

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.

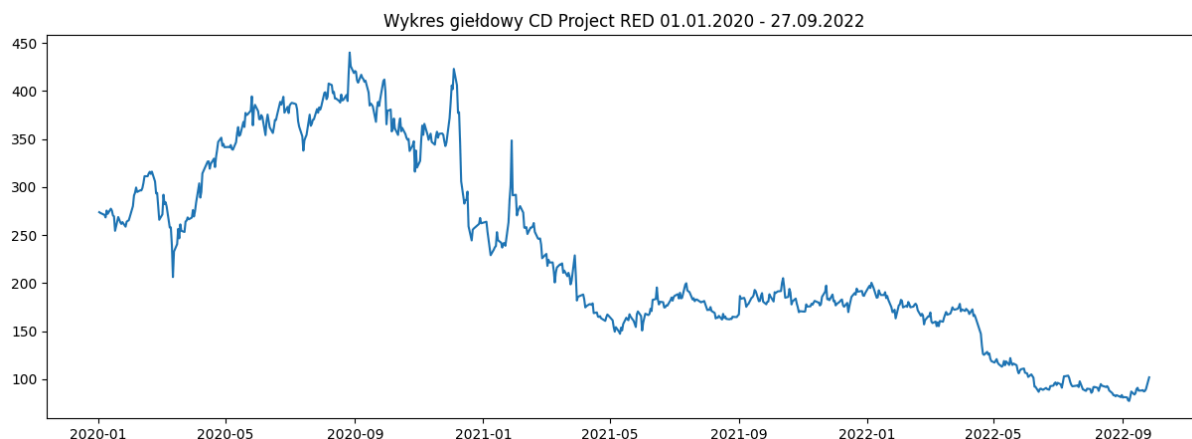


Figure 1: Wykres cen akcji CD Projekt S.A. w okresie 01.01.2020 - 27.09.2022

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.

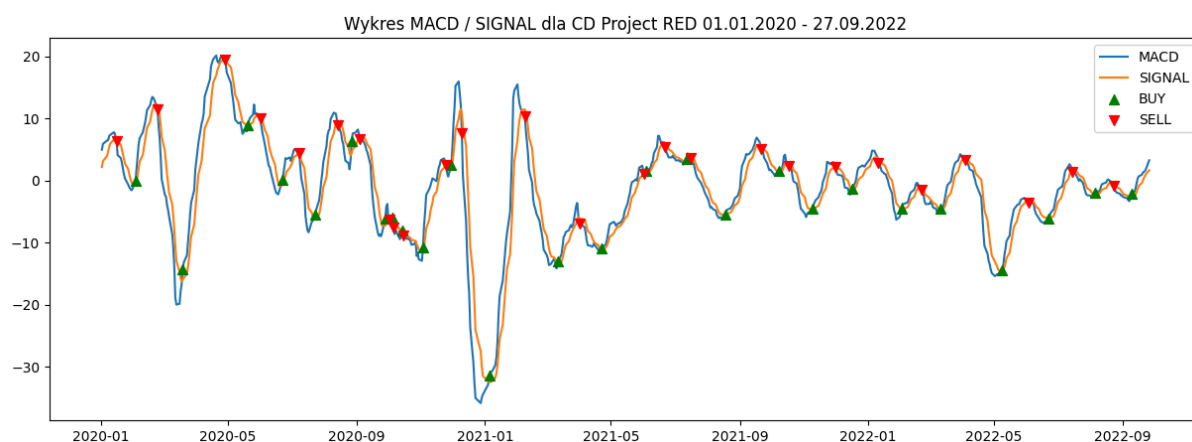


Figure 2: Wykres wskaźnika MACD dla notowań CD Projekt S.A. w okresie 01.01.2020 - 27.09.2022

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).

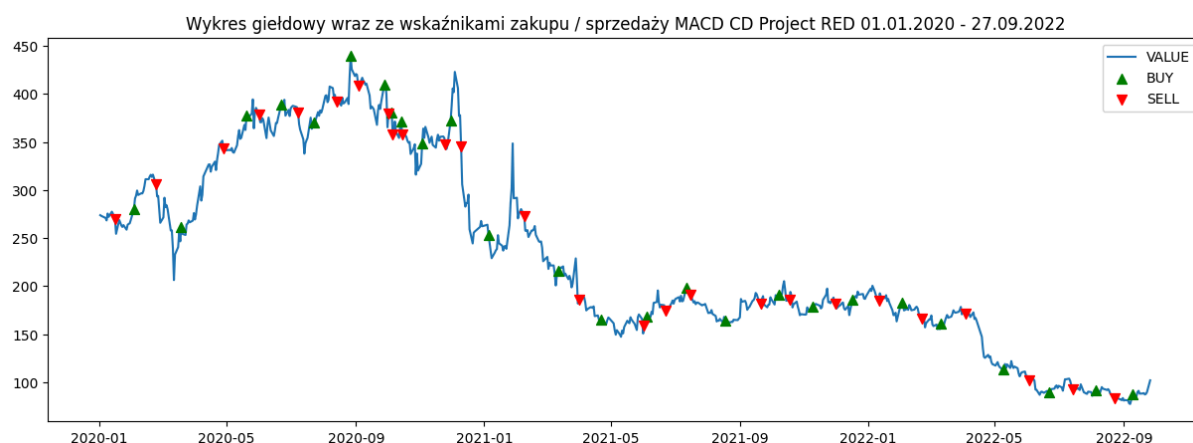


Figure 3: Wykres cen akcji CD Projekt S.A. w okresie 01.01.2020 - 27.09.2022 z zaznaczonymi momentami kupna i sprzedaży akcji z wykorzystaniem wskaźnika MACD.

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

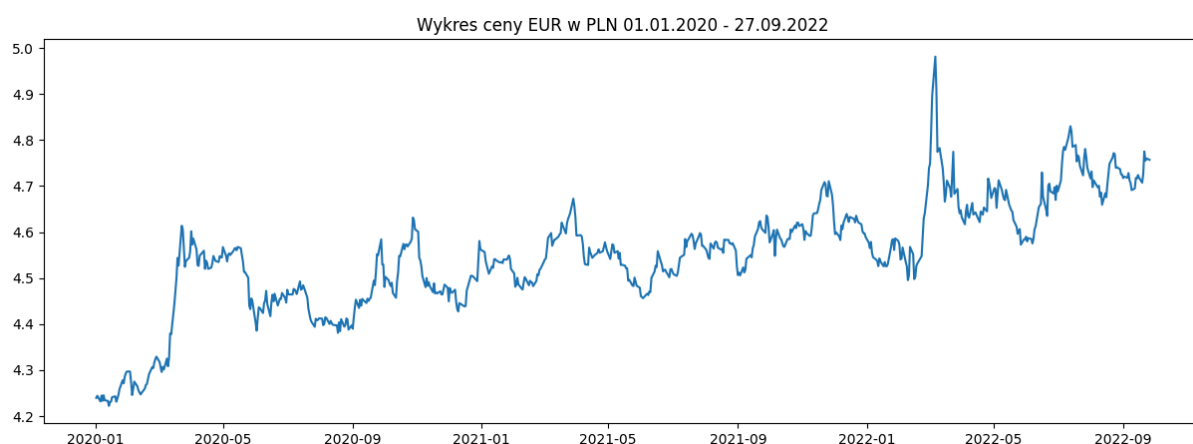


Figure 4: Wykres kursu walutowego EURO/PLN w okresie 01.01.2020 - 27.09.2022

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.

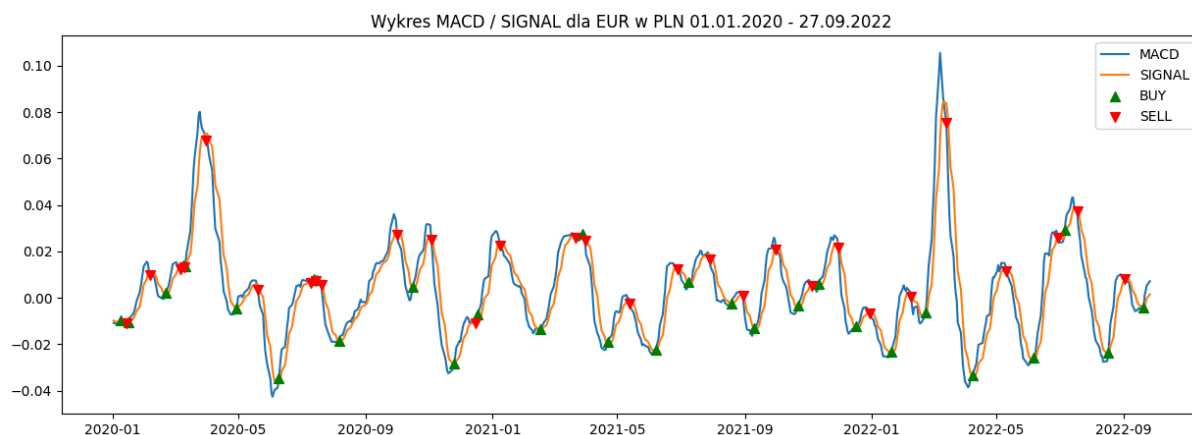


Figure 5: Wykres wskaźnika MACD dla kursu walutowego EURO/PLN w okresie 01.01.2020 - 27.09.2022

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).

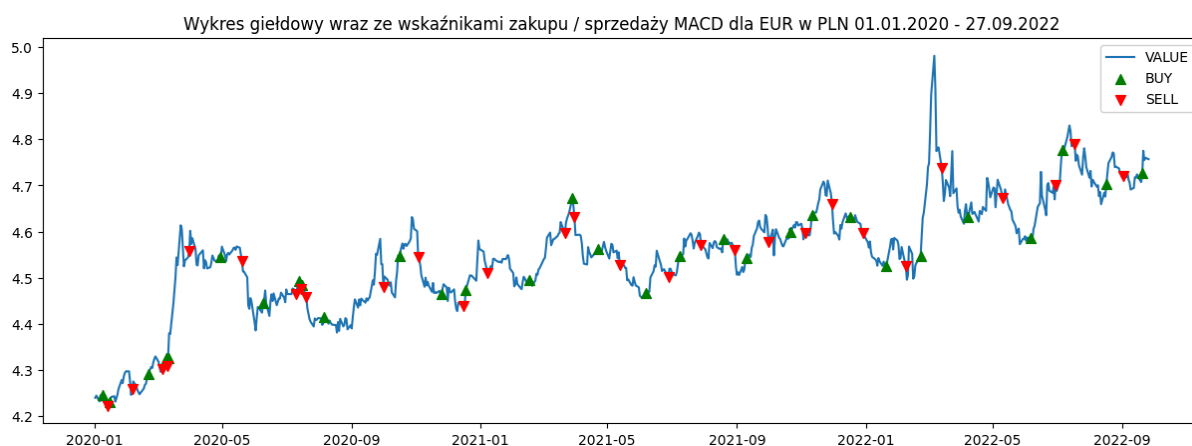


Figure 6: Wykres kursu walutowego EURO/PLN w okresie 01.01.2020 - 27.09.2022 z zaznaczonymi momentami kupna i sprzedaży waluty z wykorzystaniem wskaźnika MACD.

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. Algorytm

4.1 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 [[Table 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 [[Table 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.

4.2 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 [[Table 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 $x = 0$ [[Table 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) [[Table 6](#)] w przypadku inwestycji w walutę EURO/PLN oraz w 14 okresach na 21 [[Table 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.

5. Wnioski

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 nie udało 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.

6. Podsumowanie

Wskaźnik MACD działa dobrze w przypadku inwestycji w aktywa długoterminowe jak waluty. W przypadku inwestycji w akcje oraz towary o zmiennej cenie nie nadąża 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	24492.046000000003
2020-04-28	261.092	342.816	92021.223999999999
2020-06-01	377.083	378.9	1858.7909999999101
2020-07-08	388.633	381.002	-7615.738000000012
2020-08-14	369.923	392.07	22744.969000000004
2020-09-04	439.901	408.59	-28680.875999999999
2020-10-02	410.112	379.185	-28205.424
2020-10-06	380.619	357.803	-20739.744000000006
2020-10-15	371.357	357.99	-11709.492000000027
2020-11-25	348.443	347.491	-856.8000000000466
2020-12-10	371.828	345.576	-22077.931999999997
2021-02-08	253.648	273.31	22532.652000000002
2021-04-01	216.228	185.752	-44129.248000000002
2021-06-02	165.628	158.695	-11259.191999999998
2021-06-22	168.142	174.605	9907.778999999998
2021-07-16	198.244	190.672	-10222.200000000004
2021-09-21	163.624	181.5	28136.823999999993
2021-10-18	191.38	185.683	-8499.9240000000057
2021-12-01	178.455	181.695	5031.719999999972
2022-01-11	185.585	185.192	-597.359999999986
2022-02-21	182.521	165.982	-25519.676999999996
2022-04-04	160.6	171.011	16595.133999999999
2022-06-03	113.005	102.339	-25737.058000000002
2022-07-15	89.3256	92.5985	9046.2956000000041
2022-08-23	91.9436	83.3506	-23922.912000000001
2022-09-26	87.1212	101.886	39333.4272000000006

Table 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	27.417499999999563
2020-03-06	4.29107	4.30123	10.058399999999892
2020-03-10	4.32494	4.30815	-16.52135999999973
2020-03-31	4.3268	4.55781	226.38979999999992
2020-05-20	4.5452	4.53614	-8.905980000001364
2020-07-10	4.44553	4.4654	19.92961000000014
2020-07-15	4.49274	4.4765	-16.191280000000916
2020-07-20	4.48427	4.45727	-26.86500000000069
2020-10-01	4.41474	4.4807	66.28979999999956
2020-11-03	4.54717	4.54418	-2.9601000000002387
2020-12-16	4.46447	4.43829	-26.389439999999922
2021-01-08	4.47264	4.50942	36.779999999999745
2021-03-22	4.49418	4.59695	103.078309999999896
2021-03-31	4.67263	4.63237	-39.736619999999675
2021-05-13	4.56246	4.52837	-34.158179999999945
2021-06-28	4.46612	4.50163	36.078160000000025
2021-07-29	4.54606	4.57005	24.133940000000062
2021-08-30	4.58374	4.55998	-23.831279999999424
2021-10-01	4.54376	4.57748	33.956040000000094
2021-11-05	4.60004	4.59775	-2.294579999999769
2021-11-30	4.63659	4.66035	23.593680000000086
2021-12-30	4.63197	4.59711	-34.825139999999992
2022-02-08	4.52572	4.52579	0.07105000000046857
2022-03-14	4.54763	4.73871	192.99080000000005
2022-05-11	4.6313	4.67213	42.218219999999975
2022-06-30	4.58502	4.70085	121.96898999999994
2022-07-18	4.77631	4.78932	13.4913700000000643
2022-09-02	4.70384	4.72073	17.835839999999735
2022-09-26	4.7266	4.75716	32.210239999999943

Table 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

Table 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

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

Year	Improved	Default	Tweak	Diff
2000	False	7790.12	4641.38	-3148.74
2001	False	-16069.26	-16432.96	-363.6999999999989
2002	True	-4474.06	-4301.02	173.03999999999996
2003	True	-714.05	-614.79	99.25999999999999
2004	False	-41.21	-210.33	-169.12
2005	False	1072.38	729.33	-343.05000000000007
2006	False	-170.04	-246.68	-76.64000000000001
2007	False	1981.86	1914.41	-67.44999999999982
2008	True	3673.36	4254.42	581.06
2009	True	2469.1	2612.37	143.26999999999998
2010	False	4337.51	4232.44	-105.07000000000062
2011	False	5300.73	5091.25	-209.47999999999956
2012	False	2928.07	2626.32	-301.75
2013	True	4184.49	4761.71	577.22000000000003
2014	True	10607.18	11203.31	596.12999999999992
2015	False	47047.14	23611.22	-23435.92
2016	False	64220.96	31156.3	-33064.66
2017	False	75761.12	51479.14	-24281.979999999996
2018	True	126014.02	132019.64	6005.620000000001
2019	True	85193.77	95474.92	10281.149999999994
2020	True	-2366.7	4154.01	6520.71
2021	True	-10514.52	5860.35	16374.87

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

Year	Improved	Default	Tweak	Diff
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	-62.52999999999997
2004	False	-407.27	-515.61	-108.34000000000003
2005	False	-96.91	-236.8	-139.89000000000001
2006	False	-161.8	-166.02	-4.219999999999999
2007	False	15.43	-110.69	-126.12
2008	False	-313.42	-384.52	-71.09999999999997
2009	True	-413.44	-271.6	141.83999999999997
2010	True	-379.23	-209.16	170.07000000000002
2011	True	-20.76	46.84	67.60000000000001
2012	True	-178.33	-137.89	40.440000000000026
2013	True	204.58	251.09	46.50999999999999
2014	True	312.4	416.16	103.76000000000005
2015	True	34.39	141.65	107.26
2016	True	177.39	272.07	94.68
2017	True	-105.09	-74.39	30.700000000000003
2018	False	360.78	183.34	-177.43999999999997
2019	False	416.49	172.38	-244.11
2020	False	774.62	517.73	-256.89
2021	True	383.69	408.02	24.329999999999984

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