



Dual Moving Average Crossover v.1

Podsumowanie testów strategii inwestycyjnej

Strategia Dual Moving Average Crossover to technika inwestycyjna typu **trend-following**, wykorzystująca średnie kroczące do identyfikacji momentów otwarcia i zamknięcia pozycji. Jej celem jest wychwycenie długoterminowych ruchów rynkowych, zarówno wzrostowych, jak i spadkowych, na wykresach dziennych.

Niemniej o ile testy stabilności w szerokim zakresie optymalizowanych parametrów oraz symulacje Monte Carlo zostały zaliczone, **strategia nie zaliczyła testu ruchomego okna** – dla rocznego okresu jedynie 18 z 27 okresów zakończyło się dodatnią stopą zwrotu (**66,7% wobec minimalnie wymaganych 70%**). Jest to jeden z testów przeprowadzanych w ramach oceny stabilności, a brak zliczenia któregośkolwiek z tych testów oznacza, że **strategia nie jest zalecana do stosowania w realnych transakcjach**.

Nie jestem w stanie wystarczająco mocno podkreślić, że aby **strategia działała** w realnych warunkach, musi działać również na **suboptymalnych parametrach** i w **suboptymalnych warunkach**. Jednym słowem – **musi być stabilna** na zmieniające się warunki rynkowe.

Nie wiem, kto powiedział te słowa, ale idealnie oddają problem wielu optymalizacji:

"Nigdy nie widziałem strategii, która nie działałaby w testach historycznych."

Nie znamy przyszłości, nie znamy przyszłych warunków rynkowych, ale jeżeli wiemy, że nasza strategia **historycznie generowała akceptowalne wyniki** w różnych warunkach rynkowych i na różnych zakresach parametrów, to jesteśmy **krok przed innymi** uczestnikami rynku. Strategia **Dual Moving Average Crossover** nie zalicza się jednak do tego grona.



Spis treści

Podsumowanie testów strategii inwestycyjnej	1
Krok 1: Sformułowanie strategii inwestycyjnej	3
Krok 2: Określenie zasad inwestycyjnych.....	5
Krok 3: Przeprowadzenie wstępnego testu strategii inwestycyjnej.....	7
Krok 4: Optimalizacja i ocena stabilności strategii inwestycyjnej	12
1. Stabilność w szerokim zakresie optymalizowanych parametrów	12
2. Symulacja Monte Carlo.....	20
3. Stabilność na ruchomym oknie czasowym	23
4. Stabilność long/short.....	24
5. Stabilność na portfelu instrumentów finansowych.....	24
6. Money Management (Position Sizing)	24
7. Strategy Risk Management.....	24
Krok 5: Walk-Forward Analysis	25
Krok 6: Wykorzystanie strategii w czasie rzeczywistym	26



Krok 1: Sformułowanie strategii inwestycyjnej

Strategia **Dual Moving Average Crossover** opiera się na wykorzystaniu dwóch średnich kroczących: **szybszej** (około 50-dniowej) oraz **wolniejszej** (około 200-dniowej). Jest to strategia typu **trend-following**, mająca na celu wychwycenie długoterminowych ruchów rynkowych – zarówno wzrostowych, jak i spadkowych – na wykresach dziennych.

Podstawowe zasady strategii:

- **Sygnal kupna (long):** generowany, gdy **szybsza średnia krocząca** przecina od dołu **wolniejszą średnią krocząca**.
- **Sygnal sprzedaży (short):** generowany, gdy **szybsza średnia krocząca** przecina od góry **wolniejszą średnią krocząca**.

W podstawowej wersji strategia jest **symetryczna**, co oznacza, że **sygnal kupna** jednocześnie **zamyka pozycję krótką**, a **sygnal sprzedaży** zamyka **pozycję długą**. W kolejnych krokach można modyfikować te elementy.

Charakterystyka strategii oraz jej silne i słabe strony:

- **Filtracja szumu rynkowego:** Użycie dwóch **długoterminowych średnich kroczących** skutecznie filtruje szum rynkowy, który jest bardziej widoczny przy krótszych średnich. Dzięki temu strategia koncentruje się na istotnych, długoterminowych ruchach, minimalizując wpływ fałszywych sygnałów.
- **Podążanie za trendem:** Strategia wykorzystuje mechanizm przecięcia średnich kroczących do **wychwycenia początku i końca trendu**. Daje to możliwość wejścia na rynek we wczesnej fazie trendu, gdy ruch ma jeszcze potencjał do dalszego rozwoju.
- **Dodatnia wartość oczekiwana (edge):** Długoterminowe strategie trend-following, takie jak ta, **historycznie wykazują dodatnią wartość oczekiwaną**, zwłaszcza na rynkach futures. Wynika to z faktu, że trendy mają tendencję do utrzymywania się przez dłuższy czas, co pozwala na generowanie zysków większych niż potencjalne straty.
- **Opóźnienie sygnałów:** Jednym z głównych problemów strategii opartych na średnich kroczących jest **opóźnienie sygnałów**. Średnie kroczące są wskaźnikami **opóźnionymi (lagging indicators)**, co oznacza, że sygnały kupna lub sprzedaży pojawiają się dopiero po zmianie trendu. Może to prowadzić do wejścia w transakcję zbyt późno, gdy znaczna część ruchu już się odbyła.
- **Fałszywe sygnały w konsolidacjach:** W okresach **braku wyraźnego trendu** strategia może generować **fałszywe sygnały**, ponieważ średnie kroczące wielokrotnie się przecinają, prowadząc do serii stratnych transakcji.
- **Wymaga cierpliwości:** Ze względu na **długoterminowy charakter** strategii, inwestorzy muszą być gotowi na **długie okresy oczekiwania** na sygnały wejścia i wyjścia. To wymaga **dyscypliny**, aby nie rezygnować ze strategii w momentach, gdy rynek porusza się wbrew prognozom.
- **Oddawanie dużej części zysków:** Średnie kroczące reagują z **opóźnieniem na zmiany trendu**, co powoduje, że **sygnały wyjścia** pojawiają się zbyt późno, gdy rynek już zaczyna się odwracać. To sprawia, że strategia często **oddaje dużą część wcześniej wypracowanego zysku**.



Strategia **Dual Moving Average Crossover** jest **prostą, ale efektywną metodą** podążania za długoterminowymi trendami rynkowymi. Jej zaletą jest **zdolność do identyfikacji dużych ruchów rynkowych**, co czyni ją skutecznym narzędziem dla inwestorów preferujących **długoterminowe podejście**.

Jednak jej **skuteczność zależy od warunków rynkowych** – w trendach radzi sobie dobrze, ale w okresach konsolidacji może generować **fałszywe sygnały**. Ponadto, ze względu na opóźnienie w generowaniu sygnałów, często występuje **oddawanie zysków** w końcowych fazach trendu.



Krok 2: Określenie zasad inwestycyjnych

Poniżej przedstawiono **pseudokod** dla strategii **Dual Moving Average Crossover** na danych dziennych:

1. Obliczanie Wskaźników:

- **Szybsza (XX-dniowa) średnia krocząca:** Dla każdego dnia oblicz średnią z **ostatnich XX** zamknięć.
- **Wolniejsza (YY-dniowa) średnia krocząca:** Dla każdego dnia oblicz średnią z **ostatnich YY** zamknięć.

2. Generowanie Sygnałów Pozycji Długiej (Long):

- **Warunek wejścia:**
 - i. W dniu wczorajszym (D-1) **XX-dniowa średnia krocząca** była **poniżej YY-dniowej średniej kroczącej**.
 - ii. W dniu dzisiejszym (D) **XX-dniowa średnia krocząca** znajduje się **powyżej YY-dniowej średniej kroczącej**.
- **Wejście: Kup (Buy)** na otwarciu kolejnego dnia.
- **Utrzymanie pozycji:** Pozostań w pozycji długiej, dopóki nie pojawi się sygnał sprzedaży.

3. Generowanie Sygnałów Pozycji Krótkiej (Long):

- **Warunek wejścia:**
 - i. W dniu wczorajszym (D-1) **XX-dniowa średnia krocząca** była **powyżej YY-dniowej średniej kroczącej**.
 - ii. W dniu dzisiejszym (D) **XX-dniowa średnia krocząca** znajduje się **poniżej YY-dniowej średniej kroczącej**.
- **Wejście: Sprzedaj (Sell)** na otwarciu kolejnego dnia.
- **Utrzymanie pozycji:** Pozostań w pozycji krótkiej, dopóki nie pojawi się sygnał kupna.

4. Zamknięcie Pozycji: Zanim otworzysz nową pozycję, zamknij poprzednią pozycję przeciwną.

5. Codziennie:

- **Oblicz XX- i YY-dniową średnią krocząca.**
- **Sprawdź warunki wejścia/wyjścia.**
- **Zajmij pozycję lub ją zamknij** zgodnie z powyższymi zasadami.

6. Zarządzanie Ryzykiem i Wielkością Pozycji:

- **Stop Loss:** Strategia **nie zakłada zlecenia stop loss** w momencie otwierania pozycji.
- **Wielkość pozycji (Position Sizing):**
 - i. **Poziom hipotetycznego stop-loss:** 3 x ATR (40-dniowego).
 - ii. **Maksymalne ryzyko:** 1% wartości kapitału.
 - iii. **ATR (Average True Range):** liczone na bazie **40 dni**.

Powyższe zasady zostały opisane w sposób umożliwiający bezpośrednie przekształcenie ich na skrypt w wybranej platformie testowej, co zapewnia dokładność symulacji historycznej oraz wiarygodność wyników testów.



Ponieważ strategia nie zakłada posiadania zlecenia stop loss w momencie otwierania pozycji, **wielkość pozycji szacowana jest w oparciu o hipotetyczny zlecenie obronne stop loss oddalone od miejsca otwarcia pozycji o 3 x ATR i ryzyko 1% kapitału.** ATR liczone jest na bazie 40 dni.



Krok 3: Przeprowadzenie wstępnego testu strategii inwestycyjnej

Poniżej przedstawiono kilka transakcji kupna i sprzedaży, które umożliwiają weryfikację następujących aspektów:

- **Poprawność generowanych sygnałów;**
- **Kierunek otwarcia pozycji;**
- **Moment otwarcia pozycji;**
- **Cenę otwarcia pozycji;**
- **Moment zamknięcia pozycji;**
- **Cenę zamknięcia pozycji;**
- **Zgodność transakcji z teoretycznymi założeniami strategii inwestycyjnej.**

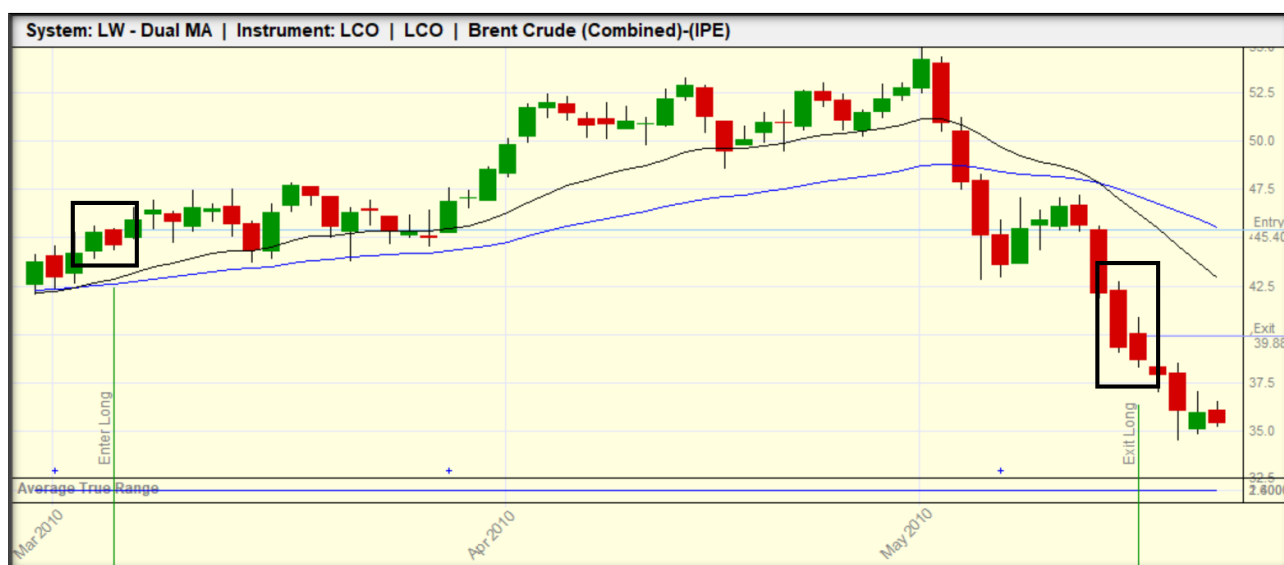
Na tym etapie **nie ma znaczenia**, czy transakcje są **zyskowe**, jaki **instrument został wykorzystany** ani czy miały miejsce **niedawno** czy **w odległej przeszłości**. Kluczowe jest **sprawdzenie, czy transakcje są generowane poprawnie** i zgodnie z założeniami opisanymi w poprzednim kroku.

Pierwsza transakcja została przeprowadzona na **kontrakcie futures na Brent Crude**. Na początku marca 2010 roku wygenerowany został **sygnał kupna** – **szybka średnia krocząca przecięta od dołu wolną średnią kroczącą**.

W prostokącie po lewej stronie wykresu zaznaczono dwie świece:

- **Pierwsza świeca:** generuje **sygnał przecięcia średnich**.
- **Drua świeca:** to dzień **otwarcia pozycji** (pozycję zajmujemy na otwarciu kolejnego dnia).

System zadziałał prawidłowo.



W połowie maja 2010 roku wygenerowany został **sygnał zamknięcia pozycji długiej** – **szybka średnia krocząca przecięta od góry wolną średnią kroczącą**.



W prostokącie po prawej stronie wykresu zaznaczono dwie świece:

- **Pierwsza świeca:** generuje **sygnał przecięcia średnich**.
- **Druga świeca:** to dzień **zamknięcia pozycji** (pozycję zamykamy na otwarciu kolejnego dnia).

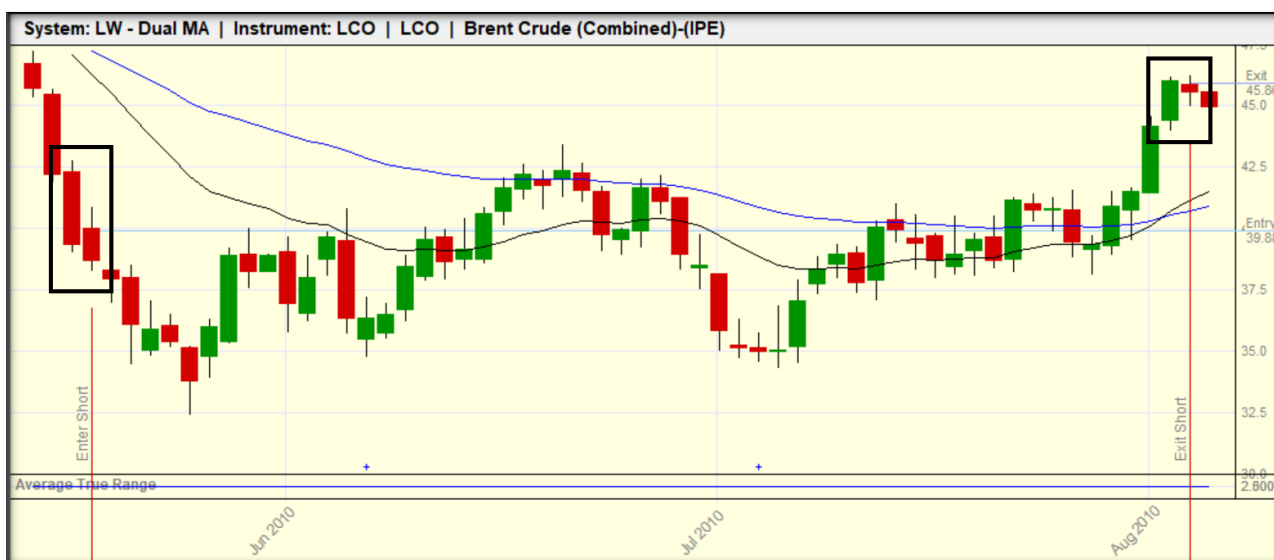
System zadziałał prawidłowo.

Ponieważ **nasza strategia jest symetryczna**, co oznacza, że **sygnał zamknięcia pozycji długiej** jest jednocześnie **sygnałem otwarcia pozycji krótkiej**, w momencie zamknięcia powyższej pozycji długiej system powinien automatycznie **otworzyć pozycję krótką**.

I rzeczywiście, tak się dzieje (patrz wykres poniżej). W prostokącie po lewej stronie wykresu zaznaczono dwie świece:

- **Pierwsza świeca:** generuje **sygnał przecięcia średnich**.
- **Druga świeca:** to dzień **otwarcia pozycji** (pozycję zajmujemy na otwarciu kolejnego dnia).

Zwróć uwagę, że **są to te same świece**, które zostały zaznaczone w poprzednim przykładzie w **prostokącie po prawej stronie wykresu**. System zadziałał prawidłowo.



Na początku sierpnia 2010 roku wygenerowany został **sygnał zamknięcia pozycji krótkiej** – **szybka średnia krocząca przecięła od dołu wolną średnią krocząca**.

W prostokącie po prawej stronie wykresu zaznaczono dwie świece:

- **Pierwsza świeca:** generuje **sygnał przecięcia średnich**.
- **Druga świeca:** to dzień **zamknięcia pozycji** (pozycję zamykamy na otwarciu kolejnego dnia).

System zadziałał prawidłowo.

I jeszcze **jeden sygnał testowy**, tym razem z **listopada 1998 roku** na **kontraktach futures e-mini S&P 500**. W prostokącie po lewej stronie wykresu zaznaczono dwie świece:

- **Pierwsza świeca:** generuje **sygnał przecięcia średnich**.



- **Druga świeca:** to dzień **otwarcia pozycji** (pozycję zajmujemy na otwarciu kolejnego dnia).

System zadziałał prawidłowo.

Na początku czerwca 1999 roku wygenerowano **sygnał zamknięcia pozycji długiej** – szybka średnia krocząca przecięła od góry wolną średnią kroczącą.

W prostokącie po prawej stronie wykresu zaznaczono dwie świece:

- **Pierwsza świeca:** generuje **sygnał przecięcia średnich**.
- **Druga świeca:** to dzień **zamknięcia pozycji** (pozycję zamykamy na otwarciu kolejnego dnia).

System zadziałał prawidłowo.



Ponieważ **nasza strategia jest symetryczna**, co oznacza, że **sygnał zamknięcia pozycji długiej** jest jednocześnie **sygnałem otwarcia pozycji krótkiej**, w momencie zamknięcia powyższej pozycji długiej system powinien automatycznie **otworzyć pozycję krótką**.

I rzeczywiście, tak się dzieje (patrz wykres poniżej). **W prostokącie po lewej stronie wykresu** zaznaczono dwie świece:

- **Pierwsza świeca:** generuje **sygnał przecięcia średnich**.
- **Druga świeca:** to dzień **otwarcia pozycji** (pozycję zajmujemy na otwarciu kolejnego dnia).

Zwróć uwagę, że **są to te same świece**, które zostały zaznaczone w poprzednim przykładzie w **prostokącie po prawej stronie wykresu**.

System zadziałał prawidłowo.

Kilka dni później **pozycja krótka została zamknięta** (prostokąt po prawej stronie wykresu), a **system ponownie otworzył pozycję długą**.



Gdy upewnimy się, że transakcje są generowane prawidłowo, możemy przejść do pierwszego testu strategii na pełnym zbiorze danych **in-sample**. Testy te przeprowadzane są na **bazowych parametrach**, które – zgodnie z moją oceną – powinny odpowiadać założonym celom strategii.

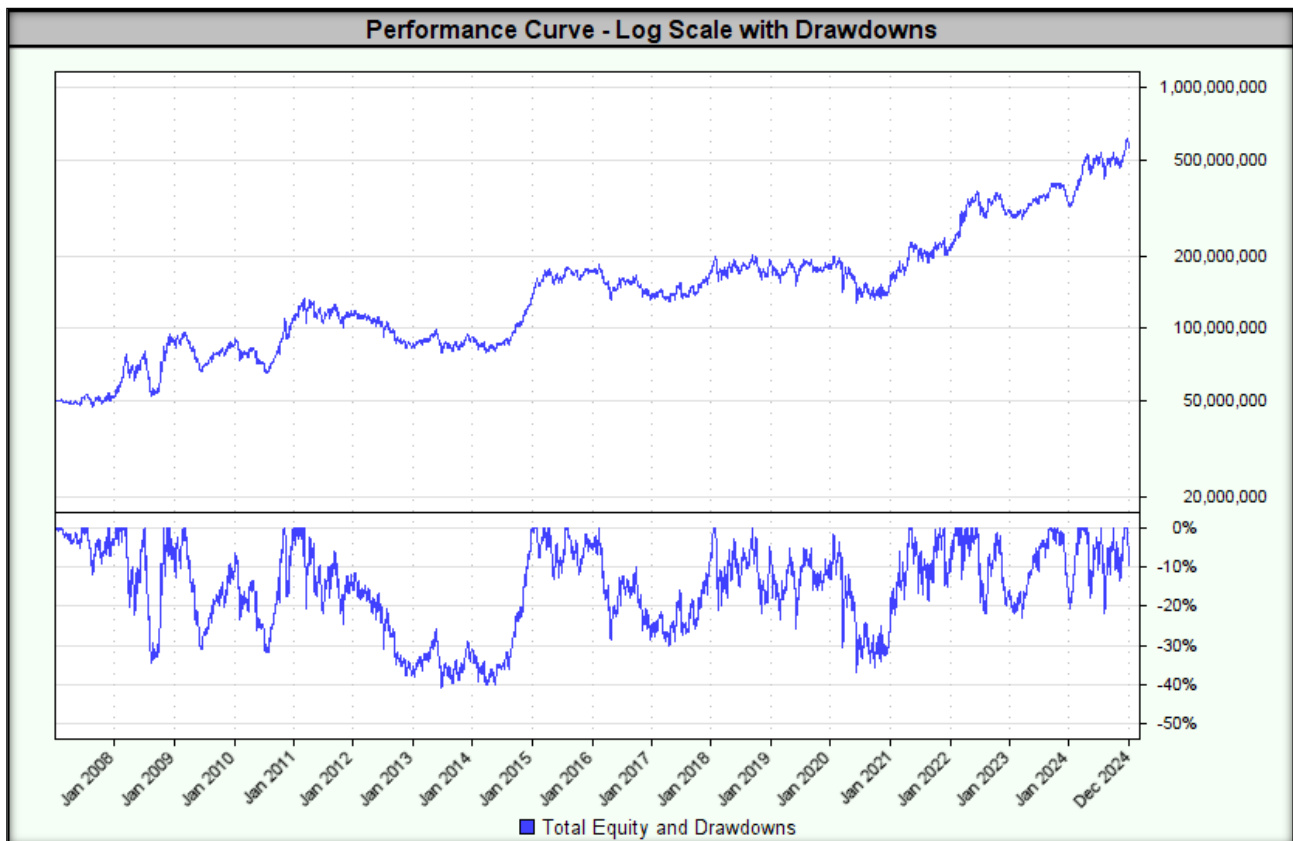
W pierwszej kolejności **odrzucaamy strategie, które liniowo tracą kapitał**. Jeśli strategia wykazuje taki schemat, jest to wyraźny sygnał, że jakkolwiek optymalizacja parametrów nie ma sensu.

Naszym podstawowym oczekiwaniem jest, aby strategia generowała **dodatnie wyniki**, nawet jeśli są one na niskim poziomie.

Testowane parametry bazowe:

- **Szybka średnia krocząca:** 50 dni (krótkoterminowy wskaźnik trendu).
- **Wolna średnia krocząca:** 200 dni (długoterminowy wskaźnik trendu).
- **Sposób otwierania pozycji:** Po cenie otwarcia dnia następującego po dniu generującym sygnał (zgodnie z zasadą zajmowania pozycji po sygnale).
- **Wielkość pozycji:**
 - Szacowana w oparciu o **hipotetyczne zlecenie obronne (stop loss)**.
 - Stop loss oddalony od miejsca otwarcia pozycji o **3 x ATR (Average True Range)**.
 - **Ryzyko:** 1% kapitału na jedną pozycję.
 - **ATR obliczane na bazie 40 dni (ATR(40))**.

Poniżej przedstawiono wynik testu.



Wskaźniki/Miary	Dual Moving Average Crossover
CAGR%	14,6%
MAR Ratio	0,35
RAR%	10,6%
R-Cubed	0,14
Robust Sharpe Ratio	0,39
Max Drawdown	41,1%
Wins	28,5%
Losses	71,5%
Average Win%	5,37%
Average Loss%	1,32%
Win/Loss Ratio	4,06
Average Trade Duration (days)	255
Percent Profit Factor	1,62
SQN	-
Ilość transakcji	617

Podsumowując, system działa prawidłowo i generuje sygnały zgodnie z oczekiwaniami. Dodatkowo, testy na bazowych parametrach przyniosły zadowalające wyniki. Możemy więc przejść do najciekawszego etapu tworzenia strategii inwestycyjnej – **optymalizacji i stabilności**.



Krok 4: Optymalizacja i ocena stabilności strategii inwestycyjnej

Ten etap tworzenia i testowania strategii jest **kluczowy**, gdyż decyduje, jak **skuteczna** będzie strategia w **realnych warunkach**. Nie jestem w stanie wystarczająco mocno podkreślić, że aby strategia działała w realnych warunkach, musi działać również na suboptymalnych parametrach i w suboptymalnych warunkach. Jednym słowem – **musi być stabilna** na zmieniające się warunki rynkowe.

Nie wiem, kto powiedział te słowa, ale idealnie oddają problem wielu optymalizacji:

"Nigdy nie widziałem strategii, która nie działałaby w testach historycznych."

Moim celem nie jest znalezienie optymalnych wartości parametrów – moim celem jest znalezienie szerokiego zakresu parametrów, dla których strategia będzie generować akceptowalne wyniki. Nie znamy przyszłości, nie znamy przyszłych warunków rynkowych, ale jeżeli wiemy, że nasza strategia **historycznie generowała akceptowalne wyniki** w różnych warunkach rynkowych i na różnych zakresach parametrów, to jesteśmy **krok przed innymi** uczestnikami rynku.

To, **jakie parametry wybrać** na kolejny okres, jest tematem rozważań w **kroku 5. „Walk-Forward Analysis”**, ale zanim do tego przejdziemy, **musimy wiedzieć**, czy nasza strategia jest w ogóle **stabilna**.

1. Stabilność w szerokim zakresie optymalizowanych parametrów

Strategia **Dual Moving Average Crossover v.1** w tej wersji zakłada **zoptymalizowanie parametrów** metodą **The Grid Search**. Polega ona na **pełnej optymalizacji wszystkich wskazanych parametrów poprzez stworzenie szerokiego zakresu możliwych ich kombinacji**. Naszym celem jest znalezienie takich **zakresów parametrów**, aby strategia **pozostała stabilna (robust)**, co pozwoli ocenić jej przydatność w realnych warunkach rynkowych.

Kluczowym kryterium oceny stabilności jest, aby wszystkie wyniki testów wykazywały dodatnią wartość wskaźnika MAR, a maksymalny drawdown nie przekraczał 250% wartości drawdown dla wyniku z najwyższym MAR. Jeśli którykolwiek test generuje ujemną wartość MAR lub jeśli drawdown przekracza 250% wartości drawdown dla wyniku z najwyższym MAR, strategia zostaje całkowicie odrzucona.

W pierwszym kroku testujemy stabilność parametrów na danych **in-sample**. W tym celu wyznaczamy **zakresy wartości parametrów**, tak aby **iloraz najwyższej i najniższej wartości zakresu wynosił co najmniej 150%**.

W testowanej strategii, tak określone zakresy wynoszą:

- **Szybka średnia krocząca:** zakres **50-80 dni (krok: 1)**;
- **Wolna średnia krocząca:** zakres **130-200 dni (krok: 2)**.

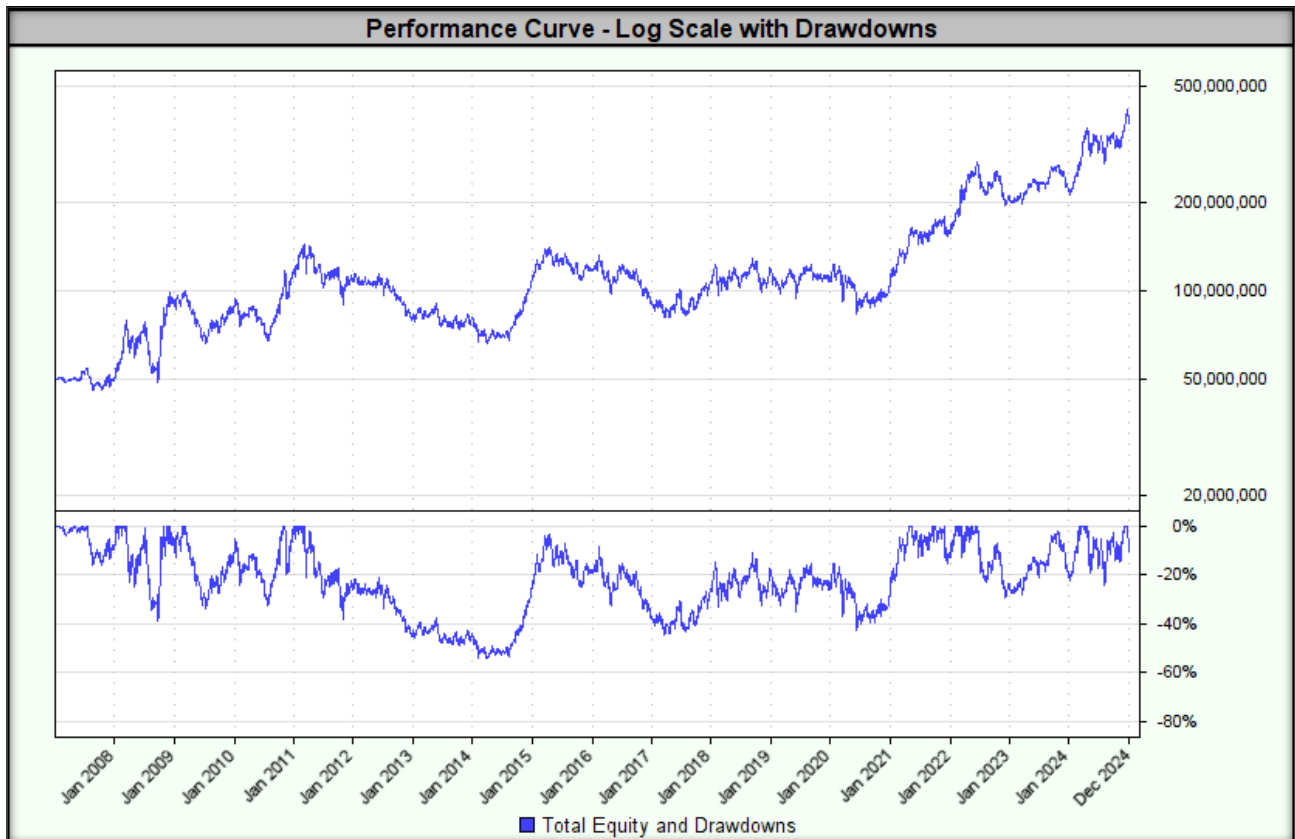
Najniższa wartość MAR, w wysokości 0,22, została osiągnięta dla parametrów:

- **Szybka średnia krocząca:** 50;
- **Wolna średnia krocząca:** 134.



Test	Short Moving Average (Days)	Long Moving Average (Days)	End Balance	CAGR%	MAR	Sharpe	Ann. Sharpe	Max TE DD	Longest DD	Trades	R3
3	50	134	\$386,434,406.00	12.03%	0.22	0.53	0.41	54.2%	121.6	835	0.08
39	51	134	\$357,203,874.77	11.54%	0.22	0.52	0.40	51.6%	72.4	829	0.06
38	51	132	\$391,316,545.80	12.11%	0.22	0.54	0.42	53.8%	121.6	837	0.08
4	50	136	\$370,792,227.77	11.78%	0.23	0.53	0.41	51.9%	72.3	827	0.06
74	52	132	\$381,157,774.60	11.95%	0.23	0.53	0.41	52.2%	72.3	819	0.06
110	53	132	\$386,877,576.77	12.04%	0.23	0.54	0.41	52.0%	72.3	809	0.06
289	58	130	\$404,077,526.87	12.31%	0.23	0.54	0.41	53.0%	72.0	773	0.07
219	56	134	\$416,480,251.61	12.50%	0.23	0.55	0.42	53.5%	70.4	777	0.08
181	55	130	\$391,776,464.64	12.12%	0.23	0.54	0.40	51.7%	72.3	807	0.07
325	59	130	\$423,382,739.78	12.60%	0.23	0.55	0.41	53.7%	72.0	769	0.08
254	57	132	\$409,480,946.01	12.39%	0.24	0.54	0.41	52.7%	72.1	773	0.07

Poniżej zamieszczono wykres krzywej kapitału, dla strategii o najniższym MAR.



Natomiast najwyższa wartość MAR, w wysokości 0,48, została osiągnięta dla parametrów:

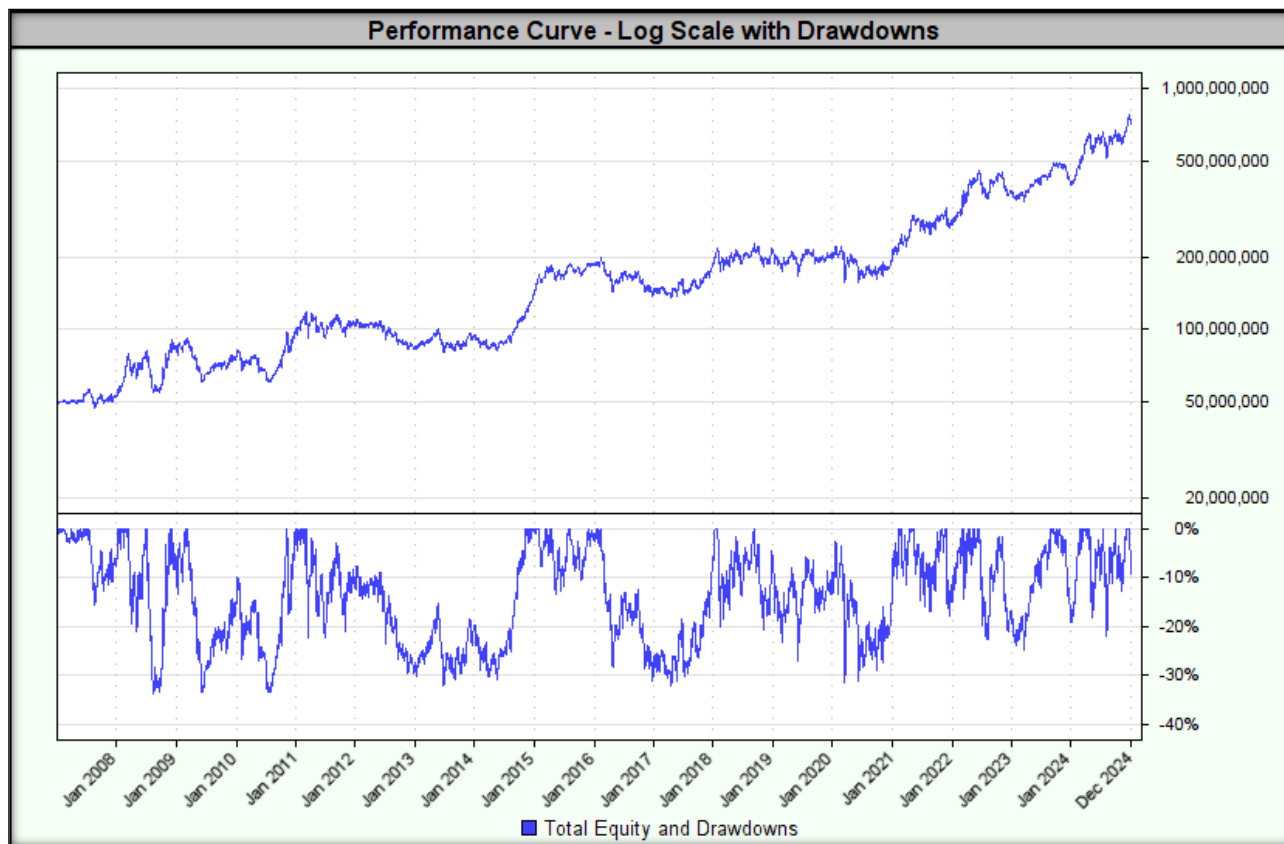
- Szybka średnia krocząca: 66;
- Wolna średnia krocząca: 174.

Najwyższej wartości MAR towarzyszył drawdown na poziomie 33,7%.

Test	Short Moving Average (Days)	Long Moving Average (Days)	End Balance	CAGR%	MAR	Sharpe	Ann. Sharpe	Max TE DD	Longest DD	Trades	R3
599	66	174	\$727,908,260.16	16.04%	0.48	0.70	0.61	33.7%	44.1	576	0.18
600	66	176	\$725,879,944.25	16.03%	0.47	0.69	0.60	34.4%	44.8	564	0.20
566	65	180	\$720,826,384.64	15.98%	0.47	0.69	0.59	34.3%	44.4	564	0.18
564	65	176	\$714,002,629.53	15.92%	0.46	0.69	0.60	34.2%	44.1	576	0.20
598	66	172	\$699,830,347.69	15.79%	0.46	0.69	0.59	34.1%	44.3	594	0.18
563	65	174	\$696,150,678.41	15.76%	0.46	0.69	0.59	34.1%	44.1	588	0.18
529	64	178	\$691,699,384.05	15.72%	0.46	0.68	0.58	34.1%	44.3	576	0.20
528	64	176	\$700,504,074.77	15.80%	0.46	0.69	0.60	34.3%	44.1	586	0.20
531	64	182	\$705,279,095.62	15.84%	0.46	0.69	0.59	34.5%	44.4	564	0.18
494	63	180	\$685,003,854.32	15.65%	0.46	0.68	0.59	34.1%	44.3	578	0.19
635	67	174	\$696,202,966.34	15.76%	0.46	0.69	0.59	34.3%	44.8	572	0.17



Poniżej zamieszczono wykres krzywej kapitału, dla strategii o najwyższym MAR.



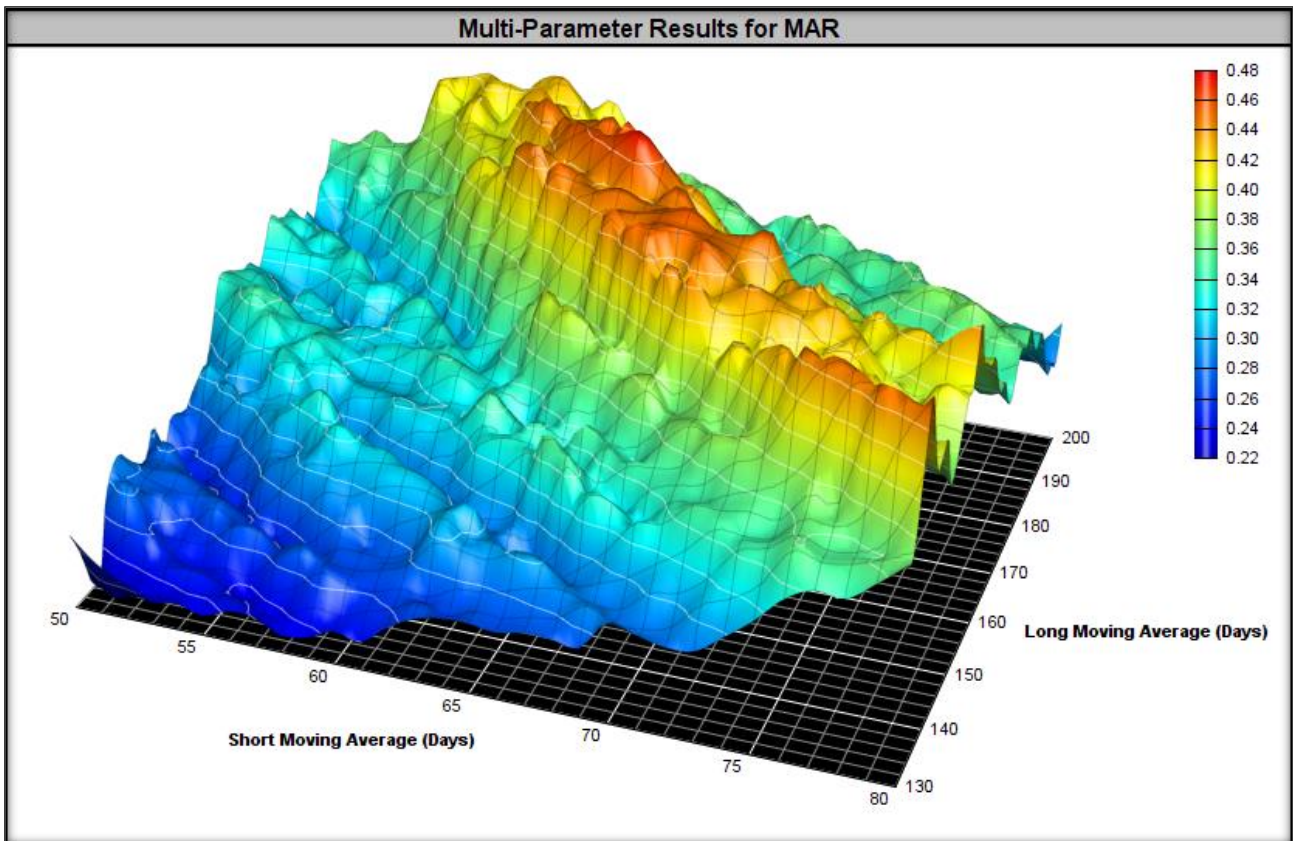
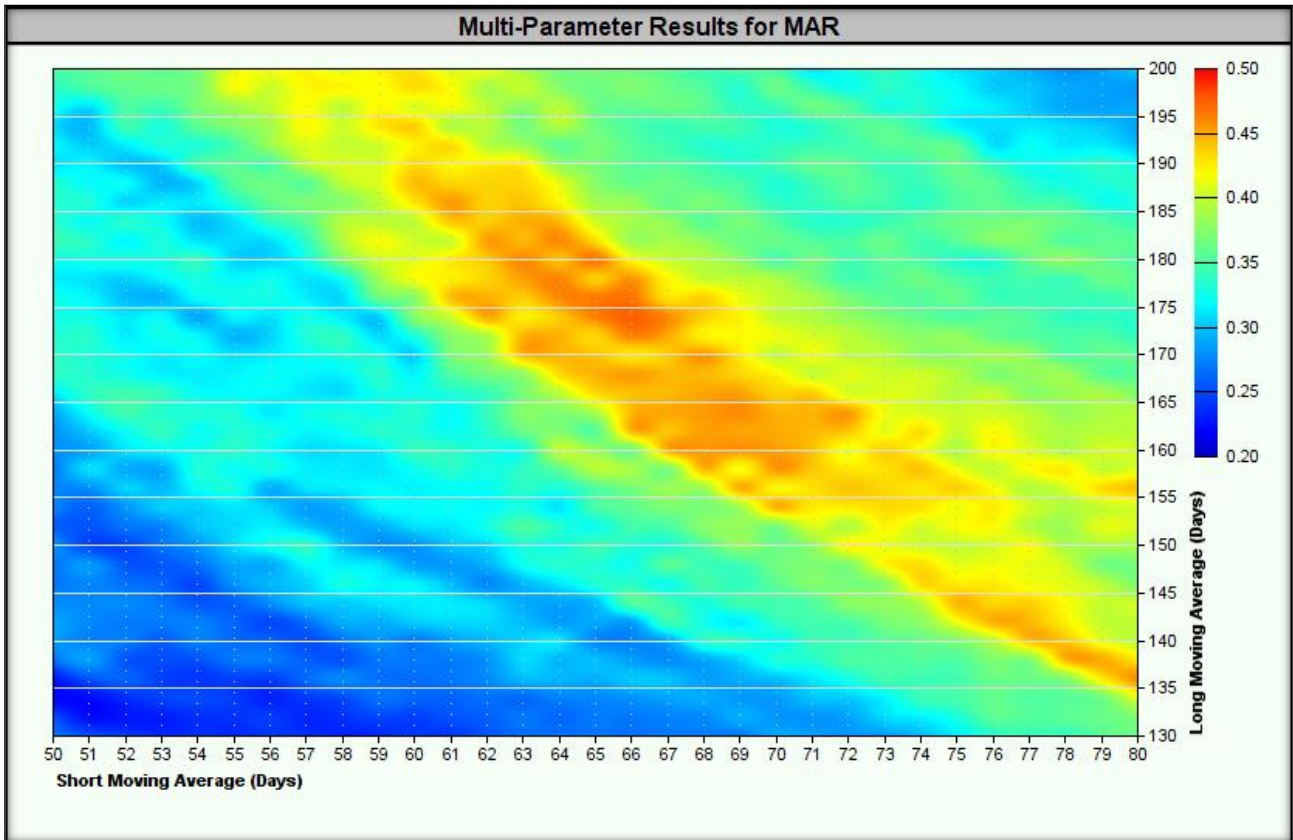
Dla wszystkich kombinacji testowanych zakresów parametrów, **najwyższy drawdown wyniósł 54,2%**.

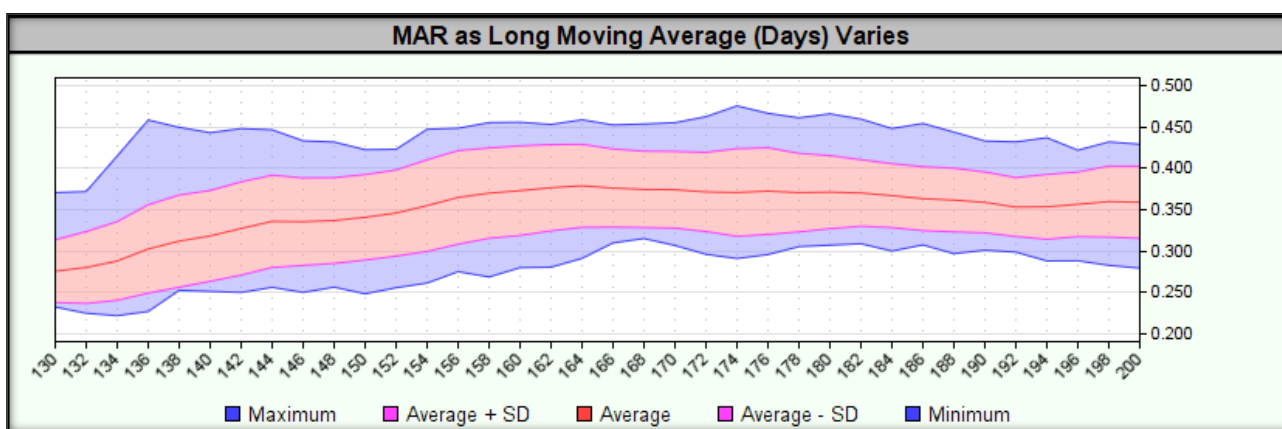
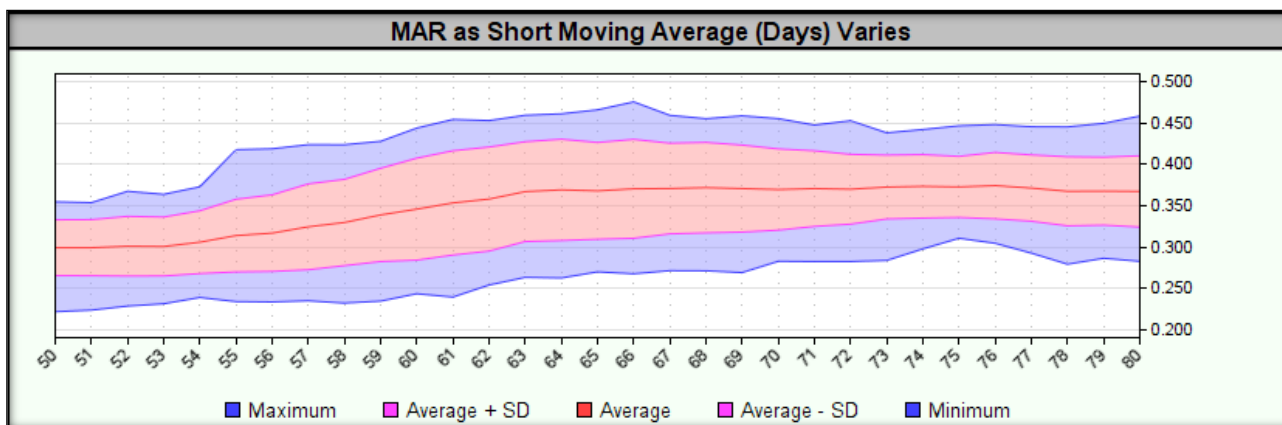
Test	Short Moving Average (Days)	Long Moving Average (Days)	End Balance	CAGR%	MAR	Sharpe	Ann. Sharpe	Max TE DD	Longest DD	Trades	R3
3	50	134	\$386,434,406.00	12.03%	0.22	0.53	0.41	54.2%	121.6	835	0.08
38	51	132	\$391,316,545.80	12.11%	0.22	0.54	0.42	53.8%	121.6	837	0.08
325	59	130	\$423,382,739.78	12.60%	0.23	0.55	0.41	53.7%	72.0	769	0.08
219	56	134	\$416,480,251.61	12.50%	0.23	0.55	0.42	53.5%	70.4	777	0.08
289	58	130	\$404,077,526.87	12.31%	0.23	0.54	0.41	53.0%	72.0	773	0.07
362	60	132	\$454,420,720.87	13.05%	0.25	0.56	0.42	52.9%	60.4	748	0.10
254	57	132	\$409,480,946.01	12.39%	0.24	0.54	0.41	52.7%	72.1	773	0.07
361	60	130	\$438,036,255.84	12.82%	0.24	0.56	0.43	52.6%	60.4	766	0.09
397	61	130	\$422,903,163.18	12.59%	0.24	0.55	0.41	52.6%	62.0	756	0.08
290	58	132	\$425,914,902.78	12.64%	0.24	0.55	0.41	52.6%	72.0	769	0.08
326	59	132	\$455,798,374.29	13.06%	0.25	0.57	0.42	52.5%	70.4	763	0.09

Podsumowując, strategia zaliczyła test stabilności w szerokim zakresie optymalizowanych parametrów na danych in-sample, ponieważ:

- Wszystkie wyniki testów wykazywały dodatnią wartość wskaźnika MAR – co wskazuje na stabilność strategii w różnych warunkach rynkowych.
- Maksymalny drawdown nie przekroczył 250% wartości drawdown dla wyniku z najwyższym MAR (54,2% vs. 33,7%) – co oznacza akceptowalne ryzyko głębokich obsunięć kapitału.

Poniżej przedstawiono heatmapy dla testowanych zakresów.





Po zaliczeniu testów stabilności na danych **in-sample**, czas przeprowadzić analogiczne na danych **out-of-sample**. W tym celu wykorzystujemy **ten sam zakres parametrów** co na danych in-sample:

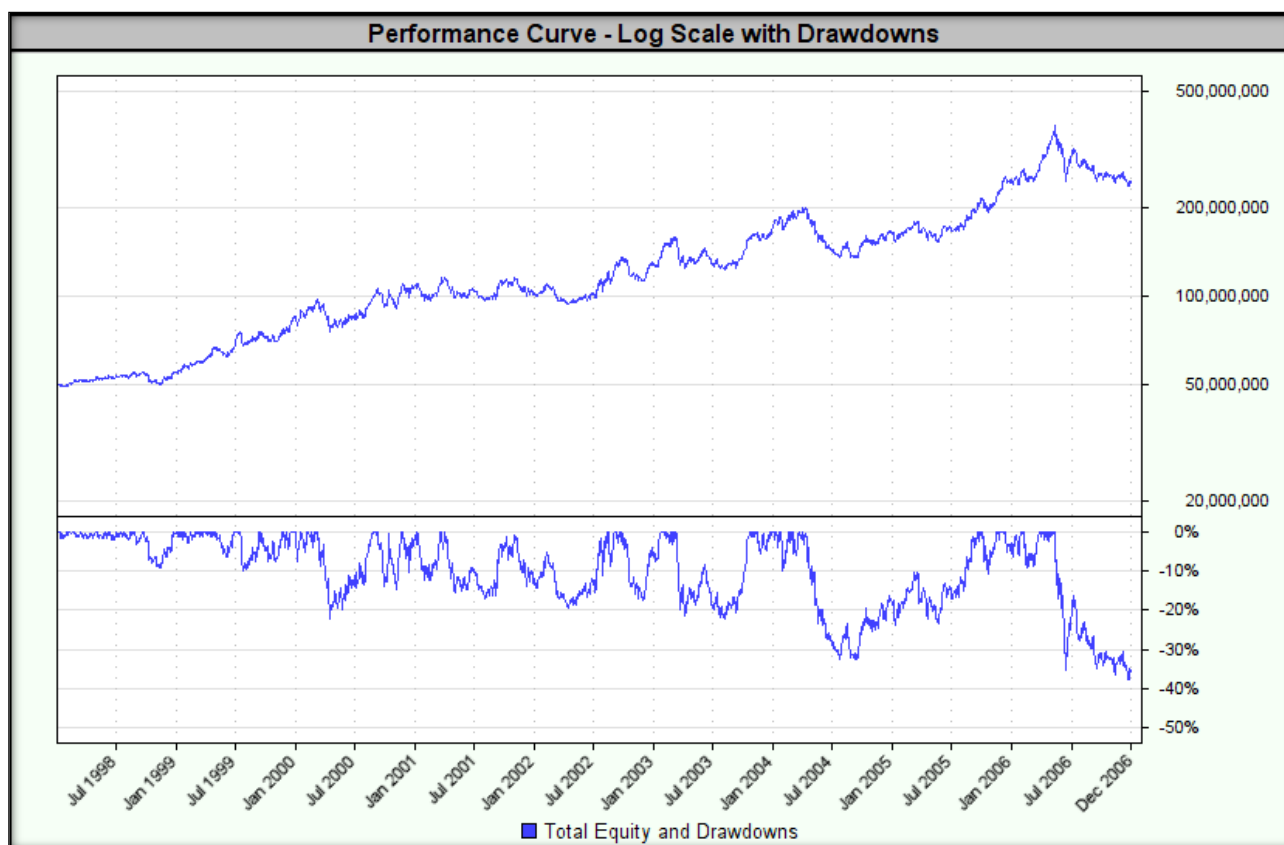
- **Szybka średnia krocząca:** zakres **50-80 dni (krok: 1)**;
- **Wolna średnia krocząca:** zakres **130-200 dni (krok: 2)**.

Najniższa wartość MAR, w wysokości 0,51, została osiągnięta dla parametrów:

- **Szybka średnia krocząca:** 54;
- **Wolna średnia krocząca:** 134.

Test	Short Moving Average (Days)	Long Moving Average (Days)	End Balance	CAGR%	MAR	Sharpe	Ann. Sharpe	Max TE DD	Longest DD	Trades	R3
147	54	134	\$244,232,262.96	19.29%	0.51	0.83	0.90	37.5%	17.5	320	0.86
112	53	136	\$243,228,211.79	19.24%	0.52	0.82	0.89	37.2%	17.5	320	0.85
3	50	134	\$240,932,230.46	19.11%	0.52	0.81	0.88	36.8%	17.9	341	0.72
38	51	132	\$246,937,832.34	19.44%	0.53	0.83	0.91	36.9%	18.5	340	0.77
114	53	140	\$257,705,558.28	20.01%	0.53	0.86	0.88	37.9%	17.5	320	0.90
148	54	136	\$250,738,644.45	19.64%	0.53	0.84	0.91	37.2%	17.5	319	0.89
77	52	138	\$246,074,619.36	19.39%	0.53	0.83	0.91	36.6%	17.9	323	0.84
183	55	134	\$251,275,531.82	19.67%	0.53	0.84	0.89	37.1%	17.5	320	0.89
182	55	132	\$247,471,798.08	19.47%	0.53	0.83	0.90	36.7%	17.5	322	0.87
219	56	134	\$256,793,868.44	19.96%	0.53	0.85	0.92	37.4%	17.5	315	0.92
7	50	142	\$246,960,936.05	19.44%	0.53	0.84	0.93	36.4%	17.5	326	0.86
41	51	138	\$250,178,173.48	19.61%	0.54	0.84	0.94	36.6%	17.5	324	0.88

Poniżej zamieszczono wykres krzywej kapitału, dla **strategii o najniższym MAR**.



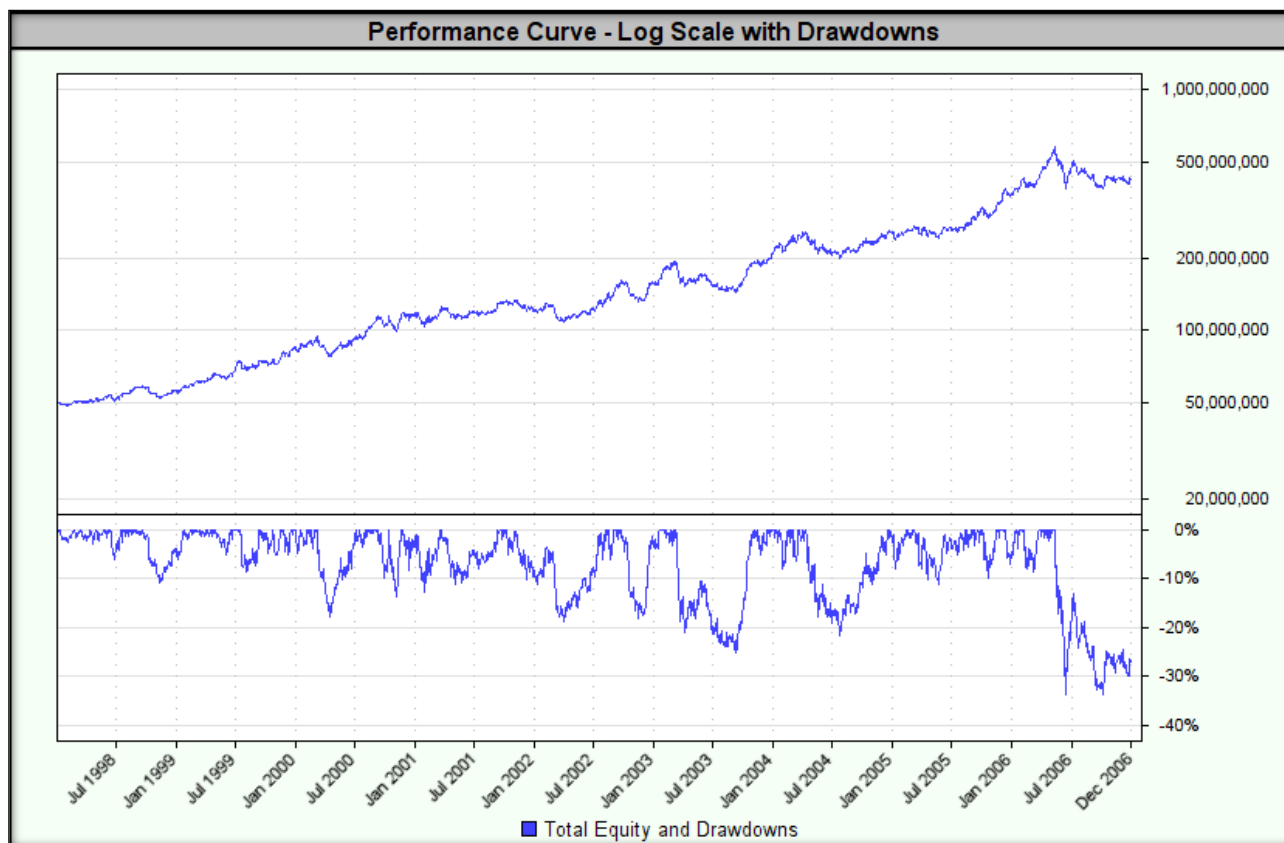
Natomiast najwyższa wartość MAR, w wysokości **0,80**, została osiągnięta dla parametrów:

- Szybka średnia krocząca: 74;
- Wolna średnia krocząca: 200.

Najwyższej wartości MAR towarzyszył drawdown na poziomie **33,6%**.

Test	Short Moving Average (Days)	Long Moving Average (Days)	End Balance	CAGR%	MAR	Sharpe	Ann. Sharpe	Max TE DD	Longest DD	Trades	R3
900	74	200	\$422,828,057.16	26.80%	0.80	1.14	1.82	33.6%	9.8	193	2.02
935	75	198	\$419,598,592.67	26.69%	0.79	1.14	1.82	33.6%	10.0	194	1.98
468	62	200	\$410,395,276.84	26.38%	0.79	1.13	2.07	33.3%	9.9	214	2.26
971	76	198	\$420,472,595.19	26.72%	0.79	1.14	1.80	33.7%	9.1	193	2.24
936	75	200	\$419,067,580.55	26.68%	0.79	1.14	1.81	33.7%	10.0	194	2.20
1080	79	200	\$415,508,283.15	26.56%	0.79	1.15	1.83	33.5%	10.3	187	2.40
1116	80	200	\$409,575,591.36	26.35%	0.79	1.14	1.80	33.4%	10.3	185	2.11
1110	80	188	\$428,138,275.31	26.98%	0.79	1.15	1.75	34.2%	10.0	196	2.19
1115	80	198	\$408,746,234.51	26.32%	0.79	1.14	1.84	33.4%	10.3	187	2.16
970	76	196	\$409,756,343.95	26.36%	0.78	1.13	1.78	33.7%	10.0	196	1.94
683	68	198	\$409,557,375.68	26.35%	0.78	1.13	1.86	33.7%	9.9	210	2.00
1008	77	200	\$400,279,117.18	26.03%	0.78	1.12	1.75	33.3%	10.2	185	2.05

Poniżej zamieszczono wykres krzywej kapitału, dla strategii o najwyższym MAR.



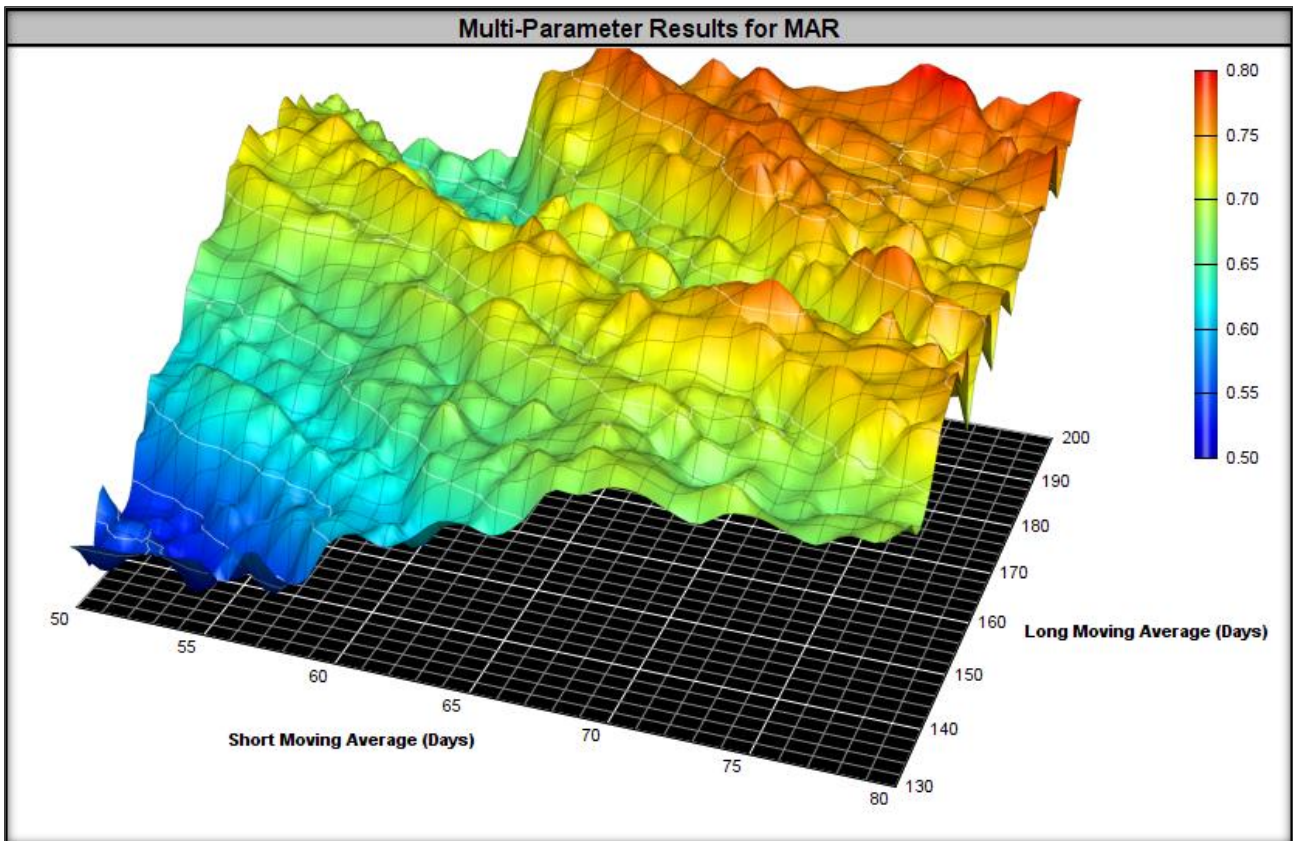
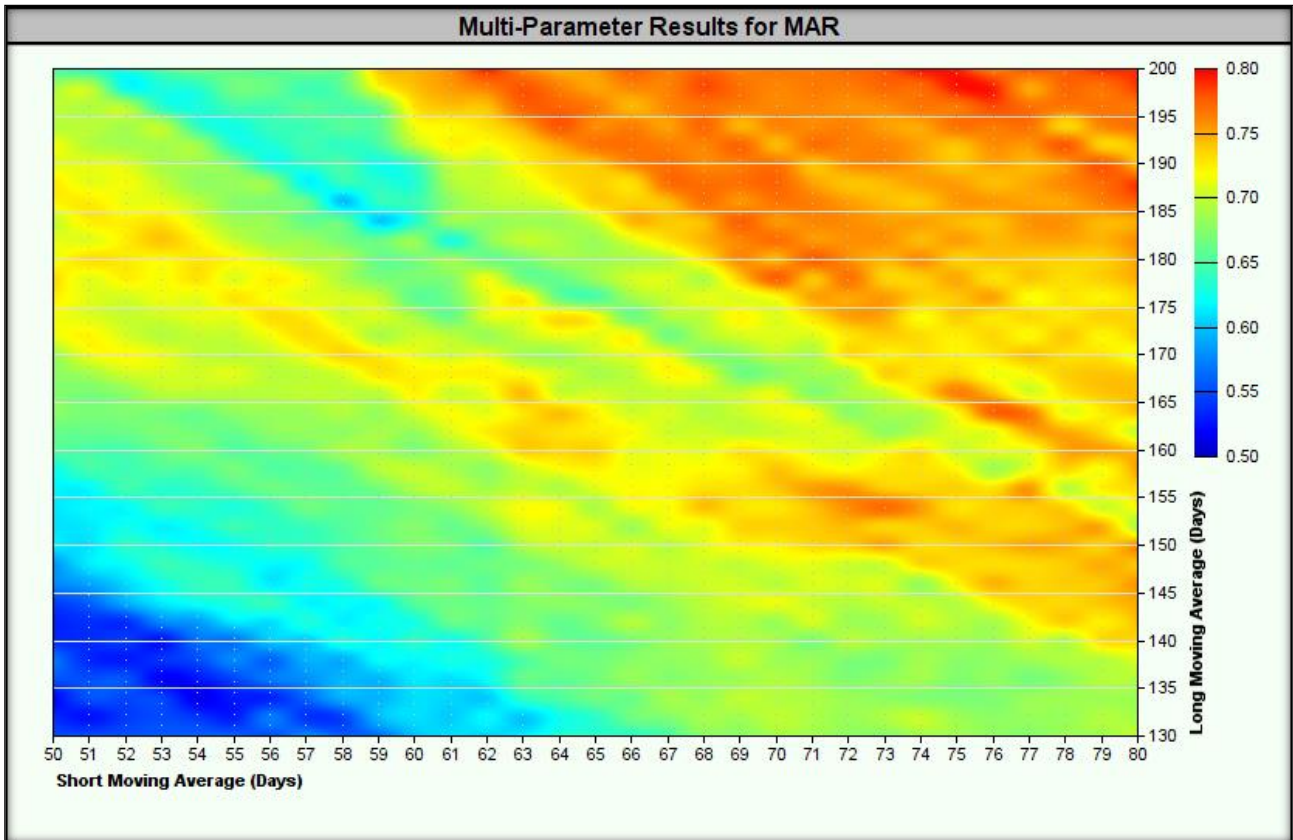
Dla wszystkich kombinacji testowanych zakresów parametrów, **najwyższy drawdown wyniósł 37,9%**.

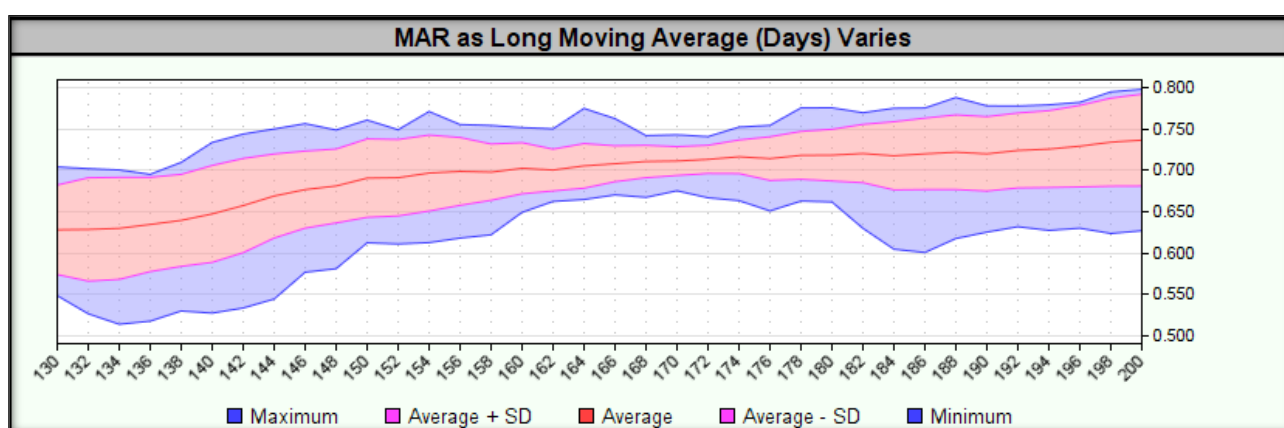
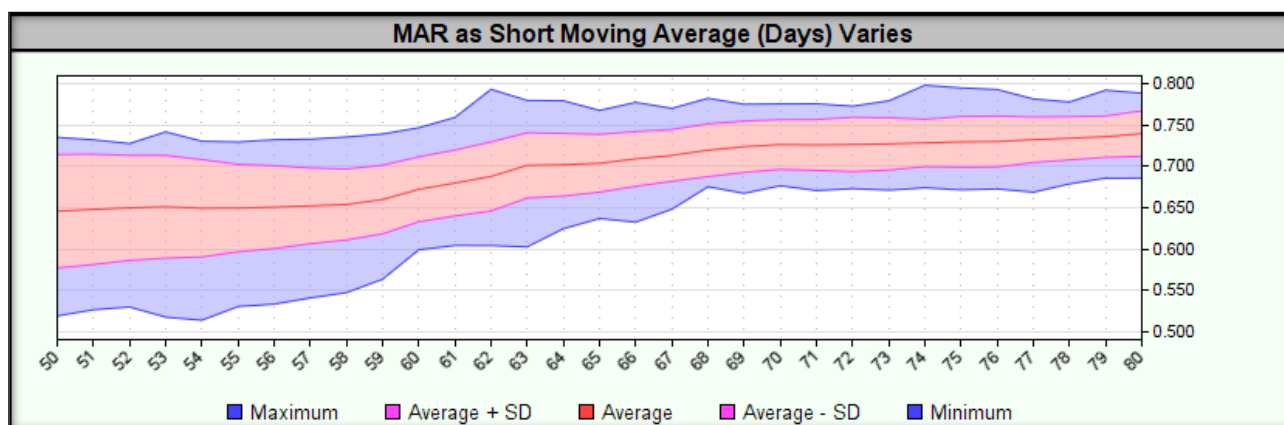
Test	Short Moving Average (Days)	Long Moving Average (Days)	End Balance	CAGR%	MAR	Sharpe	Ann. Sharpe	Max TE DD	Longest DD	Trades	R3
114	53	140	\$257,705,558.28	20.01%	0.53	0.86	0.88	37.9%	17.5	320	0.90
147	54	134	\$244,232,262.96	19.29%	0.51	0.83	0.90	37.5%	17.5	320	0.86
290	58	132	\$268,141,156.78	20.54%	0.55	0.88	0.92	37.5%	17.5	320	0.97
219	56	134	\$256,793,868.44	19.96%	0.53	0.85	0.92	37.4%	17.5	315	0.92
148	54	136	\$250,738,644.45	19.64%	0.53	0.84	0.91	37.2%	17.5	319	0.89
112	53	136	\$243,228,211.79	19.24%	0.52	0.82	0.89	37.2%	17.5	320	0.85
255	57	134	\$275,471,778.08	20.90%	0.56	0.89	0.94	37.1%	17.5	315	1.01
183	55	134	\$251,275,531.82	19.67%	0.53	0.84	0.89	37.1%	17.5	320	0.89
506	64	132	\$324,021,212.58	23.10%	0.62	0.98	1.11	37.0%	17.5	300	1.40
122	53	156	\$333,407,567.36	23.49%	0.64	1.01	1.24	37.0%	17.0	275	1.44
435	62	134	\$306,601,979.56	22.35%	0.60	0.95	1.10	37.0%	17.0	297	1.37
254	57	132	\$257,569,605.68	20.00%	0.54	0.86	0.90	37.0%	17.5	317	0.92

Podsumowując, strategia **zaliczyła test stabilności** w szerokim zakresie optymalizowanych parametrów na danych out-of-sample, ponieważ:

- **Wszystkie wyniki testów wykazywały dodatnią wartość wskaźnika MAR** – co wskazuje na stabilność strategii w różnych warunkach rynkowych.
- **Maksymalny drawdown na danych out-of-sample nie przekroczył 150% wartości maksymalnego drawdown na danych in-sample (37,9% vs. 54,2%)** – co oznacza akceptowalne ryzyko obsunięć kapitału.
- **Spadek wartości maksymalnego MAR na danych out-of-sample był mniejszy niż 50% względem wyników testów in-sample (0,80 vs. 0,48)** – co wskazuje, że strategia może uzyskiwać dobre wyniki w różnych warunkach rynkowych.

Poniżej przedstawiono **heatmapy dla testowanych zakresów**.





Po zaliczeniu **testu stabilności w szerokim zakresie optymalizowanych parametrów** możemy przejść do **testowania stabilności z wykorzystaniem symulacji Monte Carlo**. Warunki zaliczenia tego testu są zbliżone z tymi wymaganymi w powyższym kroku.

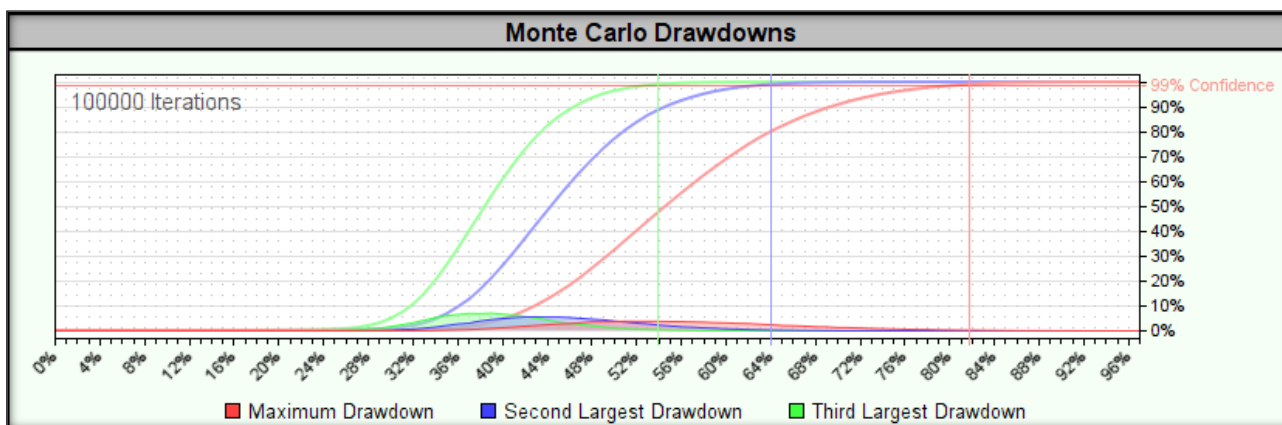
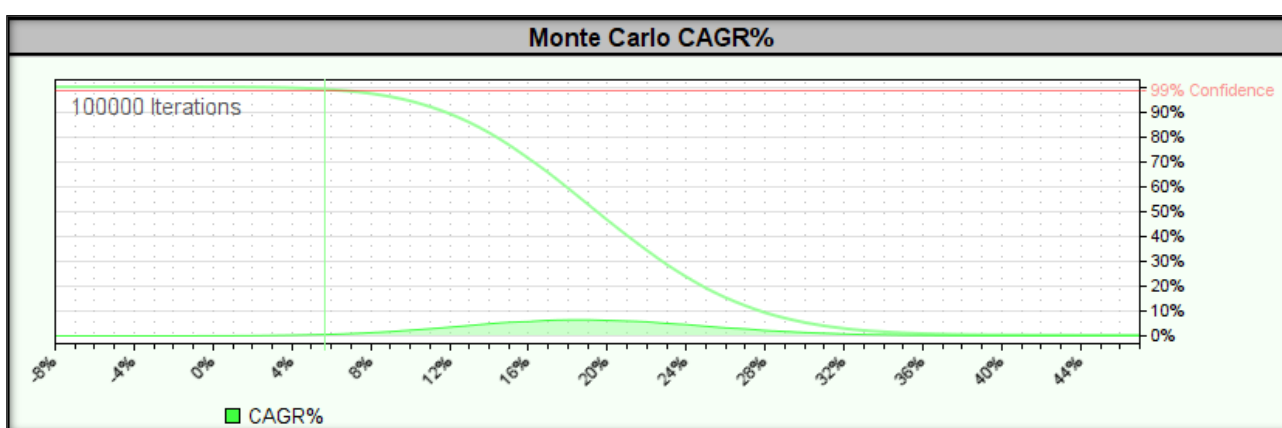
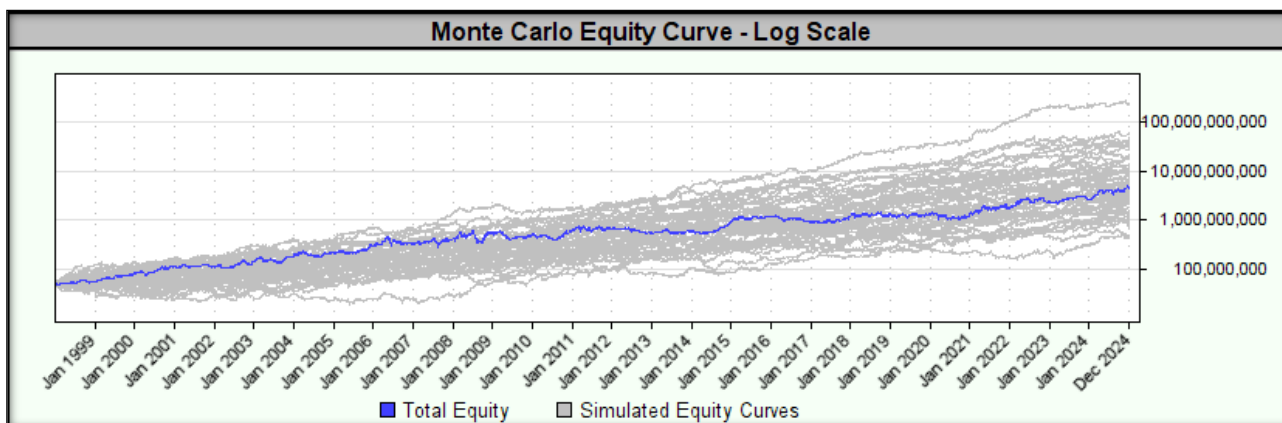
2. Symulacja Monte Carlo

Symulacja Monte Carlo polega na przeprowadzeniu wielu symulacji w celu zbadania, jak strategia może funkcjonować w różnych scenariuszach rynkowych. Kluczowym celem tej metody jest ocena potencjalnego **drawdownu** zoptymalizowanej strategii. **Symulacja Monte Carlo** lepiej odzwierciedla możliwe wahania krzywej kapitału i głębokość potencjalnego **drawdownu**, co pozwala na bardziej realistyczną ocenę ryzyka. Jest to również idealna okazja, aby porównać **drawdown** uzyskany w testach na zoptymalizowanych zakresach parametrów z wynikami **symulacji Monte Carlo**, wykorzystując **99% przedział ufności**.

Strategia uznawana za **stabilną (robust)** powinna w **symulacji Monte Carlo** osiągać **drawdown**, który nie przekracza **250%** wielkości **drawdownu z łącznych testów in-sample oraz out-of-sample** (dla parametrów zoptymalizowanych na danych IS). Ponadto wskaźnik **MAR** powinien pozostać dodatni w wybranym przedziale ufności.

Dla danych obejmujących okres od **01.01.1998 do 31.12.2024** przeprowadzono **symulację Monte Carlo** na **optymalnych parametrach strategii**. Symulację Monte Carlo wykonano **100 000** razy, testując **wariant ze zwracaniem (bardziej konserwatywny)**, a **przedział ufności został ustawiony na 99%**.

Poniżej przedstawiono rezultaty testów dla **symulacji ze zwracaniem próbek**.



- **CAGR%** – w 99% symulacji osiągnięto **stopę zwrotu równą lub wyższą niż 6,0%**.
- **Drawdown** – w 99% symulacji osiągnięto **drawdown równy lub niższy niż 82%**. Dla parametrów zoptymalizowanych na danych in-sample, drawdown wyniósł 43,0%.

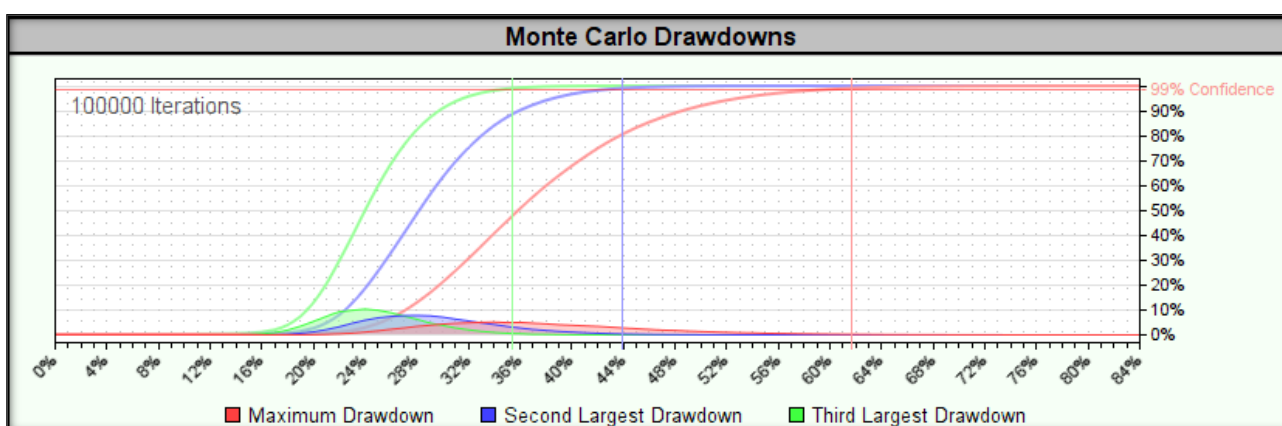
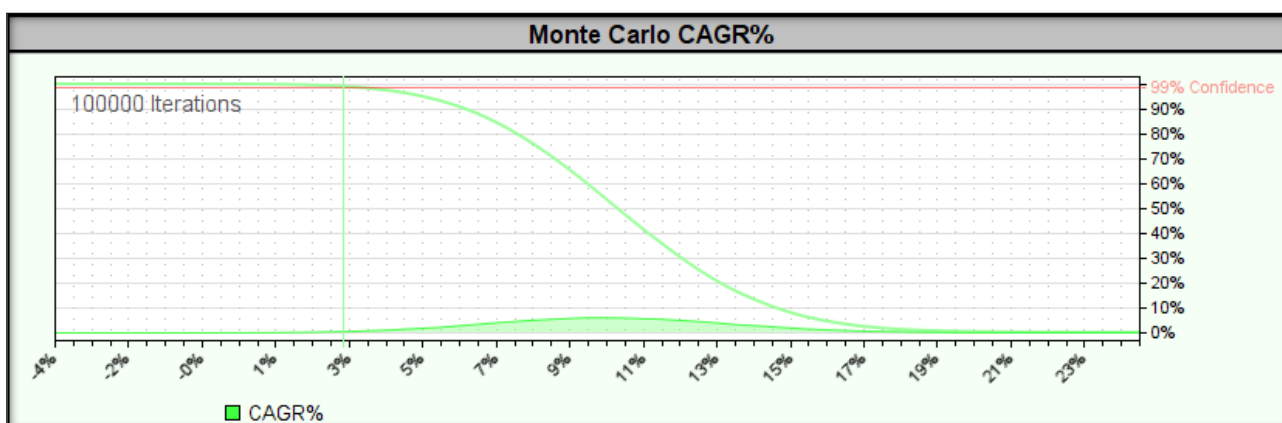
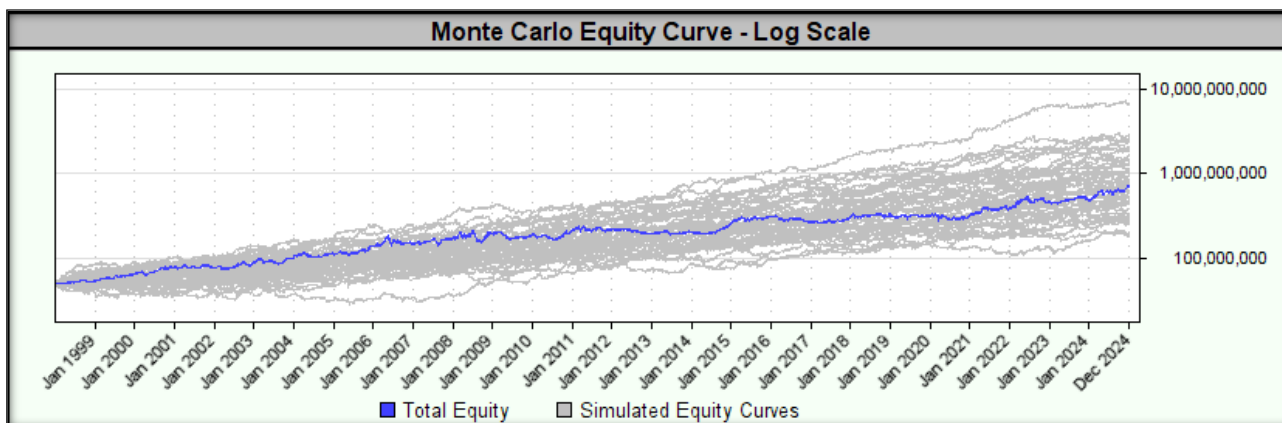
Kryteria stabilności strategii zostały spełnione, ponieważ **drawdown** w **symulacji Monte Carlo** nie przekroczył **250%** wartości **drawdownu** z testów na **zoptymalizowanych parametrach**. Ponadto wskaźnik **MAR** pozostał dodatni w **99%** testów, co również było warunkiem stabilności strategii.



Problemem w tych testach jest jednak fakt, że **drawdown na zoptymalizowanych parametrach wynosi 43,0%**, co oznacza, że **nawet przy 100% stracie kapitału w testach Monte Carlo nie przekroczymy kryterium stabilności (250% drawdownu)**. W związku z tym, **konieczne jest zmniejszenie wielkości pozycji, aby wyniki symulacji miały sens**.

Na potrzeby **powtórnego testu Monte Carlo zmniejszamy wielkość pozycji do 0,5% kapitału na jedną pozycję** (z poziomu 1%).

Poniżej przedstawiono **rezultaty powtórzonych testów dla symulacji ze zwracaniem próbek**.





- **CAGR%** – w 99% symulacji osiągnięto **stopę zwrotu równą lub wyższą niż 3,0%**.
- **Drawdown** – w 99% symulacji osiągnięto **drawdown równy lub niższy niż 62%**. Dla parametrów zoptymalizowanych na danych in-sample, drawdown wyniósł 27,3%.

Kryteria stabilności strategii zostały spełnione, ponieważ **drawdown w symulacji Monte Carlo nie przekroczył 250%** wartości **drawdownu z testów na zoptymalizowanych parametrach**. Ponadto wskaźnik **MAR** pozostał dodatni w **99%** testów, co również było warunkiem stabilności strategii.

Gdy wiemy już, że strategia jest stabilna w szerokich zakresach danych i zmiennym środowisku, czas sprawdzić jej stabilność w różnych okresach czasu.

3. Stabilność na ruchomym oknie czasowym

Testowanie stabilności na ruchomym oknie polega na **ocenie rocznej i trzyletniej stopy zwrotu w oknach czasowych przesuwanych co jeden rok** (dla danych in-sample i out-of-sample łącznie). Proces ten obejmuje **zastosowanie zoptymalizowanych na danych in-sample parametrów strategii**, ustawienie rocznego lub trzyletniego okna transakcji oraz przesuwanie go o jeden rok.

Następnie analizujemy, jaka część tych rocznych i trzyletnich okresów wykazała dodatnie stopy zwrotu. **Strategia uznawana za stabilną (robust) powinna osiągać zyskowne wyniki w co najmniej 70% rocznych i trzyletnich okresów.**

Dla danych obejmujących okres od **01.01.1998 do 31.12.2024** przeprowadzono **testowanie zoptymalizowanych parametrów na ruchomym oknie danych.**

Przetestowano **dwa warianty okien testowych:**

- **Roczne okno testów (365 dni)**, testowane **co 365 dni** – oznacza to, że **co roku mierzymy roczną stopę zwrotu.**
- **Trzyletnie okno testów (1095 dni)**, testowane **co 365 dni** – oznacza to, że **co roku mierzymy trzyletnią stopę zwrotu.**

Poniżej przedstawiono wyniki testów dla **rocznego okna testowego (365/365).**

	Test Start Date	End Balance	CAGR%	MAR	Sharpe	Ann. Sharpe	Max TE DD	Longest DD	Trades	R3	RAR [%]	%PF	Expectancy
1	19980101	\$58,056,645.98	16.13%	1.64	1.28	2.00	9.8%	3.5	16	63.78	15.32	2.61	0.00
2	19990101	\$61,433,312.75	22.95%	3.02	1.97	NA	7.6%	2.7	20	41.34	13.23	3.11	0.00
3	20000101	\$66,058,300.63	32.55%	3.30	1.73	NA	9.9%	3.5	26	45.35	18.06	3.00	0.00
4	20010101	\$49,282,650.40	-1.44%	-0.16	-0.09	-2.06	9.1%	4.1	28	-8.54	-4.10	0.94	0.00
5	20020101	\$60,147,447.16	20.31%	1.47	1.23	2.00	13.8%	3.3	27	14.84	9.77	2.31	0.00
6	20030101	\$59,314,772.67	18.64%	2.22	0.92	2.00	8.4%	6.4	23	18.60	7.26	2.07	0.00
7	20040101	\$51,710,388.90	3.42%	0.35	0.42	NA	9.8%	8.7	33	-15.77	-8.53	1.14	0.00
8	20050101	\$56,960,041.59	14.10%	1.03	0.88	NA	13.7%	8.0	25	-10.46	-6.05	1.79	0.00
9	20060101	\$42,507,956.96	-15.03%	-0.72	-1.43	-2.01	20.8%	7.7	34	-24.80	-22.27	0.53	0.00
10	20070101	\$52,990,335.20	5.98%	0.38	0.46	1.99	15.6%	5.9	31	-0.49	-0.26	1.26	0.00
11	20080101	\$65,262,142.08	30.55%	1.25	0.93	NA	24.5%	7.2	34	0.51	0.45	2.67	0.00
12	20090101	\$56,178,882.25	12.37%	1.32	0.92	2.00	9.3%	5.4	37	5.08	3.06	1.62	0.00
13	20100101	\$51,661,907.58	3.34%	0.18	0.25	NA	18.2%	11.5	32	-17.59	-14.22	1.20	0.00
14	20110101	\$59,592,948.89	19.43%	1.10	0.93	NA	17.6%	4.9	30	39.03	18.01	2.17	0.00
15	20120101	\$42,337,088.41	-15.37%	-0.76	-1.99	NA	20.1%	9.0	30	-22.42	-18.00	0.48	0.00
16	20130101	\$47,963,737.94	-4.08%	-0.30	-0.42	-2.01	13.5%	8.3	34	-8.05	-5.23	0.83	0.00
17	20140101	\$80,157,689.79	60.37%	8.06	2.82	2.00	7.5%	4.2	37	60.80	33.66	3.64	0.00
18	20150101	\$47,666,758.36	-4.67%	-0.65	-0.91	-2.01	7.2%	4.7	11	-13.44	-2.52	0.16	0.00
19	20160101	\$46,754,421.44	-6.51%	-0.46	-0.37	NA	14.3%	4.6	40	-4.75	-4.39	0.79	0.00
20	20170101	\$51,314,075.92	2.64%	0.16	0.24	1.98	16.3%	6.3	31	-9.55	-8.46	1.13	0.00
21	20180101	\$50,693,035.16	1.39%	0.08	0.17	1.97	16.6%	10.1	38	-23.83	-15.13	1.12	0.00
22	20190101	\$47,043,147.31	-5.92%	-0.29	-0.23	-2.01	20.4%	8.7	33	-27.36	-17.37	0.80	0.00
23	20200101	\$51,120,809.46	2.24%	0.08	0.21	NA	28.8%	9.0	42	-13.19	-19.28	1.12	0.00
24	20210101	\$45,953,592.33	-8.12%	-0.40	-0.37	NA	20.1%	4.6	27	-7.53	-7.44	0.70	0.00
25	20220101	\$54,780,420.98	9.68%	0.97	0.72	NA	9.9%	2.6	29	27.16	16.60	1.55	0.00
26	20230101	\$52,268,026.92	4.55%	0.47	0.52	2.00	9.6%	3.6	30	13.41	9.18	1.21	0.00
27	20240101	\$42,486,654.68	-15.04%	-0.84	-1.25	NA	17.9%	8.0	30	-26.12	-17.25	0.46	0.00



Poniżej przedstawiono wyniki testów dla trzyletniego okna testowego (1095/365).

Test Start Date	End Balance	CAGR%	MAR	Sharpe	Ann. Sharpe	Max TE DD	Longest DD	Trades	R3	RAR [%]	%PF	Expectancy
1 19980101	\$116,157,835.10	32.54%	1.90	1.67	2.64	17.1%	4.2	62	20.66	31.63	3.33	0.00
2 19990101	\$84,244,072.15	19.01%	1.08	0.96	1.06	17.6%	6.5	74	7.53	26.52	1.96	0.00
3 20000101	\$81,662,674.43	17.81%	0.93	0.81	1.13	19.2%	9.8	81	2.53	11.79	1.90	0.00
4 20010101	\$77,106,670.34	15.54%	0.75	0.73	0.98	20.9%	9.4	78	1.30	8.49	1.77	0.00
5 20020101	\$97,914,923.39	25.13%	1.21	1.10	2.21	20.8%	9.0	83	6.19	26.94	2.25	0.00
6 20030101	\$81,728,210.76	17.83%	0.79	0.92	1.58	22.5%	17.9	81	1.66	7.55	1.81	0.00
7 20040101	\$55,539,283.40	3.57%	0.10	0.28	0.48	36.2%	9.2	92	0.64	5.20	1.20	0.00
8 20050101	\$60,857,302.57	6.79%	0.17	0.40	0.75	40.3%	19.7	90	0.51	3.27	1.33	0.00
9 20060101	\$68,884,008.60	11.29%	0.28	0.47	0.46	40.1%	14.0	99	0.84	6.82	1.48	0.00
10 20070101	\$77,473,859.82	15.73%	0.47	0.60	0.60	33.7%	9.8	102	2.24	17.22	1.66	0.00
11 20080101	\$83,478,887.19	18.65%	0.66	0.71	1.35	28.3%	22.7	103	1.15	6.67	1.91	0.00
12 20090101	\$74,678,335.58	14.35%	0.49	0.66	1.83	29.4%	9.9	99	3.00	18.30	1.54	0.00
13 20100101	\$46,277,338.52	-2.55%	-0.10	-0.02	-0.22	26.6%	15.9	92	0.52	3.58	0.91	0.00
14 20110101	\$55,969,149.42	3.84%	0.16	0.30	0.26	24.4%	26.9	94	-0.25	-1.29	1.15	0.00
15 20120101	\$70,384,691.29	12.09%	0.60	0.77	0.43	20.1%	29.5	101	-0.26	-0.82	1.51	0.00
16 20130101	\$88,528,725.24	20.99%	1.10	0.98	1.05	19.1%	17.3	82	7.19	24.20	2.47	0.00
17 20140101	\$79,095,597.63	16.55%	0.54	0.74	0.49	30.8%	10.6	88	6.69	27.70	2.08	0.00
18 20150101	\$53,289,348.72	2.15%	0.09	0.21	0.10	24.9%	26.9	82	-2.72	-8.58	1.12	0.00
19 20160101	\$69,829,061.10	11.79%	0.58	0.70	0.74	20.3%	8.9	109	1.14	6.85	1.43	0.00
20 20170101	\$62,418,296.21	7.69%	0.33	0.45	0.56	23.6%	15.7	102	0.81	5.90	1.25	0.00
21 20180101	\$53,319,144.90	2.17%	0.07	0.21	0.38	29.9%	12.7	113	-0.43	-2.77	1.06	0.00
22 20190101	\$63,065,947.64	8.05%	0.24	0.45	0.42	33.3%	22.2	102	0.81	5.38	1.34	0.00
23 20200101	\$100,784,481.98	26.37%	0.92	0.96	1.46	28.8%	10.5	98	6.92	38.12	2.25	0.00
24 20210101	\$80,581,781.48	17.26%	0.76	0.78	0.60	22.7%	9.4	86	5.85	27.85	1.87	0.00
25 20220101	\$113,530,555.04	31.53%	1.50	1.48	0.98	21.0%	5.3	89	9.21	27.30	2.64	0.00

W obu przypadkach **sukcesem** jest zakończenie co najmniej **70% okresów** (zarówno **365-dniowych**, jak i **1095-dniowych**) z dodatnimi stopami zwrotu.

- W przypadku rocznego okna testowego (365/365): 18 na 27 okresów zakończyło się dodatnią stopą zwrotu (66,7%).
- W przypadku trzyletniego okna testowego (1095/365): 24 na 25 okresów zakończyło się dodatnią stopą zwrotu (96,0%).

Tym samym **test stabilności strategii na ruchomym oknie danych nie został zaliczony i kończymy dalsze testowanie strategii.**

4. Stabilność long/short

Krok został pominięty z uwagi na niezaliczenie wcześniejszych testów stabilności.

5. Stabilność na portfelu instrumentów finansowych

Krok został pominięty z uwagi na niezaliczenie wcześniejszych testów stabilności.

6. Money Management (Position Sizing)

Krok został pominięty z uwagi na niezaliczenie wcześniejszych testów stabilności.

7. Strategy Risk Management

Krok został pominięty z uwagi na niezaliczenie wcześniejszych testów stabilności.



Krok 5: Walk-Forward Analysis

Walk-Forward Analysis (WFA) to kluczowe narzędzie służące do oceny **zdolności strategii do działania w rzeczywistych warunkach rynkowych**. Dostarcza ono **wiarygodnych miar zysku i ryzyka** po procesie optymalizacji oraz pozwala odpowiedzieć na kilka kluczowych pytań:

1. Jakiej stopy zwrotu można oczekiwać od strategii?

- Wynik optymalizacji często zawyża oczekiwaną stopę zwrotu, co może prowadzić do nierealistycznych prognoz.
- WFA dostarcza bardziej **rzetelnych i realistycznych miar zwrotu**, minimalizując wpływ nadmiernego dopasowania do danych historycznych.

2. Jaki zestaw parametrów zastosować w kolejnym okresie?

- Dzięki **WFA** możliwe jest **dynamiczne dostosowanie parametrów strategii do najnowszych zmian rynkowych**, zwiększając jej adaptacyjność.

WFA testuje strategię na wielu okresach czasowych, co pozwala **zminimalizować ryzyko overfittingu** (nadmiernego dopasowania strategii do danych historycznych). Proces WFA składa się z **dwóch powtarzanych kroków**:

1. Optymalizacja (In-Sample):

- Strategia jest optymalizowana na określonym **okresie treningowym (in-sample)**.
- W tym kroku dostosowuje się parametry w celu uzyskania **najlepszych wyników**.

2. Testowanie (Out-of-Sample):

- Strategia, wykorzystując **parametry zoptymalizowane w kroku 1**, jest testowana na **okresie testowym (out-of-sample)**.
- Ten etap weryfikuje skuteczność strategii w nowych warunkach rynkowych, które **nie były wykorzystane** podczas optymalizacji.

Walk-Forward Efficiency (WFE) to kluczowa miara oceniająca, czy strategia ma potencjał do działania w rzeczywistych warunkach rynkowych. WFE porównuje:

- **Stopę zwrotu osiągniętą w oknie in-sample** (gdzie parametry były optymalizowane)
- **Stopę zwrotu w oknie out-of-sample** (gdzie strategia działała na nieznanymi danych)

Analogicznie, **dla wartości drawdown WFE** sprawdza, czy strategia nie traci znacząco stabilności poza okresem optymalizacji.

Strategia uznawana za **stabilną (robust)** powinna spełniać następujące warunki:

- **WFE \geq 50% dla stopy zwrotu** – oznacza, że strategia zachowuje przynajmniej połowę swojej efektywności poza okresem optymalizacji.
- **WFE \leq 150% dla drawdown** – oznacza, że drawdown poza okresem optymalizacji nie jest znacząco wyższy niż w okresie optymalizacji.

Krok został pominięty z uwagi na niezaliczenie wcześniejszych testów stabilności.



Krok 6: Wykorzystanie strategii w czasie rzeczywistym

Po przeprowadzeniu **wyczerpujących testów**, wdrożenie strategii inwestycyjnej w **czasie rzeczywistym** staje się **stosunkowo proste**. **Sygnaly kupna/sprzedaży oraz zlecenia stop-loss są generowane automatycznie** przez komputer na podstawie wcześniej ustalonych zasad i formuł.

Najważniejszym elementem **realizacji strategii** jest **konsekwentne egzekwowanie wszystkich sygnałów, bez wyjątków**. Jak zauważył **Larry Williams**: „*Trading strategies work. Traders do not.*”

Przed podjęciem **ostatecznej decyzji o wdrożeniu strategii**, należy sprawdzić, **czy rzeczywiście wnosi ona wartość dodaną** do wyników całego portfela. Nie ma sensu wprowadzać strategii, która **generuje podobne sygnały** lub **charakteryzuje się podobnym przebiegiem krzywej kapitału**.

Kluczowe kryteria oceny strategii przed wdrożeniem:

- 1. Korelacja dziennych stóp zwrotu**
 - Im **niższa korelacja** z innymi strategiami, tym lepiej.
 - **Optymalne wartości:** Korelacja **bliska zeru lub ujemna**.
- 2. Zmniejszenie maksymalnego drawdown**
 - Jeżeli dodanie strategii do portfela skutkuje **obniżeniem maksymalnego drawdown**, jest to **silny pozytywny sygnał**.
- 3. Poprawa funkcji celu (MAR)**
 - Jeżeli dodanie strategii powoduje wzrost **wskaźnika MAR**, świadczy to o **jej wartości dodanej** do portfela.
- 4. Lepsze wyniki w symulacji Monte Carlo**
 - Symulacja Monte Carlo określa potencjalny **maksymalny drawdown**.
 - Jeżeli wyniki Monte Carlo **ulegają poprawie** po dodaniu strategii, jest to **silny pozytywny sygnał**.

Powyższe elementy często są ze sobą powiązane – zazwyczaj wszystkie są spełnione lub żaden.

Po podjęciu decyzji o dodaniu strategii do portfela **pojawia się pytanie:** *Czy należy wdrożyć strategię od razu, czy może lepiej poczekać?*

Niektóre opracowania sugerują **okres inkubacji** trwający **3-6 miesięcy**, w którym:

- Strategia jest **monitorowana**, ale **nie wykonuje realnych transakcji**.
- Obserwuje się **generowane sygnały, pozycje i wyniki** w celu wychwycenia **potencjalnych nieprawidłowości**.

W naszym przypadku **okres inkubacji** trwa od momentu **uruchomienia strategii w środowisku live** do momentu, gdy **wystąpi drawdown na poziomie około połowy maksymalnego drawdown** zaobserwowanego na danych historycznych. **Dopiero po osiągnięciu tego progu strategia zaczyna być stosowana z realnymi środkami**.



Dzięki temu:

- **Unikamy inwestowania rzeczywistych pieniędzy w nieprzetestowanym środowisku.**
- **Czekamy na wystąpienie drawdown** przed uruchomieniem strategii, co **zmniejsza ryzyko rozpoczęcia w niekorzystnym momencie.**

Ostateczna decyzja o jej pełnym wdrożeniu powinna opierać się na **rzetelnych testach oraz analizie wartości dodanej do portfela**, tak aby strategia faktycznie wspierała długoterminowe cele inwestycyjne i nie zwiększała niepotrzebnego ryzyka.