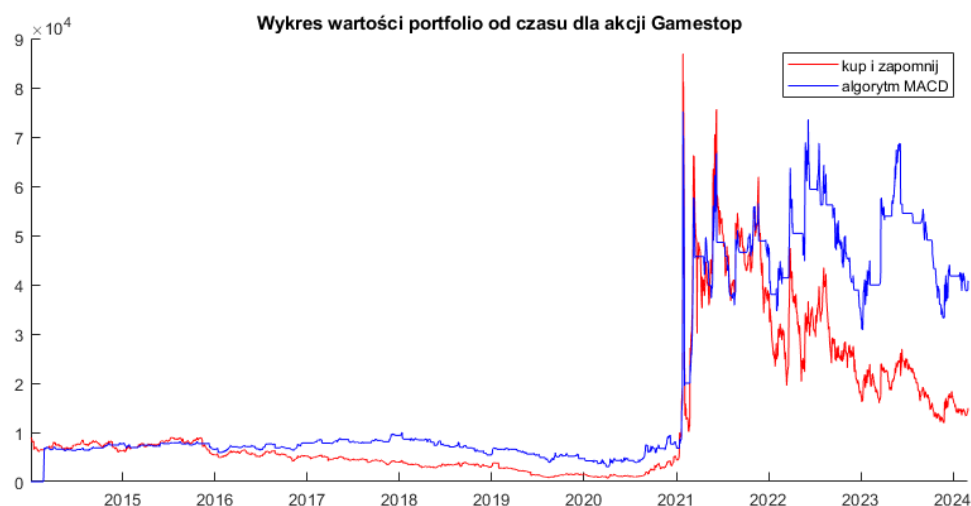
MACD posiada jednak 1 wadę w przypadku akcji NVidii, wskaźnik ten ma tendencję do kupna, sprzedaży z zyskiem, ponownego kupna po cenie wyższej niż ostatnia sprzedaż i ponownej sprzedaży z zyskiem (oznaczone strzałkami koloru czerwonego). Powoduje to względny spadek wartości naszego portfolio w porównaniu z trzymaniem akcji przez dłuższy okres czasu.

Ostatecznie uważam, że wskaźnik MACD jest względnie dobrze przystosowany do podejmowania decyzji o akcjach NVidii. W prawdzie nie maksymalizuje on zysków, ale przez dobre tendencje sprzedaży (opisane w opracowaniu Gamestop), sprawia, że nasza inwestycja jest bezpieczna, zatem MACD zmniejsza nieznacznie nasze zyski, zapewniając bezpieczeństwo inwestycji.

Algorytm kupna/sprzedaży

Zaprezentowany poniżej algorytm jest jednym z najbardziej bezpośrednio opierających się na MACD algorytmów możliwych w implementacji. Działa on na zasadzie all-in/all-out, tzn. kupuje akcje za całe posiadane środki w przypadku otrzymania sygnału kupna, oraz sprzedaje wszystkie posiadane akcje w przypadku otrzymania sygnału sprzedaży. Zaimplementowany algorytm jest prosty i bezpośrednio oparty na wskaźniku w celu jak najdokładniejszego zbadania sprawności wskaźnika. W celu porównania efektywności algorytmu będzie on przedstawiany na wykresach razem z wykresem wartości instrumentów strategii „kup i zapomnij”

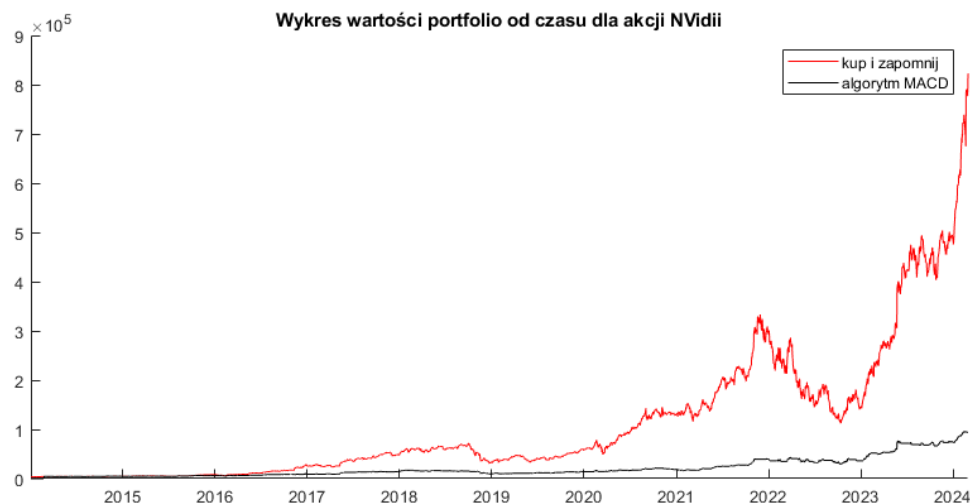
W przypadku Gamestopu wykres wartości trzymanych akcji + zarobionych pieniędzy w porównaniu z „kup i zapomnij” wygląda następująco:



Ku memu zdziwieniu i postawionej wcześniej hipotezie o braku przystosowania wskaźnika MACD do Akcji Gamestopu, ten okazał się być znakomitym rozwiązaniem. Blisko potroił on początkową inwestycję w instrument finansowy osiągając podany rezultat (lewa – osiągnięty wynik, prawa – startowy kapitał):

```
actions =  
    2729    1000  
  
money =  
    11.7470    0
```


Sytuacja natomiast prezentuje się kompletnie na odwrót, również ku memu zdziwieniu, w przypadku instrumentu finansowego jakim są akcje NVidii:



Algorytm okazał się kompletnie nieadekwatny do zadania jakim było zarobienie na akcjach NVidii. W porównaniu do strategii „kup i zapomnij” osiągnął on niecałe 12% jej zarobku. Ostateczny wynik osiągnięty przez algorytm MACD dla NVidii prezentuje się tak (lewa – osiągnięty wynik, prawa – startowy kapitał):

```
actions =  
    113      1000  
  
money =  
    496.1487      0
```

Algorytm oparty na wskaźniku MACD, mimo wszystko, zarobił więcej na akcjach NVidii, niż na akcjach Gamestopu (~93 tys. Vs. ~40 tys.), jednak jest to spowodowane dużo większym wzrostem wartości NVidii w odniesieniu do Gamestopu w ostatnie dekadzie (~21000% Vs. ~90%) i nie świadczy to o wydajności algorytmu.

Wnioski

Moje początkowe założenia co do przydatności wskaźnika MACD okazały się kompletnie niepoprawne, a w rzeczywistości sytuacja prezentuje się zupełnie na odwrót niż mogłoby się wydawać na bazie wniosków wyciągniętych z obserwacji wykresów kupna/sprzedaży.

Jedynym możliwym wytłumaczeniem, które jestem w stanie wymyślić, w przypadku akcji NVidii to fakt, że ciągłe kupno i sprzedaż akcji podczas wzrostu (opisane w części poddanej analizie wykresów) skutkowało dużo większą utratą wartości, niż poprzednio założyłem. Natomiast z racji na względnie stabilny i ciągły wzrost wartości funkcji, dobrze dobrany czas sprzedaży (również opisany w części poddanej analizie wykresów)

nie grał ważnej roli w mechanizmach kupna/sprzedaży, ponieważ spadki wartości nie były częste ani dotkliwe.

W przypadku Gamestopu, natomiast, wcześniej wspomniana umiejętność sprzedaży w odpowiednim momencie odegrała niesamowicie ważną rolę, chroniąc nasz kapitał przed drastycznymi spadkami wartości, wywołanymi chaotycznymi i nieprzewidywalnymi wahaniami wartości akcji. W rezultacie, algorytm oparty na MACD mógł szybko wzbogacać się na nieregularnych skokach, unikając strat na spontanicznych spadkach.

Wnioskując z moich odkryć, założeń i wyników algorytmu, powiedziałbym, że wskaźnik MACD nadaje się do eksploatacji instrumentów finansowych o dużych amplitudach i nieregularnych okresach, przejawiających brak przewidywalności i dużą chaotyczność. Natomiast w przypadku stabilnych papierów wartościowych, przejawiających stałą tendencję wzrostową, MACD się nie sprawdza, tracąc na ich wzroście wartości, w rezultacie czego „kup i zapomnij” staje się dużo bardziej efektywną strategią, z punktu zarobkowego. W obliczu chaosu „spóźnianie się” MACD staje się zatem jego atutem a nie barierą do sukcesu.

Wnioski wyprowadzone w tym sprawozdaniu mogą mijać się z prawdą, są to jedynie moje założenia jako studenta bez doświadczenia finansowego. Giełda jest bytem nieprzewidywalny i bardzo trudnym do opanowania, a wnioski tu zawarte są wyciągane z korzyścią jaka idzie z perspektywą czasu. 2 instrumenty finansowe to bardzo mała próbka i na jej podstawie bardzo trudno wyciągnąć twarde i solidne wnioski.