

Analiza wskaźnika giełdowego MACD

Autor: Stanisław Nieradko (193044)

09.03.2024

1. Wstęp teoretyczny

Wskaźnik ruchomej średniej zbieżnej i zbieżnej ruchomej różnicy (MACD) jest jednym z najpopularniejszych i wszechstronnych narzędzi analizy technicznej wykorzystywanych przez inwestorów na rynkach finansowych. Stworzony przez Geralda Appela w latach 70. XX wieku, MACD jest używany do identyfikowania potencjalnych punktów wejścia i wyjścia na rynku, oceny siły trendu oraz potwierdzania odwróceń trendów.

Centralnym założeniem wskaźnika MACD jest porównywanie dwóch wykładniczych średnich ruchomych, zazwyczaj o różnych okresach, w celu wydobycia sygnałów dotyczących zmian w momencie trendu cenowego. Jest to proces oparty na obserwacji dynamiki cen – różnicy między średnią krótkoterminową a długoterminową – co pozwala na wykrycie momentów, w których ruch cenowy zyskuje na sile lub słabnie.

Podstawowym elementem wskaźnika MACD jest linia MACD, która powstaje przez odejmowanie długoterminowej średniej ruchomej od krótkoterminowej średniej ruchomej. Wynik tego odejmowania stanowi wartość wykładniczej średniej ruchomej różnicy. Ponadto, często stosuje się linie sygnałowe, które są kolejnymi wykładniczymi średnimi ruchomymi uzyskanymi z linii MACD. Te dwie linie, MACD i linia sygnałowa, krzyżują się między sobą, co generuje sygnały kupna i sprzedaży.

Analiza wskaźnika MACD jest stosunkowo prostym procesem, jednak jego interpretacja wymaga pewnego stopnia zrozumienia rynków finansowych i zachowań cenowych. Inwestorzy często wykorzystują dodatkowe narzędzia i strategie w połączeniu z MACD, aby zwiększyć trafność swoich decyzji inwestycyjnych.

2. Dane testowe i Implementacja

Zaimplementowany wskaźnik MACD ma poniższy wzór:

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

$$\text{SIGNAL} = \text{EMA}_9 \text{ z MACD}$$

i korzysta z niżej podanego wzoru na wykładniczą średnią kroczącą (EMA):

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

p_i jest próbką z i -tego dnia, p_0 jest próbką z aktualnego dnia, p_N - to próbka sprzed N dni

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

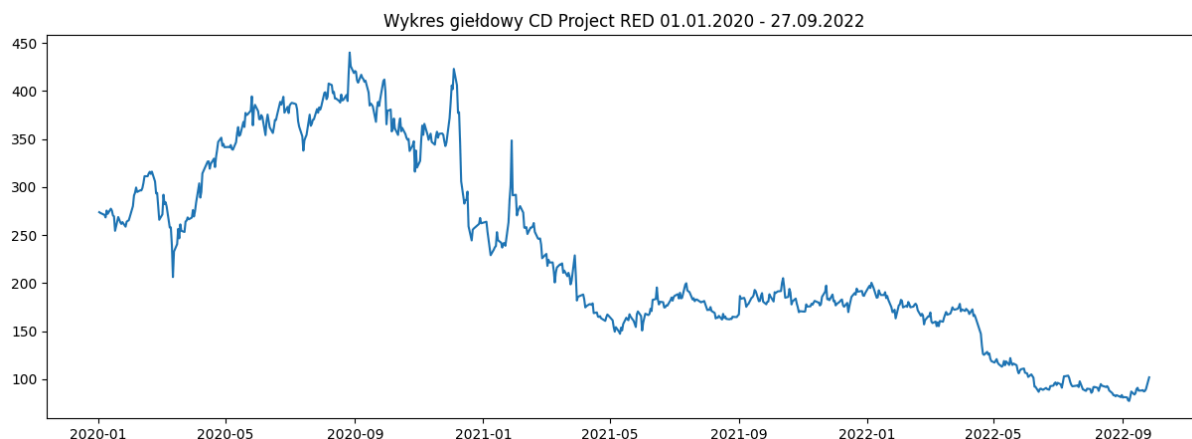
N – liczba okresów

Wskaźnik został zaimplementowany w języku Python z wykorzystaniem bibliotek *pandas* oraz *matplotlib* oraz narzędzia Jupyter Notebook pozwalającego na lepszą wizualizację wyników analiz.

Do analizy wskaźnika MACD wykorzystano historyczne notowania spółki CD Projekt S.A. od początku powstania spółki do 27.02.2024 r. oraz kurs walutowy EURO/PLN od 24.09.1984 r. do 08.03.2024 r. Dane te zostały pobrane z serwisu stooq.pl w formacie CSV, wykorzystane w całości do obliczenia wskaźnika MACD oraz częściowo do generowania wykresów oraz symulowania zyskowności wskaźnika dla okresu 01.01.2020 r. - 27.09.2022 r (1000 dni).

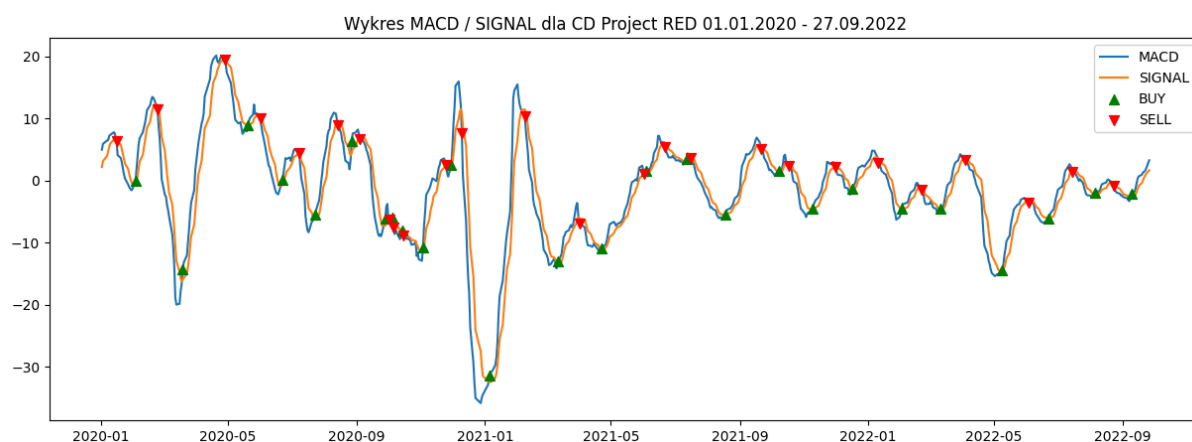
3. Analiza notowań i wskaźnika MACD

3.1. CD Projekt S.A.



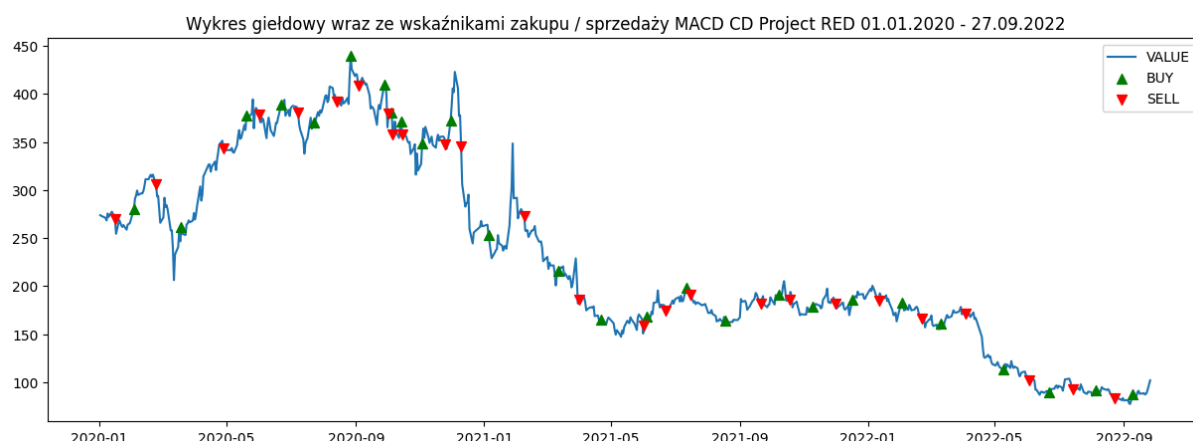
Rysunek 1: Wykres cen akcji CD Projekt S.A. w okresie 01.01.2020 - 27.09.2022

Wykres cen akcji CD Projekt S.A. w okresie 01.01.2020 r. - 27.09.2022 r. przedstawia duże wahania cen akcji. Łatwo zauważalny jest ogólny spadek wartości spółki w okolicach grudnia 2020 kiedy to premierę miał będący spektakularną kląpą Cyberpunk 2077 oraz ciągły wpływ pandemii na rynek gier komputerowych. Warto zauważyć również, że w okresie od marca 2021 r. do września 2022 r. cena akcji CD Projekt S.A. systematycznie spadała.



Rysunek 2: Wykres wskaźnika MACD dla notowań CD Projekt S.A. w okresie 01.01.2020 - 27.09.2022

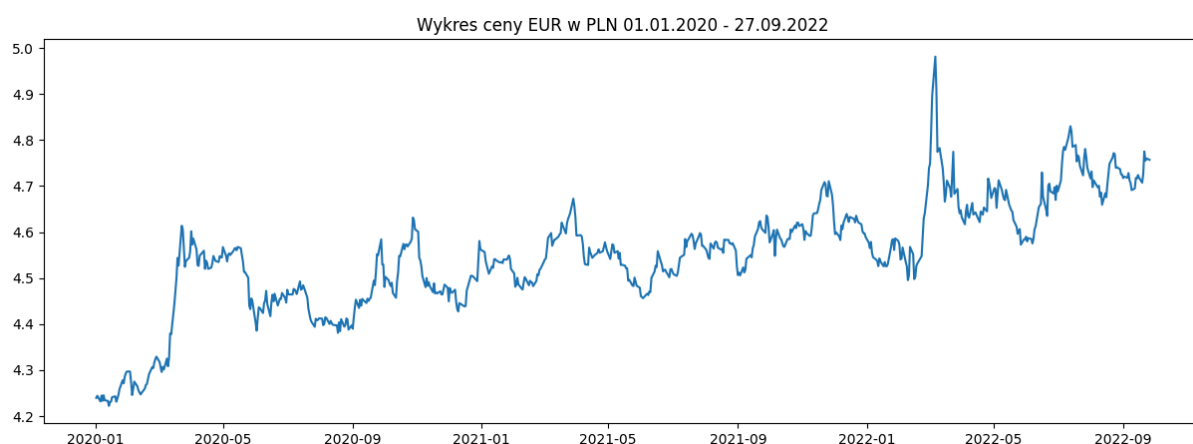
Wykres prezentuje wartości wskaźnika MACD dla notowań CD Projekt S.A. w okresie 01.01.2020 r. - 27.09.2022 r. Miejsca przecięcia się linii MACD oraz SIGNAL oznaczone są dodatkowo zielonymi strzałkami w górę w przypadku sygnału kupna (BUY) oraz czerwonymi strzałkami w dół w przypadku sygnału sprzedaży (SELL).



Rysunek 3: Wykres cen akcji CD Projekt S.A. w okresie 01.01.2020 - 27.09.2022 z zaznaczonymi momentami kupna i sprzedaży akcji z wykorzystaniem wskaźnika MACD.

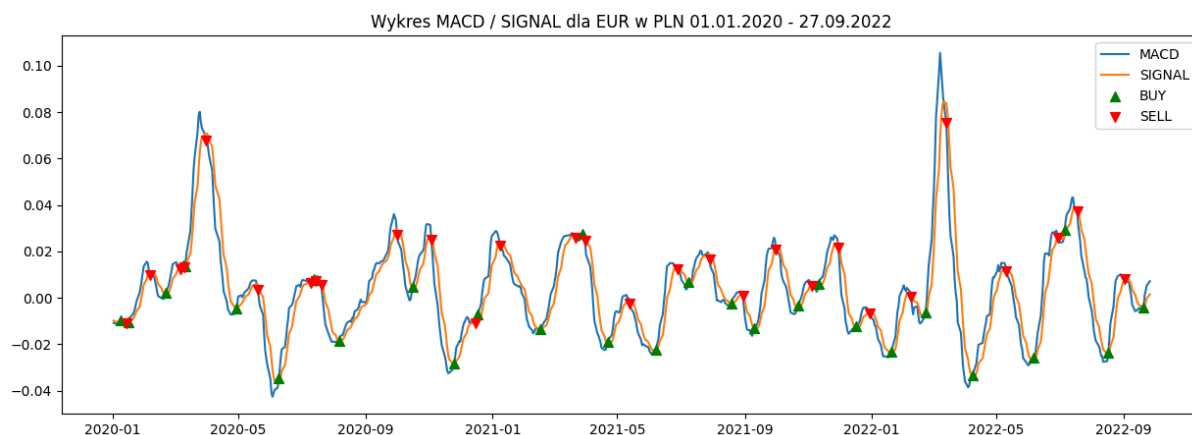
Ostatni wykres prezentuje sygnały kupna (BUY) oraz sprzedaży (SELL) nałożone na wykres cen akcji CD Projekt S.A. w okresie 01.01.2020 r. - 27.09.2022 r. Widać, że wskaźnik nie nadążał z generowaniem sygnału w mocno chaotycznych okresach (np. w grudniu 2020 r.) co skutkowało dużymi stratami w tym okresie. W późniejszym okresie w czasie ogólnego spadku wartości akcji wskaźnik ten przynosił regularne straty lub minimalne zyski.

3.2 EURO/PLN



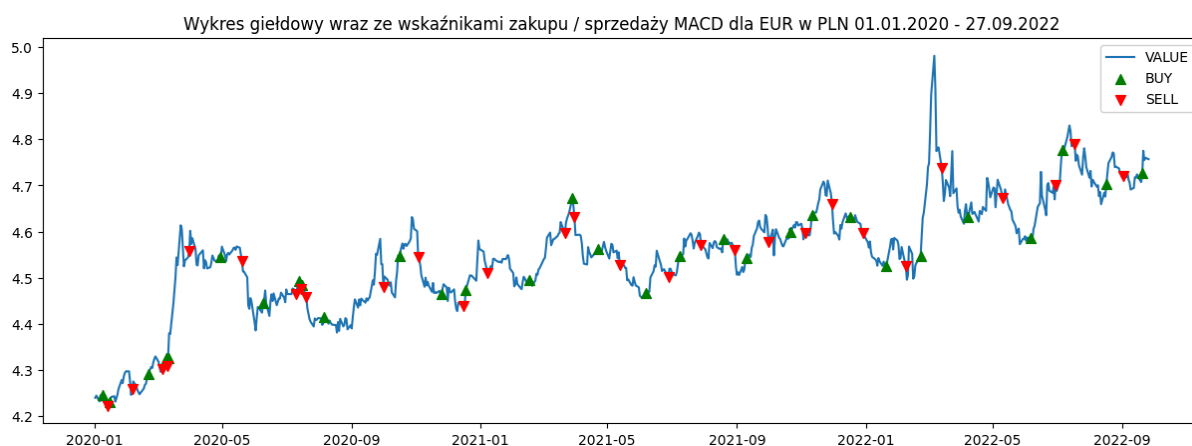
Rysunek 4: Wykres kursu walutowego EURO/PLN w okresie 01.01.2020 - 27.09.2022

Wykres kursu walutowego EURO/PLN w okresie 01.01.2020 r. - 27.09.2022 r. przedstawia stosunkowo spokojny wzrost wartości EURO względem PLN. Mimo dwóch okresów o dynamicznym wzroście wartości EURO (okolice marca 2020 oraz marca 2022) w ogólnym rozrachunku wartość waluty względem PLN zmianała się stabilnie.



Rysunek 5: Wykres wskaźnika MACD dla kursu walutowego EURO/PLN w okresie 01.01.2020 - 27.09.2022

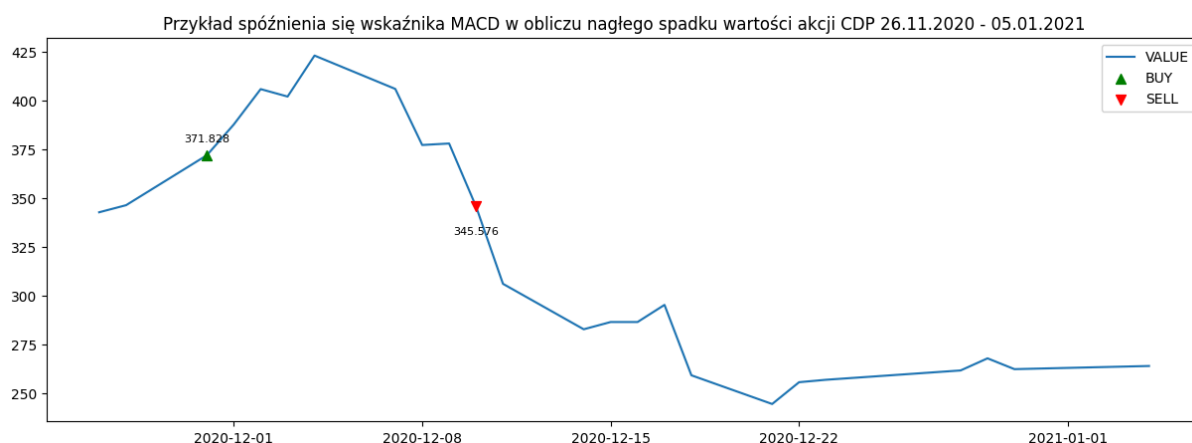
Wykres prezentuje wartości wskaźnika MACD dla kursu walutowego EURO/PLN w okresie 01.01.2020 r. - 27.09.2022 r. Miejsca przecięcia się linii MACD oraz SIGNAL oznaczone są dodatkowo zielonymi strzałkami w górę w przypadku sygnału kupna (BUY) oraz czerwonymi strzałkami w dół w przypadku sygnału sprzedaży (SELL).



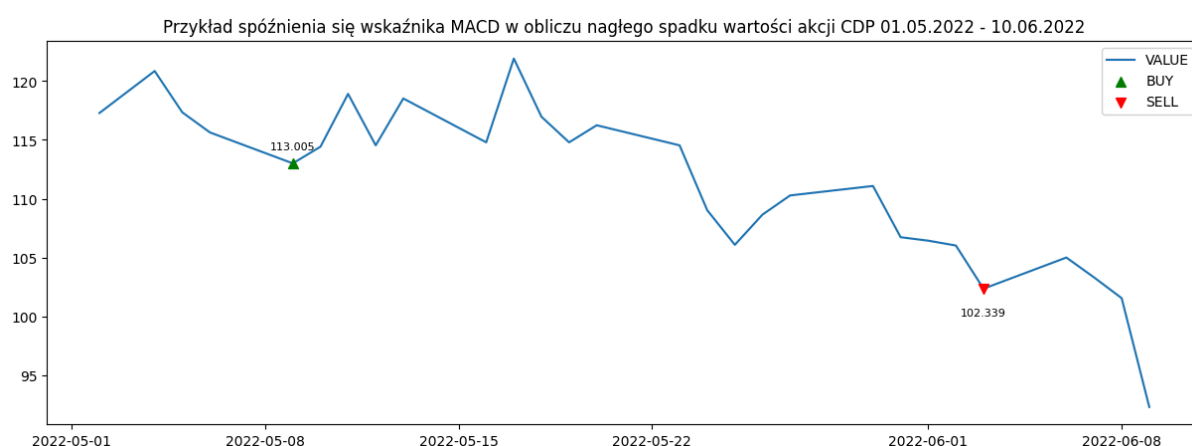
Rysunek 6: Wykres kursu walutowego EURO/PLN w okresie 01.01.2020 - 27.09.2022 z zaznaczonymi momentami kupna i sprzedaży waluty z wykorzystaniem wskaźnika MACD.

W przypadku kursu walutowego EURO/PLN wskaźnik MACD działał lepiej niż w przypadku akcji CD Projekt S.A. Wskaźnik ten poprawnie wskazywał najlepsze momenty na zakup i sprzedaż waluty. W okresach dużych wahań cen wskaźnik ten nie radził sobie tak dobrze jak w przypadku spokojnych okresów (można zauważyć duży zarobek w momencie gwałtownych skoków ceny EURO), aczkolwiek w długim okresie czasu przyniósł on zyski dzięki ogólnemu "spokojowi" tego instrumentu finansowego.

4. Analiza przykładowych transakcji i prezentacja problemów ze wskaźnikiem MACD



Rysunek 7: Przykład spóźnienia się wskaźnika MACD w obliczu nagłego spadku wartości akcji CDP 26.11.2020 - 05.01.2021



Rysunek 8: Przykład spóźnienia się wskaźnika MACD w obliczu nagłego spadku wartości akcji CDP 01.05.2022 - 10.06.2022

W obu analizowanych sytuacjach pochodzących z wykresu cen akcji CD Projekt S.A. z nałożonymi sygnałami kupna i sprzedaży pochodzącymi ze wskaźnika MACD możemy zauważyć że wskaźnik ten nie radził sobie z gwałtownymi spadkami wartości akcji. W obu przypadkach wskaźnik zarekomendował sprzedaż akcji już po spadku poniżej ceny zakupu.

W przypadku sytuacji w okresie 26.11.2020 - 05.01.2021 MACD rekomendował zakup akcji po cenie 371.83 PLN za sztukę oraz ich sprzedaż za 345.58 PLN prowadząc do **straty na poziomie 26.25 PLN za akcję**. W okresie 01.05.2022 - 10.06.2022 MACD rekomendował natomiast zakup akcji po cenie 113.01 PLN za sztukę oraz ich sprzedaż za 102.34 PLN prowadząc do **straty na poziomie 10.67 PLN za akcję**.

5. Algorytm

5.1 Algorytm prosty

Wykorzystajmy wskaźnik MACD do stworzenia prostego algorytmu symulującego inwestowanie w instrument finansowy naszego wyboru. Po podaniu mu historycznych danych instrumentu oraz ilości posiadanych aktywów.

Algorytm ten kupuje i sprzedaje maksymalną liczbę akcji jaką jest w stanie w momencie przecięcia się MACD i SIGNAL, oraz gdy okres symulacji następuje końca sprzedaje wszystkie posiadane akcje / waluty po cenie rynkowej ostatniego dnia symulacji. Algorytm zwraca zysk bądź stratę w

porównaniu do sytuacji kiedy natychmiast sprzedalibyśmy wszystkie startowe aktywa po cenie w dniu rozpoczęcia symulacji. Ceną dla każdego dnia jest kwota zamknięcia.

W przypadku notowań CD Projekt S.A. w okresie 01.01.2020 r. - 27.09.2022 r. sygnały kupna i sprzedaży generowane przez wskaźnik MACD wykorzystane przyniosły **stratę** w wysokości **2366.70 PLN**. Wskaźnik MACD największe straty przyniósł w okresie września i października 2020 [[Tabela 1](#)] prawdopodobnie z powodu dużych wahań cen akcji CD Projekt S.A. w tym okresie. Z drugiej strony wskaźnik MACD przynosił zyski w okresie niewielkich wahań cen akcji, np. na początku 2020 r.

W przypadku kursu walutowego EURO/PLN w okresie 01.01.2020 r. - 27.09.2022 r. sygnały kupna i sprzedaży generowane przez wskaźnik MACD przyniosły **zysk** w wysokości **774.62 PLN**. Dzięki zdecydowanie większej stabilności kursu w porównaniu do kursu akcji CD Projekt S.A. wskaźnik MACD przyniósł zyski w większości przypadków nie ponosząc większych strat podczas sprzedaży [[Tabela 2](#)].

Okazuje się że najprostsza implementacja algorytmu korzystająca ze wskaźnika MACD działa zbyt wolno by pozwolić nam na inwestowanie w aktywa szybko zmieniające swoją wartość na giełdzie, ale świetnie nadaje się do inwestycji w bardziej stabilne instrumenty typu waluty.

5.2 Potencjalne ulepszenie algorytmu

Próbując udoskonalić podstawowy algorytm udało mi się znaleźć potencjalne ulepszenie. Dzięki dodaniu nowego warunku do naszego algorytmu aby dokonywał on zakupu akcji tylko i wyłącznie wtedy kiedy przez co najmniej x ostatnich dni wskaźnik MACD nie przecinał się z SIGNAL. Dzięki ustawieniu parametru x na 2 dni [[Tabela 3](#)], udało mi się zwiększyć zysk z inwestycji w akcje CD Projekt S.A. o 6520 PLN. W przypadku inwestycji w walutę EURO/PLN najlepszy zysk udało się uzyskać dla $x = 0$ [[Tabela 4](#)].

Podczas analizy tego rozwiązania udało mi się ustalić że zastosowanie takiego algorytmu poprawia wyniki inwestycji w 15 okresach na sprawdzone 21 (każdy okres ma 1000 dni i rozpoczyna się w roku z tabeli) [[Tabela 6](#)] w przypadku inwestycji w walutę EURO/PLN oraz w 14 okresach na 21 [[Tabela 5](#)] w przypadku inwestycji w akcje CD Projekt S.A.

W podsumowaniu ogólnym algorytm ten przynosi straty w porównaniu do jego prostszej wersji, aczkolwiek w niektórych latach przynosi on znaczące zyski.

6. Wnioski i Podsumowanie

W przypadku akcji CD Projekt RED S.A. wskaźnik MACD nie był w stanie przewidzieć i zareagować na gwałtowne spadki wartości cen akcji spowodowanych decyzjami biznesowymi. Najbardziej widoczne jest to w okresie grudnia 2020, kiedy wskaźnikowi nieudało się zareagować w porę na gwałtowny spadek cen akcji i zarekomendował on sprzedaż akcji już po spadku poniżej ceny zakupu. Podobną sytuację możemy zauważyć w styczniu 2021, kiedy to akcje gwałtownie wystrzeliły w górę i była szansa na spory zysk, ale wskaźnik zarekomendował sprzedaż dopiero po jego spadnięciu. Podobne sytuacje można zaobserwować w całym okresie od maja 2021 do końca analizowanych danych, co wskazuje na słabość wskaźnika wobec gwałtownych zmian.

Ta sama sytuacja występuje w przypadku kursu EURO, aczkolwiek z uwagi na ogólny wzrost wartości waluty przez cały badany okres oraz powolne zmiany wartości udało się wskaźnikowi uzyskać zysk dla obu algorytmów.

Wskaźnik MACD działa dobrze w przypadku inwestycji w aktywa długoterminowe jak waluty. W przypadku inwestycji w akcje oraz towary o zmiennej cenie nie nadaje on za rynkiem i przynosi

straty. Ulepszenie algorytmu poprawia wyniki inwestycji w akcje oraz towary w niektórych latach, ale nadal przynosi straty w ogólnym rozrachunku.

MACD jest zdecydowanie wskaźnikiem długoterminowym, który nie nadaje się do inwestycji krótkoterminowych aczkolwiek może on być bardzo przydatny w analizie technicznej aktywa z uwagi na ogólną poprawność (pomijając grę krótkoterminową). W obu przykładach wskaźnik ten poprawnie wskazywał najlepsze momenty na zakup i sprzedaż instrumentów finansowych podczas spokojnych okresów na rynku.

7. Uzupełnienie

Data	Cena zakupu	Cena sprzedaży	Zysk
2020-02-24	280.185	305.671	24492.05
2020-04-28	261.092	342.816	92021.22
2020-06-01	377.083	378.9	1858.79
2020-07-08	388.633	381.002	-7615.74
2020-08-14	369.923	392.07	22744.97
2020-09-04	439.901	408.59	-28680.88
2020-10-02	410.112	379.185	-28205.42
2020-10-06	380.619	357.803	-20739.74
2020-10-15	371.357	357.99	-11709.49
2020-11-25	348.443	347.491	-856.8
2020-12-10	371.828	345.576	-22077.93
2021-02-08	253.648	273.31	22532.65
2021-04-01	216.228	185.752	-44129.25
2021-06-02	165.628	158.695	-11259.19
2021-06-22	168.142	174.605	9907.78
2021-07-16	198.244	190.672	-10222.2
2021-09-21	163.624	181.5	28136.82
2021-10-18	191.38	185.683	-8499.92
2021-12-01	178.455	181.695	5031.72
2022-01-11	185.585	185.192	-597.36
2022-02-21	182.521	165.982	-25519.68
2022-04-04	160.6	171.011	16595.13
2022-06-03	113.005	102.339	-25737.06
2022-07-15	89.3256	92.5985	9046.3
2022-08-23	91.9436	83.3506	-23922.91
2022-09-26	87.1212	101.886	39333.43

Tabela 1: Tabela sprzedaży akcji CD Projekt S.A. w okresie 01.01.2020 r. - 27.09.2022 r. wraz z zyskiem/stratą przy zastosowaniu prostego algorytmu symulacyjnego.

Data	Cena zakupu	Cena sprzedaży	Zysk
2020-02-06	4.23133	4.25883	27.42
2020-03-06	4.29107	4.30123	10.06
2020-03-10	4.32494	4.30815	-16.52
2020-03-31	4.3268	4.55781	226.39
2020-05-20	4.5452	4.53614	-8.91
2020-07-10	4.44553	4.4654	19.93
2020-07-15	4.49274	4.4765	-16.19
2020-07-20	4.48427	4.45727	-26.87
2020-10-01	4.41474	4.4807	66.29
2020-11-03	4.54717	4.54418	-2.96
2020-12-16	4.46447	4.43829	-26.39
2021-01-08	4.47264	4.50942	36.78
2021-03-22	4.49418	4.59695	103.08
2021-03-31	4.67263	4.63237	-39.74
2021-05-13	4.56246	4.52837	-34.16
2021-06-28	4.46612	4.50163	36.08
2021-07-29	4.54606	4.57005	24.13
2021-08-30	4.58374	4.55998	-23.83
2021-10-01	4.54376	4.57748	33.96
2021-11-05	4.60004	4.59775	-2.29
2021-11-30	4.63659	4.66035	23.59
2021-12-30	4.63197	4.59711	-34.83
2022-02-08	4.52572	4.52579	0.07
2022-03-14	4.54763	4.73871	192.99
2022-05-11	4.6313	4.67213	42.22
2022-06-30	4.58502	4.70085	121.97
2022-07-18	4.77631	4.78932	13.49
2022-09-02	4.70384	4.72073	17.84
2022-09-26	4.7266	4.75716	32.21

Tabela 2: Tabela sprzedaży euro w okresie 01.01.2020 r. - 27.09.2022 r. wraz z zyskiem/stratą przy zastosowaniu prostego algorytmu symulacyjnego.

Liczba dni opóźnienia zakupu	Liczba lepszych wyników	Liczba gorszych wyników	Liczba wszystkich wyników
0	0	0	21
1	7	14	21
2	9	12	21
3	7	14	21
4	7	14	21
5	7	14	21
6	7	14	21
7	7	14	21
8	6	15	21
9	7	14	21

Tabela 3: Tabela zysku/straty w zależności od parametru x dla akcji CD Projekt S.A.

Liczba dni opóźnienia zakupu	Liczba lepszych wyników	Liczba gorszych wyników	Liczba wszystkich wyników
0	0	0	21
1	15	6	21
2	12	9	21
3	14	7	21
4	13	8	21
5	10	11	21
6	12	9	21
7	11	10	21
8	13	8	21
9	11	10	21

Tabela 4: Tabela zysku/straty w zależności od parametru x dla waluty EURO/PLN.

Rok	Czy poprawiło się	Wynik algorytmu prostego	Wynik algorytmu z usuwaniem szumów 2 dniowym	Różnica
2000	False	7790.12	4641.38	-3148.74
2001	False	-16069.26	-16432.96	-363.7
2002	True	-4474.06	-4301.02	173.04
2003	True	-714.05	-614.79	99.26
2004	False	-41.21	-210.33	-169.12
2005	False	1072.38	729.33	-343.05
2006	False	-170.04	-246.68	-76.64
2007	False	1981.86	1914.41	-67.45
2008	True	3673.36	4254.42	581.06
2009	True	2469.1	2612.37	143.27
2010	False	4337.51	4232.44	-105.07
2011	False	5300.73	5091.25	-209.48
2012	False	2928.07	2626.32	-301.75
2013	True	4184.49	4761.71	577.22
2014	True	10607.18	11203.31	596.13
2015	False	47047.14	23611.22	-23435.92
2016	False	64220.96	31156.3	-33064.66
2017	False	75761.12	51479.14	-24281.98
2018	True	126014.02	132019.64	6005.62
2019	True	85193.77	95474.92	10281.15
2020	True	-2366.7	4154.01	6520.71
2021	True	-10514.52	5860.35	16374.87

Tabela 5: Tabla z porównaniem zysku / straty dla różnych lat po zastosowaniu prostego i ulepszanego algorytmu dla akcji CD Projekt S.A.

Rok	Czy poprawiło się	Wynik algorytmu prostego	Wynik algorytmu z usuwaniem szumów 2 dniowym	Różnica
2000	True	-850.5	-582.25	268.25
2001	True	-160.0	193.03	353.03
2002	True	158.11	370.98	212.87
2003	False	-271.23	-333.76	-62.53
2004	False	-407.27	-515.61	-108.34
2005	False	-96.91	-236.8	-139.89
2006	False	-161.8	-166.02	-4.22
2007	False	15.43	-110.69	-126.12
2008	False	-313.42	-384.52	-71.1
2009	True	-413.44	-271.6	141.84
2010	True	-379.23	-209.16	170.07
2011	True	-20.76	46.84	67.6
2012	True	-178.33	-137.89	40.44
2013	True	204.58	251.09	46.51
2014	True	312.4	416.16	103.76
2015	True	34.39	141.65	107.26
2016	True	177.39	272.07	94.68
2017	True	-105.09	-74.39	30.7
2018	False	360.78	183.34	-177.44
2019	False	416.49	172.38	-244.11
2020	False	774.62	517.73	-256.89
2021	True	383.69	408.02	24.33

Tabela 6: Tabla z porównaniem zysku / straty dla różnych lat po zastosowaniu prostego i ulepszanego algorytmu dla waluty EURO/PLN.