

# Analiza wskaźnika giełdowego MACD

Autor: Stanisław Nieradko

## 1. Wstęp teoretyczny

Wskaźnik giełdowy MACD (Moving Average Convergence Divergence) jest jednym z najpopularniejszych narzędzi analizy technicznej wykorzystywanych na rynkach finansowych. Służy do identyfikacji trendów oraz generowania sygnałów kupna i sprzedaży. MACD składa się z dwóch linii: linii MACD i linii sygnałowej. Linia MACD obliczana jest jako różnica między dwiema wykładniczymi średnimi kroczącymi (EMA) o różnych okresach, natomiast linia sygnałowa to wygładzona średnia krocząca linii MACD. Krzyżowanie się tych dwóch linii generuje sygnały kupna i sprzedaży. Wskaźnik MACD jest używany zarówno przez traderów krótkoterminowych, jak i inwestorów długoterminowych.

Wskaźnik MACD został zaimplementowany w języku Python z wykorzystaniem biblioteki pandas. Implementacja korzysta z niżej podanego wzoru na wykładniczą średnią kroczącą (EMA):

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

$p_i$  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

## 2. Dane testowe

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 stoq.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.

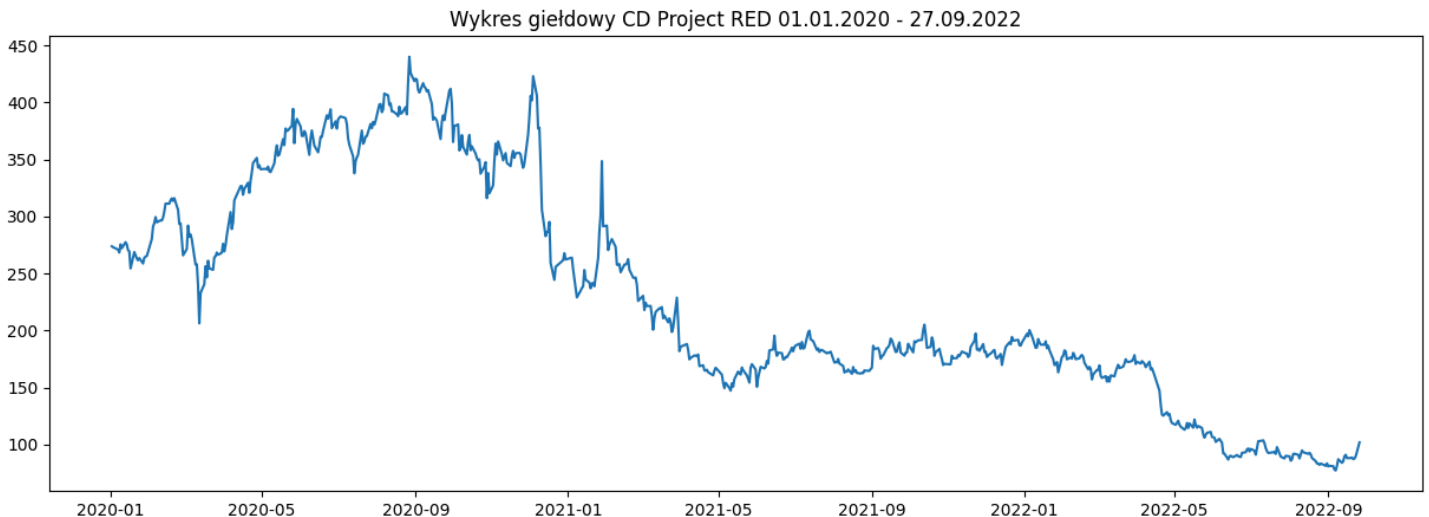


Figure 1: Wykres cen akcji CD Projekt S.A. w okresie 01.01.2020 r. - 27.09.2022 r.

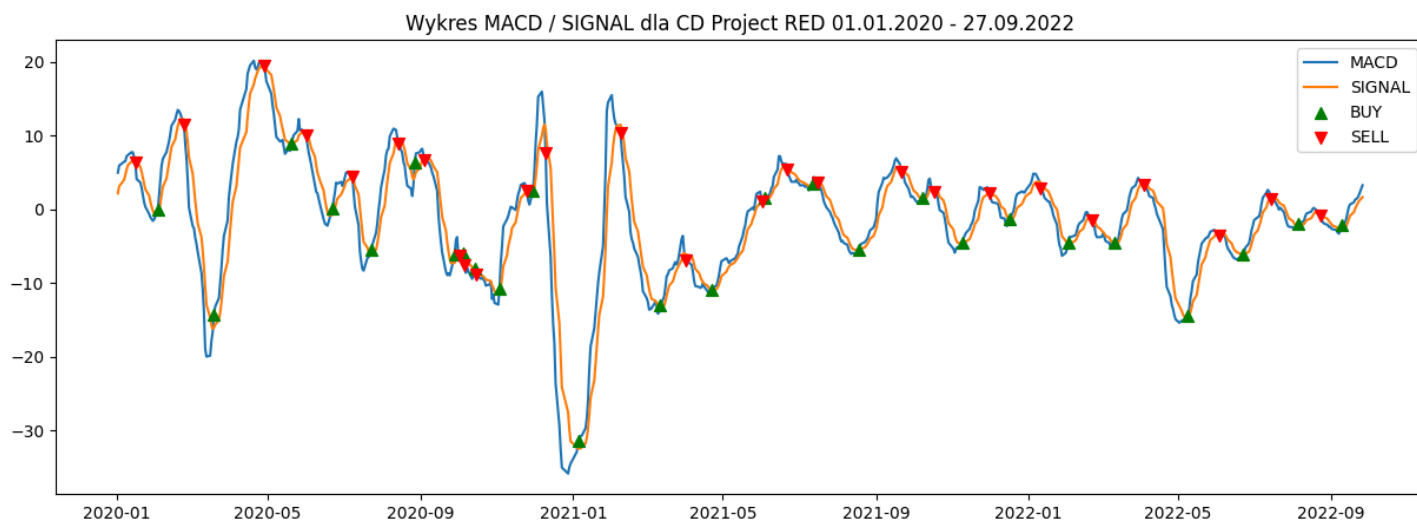


Figure 2: Wykres wskaźnika MACD dla notowań CD Projekt S.A. w okresie 01.01.2020 r. - 27.09.2022 r.

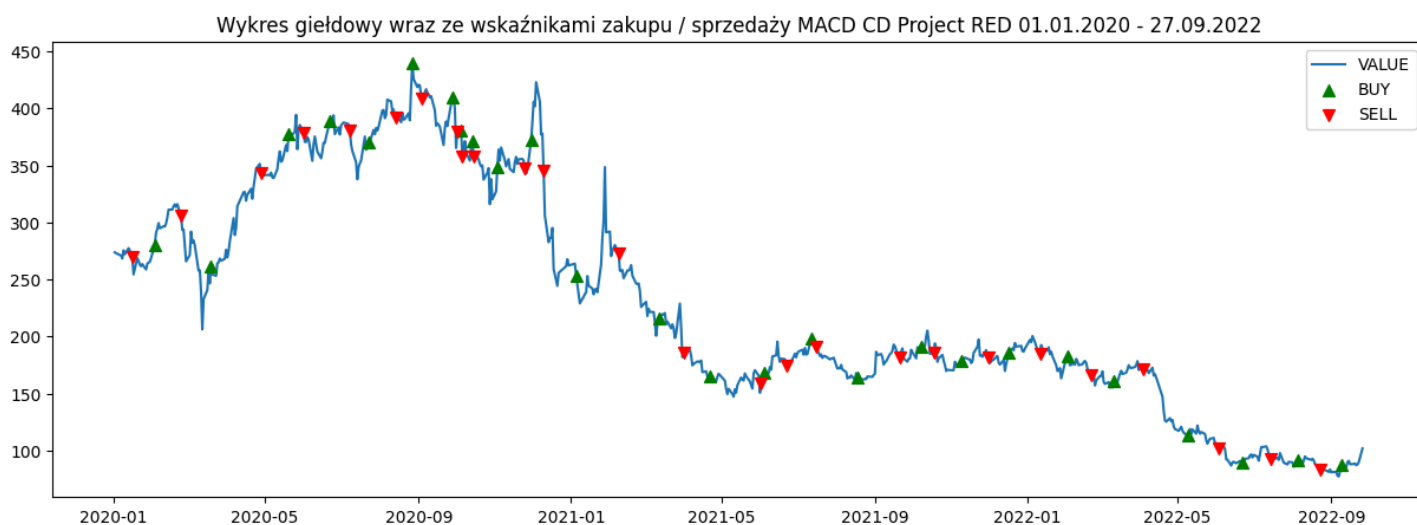


Figure 3: Wykres cen akcji CD Projekt S.A. w okresie 01.01.2020 r. - 27.09.2022 r. z zaznaczonymi momentami kupna i sprzedaży akcji z wykorzystaniem wskaźnika MACD.

Jak widać na załączonych wykresach, wskaźnik MACD nie potrafił sobie poradzić z dużymi wahaniami cen akcji CD Projekt S.A. w okolicach października 2020 oraz podczas systematycznego spadku cen akcji CDP w okresie od marca 2021. MACD poprawnie reagował na spadki, aczkolwiek reagował on ze spóźnieniem, przez co nie był w stanie zabezpieczyć inwestycji przed stratami.

### 3.2 EURO/PLN

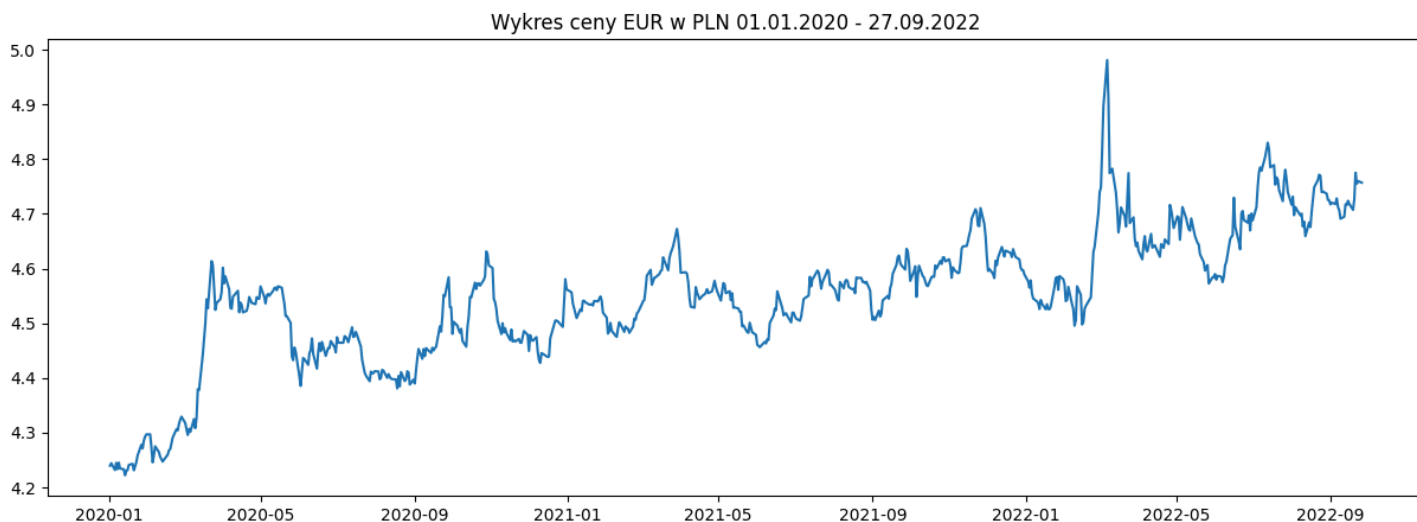


Figure 4: Wykres kursu walutowego EURO/PLN w okresie 01.01.2020 r. - 27.09.2022 r.

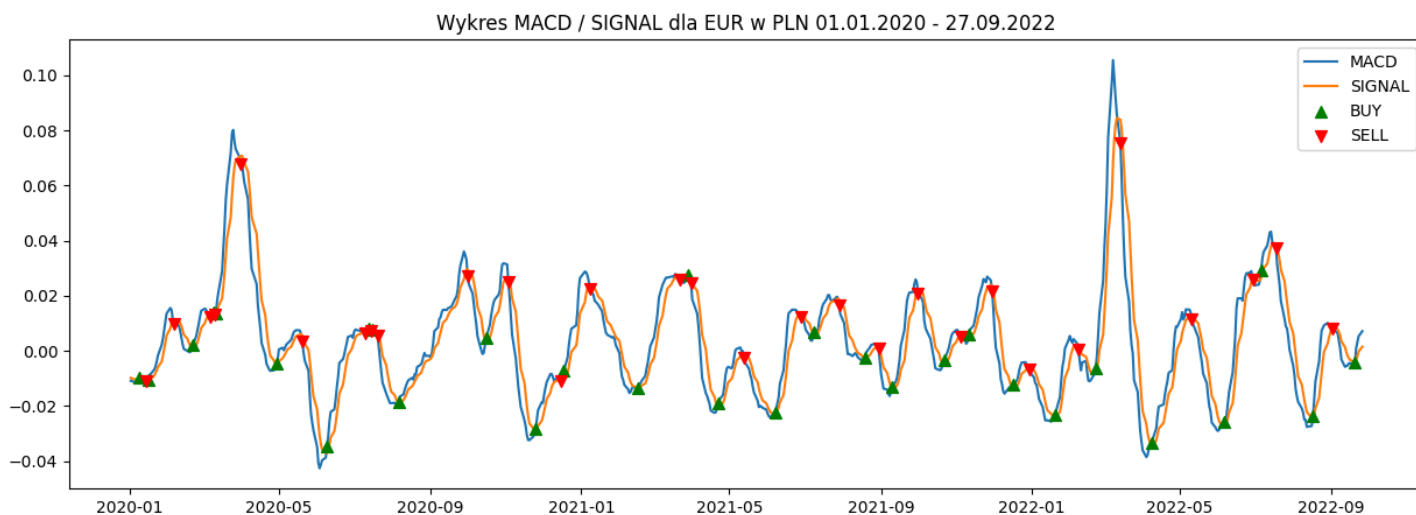


Figure 5: Wykres wskaźnika MACD dla kursu walutowego EURO/PLN w okresie 01.01.2020 r. - 27.09.2022 r.

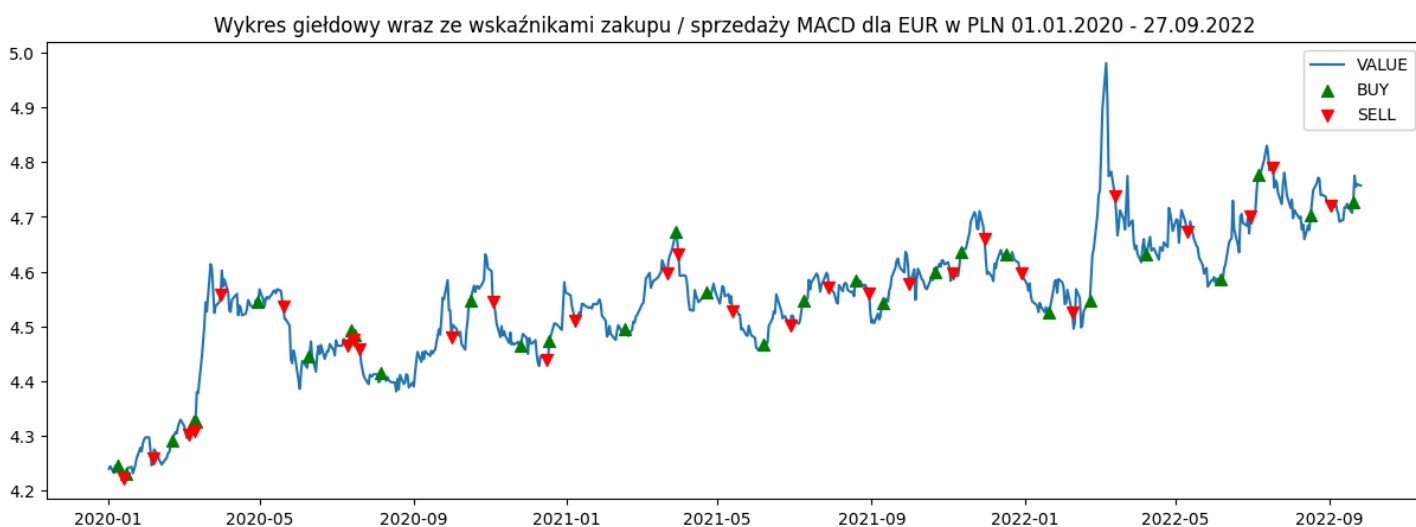


Figure 6: Wykres kursu walutowego EURO/PLN w okresie 01.01.2020 r. - 27.09.2022 r. z zaznaczonymi momentami kupna i sprzedaży waluty z wykorzystaniem wskaźnika MACD.

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 podczas spokojnych okresów na rynku. W okresach dużych wahań cen wskaźnik ten nie radził sobie tak dobrze jak w przypadku spokojnych okresów, 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 dla niektórych lat przynosi on znaczące zyski.

### **5. Podsumowanie**

Wskaźnik MACD działa dobrze w przypadku inwestycji w aktywa długoterminowe jak waluty bądź (prawdopodobnie) złoto. 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.

## 6. 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	39333.427200000006

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	226.3897999999992
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	103.07830999999896
2021-03-31	4.67263	4.63237	-39.736619999999675
2021-05-13	4.56246	4.52837	-34.15817999999945
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	-34.82513999999992
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	42.21821999999975
2022-06-30	4.58502	4.70085	121.9689899999994
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	32.21023999999943

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	-105.07000000000006
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 ulepszonego 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	46.509999999999999
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 ulepszanego algorytmu dla waluty EURO/PLN.