



Bollinger Breakout v.1

Podsumowanie testów strategii inwestycyjnej

Strategia **Bollinger Breakout** to technika inwestycyjna typu „**trend-following**”, która wykorzystuje **wstęgi Bollingera** do identyfikacji momentów wybicia ceny poza ich zakres. Takie wybicie może sygnalizować **początek nowego trendu** lub **kontynuację istniejącego**. Kluczowym założeniem strategii jest **otwieranie pozycji długich, gdy cena zamyka się powyżej górnej wstęgi**, oraz **pozycji krótkich, gdy cena zamyka się poniżej dolnej wstęgi**.

Optymalne okno optymalizacji dla testów WFA wynosi **1095/365 dni**, a wyniki za okres **01.01.1995 – 31.12.2024** wyniosły:

- **Wielkość pozycji:** pozycja odpowiada ryzyku 1,0% wartości kapitału;
- **CAGR:** 13,1%;
- **MAR:** 0,27;
- **Maksymalny drawdown:** 47,7%.

Analiza WFA wykazała, że w kolejnym okresie (rok 2025) **optymalne parametry** dla strategii wynoszą:

- **Średnia krocząca:** 250;
- **Górna/dolna wstęga Bollingera:** 1,70;
- **Środkowa wstęga Bollingera:** 0,00;
- **Wielkość pozycji:** pozycja odpowiada ryzyku 1,0% wartości kapitału.

Ostatecznie, **wielkość pozycji należy dostosować do akceptowalnego poziomu drawdown zgodnego z indywidualnym profilem ryzyka**.

Strategia zaliczyła zarówno testy stabilności, jak również testy **Walk-Forward Analysis (WFA)**, co wskazuje, że strategia może być **rozważana, jako jedna ze strategii trend following w portfelu inwestycyjnym**. Jednak **ma ona pewne istotne ograniczenia**, które należy wziąć pod uwagę:

- **Czas trwania drawdown może wynosi nawet kilkadziesiąt miesięcy**, co może powodować duży dyskomfort w używaniu tej strategii i narastanie obaw o jej skuteczność;
- Istotny wzrost drawdown w testach Walk-Forward Analysis w porównaniu do danych in-sample i out-of-sample;
- Relatywnie niskie MAR osiągnięte w testach Walk-Forward Analysis w porównaniu do innych strategii trend following.

Mimo tych ograniczeń, strategia Bollinger Breakout v.1 **może być skutecznym narzędziem dla inwestorów preferujących strategię trend following**, gdyż pozostaje relatywnie stabilna w różnych warunkach rynkowych i szerokim zakresie parametrów. **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.



Spis treści

Podsumowanie testów strategii inwestycyjnej	1
Krok 1: Sformułowanie strategii inwestycyjnej	4
Krok 2: Określenie zasad inwestycyjnych	5
Krok 3: Przeprowadzenie wstępnego testu strategii inwestycyjnej.....	6
Krok 4: Optymalizacja i ocena stabilności strategii inwestycyjnej	9
1. Stabilność w szerokim zakresie optymalizowanych parametrów	9
2. Symulacja Monte Carlo.....	22
3. Stabilność na ruchomym oknie czasowym	24
4. Stabilność long/short.....	25
5. Stabilność na portfelu instrumentów finansowych.....	26
6. Money Management (Position Sizing).....	28
7. Strategy Risk Management.....	29
Krok 5: Walk-Forward Analysis.....	33
1. Walk Forward Optimization: 1095 dni; Walk Forward Out-of-sample: 365 dni	34
2. Walk Forward Optimization: 1460 dni; Walk Forward Out-of-sample: 365 dni	36
3. Walk Forward Optimization: 1825 dni; Walk Forward Out-of-sample: 365 dni	38
4. Walk Forward Optimization: 1644 dni; Walk Forward Out-of-sample: 548 dni	40
5. Walk Forward Optimization: 1918 dni; Walk Forward Out-of-sample: 548 dni	42
6. Walk Forward Optimization: 2192 dni; Walk Forward Out-of-sample: 548 dni	44
7. Podsumowanie Walk-Forward Analysis	46
Krok 6: Wykorzystanie strategii w czasie rzeczywistym.....	48



Krok 1: Sformułowanie strategii inwestycyjnej

Strategia Bollinger Breakout to strategia typu „trend-following”, która opiera się na identyfikacji momentów, w których **cena instrumentu finansowego wybija się poza zakres wyznaczany przez wstęgi Bollingera**. Wstęgi Bollingera to dynamiczne poziomy wsparcia i oporu, które dostosowują się do zmienności rynku.

Strategia zakłada, że **wybiecie ceny poza wstęgi może sygnalizować początek nowego trendu lub kontynuację istniejącego**, co stwarza możliwość generowania zysków poprzez podążanie za ruchem cenowym.

Podstawowe założenia strategii:

- **Pozycja długa** otwierana jest, gdy **cena zamyka się powyżej górnej wstęgi Bollingera**;
- **Pozycja krótka** otwierana jest, gdy **cena zamyka się poniżej dolnej wstęgi Bollingera**.

Strategia Bollinger Breakout wykorzystuje założenie, że **wstęgi Bollingera skutecznie identyfikują okresy niskiej zmienności**, które często **poprzedzają gwałtowny ruch cenowy**. Gdy cena wychodzi poza wstęgi, istnieje wysokie prawdopodobieństwo kontynuacji ruchu w kierunku wybiecia, co zapewnia przewagę na rynku.

Charakterystyka strategii oraz jej silne i słabe strony:

- **Prostota i przejrzystość:** Zasady strategii Bollinger Breakout są jasno zdefiniowane, co minimalizuje ryzyko subiektywnych decyzji. Strategia jest łatwa do zrozumienia i wdrożenia, nawet dla początkujących inwestorów.
- **Wykorzystanie zmienności:** Wstęgi Bollingera są dynamicznym narzędziem, które automatycznie dostosowuje się do zmieniającej się zmienności rynku, co sprawia, że strategia jest adaptacyjna do różnych warunków rynkowych.
- **Ograniczenie ryzyka:** Strategia zakłada stosowanie zleceń stop-loss, co pozwala na efektywne zarządzanie ryzykiem i ochronę kapitału w przypadku niekorzystnych ruchów cenowych.
- **Wrażliwość na fałszywe sygnały:** W okresach niskiej zmienności lub w trendach bocznych strategia może generować fałszywe sygnały wybiecia, co prowadzi do stratnych transakcji.
- **Brak przewagi w trendzie bocznym:** Strategia Bollinger Breakout nie jest optymalna w sytuacjach, gdy rynek porusza się w trendzie bocznym, gdzie cena oscyluje wokół średniej kroczącej, powodując liczne fałszywe wybiecia.

Strategia **Bollinger Breakout** to **prosty, ale skuteczny system trend-following**, który najlepiej sprawdza się na rynkach o wyraźnych ruchach cenowych. Jego główną zaletą jest **zdolność do wychwytywania dużych trendów**, jednak jego skuteczność może być **ograniczona w okresach konsolidacji**.



Krok 2: Określenie zasad inwestycyjnych

Poniżej przedstawiono **pseudokod** dla strategii **Bollinger Breakout** na danych dziennych:

1. Oblicz wstęgi Bollingera:

- Oblicz XX-dniową średnią kroczącą (SMA) ceny zamknięcia.
- Oblicz XX-dniowe odchylenie standardowe ceny zamknięcia.
- Wyznacz górną wstęgę Bollingera: $SMA + Y * \text{odchylenie standardowe}$.
- Wyznacz dolną wstęgę Bollingera: $SMA - Y * \text{odchylenie standardowe}$.
- Wyznacz środkową wstęgę Bollingera: $SMA +/- Z * \text{odchylenie standardowe}$.

2. Sprawdź sygnał kupna:

- Jeśli w dniu wczorajszym (D-1) cena zamknięcia była poniżej górnej wstęgi Bollingera, a dzisiaj (D) cena zamknięcia znajduje się powyżej górnej wstęgi Bollingera – **zajmij długą pozycję na otwarciu kolejnego dnia**.
- Pozostań w długiej pozycji – utrzymuj długą pozycję, dopóki cena zamknięcia nie znajdzie się poniżej środkowej wstęgi Bollingera; jeżeli cena zamknięcia znajdzie się poniżej środkowej wstęgi Bollingera, **zamknij pozycję na otwarciu kolejnego dnia**.

3. Sprawdź sygnał sprzedaży:

- Jeśli w dniu wczorajszym (D-1) cena zamknięcia była powyżej dolnej wstęgi Bollingera, a dzisiaj (D) cena zamknięcia znajduje się poniżej dolnej wstęgi Bollingera – **zajmij krótką pozycję na otwarciu kolejnego dnia**.
- Pozostań w krótkiej pozycji – utrzymuj krótką pozycję, dopóki cena zamknięcia nie znajdzie się powyżej środkowej wstęgi Bollingera; jeżeli cena zamknięcia znajdzie się powyżej środkowej wstęgi Bollingera, **zamknij pozycję na otwarciu kolejnego dnia**.

4. Zamknij poprzednią pozycję – przed otwarciem nowej pozycji (długiej lub krótkiej) zamknij poprzednią pozycję przeciwną (o ile istnieje).

5. Monitoruj sygnały każdego dnia – każdego dnia obliczaj wstęgi Bollingera i sprawdzaj warunki na podstawie powyższych zasad, aby podjąć decyzję o wejściu lub wyjściu z pozycji.

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.

Strategia zakłada posiadanie, w momencie otwierania pozycji, **zlecenia exit, na poziomie środkowej wstęgi Bollingera** (zgodnie z powyższym pseudokodem). Na podstawie tych danych możemy obliczyć ryzyko pozycji. Testy odbywają się przy założeniu, że **ryzyko jednej pozycji wynosi 1,0% całkowitego kapitału**.



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 e-mini S&P 500**. Na początku stycznia 2008 roku **wygenerowano sygnał sprzedaży** – cena zamknięcia znalazła się **poniżej dolnej wstęgi Bollingera** (w tym przypadku dolna wstęga była oddalona od średniej o **dwa odchylenia standardowe**). W prostokącie po lewej stronie wykresu zaznaczono dwie świece – **pierwsza generuje sygnał, natomiast druga oznacza dzień otwarcia pozycji** (pozycję zajmujemy na otwarciu kolejnej sesji). **System zadziałał prawidłowo.**

Pod koniec maja 2008 roku wygenerowano **sygnał zamknięcia pozycji krótkiej** – cena zamknięcia znalazła się **powyżej środkowej wstęgi Bollingera** (w tym przypadku była to średnia krocząca). W prostokącie po prawej stronie wykresu zaznaczono dwie świece – **pierwsza generuje sygnał, a druga jest dniem zamknięcia pozycji** (pozycję zamykamy na otwarciu kolejnej sesji). **System zadziałał prawidłowo.**

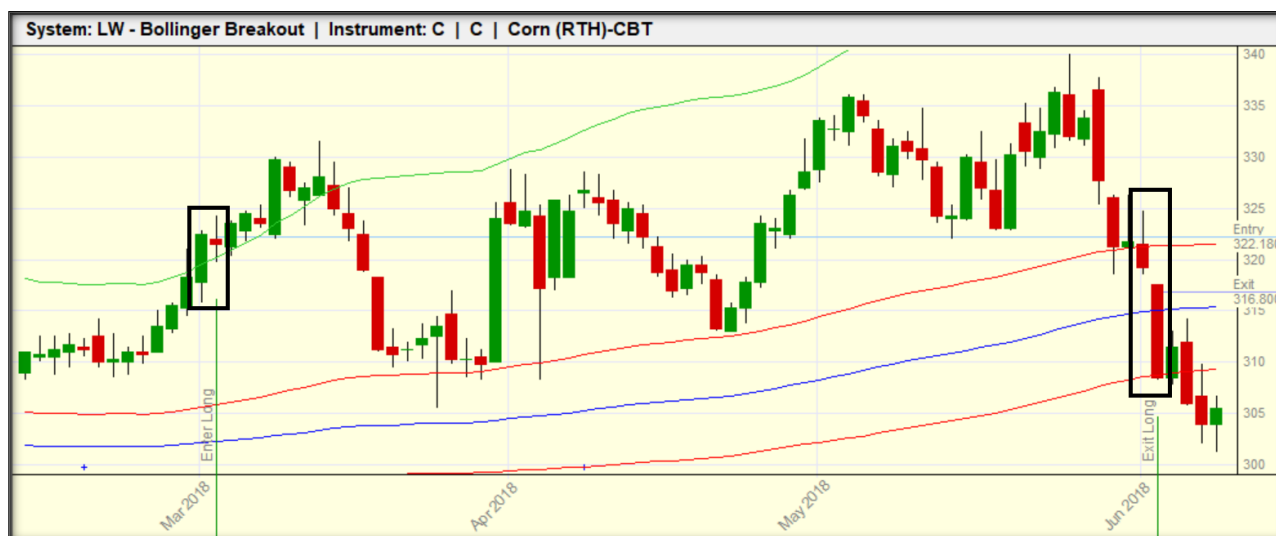


Kolejna transakcja to **zakup kontraktu futures na kukurydzę**. Na początku marca 2008 roku **wygenerowano sygnał kupna** – cena zamknięcia znalazła się **powyżej górnej wstęgi Bollingera** (w tym przypadku górna wstęga była oddalona od średniej o **2,5 odchylenia standardowe**). W prostokącie po lewej stronie wykresu



zaznaczono dwie świece – **pierwsza generuje sygnał, a druga oznacza dzień otwarcia pozycji** (pozycję zajmujemy na otwarciu kolejnej sesji). **System zadziałał prawidłowo.**

Na początku czerwca 2018 roku wygenerowano **sygnał zamknięcia pozycji długiej** – **cena zamknięcia znalazła się poniżej środkowej wstęgi Bollingera** (w tym przypadku była oddalona od średniej o 0,5 odchylenia standardowego). W prostokącie po prawej stronie wykresu zaznaczono dwie świece – **pierwsza generuje sygnał, a druga oznacza dzień zamknięcia pozycji** (pozycję zamykamy na otwarciu kolejnej sesji). **System zadziałał prawidłowo.**



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.

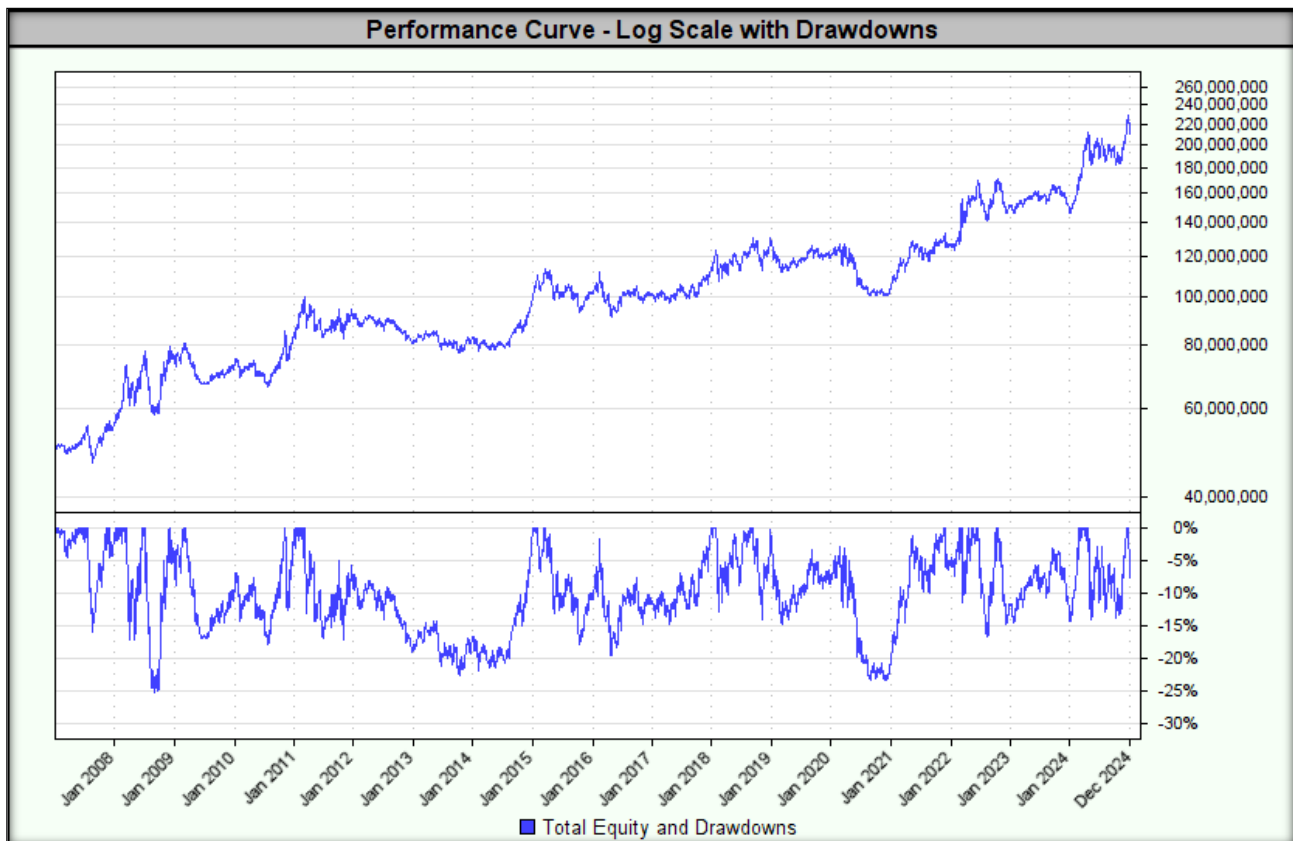
W pierwszej kolejności **odrzucaamy strategie, które liniowo tracą kapitał**. Jeśli strategia wykazuje taki schemat, jest to wyraźny sygnał, że jakkolwiek optymalizacja parametrów nie ma sensu.

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

Testowane parametry bazowe:

- **Średnia krocząca:** 200;
- **Górna/dolna wstęga Bollingera:** 2,00;
- **Środkowa wstęga Bollingera:** 0,00;
- **Wielkość pozycji:** odpowiadająca ryzyku **1,0% wartości kapitału**;
- **Otwarcie pozycji:** po cenie otwarcia kolejnego dnia.

Poniżej przedstawiono wynik testu.



Wskaźniki/Miary	Bollinger Breakout
CAGR%	8,6%
MAR Ratio	0,34
RAR%	5,9%
R-Cubed	0,15
Robust Sharpe Ratio	0,36
Max Drawdown	25,3%
Wins	38,6%
Losses	61,4%
Average Win%	2,07%
Average Loss%	0,77%
Win/Loss Ratio	2,61
Average Trade Duration (days)	184
Percent Profit Factor	1,68
SQN	0,63
Ilość transakcji	552

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 **Bollinger Breakout 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:

- Średnia krocząca: zakres **170-260 dni (krok: 5)**;
- Górna/dolna wstęga Bollingera: zakres **1,50-2,30 (krok: 0,05)**;
- Środkowa wstęga Bollingera: zakres **0,00-1,00 (krok: 0,05)**.

Najniższa wartość MAR, w wysokości 0,13, została osiągnięta dla parametrów:

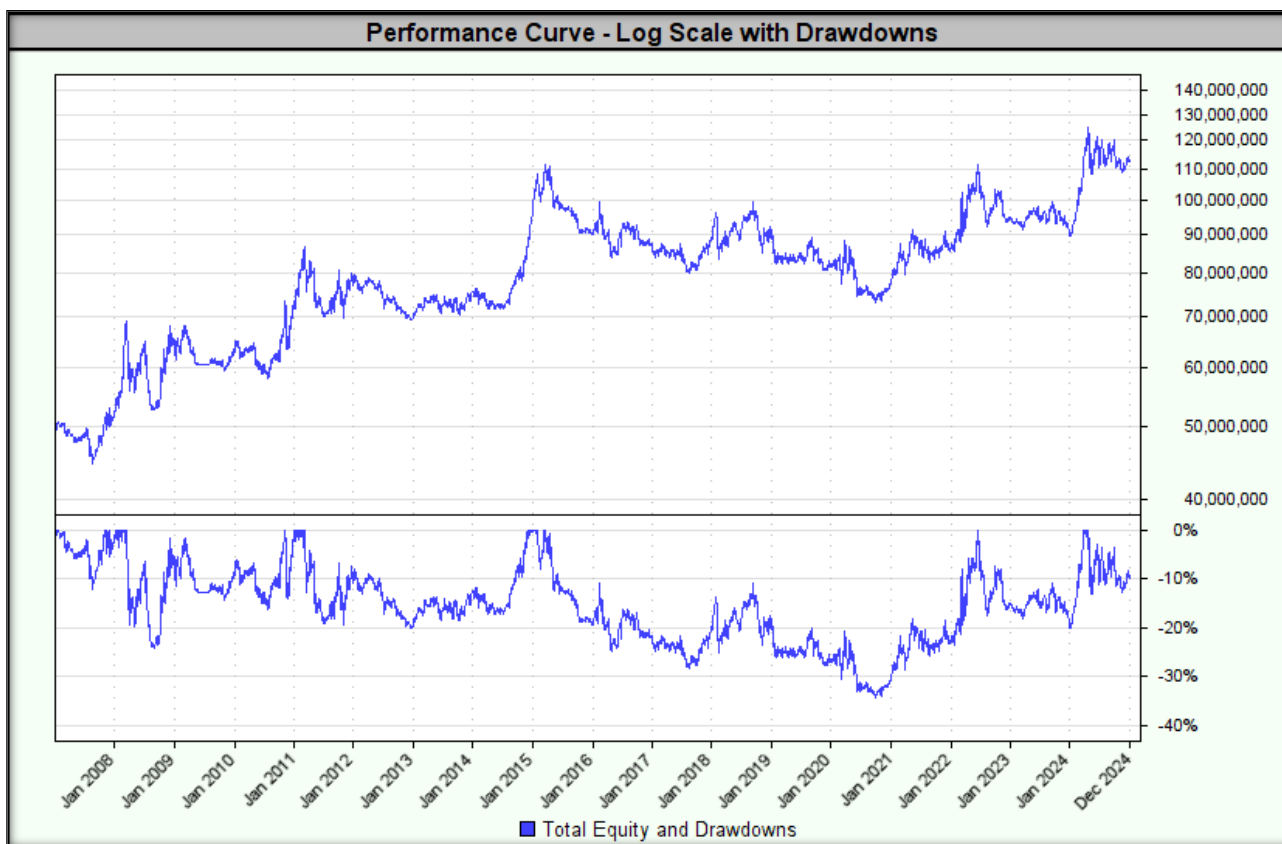
- Średnia krocząca: 235;
- Górna/dolna wstęga Bollingera: 2,20;



- Środkowa wstęga Bollingera: 0,65.

Test	Close Average (days)	Entry Threshold (std. dev.)	Exit Threshold (std. dev.)	End Balance	CAGR%	MAR	Sharpe	Ann. Sharpe	Max TE DD	Longest DD	Trades
4949	235	2.20	0.65	\$112,464,963.76	4.61%	0.13	0.37	0.40	34.3%	86.8	521
4613	230	2.25	0.65	\$110,945,440.22	4.53%	0.14	0.37	0.40	33.1%	86.8	500
4255	225	2.25	0.60	\$110,374,533.55	4.50%	0.14	0.37	0.40	31.5%	85.9	503
4634	230	2.30	0.65	\$106,735,105.24	4.30%	0.14	0.37	0.43	30.1%	86.8	473
3856	220	2.15	0.60	\$120,293,431.31	5.00%	0.14	0.38	0.39	34.7%	85.0	565
4256	225	2.25	0.65	\$108,637,020.58	4.41%	0.14	0.36	0.39	30.5%	85.8	512
4970	235	2.25	0.65	\$116,033,220.21	4.79%	0.14	0.39	0.42	33.0%	86.8	489
6421	255	2.30	0.75	\$118,621,385.21	4.92%	0.15	0.41	0.44	33.0%	86.8	442
4234	225	2.20	0.60	\$120,753,530.72	5.02%	0.15	0.39	0.42	33.6%	86.7	527
4550	230	2.10	0.65	\$120,152,068.14	4.99%	0.15	0.37	0.41	33.4%	84.9	584
4235	225	2.20	0.65	\$117,305,706.84	4.85%	0.15	0.38	0.41	32.4%	86.5	538
3898	220	2.25	0.60	\$107,406,727.25	4.34%	0.15	0.36	0.41	28.9%	84.1	511

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



Natomiast najwyższa wartość MAR, w wysokości 0,52, została osiągnięta dla parametrów:

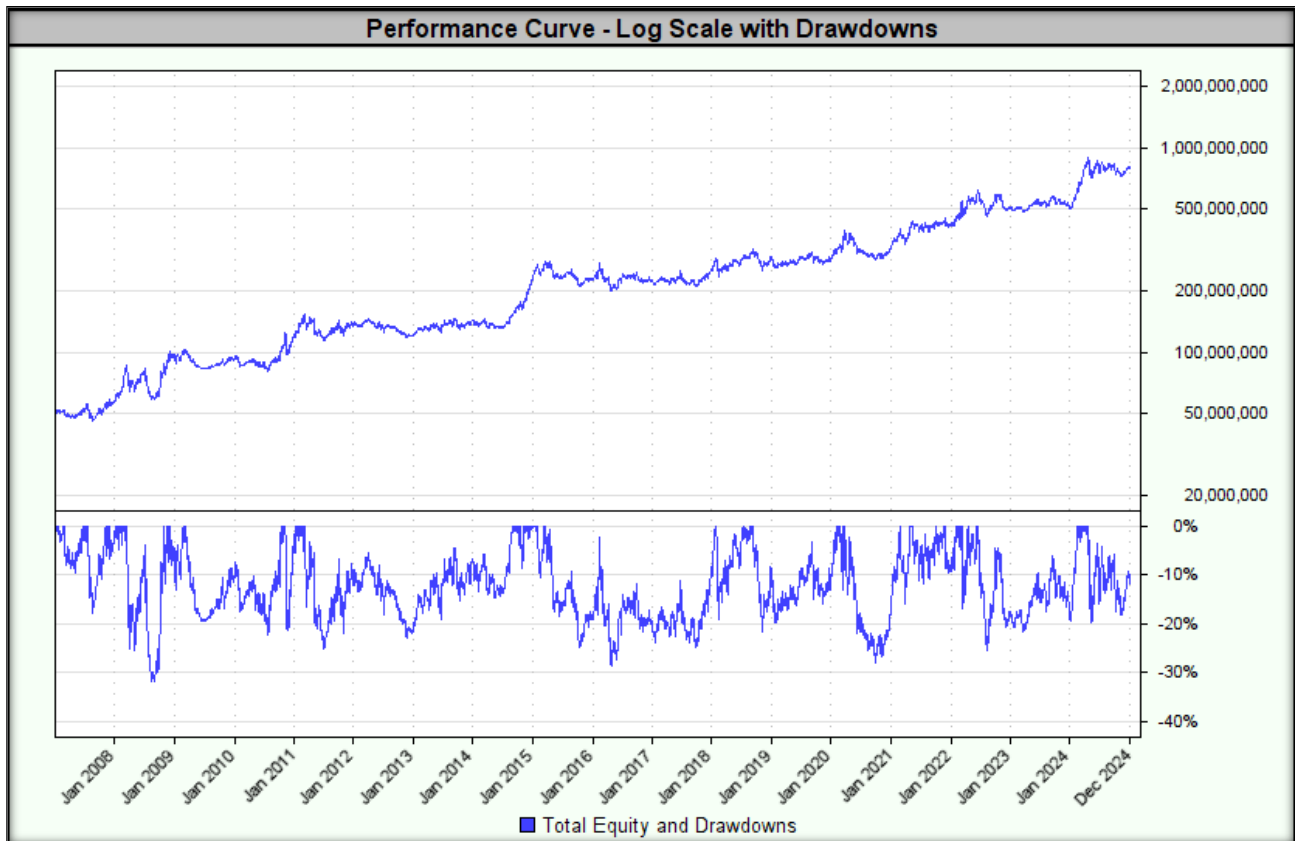
- Średnia krocząca: 260;
- Górna/dolna wstęga Bollingera: 1,55;
- Środkowa wstęga Bollingera: 0,70.

Najwyższej wartości MAR towarzyszył drawdown na poziomie 31,8%.



Test	Close Average (days)	Entry Threshold (std. dev.)	Exit Threshold (std. dev.)	End Balance	CAGR%	MAR	Sharpe	Ann. Sharpe	Max TE DD	Longest DD	Trades
6462	260	1.55	0.70	\$788,371,711.30	16.56%	0.52	0.75	0.76	31.8%	41.8	816
1170	185	1.70	0.70	\$587,983,138.23	14.68%	0.51	0.68	0.68	28.6%	35.6	972
835	180	1.75	0.75	\$520,737,565.91	13.90%	0.51	0.66	0.63	27.4%	37.3	981
6104	255	1.55	0.65	\$703,766,660.20	15.83%	0.51	0.74	0.74	31.3%	41.4	796
6084	255	1.50	0.70	\$763,042,221.57	16.35%	0.50	0.71	0.69	32.6%	38.9	877
1107	185	1.55	0.70	\$640,466,805.34	15.22%	0.50	0.65	0.58	30.5%	33.9	1137
1169	185	1.70	0.65	\$542,911,757.74	14.17%	0.50	0.67	0.66	28.5%	42.5	946
1484	190	1.60	0.65	\$580,244,243.44	14.59%	0.50	0.66	0.57	29.4%	35.0	1013
6454	260	1.55	0.30	\$570,817,570.42	14.49%	0.50	0.77	0.76	29.2%	42.5	628
855	180	1.80	0.70	\$507,090,527.33	13.74%	0.50	0.67	0.66	27.7%	44.7	914
814	180	1.70	0.75	\$535,557,487.20	14.08%	0.49	0.65	0.61	28.6%	36.2	1035
856	180	1.80	0.75	\$520,235,696.11	13.90%	0.49	0.67	0.67	28.2%	37.3	934

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



Dla wszystkich kombinacji testowanych zakresów parametrów, **najwyższy drawdown wyniósł 53,6%**.

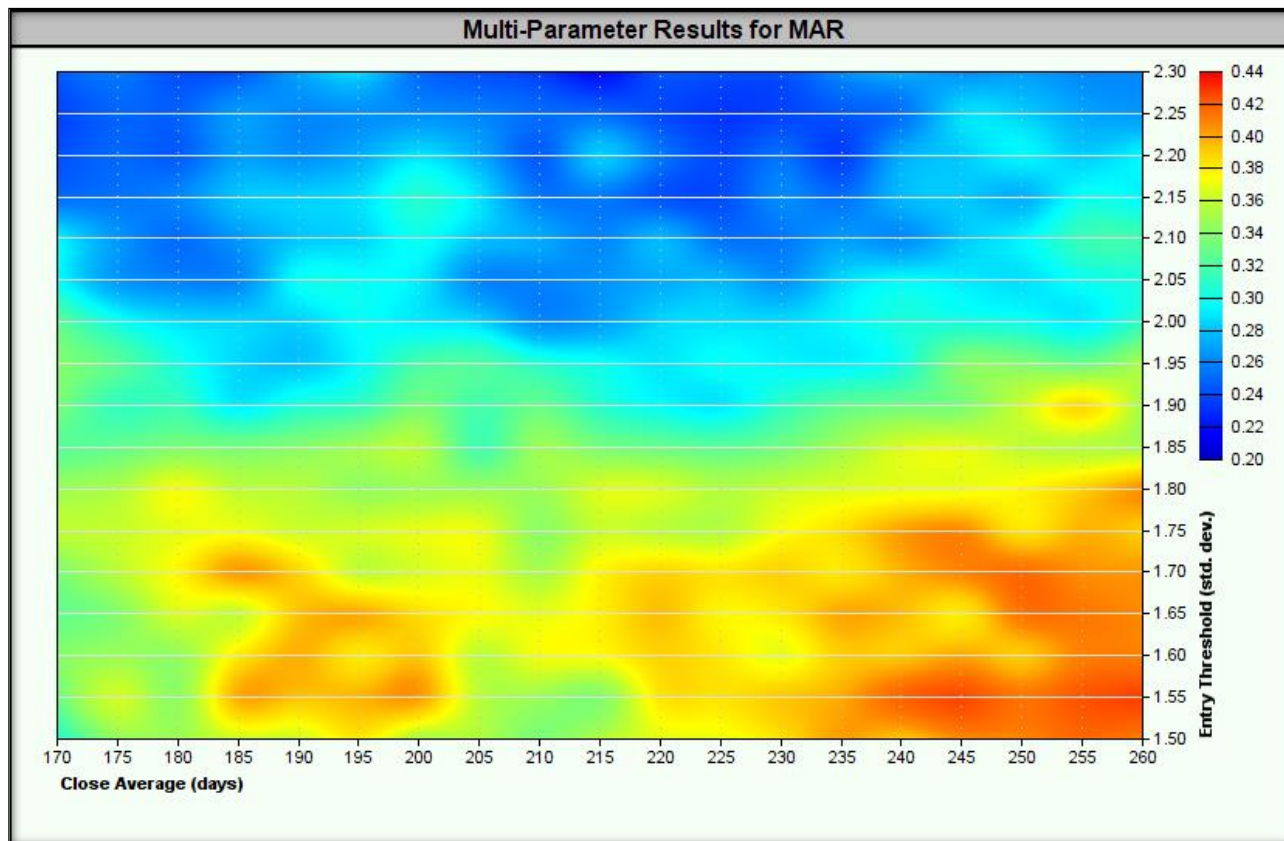
Test	Close Average (days)	Entry Threshold (std. dev.)	Exit Threshold (std. dev.)	End Balance	CAGR%	MAR	Sharpe	Ann. Sharpe	Max TE DD	Longest DD	Trades
734	180	1.50	0.95	\$530,567,529.45	14.02%	0.26	0.54	0.33	53.6%	46.7	1594
735	180	1.50	1.00	\$599,378,632.38	14.80%	0.29	0.55	0.32	51.0%	72.2	1674
733	180	1.50	0.90	\$454,379,963.79	13.04%	0.26	0.52	0.33	50.8%	43.4	1522
378	175	1.50	1.00	\$448,883,497.78	12.97%	0.26	0.51	0.29	49.5%	71.3	1725
21	170	1.50	1.00	\$497,519,349.40	13.62%	0.28	0.52	0.29	48.7%	72.8	1764
4305	230	1.50	1.00	\$852,439,425.91	17.07%	0.35	0.63	0.50	48.7%	44.7	1349
377	175	1.50	0.95	\$438,699,625.09	12.82%	0.26	0.51	0.31	48.4%	70.1	1634
42	170	1.55	1.00	\$383,283,535.72	11.98%	0.25	0.49	0.29	48.3%	71.2	1635
20	170	1.50	0.95	\$404,358,946.29	12.31%	0.25	0.50	0.29	48.3%	70.4	1683
755	180	1.55	0.95	\$445,951,438.82	12.93%	0.27	0.53	0.34	48.0%	43.3	1483
41	170	1.55	0.95	\$340,914,468.06	11.25%	0.23	0.48	0.30	48.0%	70.4	1562
420	175	1.60	1.00	\$481,764,828.97	13.41%	0.28	0.54	0.37	48.0%	59.6	1479

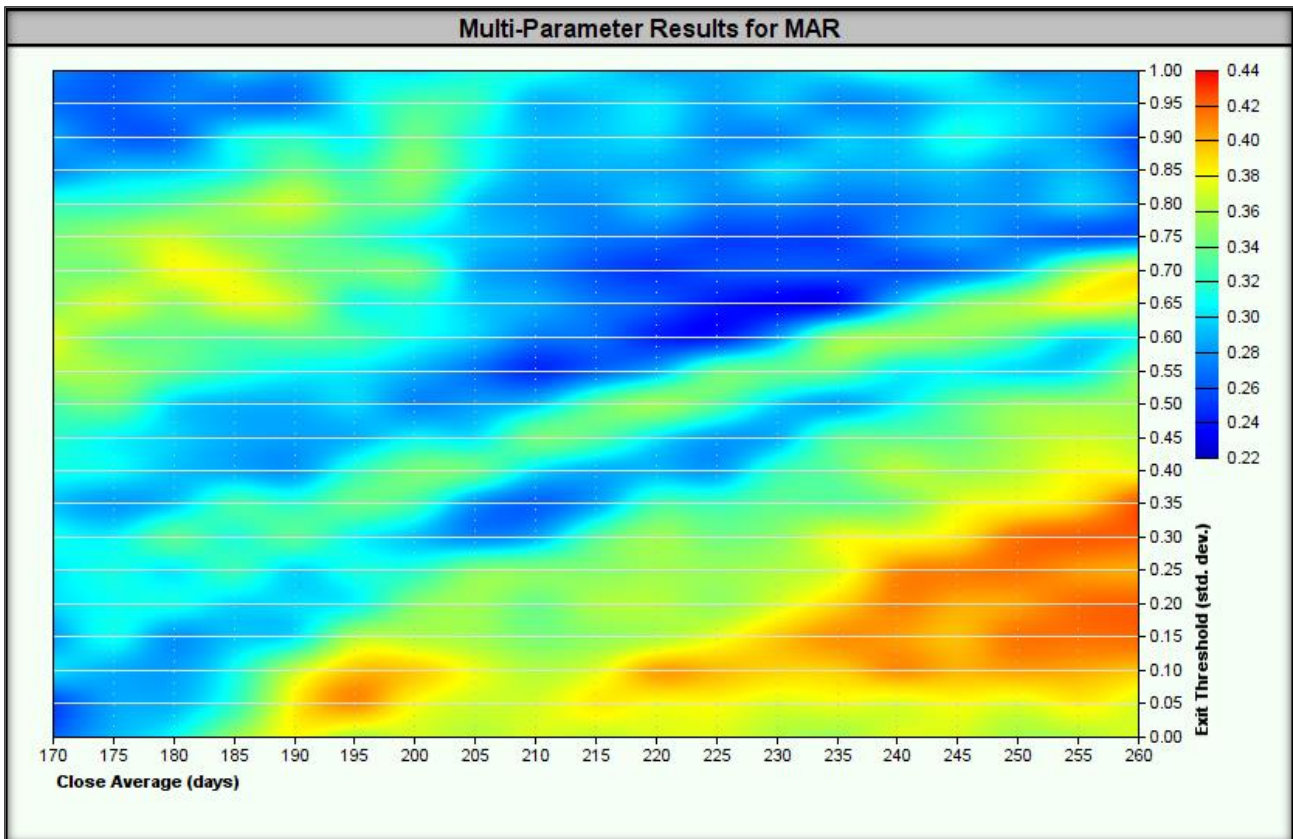
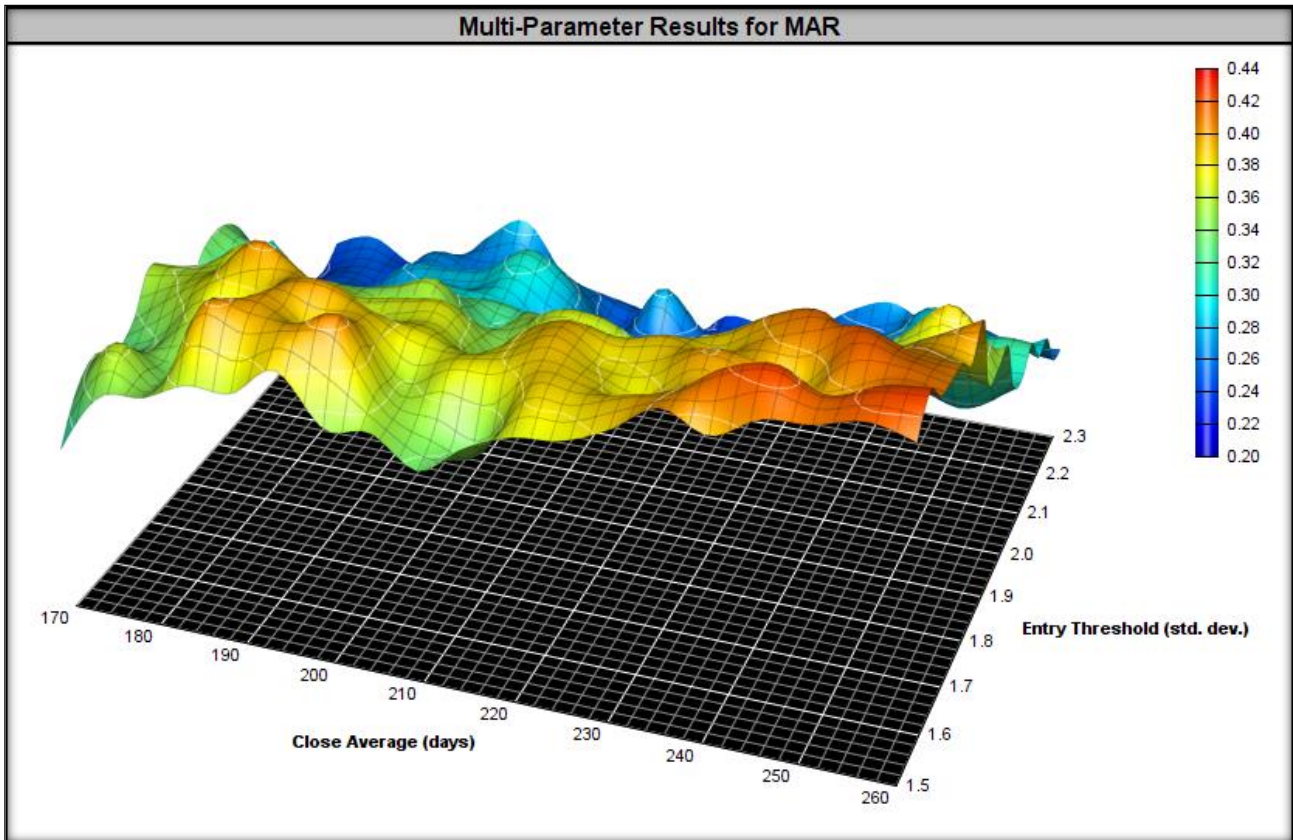
Podsumowując, strategia **zaliczyła test stabilności** w szerokim zakresie optymalizowanych parametrów na danych in-sample, ponieważ:

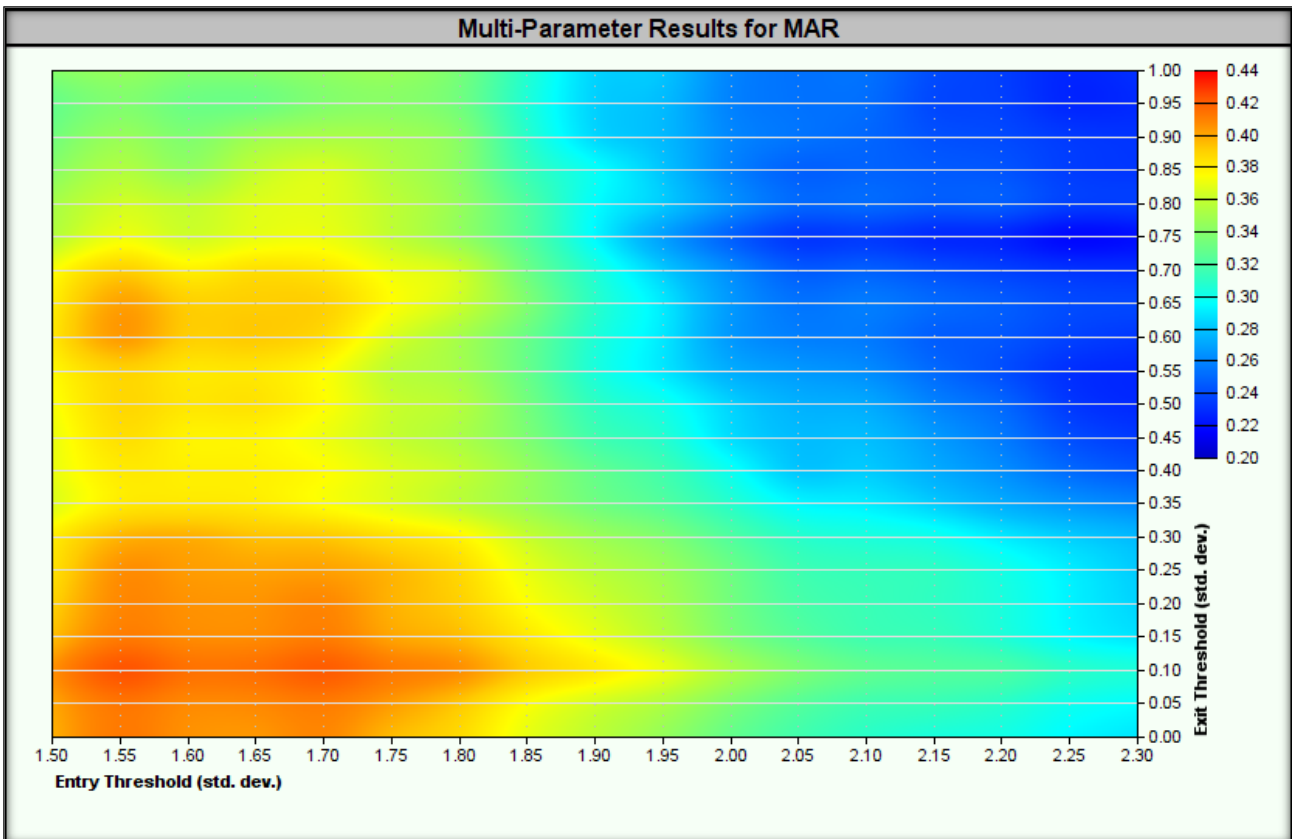
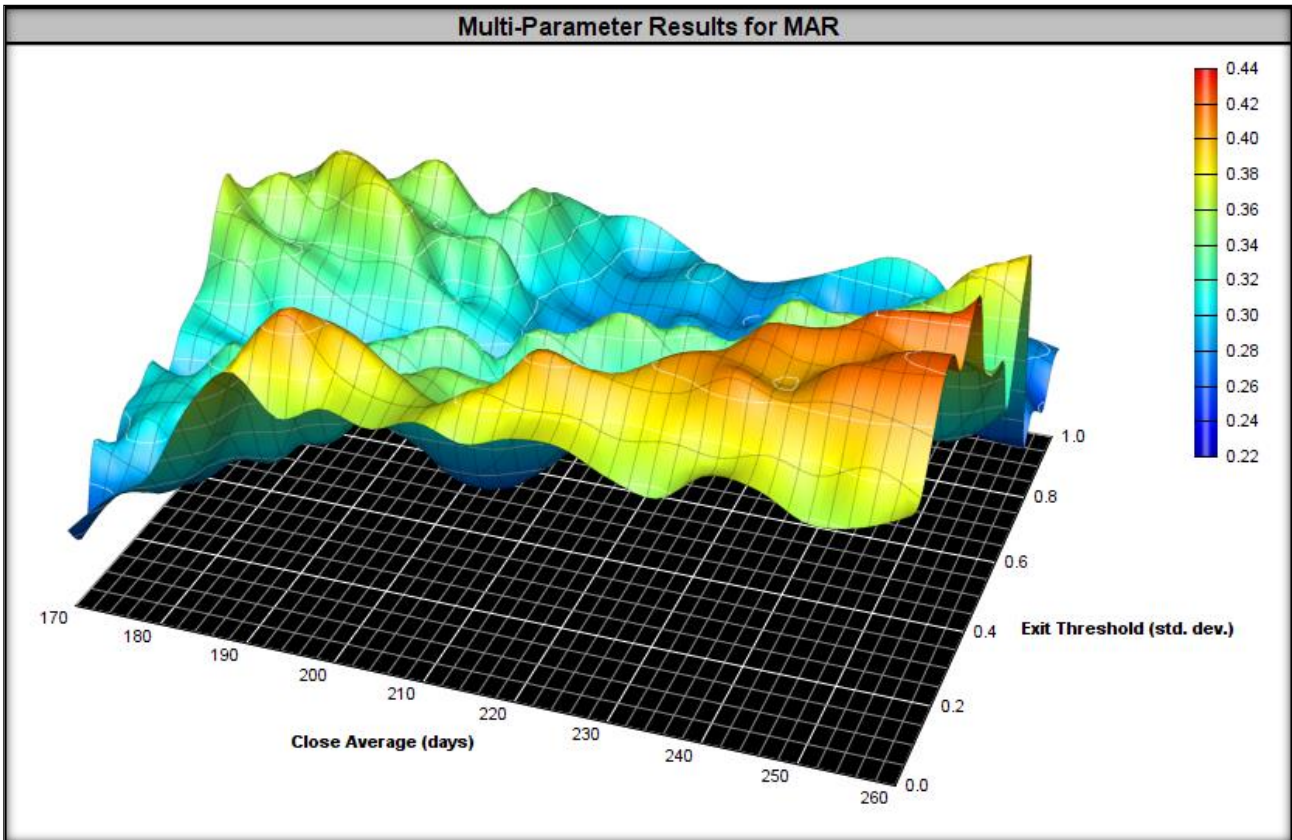


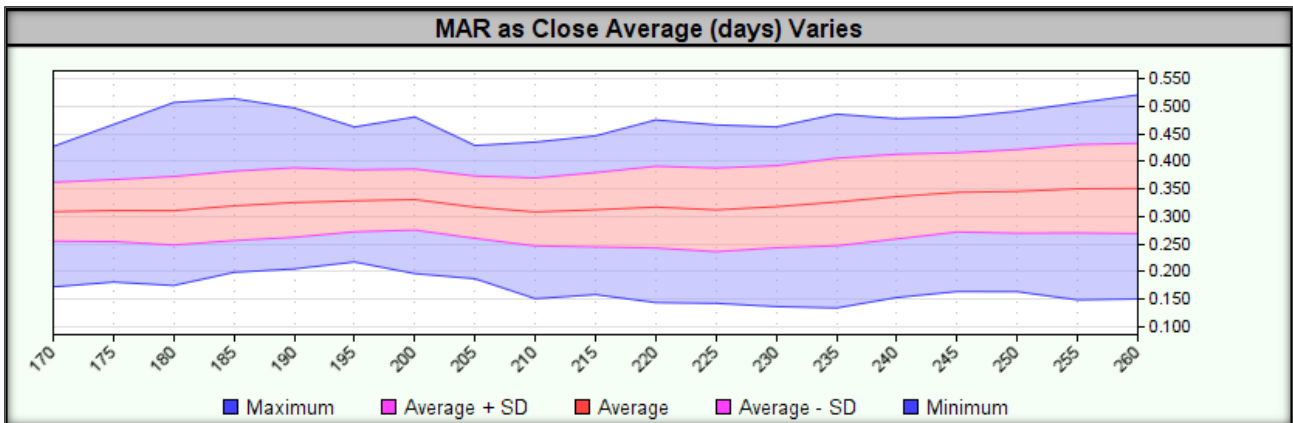
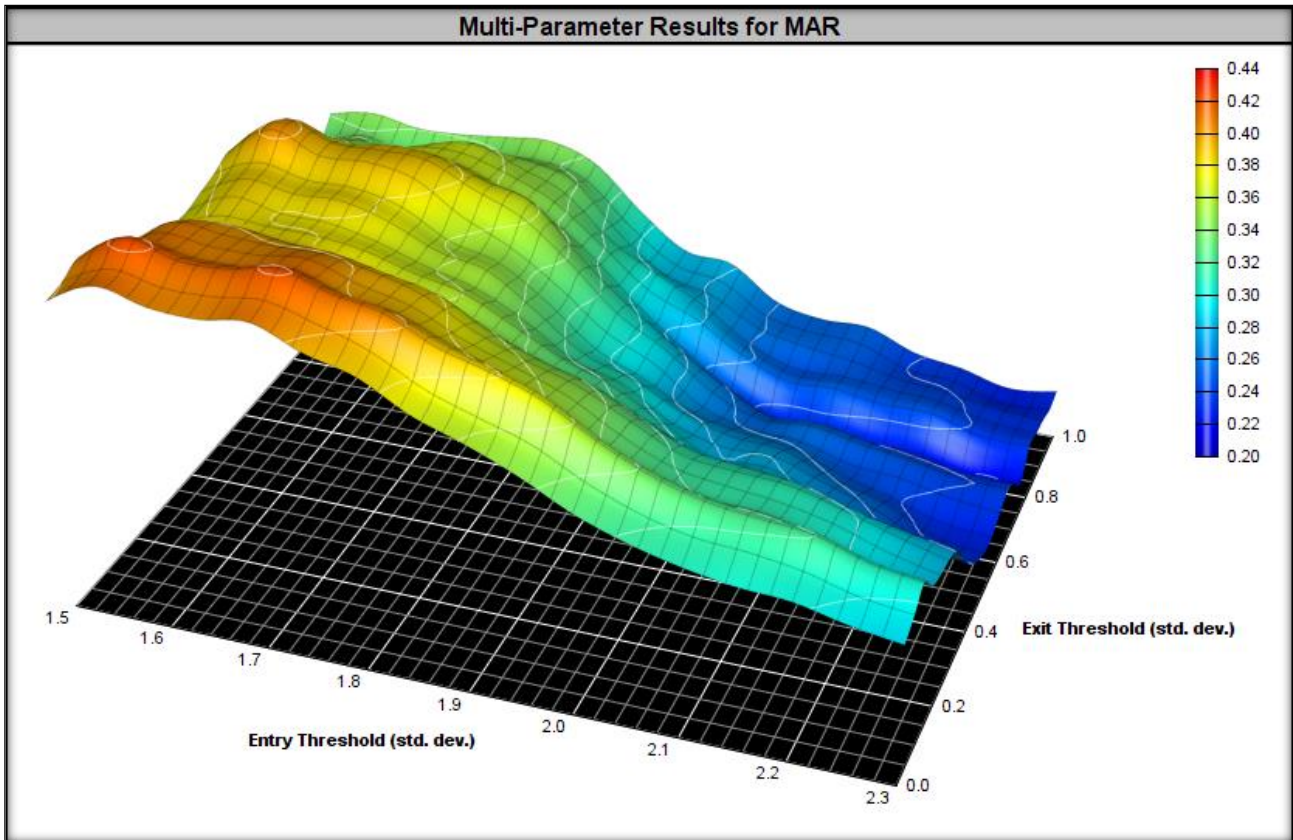
- **Wszystkie wyniki testów wykazywały dodatnią wartość wskaźnika MAR** – co wskazuje na stabilność strategii w różnych warunkach rynkowych.
- **Maksymalny drawdown nie przekroczył 250% wartości drawdown dla wyniku z najwyższym MAR (53,6% vs. 31,8%)** – co oznacza akceptowalne ryzyko głębokich obsunięć kapitału.

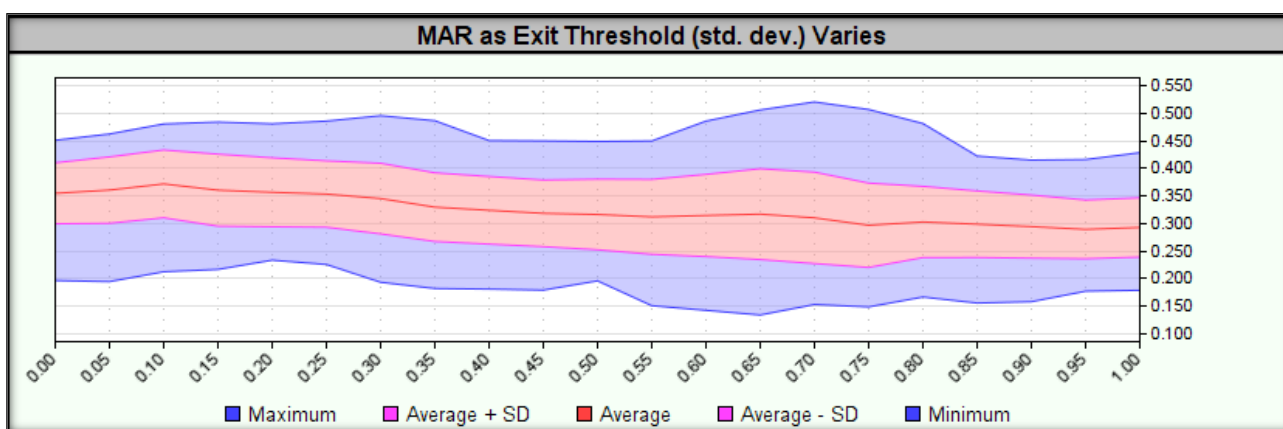
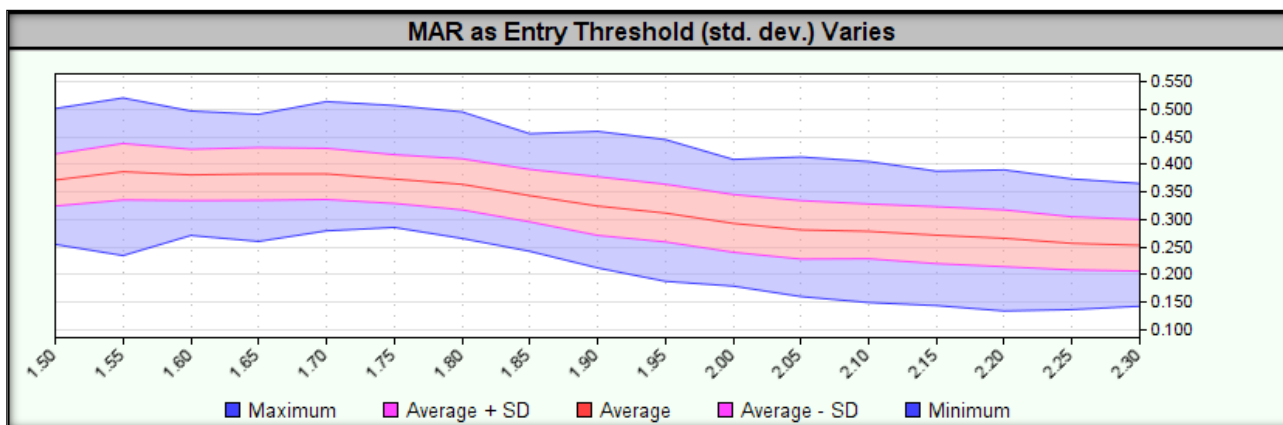
Poniżej przedstawiono **heatmapy dla testowanych zakresów**.











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:

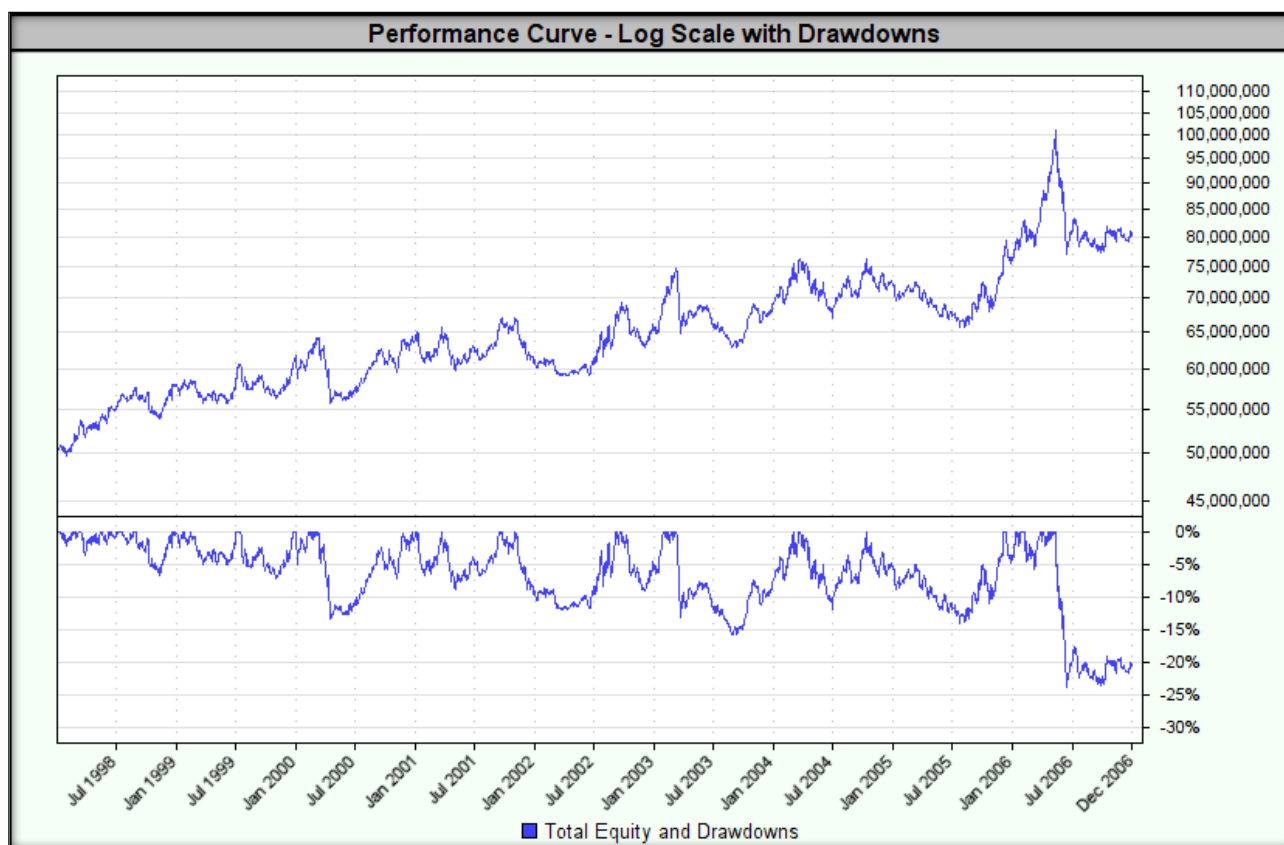
- Średnia krocząca: zakres **170-260 dni (krok: 5)**;
- Górna/dolna wstęga Bollingera: zakres **1,50-2,30 (krok: 0,05)**;
- Środkowa wstęga Bollingera: zakres **0,00-1,00 (krok: 0,05)**.

Najniższa wartość MAR, w wysokości **0,23**, została osiągnięta dla parametrów:

- Średnia krocząca: 185;
- Górna/dolna wstęga Bollingera: 2,30;
- Środkowa wstęga Bollingera: 0,05.

Test	Close Average (days)	Entry Threshold (std. dev.)	Exit Threshold (std. dev.)	End Balance	CAGR%	MAR	Sharpe	Ann Sharpe	Max TE DD	Longest DD	Trades
1409	185	2.30	0.05	\$80,406,599.86	5.43%	0.23	0.49	1.09	23.9%	13.7	215
2479	200	2.30	0.00	\$79,725,889.00	5.33%	0.23	0.51	0.87	23.3%	20.5	198
1408	185	2.30	0.00	\$80,893,047.10	5.50%	0.23	0.51	1.11	23.6%	20.3	212
483	175	1.75	1.00	\$99,911,082.30	8.00%	0.23	0.43	0.74	34.3%	17.4	556
1422	185	2.30	0.70	\$81,306,710.31	5.56%	0.23	0.48	1.05	23.8%	20.6	254
2495	200	2.30	0.80	\$80,702,766.72	5.47%	0.23	0.47	0.94	23.4%	30.0	251
2137	195	2.30	0.75	\$79,449,054.73	5.29%	0.24	0.47	0.92	22.1%	30.4	249
2138	195	2.30	0.80	\$80,315,200.61	5.41%	0.24	0.47	1.00	22.5%	30.0	253
462	175	1.70	1.00	\$108,963,344.38	9.05%	0.24	0.46	0.75	37.6%	16.6	598
2481	200	2.30	0.10	\$81,829,908.14	5.63%	0.24	0.52	0.95	23.3%	20.2	203
1765	190	2.30	0.00	\$81,377,811.27	5.57%	0.24	0.52	1.01	23.0%	20.4	204

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



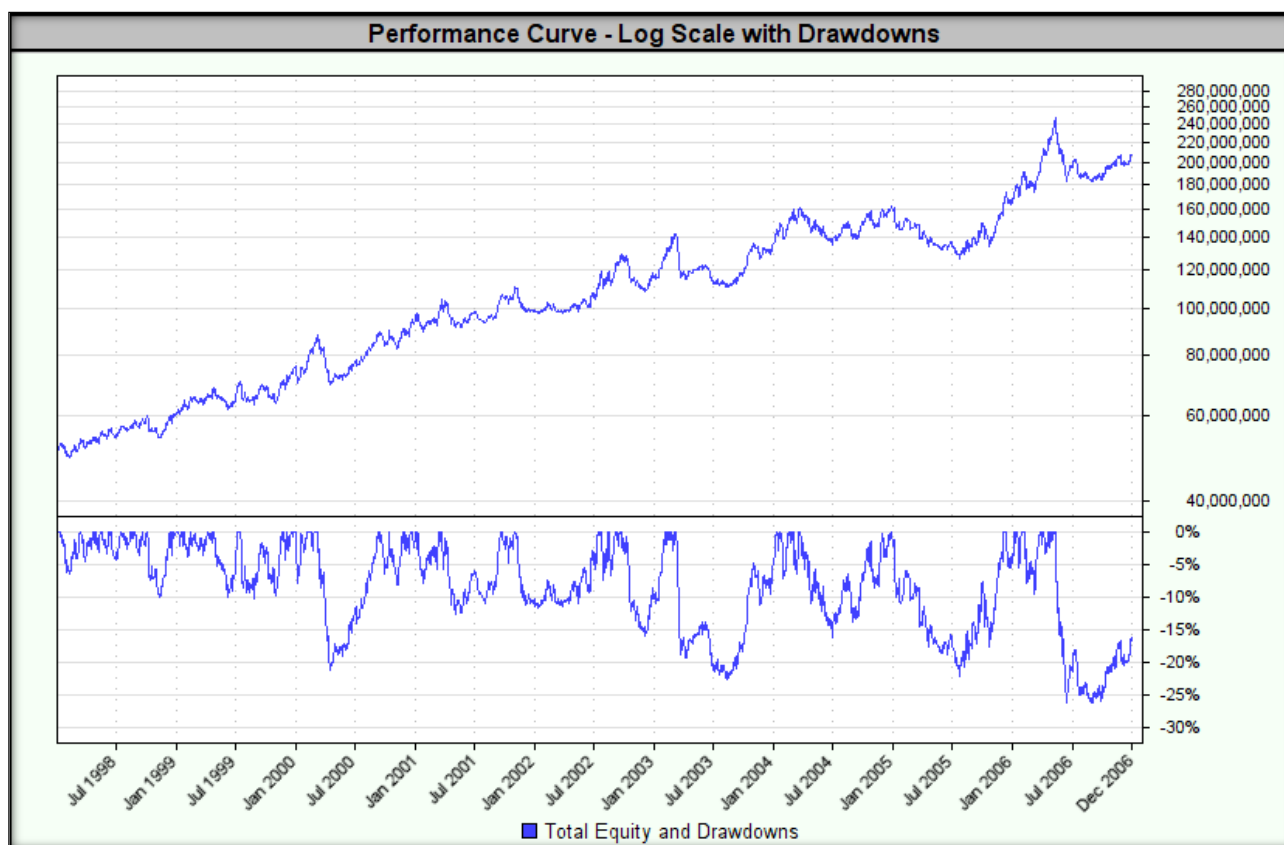
Natomiast najwyższa wartość MAR, w wysokości 0,65, została osiągnięta dla parametrów:

- Średnia krocząca: 260;
- Górna/dolna wstęga Bollingera: 1,70;
- Środkowa wstęga Bollingera: 0,90.

Najwyższej wartości MAR towarzyszył drawdown na poziomie 26,2%.

Test	Close Average (days)	Entry Threshold (std. dev.)	Exit Threshold (std. dev.)	End Balance	CAGR%	MAR	Sharpe	Ann. Sharpe	Max TE DD	Longest DD	Trades
6529	260	1.70	0.90	\$206,496,698.85	17.09%	0.65	0.89	2.26	26.2%	11.1	383
5054	240	1.60	0.85	\$225,371,597.14	18.23%	0.64	0.91	1.43	28.5%	21.2	357
6172	255	1.70	0.90	\$197,013,390.43	16.48%	0.63	0.86	1.90	26.0%	11.2	374
1880	195	1.70	0.50	\$197,892,066.04	16.53%	0.63	0.88	1.45	26.2%	20.5	353
4761	235	1.75	0.70	\$200,864,930.29	16.73%	0.63	0.92	1.67	26.6%	21.0	328
5075	240	1.65	0.65	\$212,172,630.65	17.44%	0.63	0.91	1.43	27.8%	21.0	338
6151	255	1.65	0.90	\$196,600,959.83	16.45%	0.63	0.82	1.63	26.3%	11.3	395
4403	230	1.75	0.65	\$193,942,269.09	16.27%	0.62	0.92	1.56	26.2%	21.2	324
1879	195	1.70	0.45	\$190,596,275.25	16.05%	0.62	0.87	1.50	25.9%	20.5	343
4760	235	1.75	0.65	\$196,388,791.81	16.43%	0.62	0.91	1.46	26.6%	21.0	317
6530	260	1.70	0.95	\$196,478,277.36	16.44%	0.62	0.83	2.28	26.6%	11.1	381

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



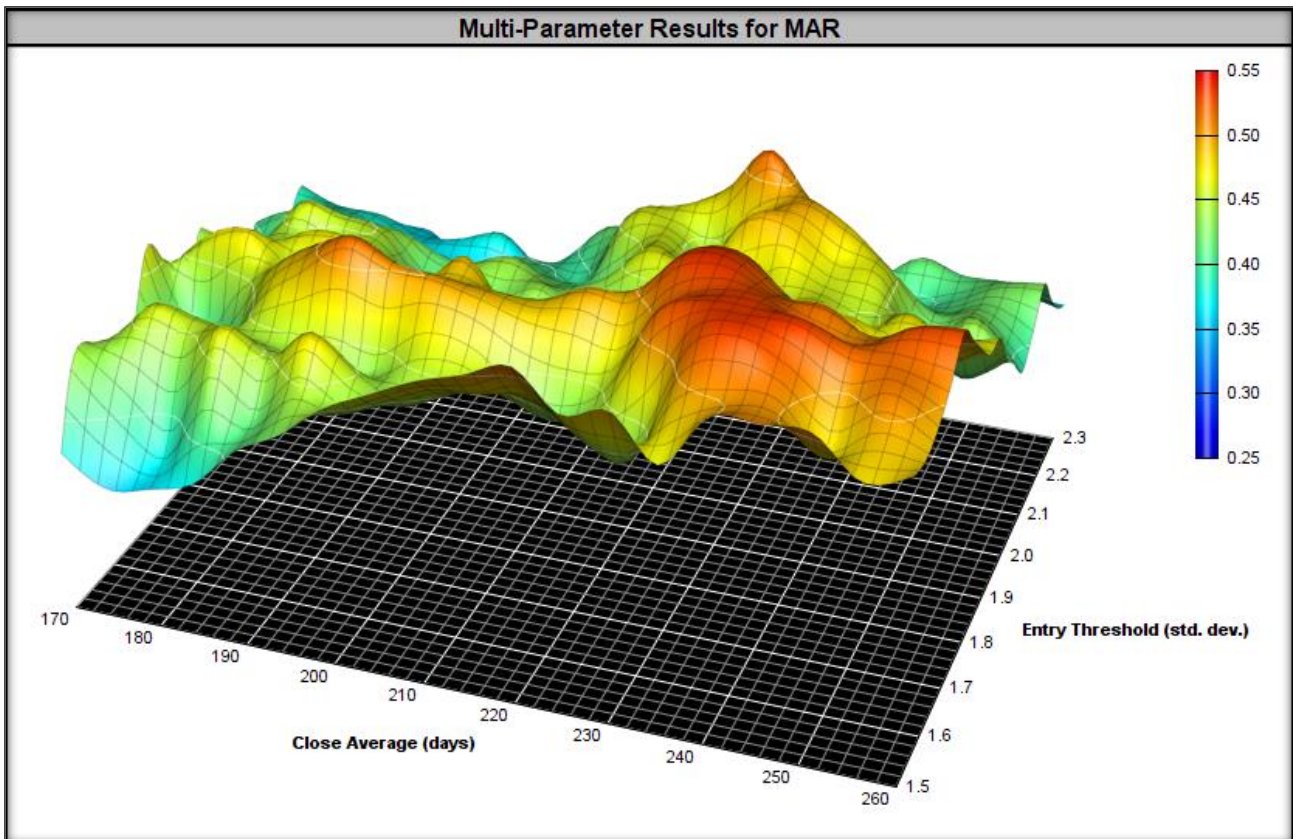
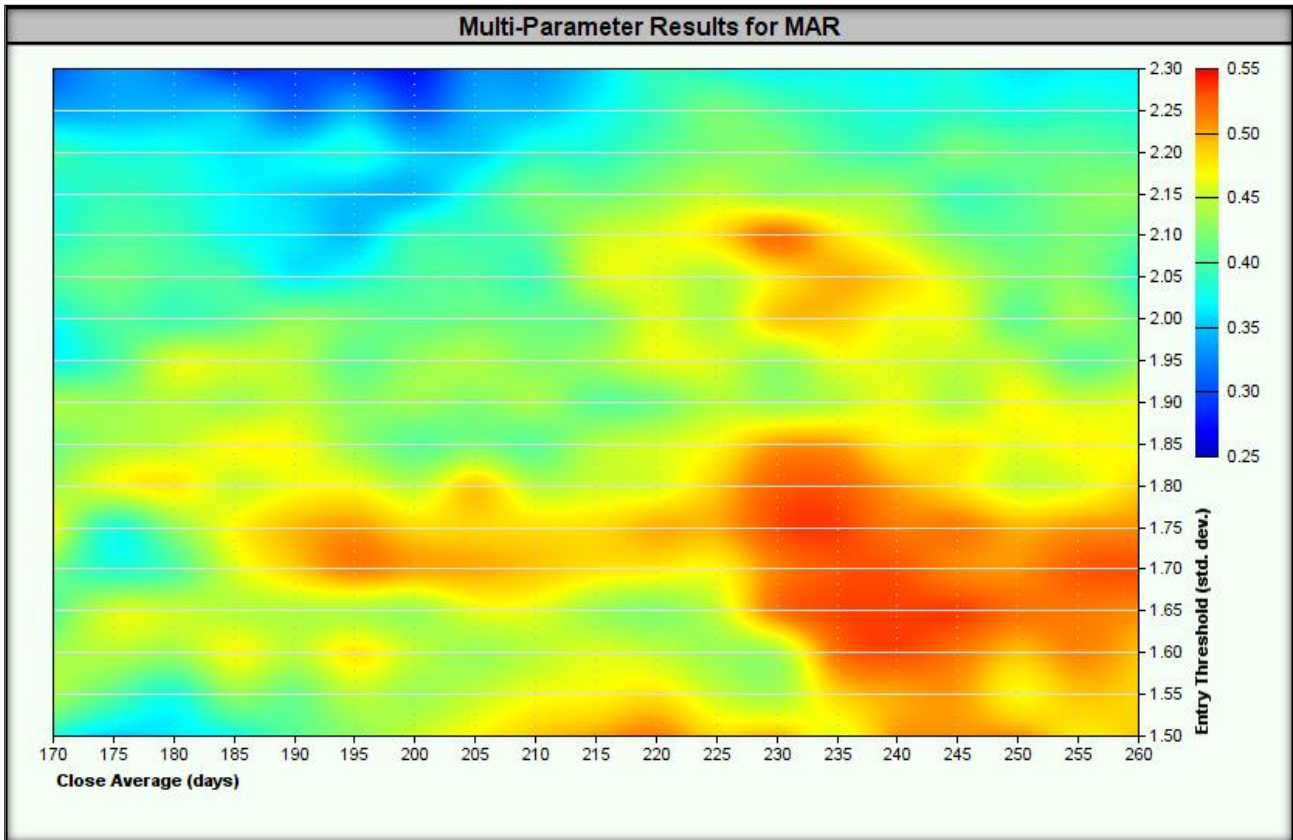
Dla wszystkich kombinacji testowanych zakresów parametrów, **najwyższy drawdown wyniósł 44,3%**.

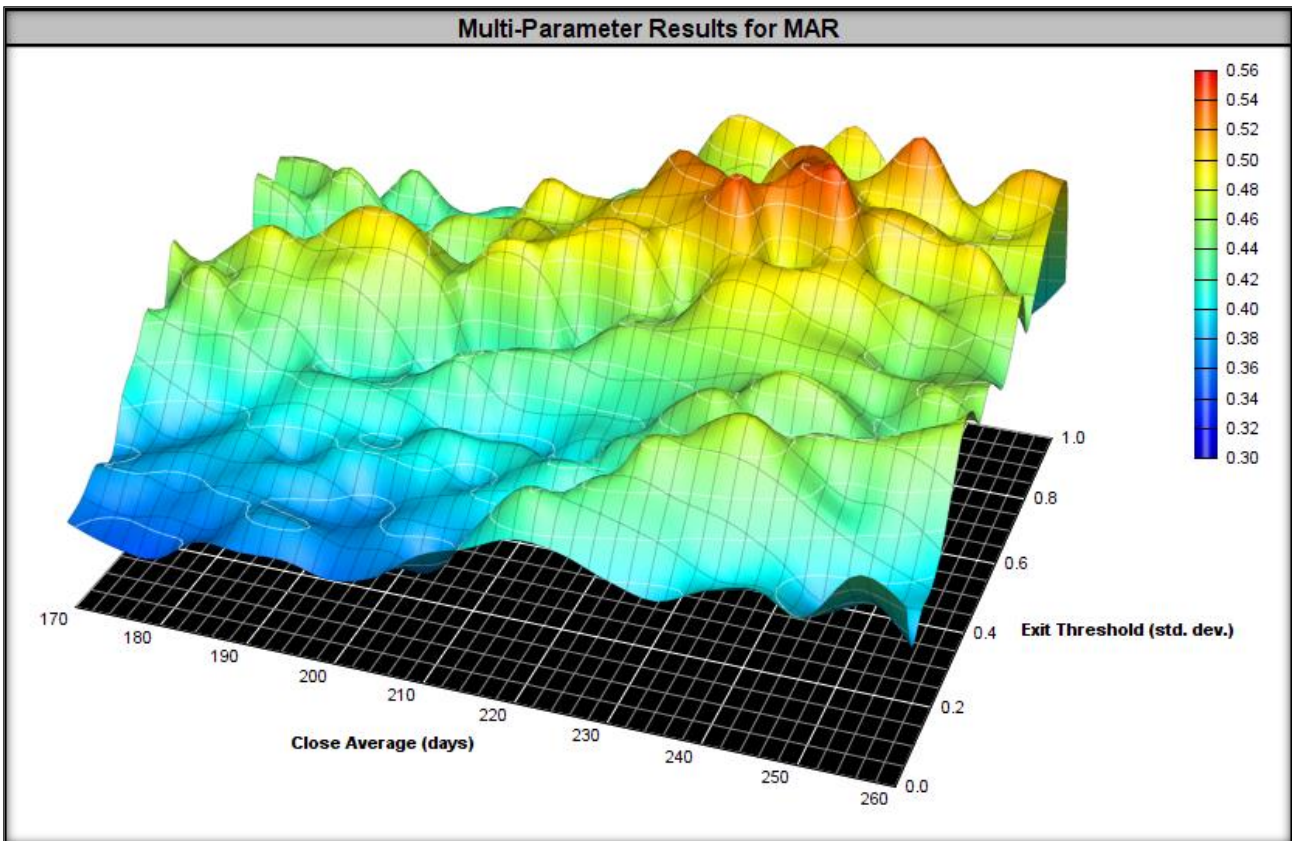
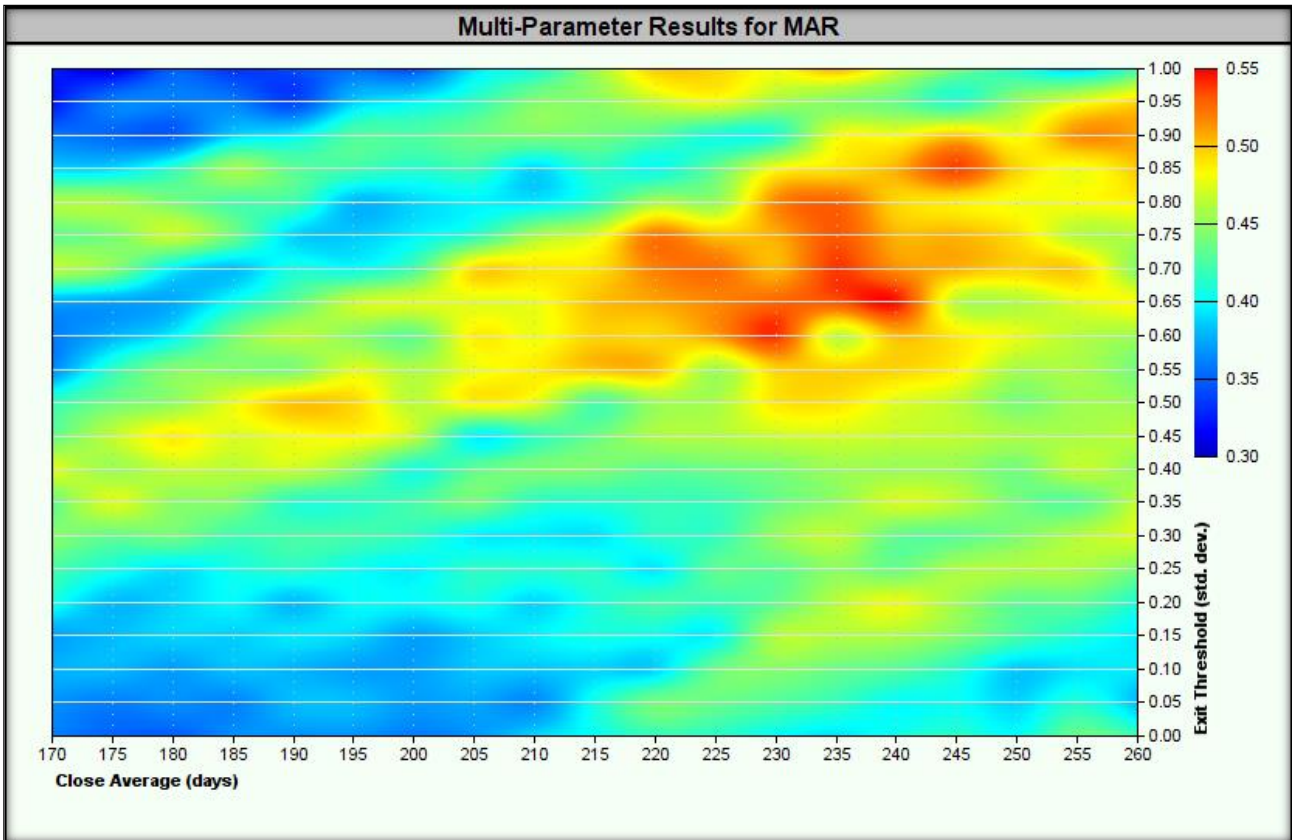
Test	Close Average (days)	Entry Threshold (std. dev.)	Exit Threshold (std. dev.)	End Balance	CAGR%	MAR	Sharpe	Ann. Sharpe	Max TE ...	Longest DD	Trades
378	175	1.50	1.00	\$126,372,310.47	10.86%	0.24	0.47	0.82	44.3%	15.0	760
21	170	1.50	1.00	\$155,013,372.43	13.41%	0.30	0.54	1.15	44.0%	24.2	774
1092	185	1.50	1.00	\$132,403,114.16	11.44%	0.26	0.49	0.85	43.2%	13.1	725
735	180	1.50	1.00	\$141,404,180.73	12.26%	0.30	0.51	0.84	41.3%	24.2	742
732	180	1.50	0.85	\$163,447,930.62	14.08%	0.34	0.60	1.30	41.0%	24.2	621
5733	250	1.50	1.00	\$209,446,080.36	17.27%	0.42	0.69	1.36	41.0%	22.5	575
20	170	1.50	0.95	\$139,713,105.94	12.11%	0.30	0.51	0.85	41.0%	15.2	735
734	180	1.50	0.95	\$142,037,961.23	12.31%	0.30	0.52	0.88	40.9%	24.1	704
377	175	1.50	0.95	\$137,134,418.45	11.88%	0.29	0.51	0.78	40.6%	15.0	719
399	175	1.55	1.00	\$138,115,802.90	11.96%	0.29	0.51	1.08	40.6%	15.9	699
1449	190	1.50	1.00	\$142,072,816.34	12.32%	0.30	0.52	0.89	40.5%	22.1	705

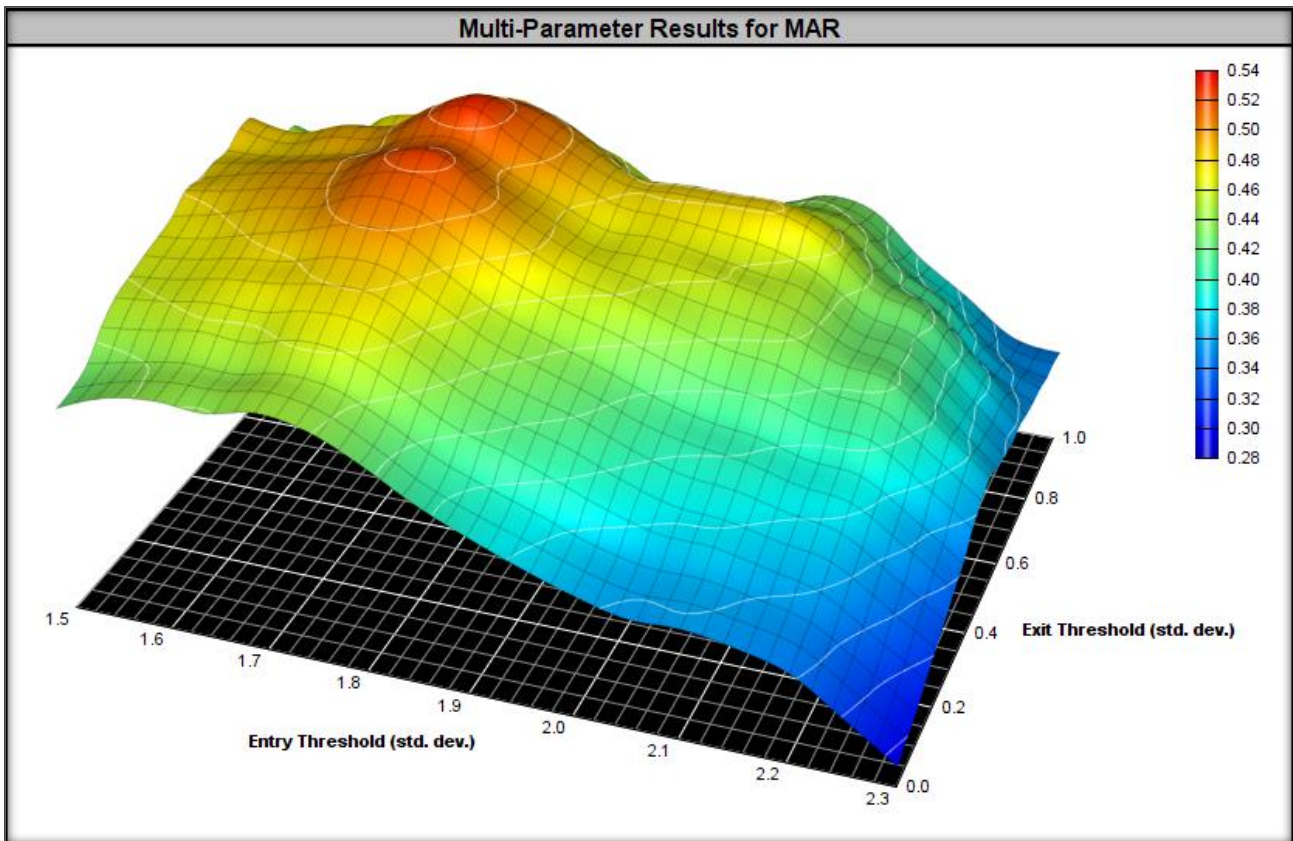
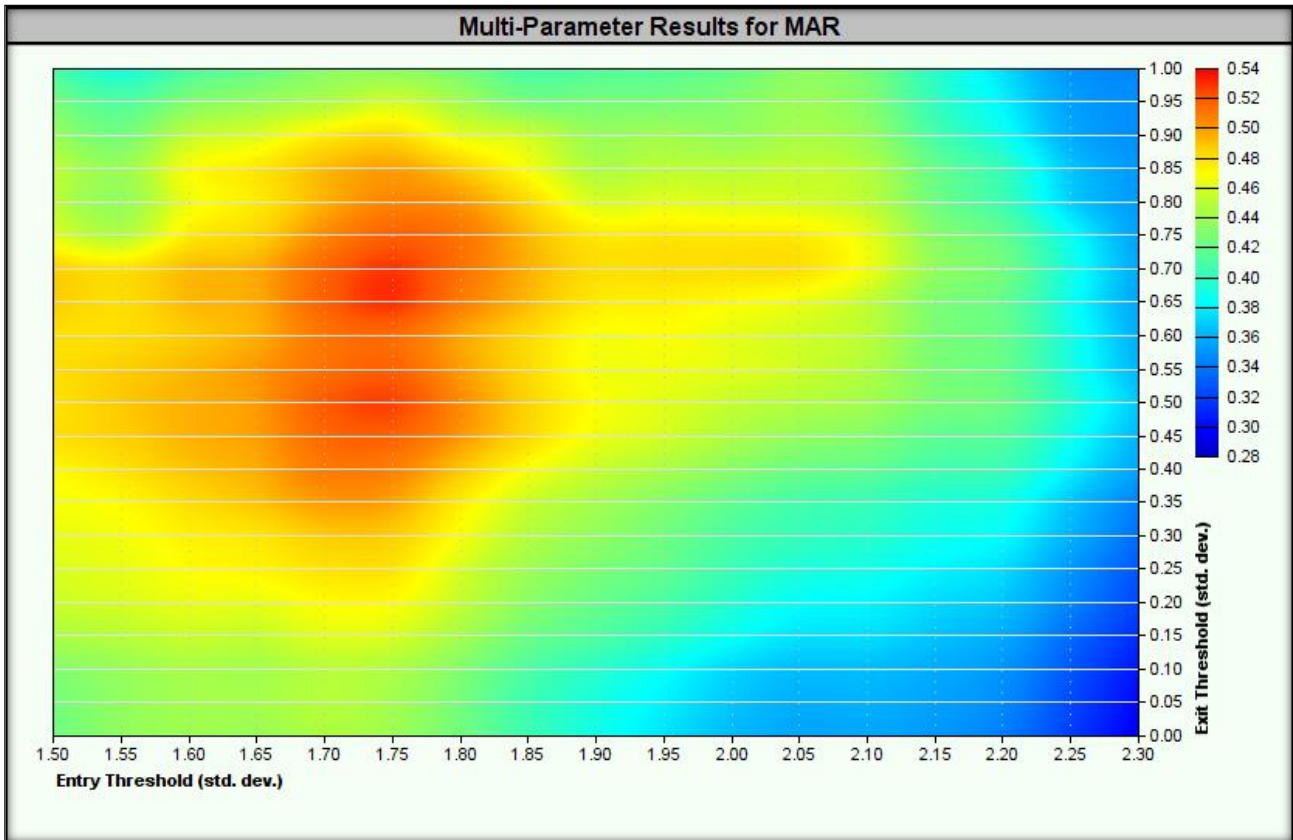
Podsumowując, strategia **zaliczyła test stabilności** w szerokim zakresie optymalizowanych parametrów na danych out-of-sample, ponieważ:

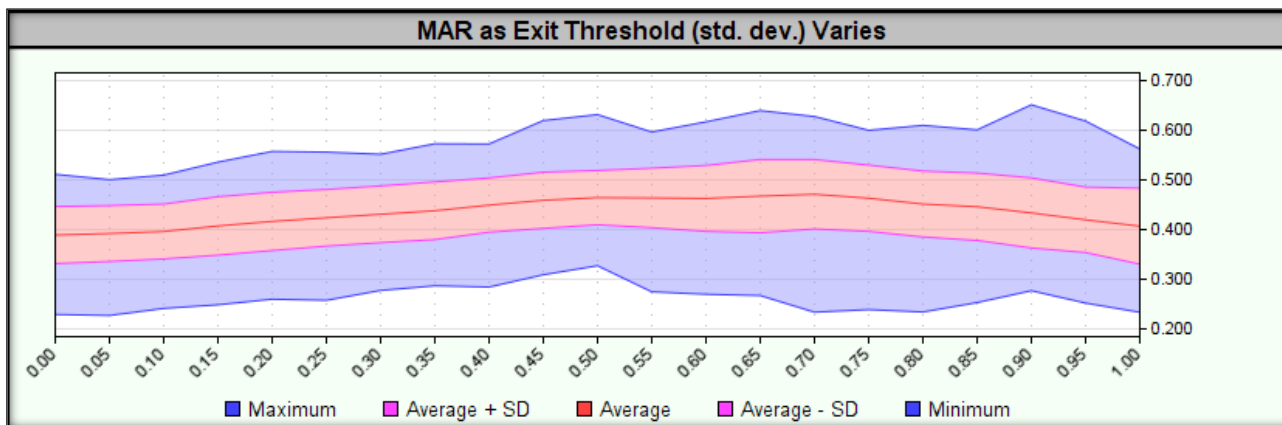
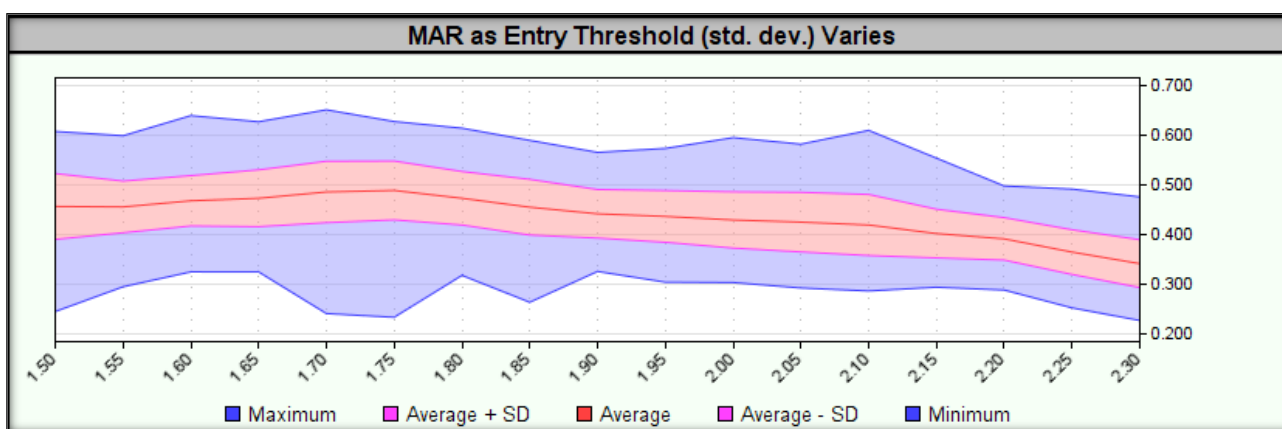
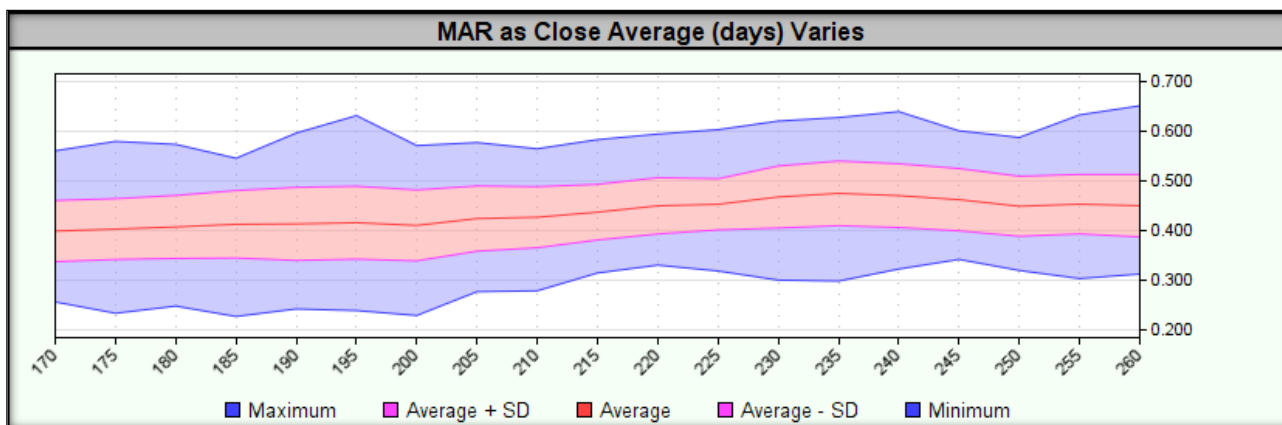
- **Wszystkie wyniki testów wykazywały dodatnią wartość wskaźnika MAR** – co wskazuje na stabilność strategii w różnych warunkach rynkowych.
- **Maksymalny drawdown na danych out-of-sample nie przekroczył 150% wartości maksymalnego drawdown na danych in-sample (44,3% vs. 53,6%)** – co oznacza akceptowalne ryzyko obsunięć kapitału.
- **Spadek wartości maksymalnego MAR na danych out-of-sample był mniejszy niż 50% względem wyników testów in-sample (0,65 vs. 0,52)** – co wskazuje, że strategia może uzyskiwać dobre wyniki w różnych warunkach rynkowych.

Poniżej przedstawiono **heatmaps 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 zbieżne 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.

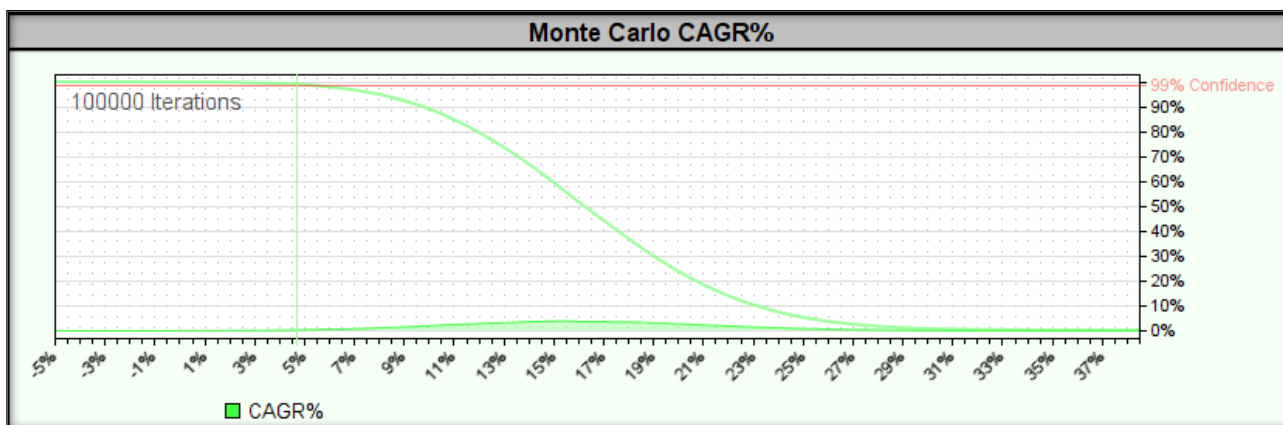
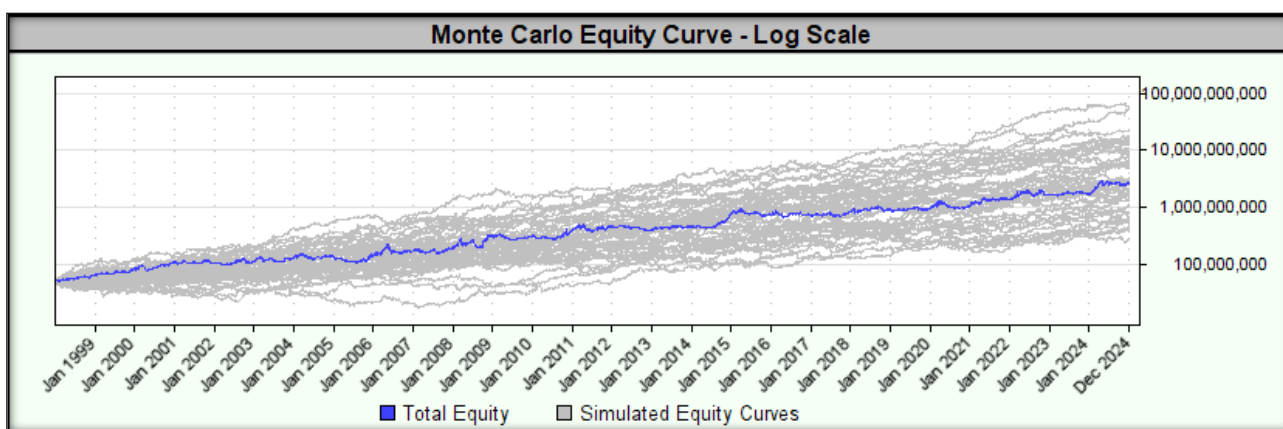


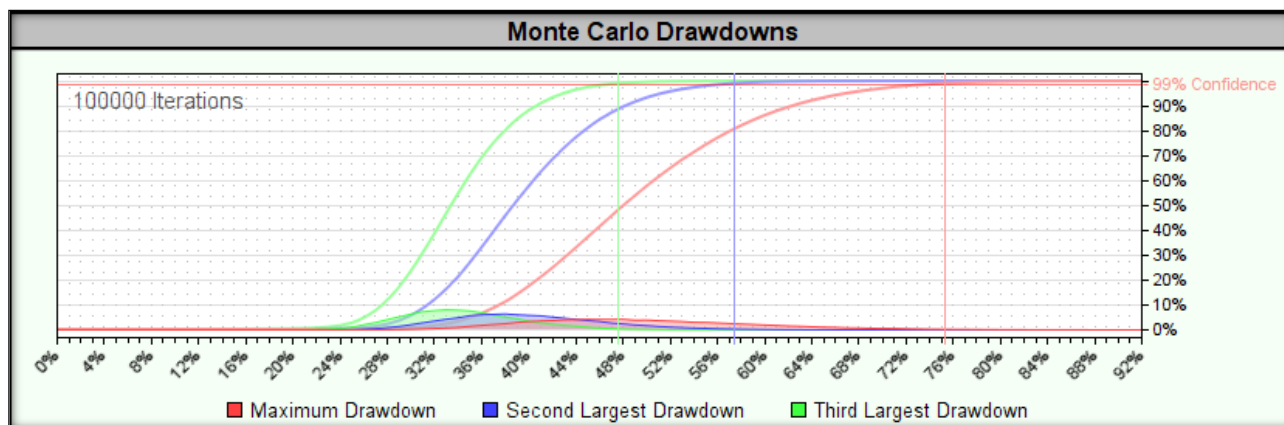
Jest to również idealna okazja, aby porównać **drawdown** uzyskany w testach na zoptymalizowanych zakresach parametrów z wynikami **symulacji Monte Carlo**, wykorzystując **99% przedział ufności**.

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 4,5%**.
- **Drawdown** – w 99% symulacji osiągnięto **drawdown równy lub niższy niż 75%**. Dla parametrów zoptymalizowanych na danych in-sample, drawdown wyniósł 32,7%.

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	\$66,602,734.40	33.23%	3.95	2.72	2.00	8.4%	1.9	46	46.94	18.25	2.86	0.69
2	19990101	\$57,831,355.53	15.72%	1.42	1.02	NA	11.1%	5.0	50	-0.33	-0.16	1.72	0.32
3	20000101	\$58,376,210.42	16.97%	1.41	1.18	NA	12.0%	4.9	48	17.47	12.73	1.76	0.37
4	20010101	\$51,364,212.05	2.73%	0.22	0.23	1.99	12.3%	5.8	45	7.55	4.83	1.13	0.06
5	20020101	\$54,295,508.60	8.60%	0.47	0.52	1.99	18.2%	4.7	49	1.97	1.48	1.35	0.19
6	20030101	\$55,334,316.18	10.68%	0.54	0.54	2.00	19.7%	9.9	55	-10.13	-7.73	1.42	0.21
7	20040101	\$50,984,716.19	1.77%	0.14	0.19	NA	13.0%	6.5	66	-1.99	-0.98	1.04	0.02
8	20050101	\$54,203,983.95	8.51%	0.54	0.51	NA	15.8%	8.0	58	-5.48	-5.05	1.33	0.20
9	20060101	\$55,477,517.35	10.99%	0.53	0.70	2.00	20.8%	7.7	51	4.70	3.87	1.49	0.22
10	20070101	\$57,881,533.48	15.77%	0.89	0.93	2.00	17.8%	3.8	55	-2.24	-1.13	1.69	0.32
11	20080101	\$72,862,845.30	45.76%	1.53	1.10	NA	30.0%	7.7	68	5.08	5.85	2.74	0.70
12	20090101	\$51,670,318.29	3.34%	0.28	0.38	1.99	12.2%	9.8	40	-8.33	-3.58	1.29	0.10
13	20100101	\$65,864,916.77	31.85%	1.49	1.10	NA	21.3%	7.9	64	18.64	17.95	1.96	0.52
14	20110101	\$55,670,164.15	11.48%	0.69	0.60	NA	16.6%	6.6	48	1.56	0.85	1.59	0.25
15	20120101	\$44,692,189.86	-10.65%	-0.60	-0.97	NA	17.8%	8.9	44	-17.07	-13.39	0.48	-0.24
16	20130101	\$56,175,358.99	12.36%	1.08	1.07	2.00	11.4%	3.9	49	8.48	7.22	1.47	0.26
17	20140101	\$84,423,893.76	68.91%	8.15	2.11	2.00	8.5%	5.0	57	47.87	32.39	3.70	1.25
18	20150101	\$45,700,853.30	-8.60%	-0.39	-0.60	-2.00	22.1%	8.6	55	-14.06	-13.35	0.68	-0.16
19	20160101	\$50,318,452.56	0.64%	0.03	0.14	NA	24.3%	10.6	61	-8.09	-3.84	1.04	0.02
20	20170101	\$57,648,680.55	15.35%	1.09	1.21	2.00	14.1%	5.9	52	-5.46	-4.68	1.61	0.30
21	20180101	\$50,766,617.31	1.53%	0.09	0.17	1.97	17.5%	7.1	71	-11.92	-7.97	1.05	0.02
22	20190101	\$48,039,025.27	-3.92%	-0.29	-0.24	-2.01	13.6%	7.1	56	-7.72	-3.66	0.85	-0.09
23	20200101	\$59,461,577.95	18.94%	0.71	0.76	NA	26.7%	9.3	67	-0.45	-0.62	1.47	0.27
24	20210101	\$54,816,658.71	9.67%	0.73	0.68	NA	13.2%	4.8	55	6.81	6.59	1.36	0.19
25	20220101	\$60,643,489.36	21.56%	0.86	0.86	NA	25.0%	6.6	63	17.20	19.56	1.66	0.35
26	20230101	\$50,165,063.93	0.33%	0.02	0.08	1.92	13.8%	3.6	55	5.80	6.01	1.05	0.03
27	20240101	\$60,532,956.11	21.08%	1.69	1.46	NA	12.5%	5.7	52	6.53	6.15	1.97	0.41

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	\$110,454,432.11	30.32%	1.31	1.57	12.95	23.2%	6.0	117	6.74	26.30	2.74	0.81
2	19990101	\$73,562,321.80	13.75%	0.68	0.75	0.92	20.1%	7.3	120	3.86	18.84	1.74	0.37
3	20000101	\$61,997,921.17	7.45%	0.40	0.47	0.96	18.8%	9.4	127	1.46	6.97	1.36	0.19
4	20010101	\$64,101,838.39	8.64%	0.42	0.49	1.51	20.3%	9.9	129	0.92	5.04	1.40	0.22
5	20020101	\$65,396,836.96	9.37%	0.46	0.52	2.27	20.3%	10.4	142	1.76	10.36	1.34	0.21
6	20030101	\$57,711,455.25	4.91%	0.17	0.33	1.07	29.5%	22.0	155	-0.10	-0.51	1.21	0.13
7	20040101	\$63,416,333.30	8.27%	0.27	0.45	0.71	30.8%	13.8	153	1.75	8.86	1.38	0.22
8	20050101	\$75,428,724.00	14.73%	0.45	0.70	1.63	32.6%	19.7	142	2.58	16.05	1.70	0.37
9	20060101	\$100,239,219.80	26.14%	0.82	0.87	1.08	31.8%	19.7	152	2.74	15.76	2.20	0.57
10	20070101	\$92,639,189.97	22.84%	0.72	0.80	0.84	31.8%	9.9	134	5.37	30.80	2.21	0.57
11	20080101	\$93,201,934.25	23.09%	0.77	0.81	1.18	30.0%	19.2	144	2.28	14.14	2.13	0.52
12	20090101	\$76,950,174.02	15.50%	0.62	0.71	1.42	25.2%	9.9	126	3.54	17.89	1.85	0.40
13	20100101	\$66,057,906.57	9.74%	0.39	0.50	0.54	25.2%	21.9	131	3.38	17.97	1.50	0.27
14	20110101	\$57,539,723.16	4.81%	0.26	0.37	0.37	18.5%	17.1	126	0.12	0.63	1.27	0.14
15	20120101	\$86,177,347.33	19.93%	1.12	1.03	0.65	17.8%	17.1	135	1.11	5.00	2.07	0.56
16	20130101	\$90,262,287.85	21.78%	0.88	0.99	0.79	24.9%	11.2	137	6.51	31.57	2.12	0.61
17	20140101	\$80,858,435.64	17.41%	0.61	0.76	0.52	28.5%	21.4	148	4.50	21.27	1.96	0.49
18	20150101	\$51,815,161.73	1.20%	0.04	0.15	0.13	29.2%	32.6	148	-1.71	-6.18	1.08	0.04
19	20160101	\$63,555,068.65	8.33%	0.34	0.50	1.46	24.3%	22.9	157	0.97	3.96	1.35	0.18
20	20170101	\$65,517,169.35	9.44%	0.44	0.62	1.53	21.7%	15.7	145	2.14	9.68	1.39	0.23
21	20180101	\$60,770,378.89	6.72%	0.24	0.45	1.15	28.0%	11.2	167	0.99	7.72	1.21	0.12
22	20190101	\$69,746,301.22	11.74%	0.43	0.65	0.98	27.2%	11.1	157	1.81	12.52	1.44	0.27
23	20200101	\$91,193,995.29	22.22%	0.83	0.91	9.46	26.7%	10.9	165	3.64	24.19	1.77	0.44
24	20210101	\$67,564,032.54	10.56%	0.42	0.59	1.00	25.0%	18.6	159	2.67	14.66	1.41	0.23
25	20220101	\$93,477,322.58	23.26%	0.93	0.98	0.98	25.0%	19.9	152	3.69	20.91	1.98	0.53

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): 24 na 27 okresów zakończyło się dodatnią stopą zwrotu (89%).
- W przypadku trzyletniego okna testowego (1095/365): 25 na 25 okresów zakończyło się dodatnią stopą zwrotu (96%).

Tym samym test stabilności strategii na ruchomym oknie danych został zaliczony.

4. Stabilność long/short

W przypadku wielu instrumentów rynki mają naturalną tendencję do poruszania się w kierunku wzrostowym (tzw. Long Bias), co sprawia, że inwestowanie w scenariusze wzrostowe jest często łatwiejsze niż granie na spadki. Optymalizowanie strategii pod scenariusz wzrostowy, wynikający zwykle z danych używanych do optymalizacji, może prowadzić do problemów w sytuacji, gdy rynki wejdą w długoterminowe trendy spadkowe. W takich warunkach strategia może generować znaczne straty.



Aby sprawdzić, czy **strategia** nie wykazuje skłonności do **Long Bias** lub (rzadziej) **Short Bias**, należy zweryfikować **rozkład historycznych transakcji** na kupno i sprzedaż. W idealnych warunkach rozkład ten powinien wynosić około **50%/50%**. Jeśli jednak jedna strona jest znacząco preferowana (np. **70%/30%**), strategia może być **niestabilna** w realnym środowisku rynkowym.

Strategia uznawana za stabilną (robust) powinna wykazywać maksymalnie **60% skłonności (bias)** w jednym kierunku.

Wyniki dla strategii Bollinger Breakout (1998-2024):

- **Łączna liczba transakcji: 1181**
- **Transakcje długie: 654 (55,4%)**
- **Transakcje krótkie: 527 (44,6%)**

Rozkład transakcji wynosi 55,4%/44,6%, co mieści się w akceptowalnym zakresie, co oznacza, że strategia **nie wykazuje nadmiernego biasu** i może być uznana za stabilną w różnych warunkach rynkowych.

5. Stabilność na portfelu instrumentów finansowych

W tym kroku chcemy zbadać, **jak generowane wyniki strategii rozkładają się pomiędzy różne instrumenty w portfelu**. Naszym celem jest **uniknięcie sytuacji, w której dodatnie wyniki strategii pochodzą jedynie z niewielkiej grupy wyjątkowo dobrze performujących instrumentów**.

Aby to sprawdzić, dla danych **in-sample i out-of-sample łącznie**, analizujemy, **jaki procent instrumentów osiągnął wartość profit factor powyżej 1** (co oznacza pozytywną kontrybucję do wyniku strategii).

Oczekujemy, że:

- **Dla portfela z najwyższym MAR** (uzyskanym na danych IS) odsetek instrumentów z **profit factor > 1** wyniesie co najmniej **80%**.
- **Dla portfela z najniższym MAR** (uzyskanym na danych IS) odsetek instrumentów z **profit factor > 1** wyniesie co najmniej **70%**.

Jeżeli powyższe warunki zostaną spełnione, **możemy uznać, że strategia jest stabilna na szerokim koszyku instrumentów finansowych**.

Poniżej przedstawiono **profit factor** dla instrumentów wchodzących w skład portfela przy **zastosowaniu najwyższego MAR**.



Instrument Performance Summary													
Symbol	Wins	%	Losses	%	Trades	Win Months	%	Loss Months	%	Avg. Win %	Avg. Loss %	Avg. Trade %	% Profit Factor
C	18	39.1%	28	60.9%	46	217	67.0%	107	33.0%	2.16%	0.83%	0.34%	1.68
CC	13	20.3%	51	79.7%	64	210	64.8%	114	35.2%	6.44%	0.96%	0.54%	1.71
CFI	11	37.9%	18	62.1%	29	260	80.2%	64	19.8%	4.28%	0.80%	1.13%	3.28
CL	12	26.1%	34	73.9%	46	224	69.1%	100	30.9%	4.92%	0.87%	0.64%	1.99
CT	11	22.0%	39	78.0%	50	212	65.4%	112	34.6%	5.47%	0.79%	0.59%	1.96
DX	12	22.6%	41	77.4%	53	211	65.1%	113	34.9%	4.32%	0.77%	0.38%	1.64
EBL	12	28.6%	30	71.4%	42	234	72.2%	90	27.8%	3.60%	0.84%	0.43%	1.72
ES	19	38.0%	31	62.0%	50	216	66.7%	108	33.3%	2.04%	0.79%	0.28%	1.57
FDX	20	45.5%	24	54.5%	44	226	69.8%	98	30.2%	1.65%	0.83%	0.30%	1.65
FLG	17	36.2%	30	63.8%	47	218	67.3%	106	32.7%	2.26%	0.82%	0.30%	1.57
GC	15	30.0%	35	70.0%	50	211	65.1%	113	34.9%	2.80%	0.82%	0.27%	1.47
HG	15	31.2%	33	68.8%	48	226	69.8%	98	30.2%	3.83%	0.83%	0.63%	2.09
HSI	17	40.5%	25	59.5%	42	222	68.5%	102	31.5%	1.31%	0.59%	0.18%	1.51
KC	14	26.4%	39	73.6%	53	224	69.1%	100	30.9%	3.43%	0.89%	0.25%	1.39
LCO	15	30.0%	35	70.0%	50	222	68.5%	102	31.5%	4.33%	0.86%	0.70%	2.17
LGO	17	42.5%	23	57.5%	40	228	70.4%	96	29.6%	4.14%	0.88%	1.25%	3.48
NG	15	28.3%	38	71.7%	53	204	63.0%	120	37.0%	1.92%	0.78%	-0.01%	0.97
NIY	10	28.6%	25	71.4%	35	252	77.8%	72	22.2%	3.37%	0.89%	0.33%	1.52
NQ	16	33.3%	32	66.7%	48	216	66.7%	108	33.3%	3.47%	0.69%	0.69%	2.50
OJ	15	27.3%	40	72.7%	55	207	63.9%	117	36.1%	2.80%	0.90%	0.11%	1.16
PA	15	34.1%	29	65.9%	44	226	69.8%	98	30.2%	3.46%	0.90%	0.59%	2.00
S	18	40.9%	26	59.1%	44	233	71.9%	91	28.1%	2.34%	0.88%	0.44%	1.84
SB	16	34.0%	31	66.0%	47	218	67.3%	106	32.7%	2.79%	0.82%	0.41%	1.76
TY	19	40.4%	28	59.6%	47	214	66.0%	110	34.0%	2.63%	0.82%	0.57%	2.16
W	16	29.6%	38	70.4%	54	204	63.0%	120	37.0%	1.47%	0.75%	-0.09%	0.82

Poniżej przedstawiono **profit factor** dla instrumentów wchodzących w skład portfela przy **zastosowaniu** **najniższego MAR**.



Instrument Performance Summary													
Symbol	Wins	%	Losses	%	Trades	Win Months	%	Loss Months	%	Avg. Win %	Avg. Loss %	Avg. Trade %	% Profit Factor
C	14	41.2%	20	58.8%	34	237	73.1%	87	26.9%	1.46%	0.81%	0.13%	1.27
CC	10	28.6%	25	71.4%	35	249	76.9%	75	23.1%	4.08%	0.86%	0.55%	1.91
CFI	6	35.3%	11	64.7%	17	280	86.4%	44	13.6%	3.59%	0.66%	0.84%	2.99
CL	13	50.0%	13	50.0%	26	252	77.8%	72	22.2%	2.03%	0.86%	0.58%	2.35
CT	9	30.0%	21	70.0%	30	239	73.8%	85	26.2%	3.29%	0.64%	0.54%	2.20
DX	8	28.6%	20	71.4%	28	251	77.5%	73	22.5%	3.69%	0.72%	0.54%	2.06
EBL	10	41.7%	14	58.3%	24	258	79.6%	66	20.4%	1.63%	0.76%	0.24%	1.54
ES	11	37.9%	18	62.1%	29	245	75.6%	79	24.4%	1.45%	0.73%	0.10%	1.22
FDX	10	34.5%	19	65.5%	29	250	77.2%	74	22.8%	1.18%	0.44%	0.12%	1.41
FLG	14	46.7%	16	53.3%	30	240	74.1%	84	25.9%	0.92%	0.65%	0.09%	1.25
GC	9	27.3%	24	72.7%	33	236	72.8%	88	27.2%	1.63%	0.69%	-0.06%	0.88
HG	13	50.0%	13	50.0%	26	257	79.3%	67	20.7%	2.04%	0.74%	0.65%	2.77
HSI	10	33.3%	20	66.7%	30	246	75.9%	78	24.1%	0.78%	0.56%	-0.11%	0.70
KC	8	34.8%	15	65.2%	23	269	83.0%	55	17.0%	2.14%	0.80%	0.22%	1.42
LCO	11	35.5%	20	64.5%	31	249	76.9%	75	23.1%	2.41%	0.78%	0.35%	1.70
LGO	13	48.1%	14	51.9%	27	244	75.3%	80	24.7%	2.71%	0.69%	0.95%	3.67
NG	9	31.0%	20	69.0%	29	246	75.9%	78	24.1%	1.40%	0.68%	-0.04%	0.92
NIY	9	42.9%	12	57.1%	21	266	82.1%	58	17.9%	2.04%	0.70%	0.47%	2.17
NQ	11	35.5%	20	64.5%	31	236	72.8%	88	27.2%	2.39%	0.68%	0.41%	1.93
OJ	11	28.2%	28	71.8%	39	231	71.3%	93	28.7%	1.52%	0.80%	-0.15%	0.75
PA	13	50.0%	13	50.0%	26	249	76.9%	75	23.1%	1.31%	0.73%	0.29%	1.81
S	10	31.2%	22	68.8%	32	245	75.6%	79	24.4%	1.62%	0.68%	0.04%	1.08
SB	12	40.0%	18	60.0%	30	239	73.8%	85	26.2%	1.88%	0.74%	0.31%	1.70
TY	14	46.7%	16	53.3%	30	235	72.5%	89	27.5%	1.66%	0.58%	0.47%	2.51
W	10	27.0%	27	73.0%	37	236	72.8%	88	27.2%	1.01%	0.77%	-0.29%	0.49

Dla naszej testowanej strategii:

- **portfel z najwyższym MAR** (uzyskanym na danych IS) ma odsetek instrumentów z **profit factor > 1 na poziomie 92%**.
- **portfela z najniższym MAR** (uzyskanym na danych IS) ma odsetek instrumentów z **profit factor > 1 na poziomie 80%**.

Tym samym **test stabilności strategii na portfelu instrumentów finansowych został zaliczony**.

6. Money Management (Position Sizing)

Po zakończeniu **testów stabilności**, wiemy już, **jakiego zakresu wyników możemy się spodziewać po naszej strategii**, a co jeszcze ważniejsze – **jakiej wielkości utraty kapitału (drawdown)**.

Z wcześniejszych testów wynika, że:

- **Drawdown in-sample** dla zoptymalizowanych parametrów wyniósł **31,8%**.
- **Drawdown in-sample i out-of-sample** łącznie dla zoptymalizowanych parametrów wyniósł **32,7%**.
- **Największy drawdown in-sample** dla testowanego zakresu parametrów wyniósł **53,6%**.
- **Największy drawdown out-of-sample** dla testowanego zakresu parametrów wyniósł **44,3%**.
- **Drawdown w 99% symulacji Monte Carlo** był równy lub niższy niż **75,0%**.

Nasza strategia inwestycyjna była testowana przy założeniu, że **ryzyko pojedynczej pozycji wynosi 1,0% całkowitego kapitału**.



Mając na uwadze powyższe informacje, należy zastanowić się, czy takie ryzyko pojedynczej pozycji jest akceptowalne, biorąc pod uwagę możliwy drawdown.

Na tym etapie taka wielkość pozycji jest dla mnie osobiście akceptowalna, jednak ostateczną decyzję podejmę po przeprowadzeniu testów Walk-Forward Analysis.

Podsumowując, na ten moment strategia została zoptymalizowana do następujących parametrów:

- Średnia krocząca: 260;
- Górna/dolna wstęga Bollingera: 1,55;
- Środkowa wstęga Bollingera: 0,70;
- Wielkość pozycji: odpowiadająca ryzyku 1,0% wartości kapitału;
- Otwarcie pozycji: po cenie otwarcia kolejnego dnia.

7. Strategy Risk Management

Poza określeniem maksymalnej wielkości pojedynczej pozycji, możemy wdrożyć dodatkowe mechanizmy, które poprawią kontrolę ryzyka w strategii inwestycyjnej. Kluczowe elementy to:

- Maksymalna liczba pozycji otwartych w mocno skorelowanych instrumentach,
- Maksymalna liczba pozycji otwartych w średnio skorelowanych instrumentach,
- Maksymalna liczba pozycji otwartych w jednym kierunku,
- Maksymalna wartość ryzyka wszystkich pozycji,
- Drawdown – mechanizm redukcji pozycji.

Optymalne wartości dla tych parametrów można ustalić poprzez maksymalizację funkcji celu MAR. Jednak, opierając się na doświadczeniu oraz świadomości ryzyka, jakie niesie nadmierna koncentracja portfela w jednym kierunku (long/short) lub zbyt duża ekspozycja na skorelowane instrumenty, przyjmuję pewne arbitralne limity koncentracji.

Nie są to „najlepsze” wartości optymalne w każdych warunkach rynkowych – podobnie jak w przypadku wielkości pozycji, czasami warto ją zmniejszyć, a czasami zwiększyć. Jednak kluczowym celem jest unikanie takiego drawdownu, który mógłby wymusić zakończenie stosowania strategii z powodów finansowych lub emocjonalnych.

Zbyt duża koncentracja w skorelowanych instrumentach lub w jednym kierunku rynku może osłabić dywersyfikację, która jest jednym z kluczowych źródeł przewagi strategii.

Dlatego też przyjmuję bez optymalizacji następujące limity koncentracji:

- Maksymalna liczba pozycji otwartych w mocno skorelowanych instrumentach: 3 pozycje,
- Maksymalna liczba pozycji otwartych w średnio skorelowanych instrumentach: 6 pozycji,
- Maksymalna liczba pozycji otwartych w jednym kierunku: 12 pozycji.

Po tym kroku mamy już zoptymalizowane wszystkie elementy strategii inwestycyjnej. Możemy w końcu dokładniej przeanalizować wyniki, jakie generuje strategia.

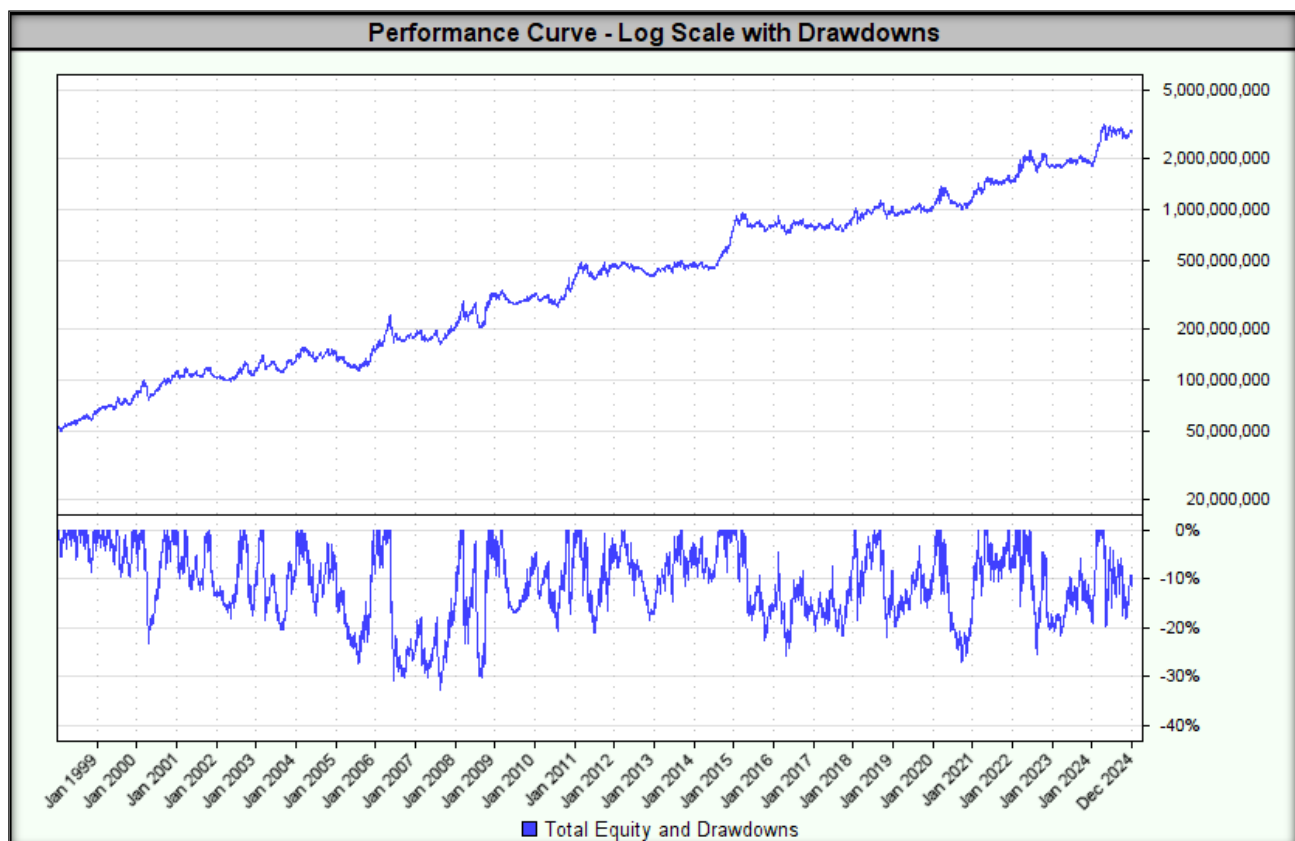
Nie robiliśmy tego wcześniej, ponieważ naszym celem nie była optymalizacja samych parametrów i poszukiwanie „najlepszego” zestawu, lecz zbudowanie stabilnej strategii.

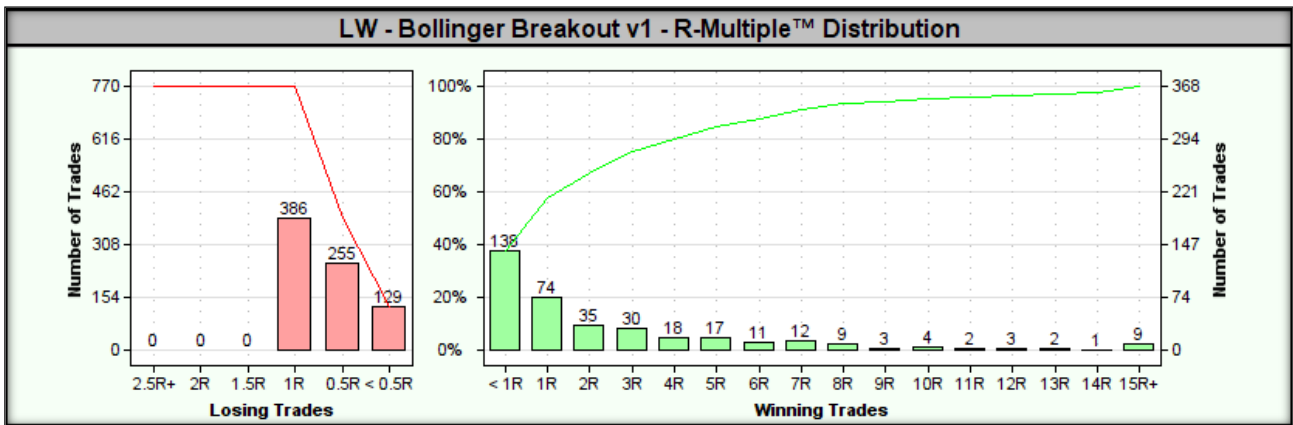
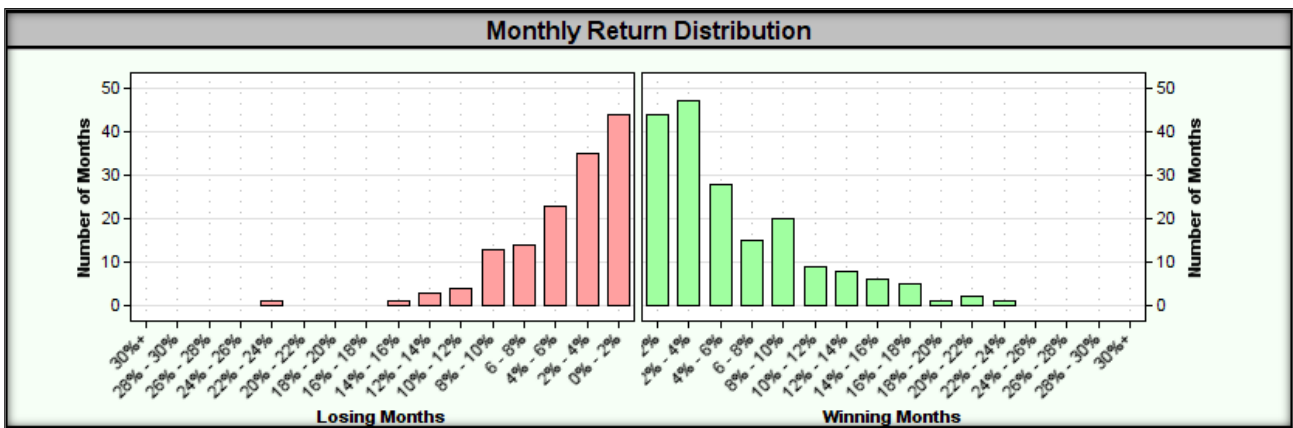
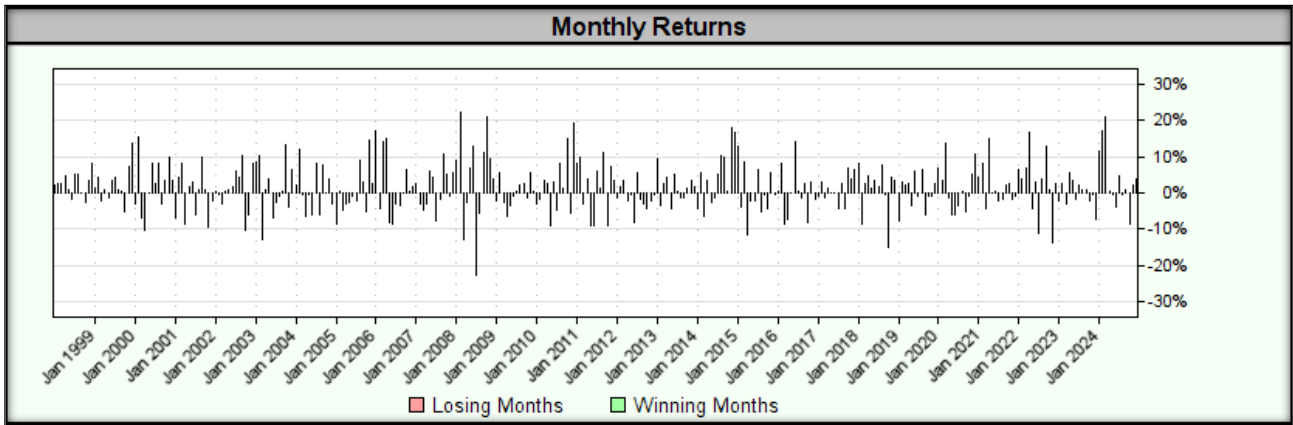


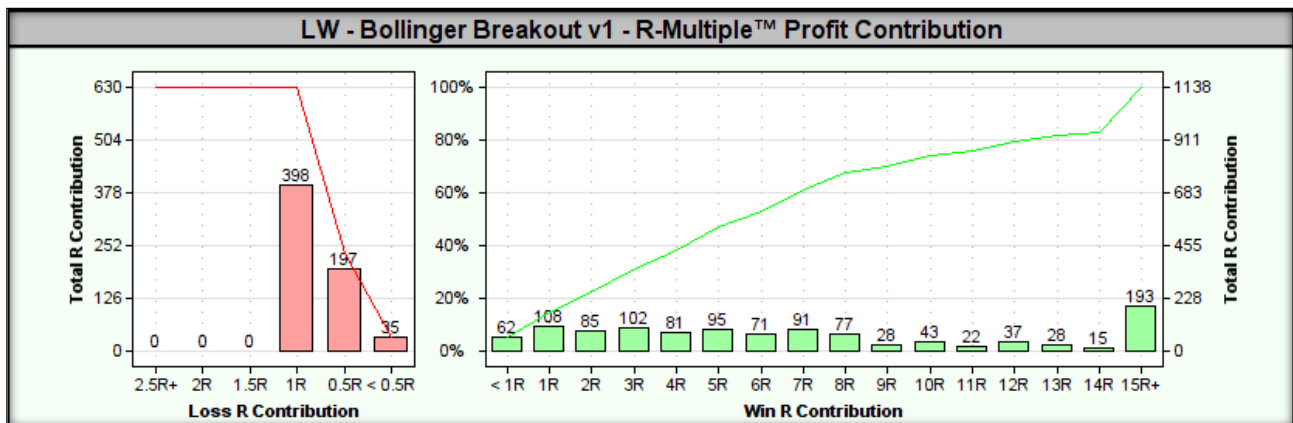
Co istotne, **finalnie nie będziemy używać parametrów zoptymalizowanych w back-testach**, ponieważ służyć one jedynie jako punkt odniesienia. Parametry wykorzystane w realnych transakcjach zostaną określone podczas Walk-Forward Analysis.

Zanim jednak przejdziemy do tego etapu, **podsumujmy wyniki na danych in-sample oraz na połączonych danych in-sample i out-of-sample**.

Wskaźniki/Miary	In-sample	In-sample & Out-of-sample
CAGR%	16,7%	16,1%
MAR Ratio	0,56	0,49
RAR%	14,8%	14,7%
R-Cubed	0,41	0,35
Robust Sharpe Ratio	0,64	0,65
Max Drawdown	30,0%	32,7%
Wins	31,3%	32,3%
Losses	68,7%	67,7%
Average Win%	3,24%	3,12%
Average Loss%	0,81%	0,82%
Win/Loss Ratio	4,01	3,79
Average Trade Duration (days)	108	111
Percent Profit Factor	1,83	1,81
SQN	0,92	0,93
Ilość transakcji	782	1138







Podsumowując, na ten moment **strategia została zoptymalizowana do następujących parametrów:**

- **Średnia krocząca:** 260;
- **Górna/dolna wstęga Bollingera:** 1,55;
- **Środkowa wstęga Bollingera:** 0,70;
- **Wielkość pozycji:** odpowiadająca ryzyku 1,0% wartości kapitału;
- **Otwarcie pozycji:** po cenie otwarcia kolejnego dnia;
- **Maksymalna liczba pozycji otwartych w różnych kategoriach:**
 - **Mocno skorelowane instrumenty:** 3 pozycje;
 - **Średnio skorelowane instrumenty:** 6 pozycji;
 - **Maksymalna liczba pozycji w jednym kierunku:** 12 pozycji.



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.

Poniżej przedstawiono **wyniki WFA oraz ocenę efektywności strategii według miary Walk-Forward Efficiency**.



Parametry Walk-Forward Optimization (WFO):

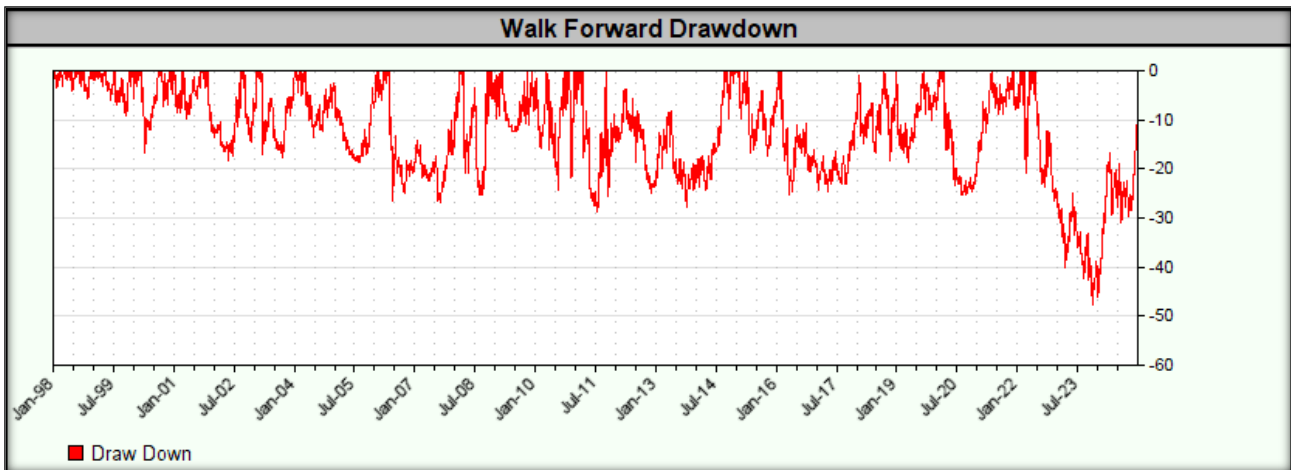
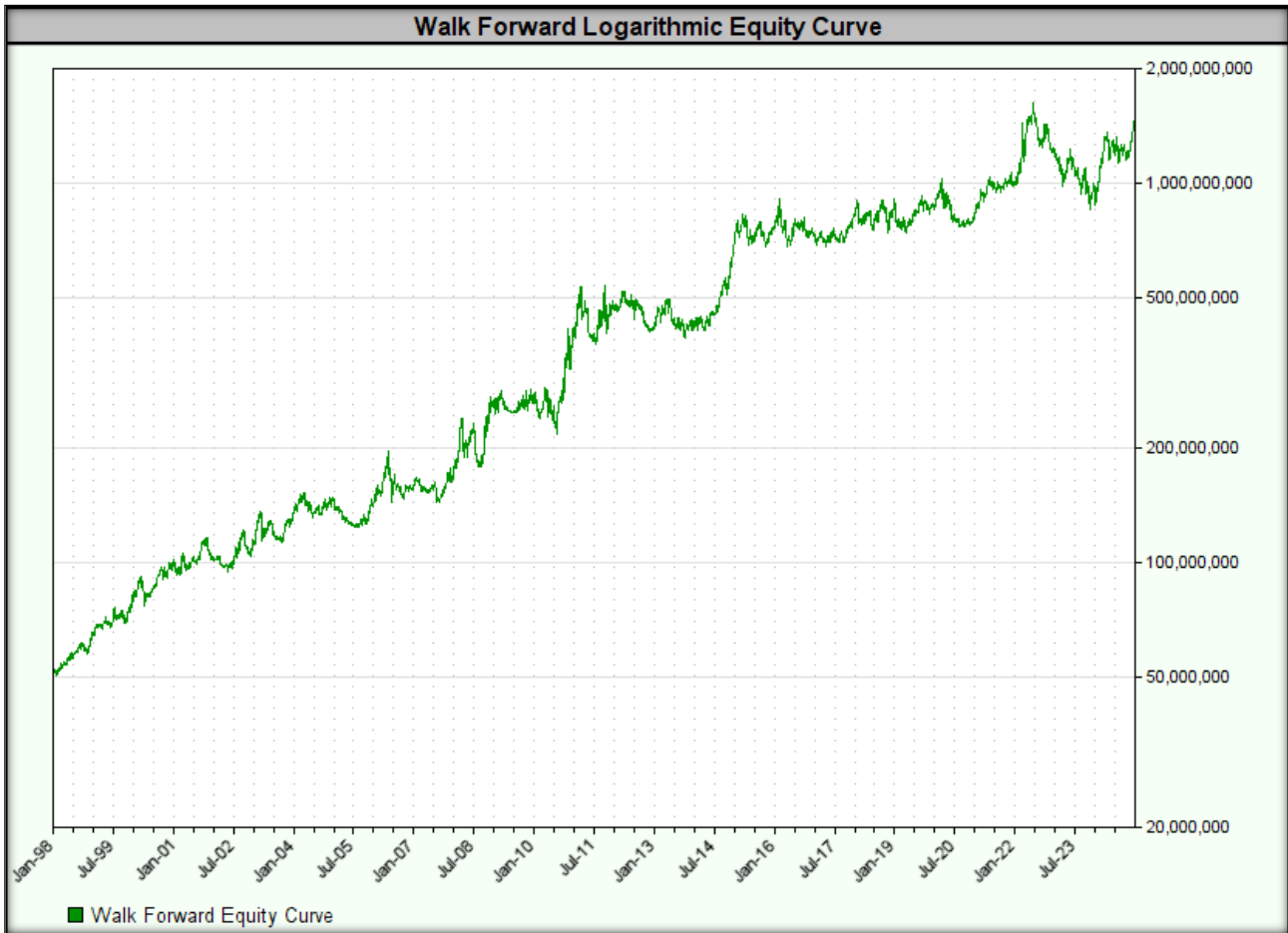
- **Funkcja celu:** MAR
- **Wielkość pozycji:** odpowiadająca ryzyku 1,0% wartości kapitału
- **Zakres optymalizowanych parametrów:**
 - **Średnia krocząca:** zakres 170-260 dni (krok: 10)
 - **Górna/dolna wstęga Bollingera:** zakres 1,5-2,3 (krok: 0,1)
 - **Środkowa wstęga Bollingera:** zakres 0,0-1,0 (krok: 0,1)
- **Sposób otwierania pozycji:** po cenie otwarcia kolejnego dnia
- **Maksymalna liczba pozycji otwartych w różnych kategoriach:**
 - **Mocno skorelowane instrumenty:** 3 pozycje
 - **Średnio skorelowane instrumenty:** 6 pozycji
 - **Maksymalna liczba pozycji w jednym kierunku:** 12 pozycji
- **Okres danych:** 01.01.1995 – 31.12.2024

Poniżej wyniki testów dla różnych okien.

1. **Walk Forward Optimization: 1095 dni; Walk Forward Out-of-sample: 365 dni**

Poniżej przedstawiono **wyniki Walk-Forward Analysis (WFA) dla kombinacji 1095/365 dni.**

Walk Forward Summary Performance						
Ending Balance	CAGR%	MAR	Annual Sharpe	Max Total Equity DD	Longest Drawdown	# Trades
1,389,769,878	13.10%	0.27	0.50	47.70%	35.52	1,213



Optymalizacja:	1095	CAGR%		Max DD		MAR	
WFA:	365	Projections	Real	Projections	Real	Projections	Real
19971231	19981230	25,1%	30,7%	9,9%	5,8%	2,53	5,31
19981231	19991230	24,8%	27,4%	7,7%	9,0%	3,23	3,03
19991231	20001229	26,3%	19,2%	8,0%	16,9%	3,28	1,14
20010101	20011228	31,6%	2,8%	19,3%	12,6%	1,64	0,23

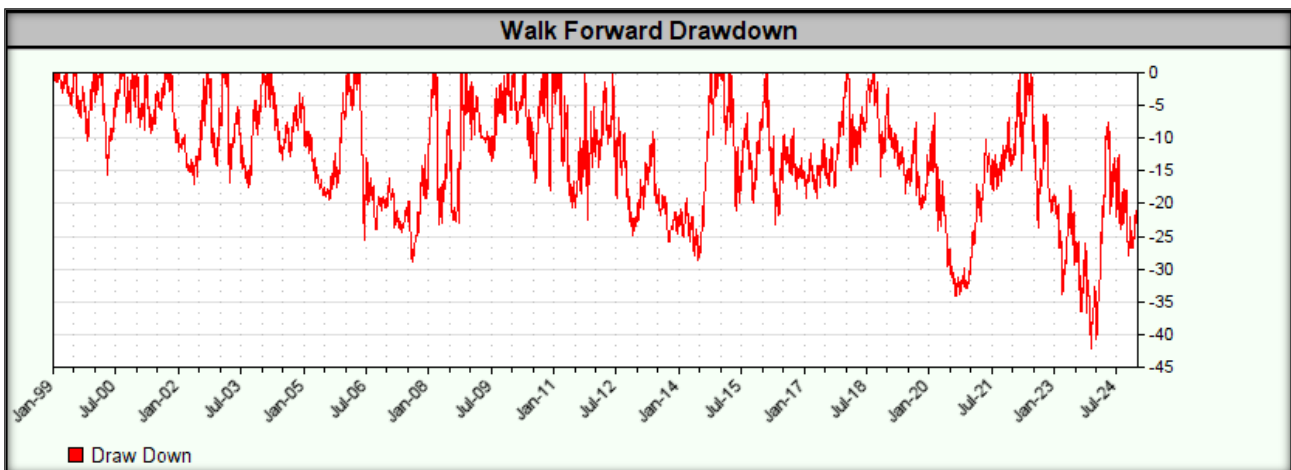
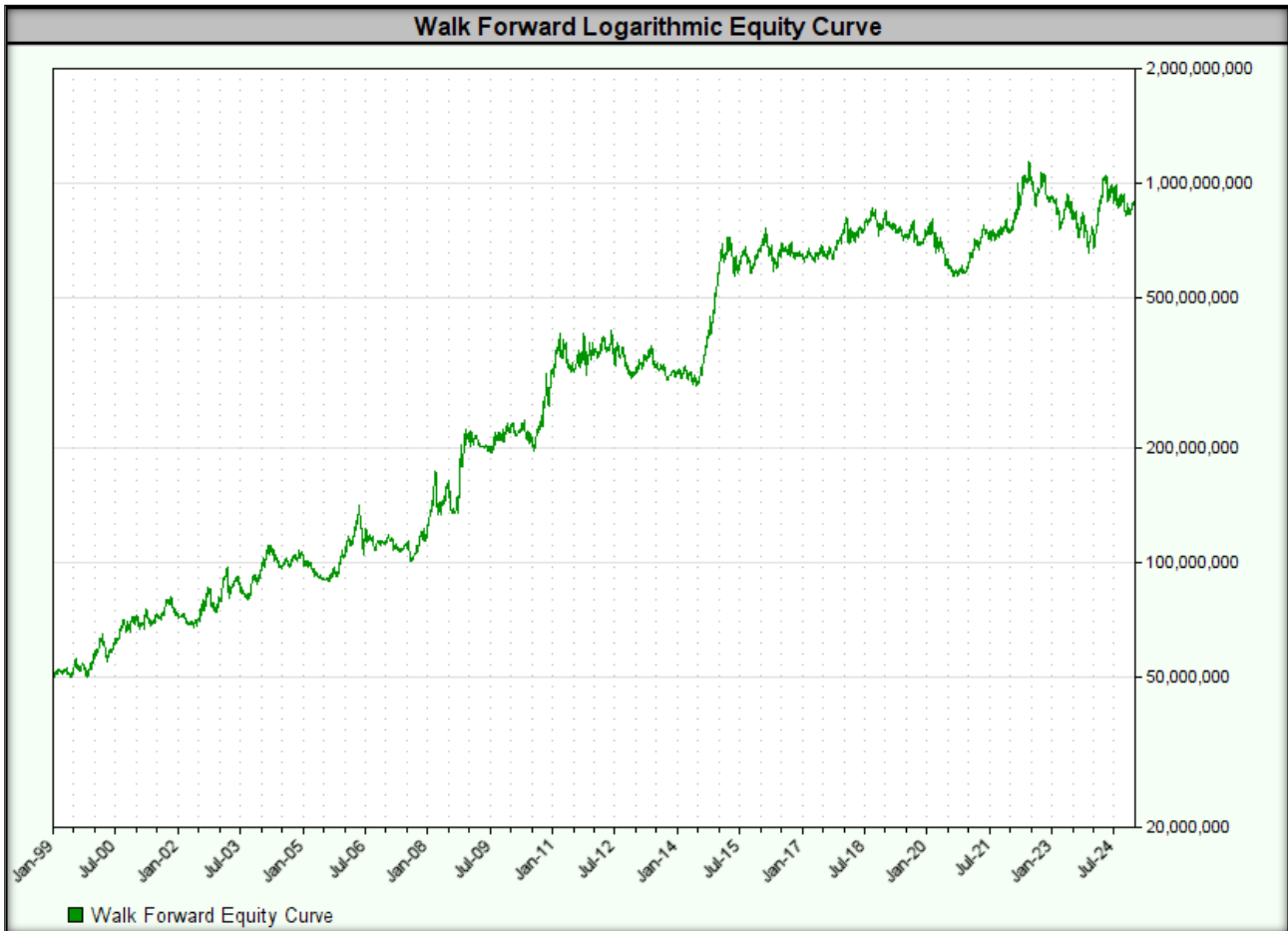


20011231	20021227	19,0%	12,7%	17,1%	14,5%	1,11	0,88
20021230	20031229	12,1%	16,4%	13,4%	17,8%	0,90	0,92
20031230	20041228	12,4%	11,3%	14,8%	13,6%	0,84	0,83
20041229	20051228	13,3%	-4,1%	11,5%	16,7%	1,16	- 0,24
20051229	20061228	12,2%	11,8%	11,3%	26,6%	1,08	0,44
20061229	20071228	15,6%	8,1%	21,3%	14,5%	0,73	0,56
20071231	20081226	17,7%	56,0%	26,2%	25,3%	0,68	2,21
20081229	20091225	44,3%	0,2%	30,2%	12,4%	1,47	0,02
20091228	20101227	41,2%	54,0%	32,4%	24,3%	1,27	2,23
20101228	20111227	41,3%	12,0%	23,5%	28,9%	1,76	0,42
20111228	20121226	24,1%	-10,1%	21,7%	22,1%	1,11	- 0,46
20121227	20131226	20,2%	5,0%	24,3%	21,2%	0,83	0,24
20131227	20141226	7,2%	58,0%	15,7%	9,9%	0,46	5,88
20141229	20151225	19,8%	11,1%	14,5%	17,4%	1,36	0,64
20151228	20161223	26,9%	-4,2%	17,3%	25,2%	1,56	- 0,17
20161226	20171225	16,9%	12,4%	16,3%	8,7%	1,04	1,43
20171226	20181225	8,9%	10,8%	21,9%	18,0%	0,40	0,60
20181226	20191225	13,0%	-5,1%	13,7%	18,5%	0,95	- 0,28
20191226	20201224	9,0%	-5,1%	13,7%	25,4%	0,66	- 0,20
20201225	20211224	7,3%	21,1%	23,1%	9,0%	0,31	2,35
20211227	20221223	14,9%	22,8%	23,6%	26,4%	0,63	0,86
20221226	20231222	38,4%	-20,0%	31,3%	30,2%	1,23	- 0,66
20231225	20241223	16,8%	46,0%	17,1%	17,1%	0,98	2,68
Średnia		20,7%	14,9%	18,6%	18,1%	0,64	0,49
		WFE:	71,6%	WFE:	97,4%	WFE:	76,8%

2. Walk Forward Optimization: 1460 dni; Walk Forward Out-of-sample: 365 dni

Poniżej przedstawiono **wyniki Walk-Forward Analysis (WFA)** dla kombinacji 1460/365 dni.

Walk Forward Summary Performance						
Ending Balance	CAGR%	MAR	Annual Sharpe	Max Total Equity DD	Longest Drawdown	# Trades
853,357,720	11.53%	0.27	0.46	42.24%	41.66	1,173



Optymalizacja:	1460	CAGR%		Max DD		MAR	
WFA:	365	Projections	Real	Projections	Real	Projections	Real
19981231	19991230	29,3%	17,1%	9,9%	10,3%	2,96	1,65
19991231	20001229	24,6%	22,0%	7,7%	15,6%	3,20	1,41
20010101	20011228	27,0%	2,0%	17,8%	10,6%	1,51	0,18
20011231	20021227	23,8%	11,7%	19,3%	14,2%	1,23	0,82

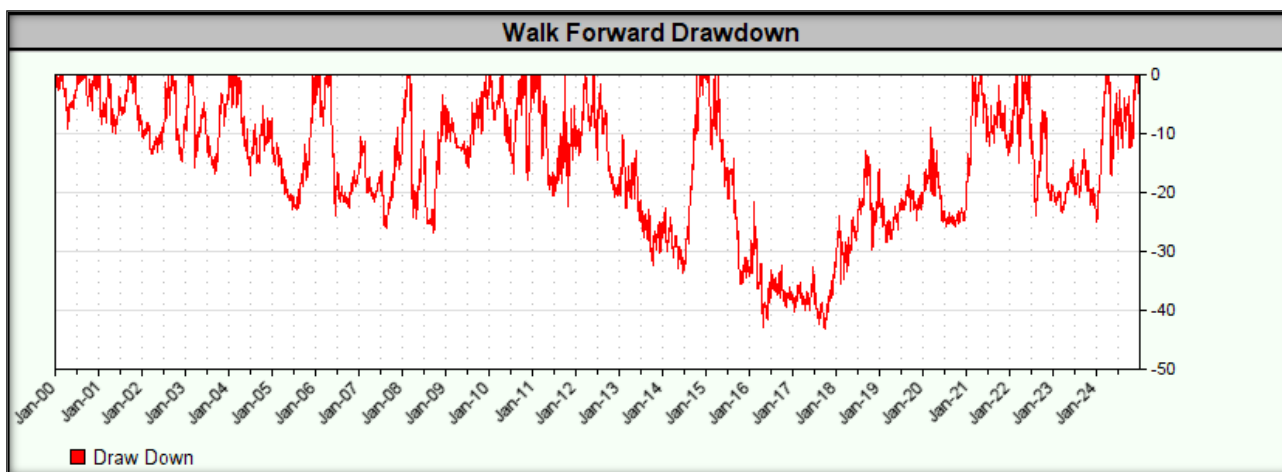
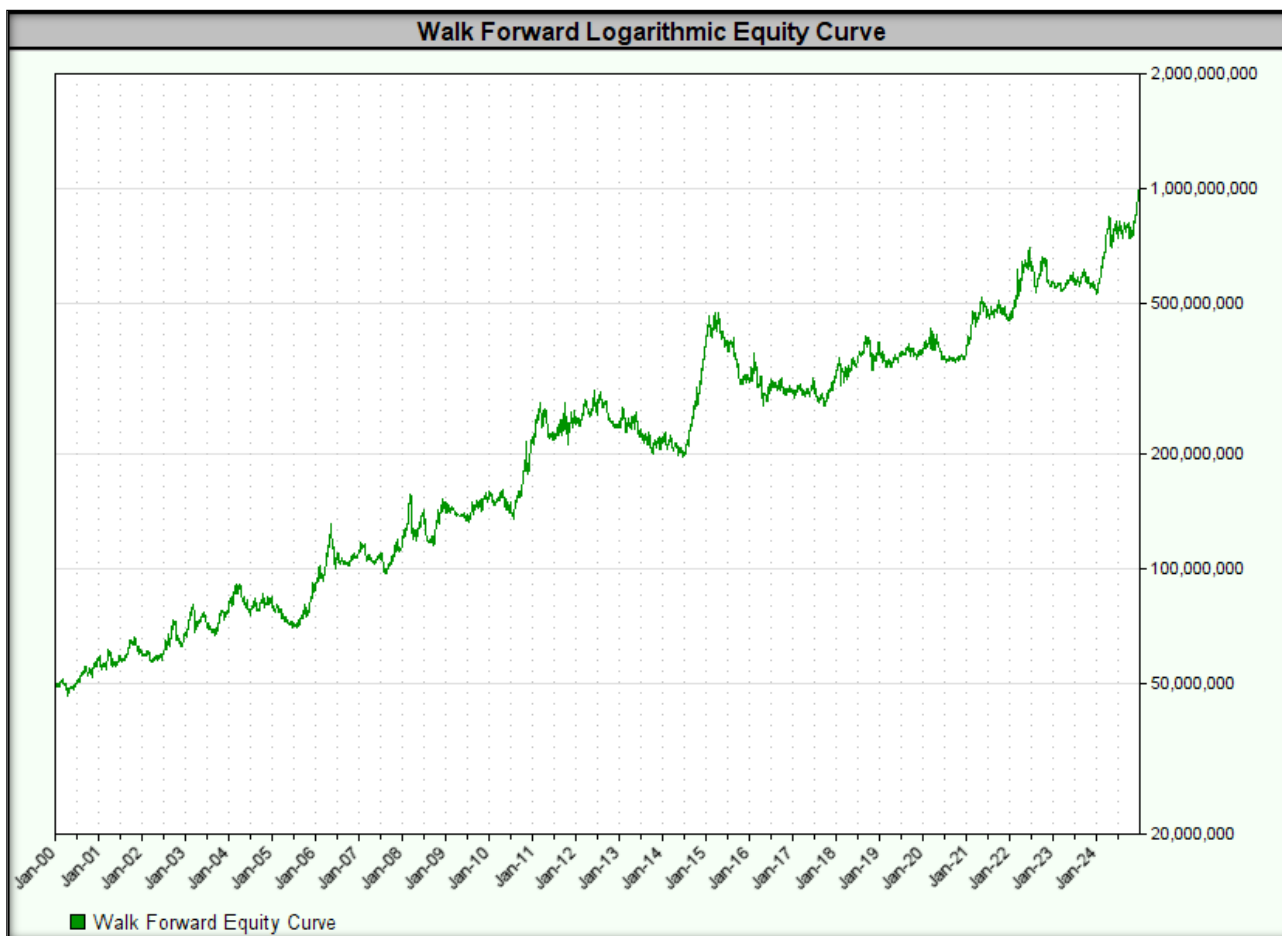


20021230	20031229	16,8%	16,0%	16,4%	17,6%	1,03	0,90
20031230	20041228	12,4%	13,3%	14,0%	13,3%	0,89	1,00
20041229	20051228	11,1%	-2,2%	12,2%	16,3%	0,91	- 0,14
20051229	20061228	9,8%	8,9%	10,8%	25,7%	0,91	0,35
20061229	20071228	16,8%	6,0%	21,3%	15,1%	0,79	0,40
20071231	20081226	14,4%	82,7%	25,0%	23,1%	0,58	3,57
20081229	20091225	30,5%	2,8%	25,0%	12,2%	1,22	0,23
20091228	20101227	25,6%	42,0%	24,1%	17,9%	1,07	2,35
20101228	20111227	42,6%	10,2%	30,2%	22,5%	1,41	0,45
20111228	20121226	38,9%	-10,0%	27,2%	24,9%	1,43	- 0,40
20121227	20131226	12,8%	1,2%	18,1%	18,6%	0,70	0,06
20131227	20141226	16,1%	80,6%	24,3%	11,7%	0,66	6,89
20141229	20151225	17,2%	15,3%	15,7%	21,1%	1,09	0,72
20151228	20161223	17,4%	-2,8%	17,2%	23,2%	1,01	- 0,12
20161226	20171225	14,3%	15,6%	16,4%	8,0%	0,87	1,95
20171226	20181225	16,5%	11,5%	17,8%	15,9%	0,93	0,73
20181226	20191225	11,7%	-11,6%	21,9%	18,8%	0,53	- 0,62
20191226	20201224	8,1%	-17,6%	13,7%	29,8%	0,59	- 0,59
20201225	20211224	9,7%	23,2%	23,1%	8,8%	0,42	2,63
20211227	20221223	12,3%	24,2%	23,1%	23,7%	0,53	1,02
20221226	20231222	25,3%	-19,2%	32,1%	30,2%	0,79	- 0,64
20231225	20241223	17,7%	17,3%	25,4%	22,2%	0,69	0,78
Średnia		19,3%	13,9%	19,6%	18,1%	0,60	0,46
		WFE:	71,7%	WFE:	92,5%	WFE:	76,1%

3. Walk Forward Optimization: 1825 dni; Walk Forward Out-of-sample: 365 dni

Poniżej przedstawiono wyniki Walk-Forward Analysis (WFA) dla kombinacji 1825/365 dni.

Walk Forward Summary Performance						
Ending Balance	CAGR%	MAR	Annual Sharpe	Max Total Equity DD	Longest Drawdown	# Trades
940,139,399	12.45%	0.29	0.50	43.04%	70.44	1,126



Optymalizacja:	1825	CAGR%		Max DD		MAR	
WFA:	365	Projections	Real	Projections	Real	Projections	Real
19991231	20001229	28,9%	15,6%	9,9%	9,2%	2,91	1,70
20010101	20011228	23,5%	4,0%	16,6%	10,1%	1,41	0,39
20011231	20021227	22,6%	13,5%	18,4%	14,9%	1,23	0,91
20021230	20031229	20,8%	15,6%	18,5%	16,8%	1,12	0,93

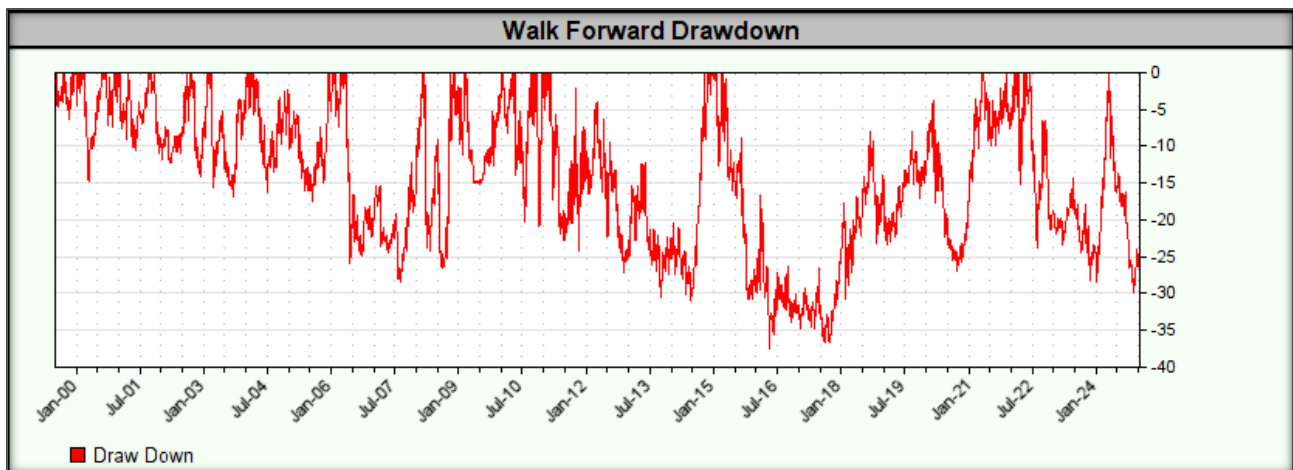
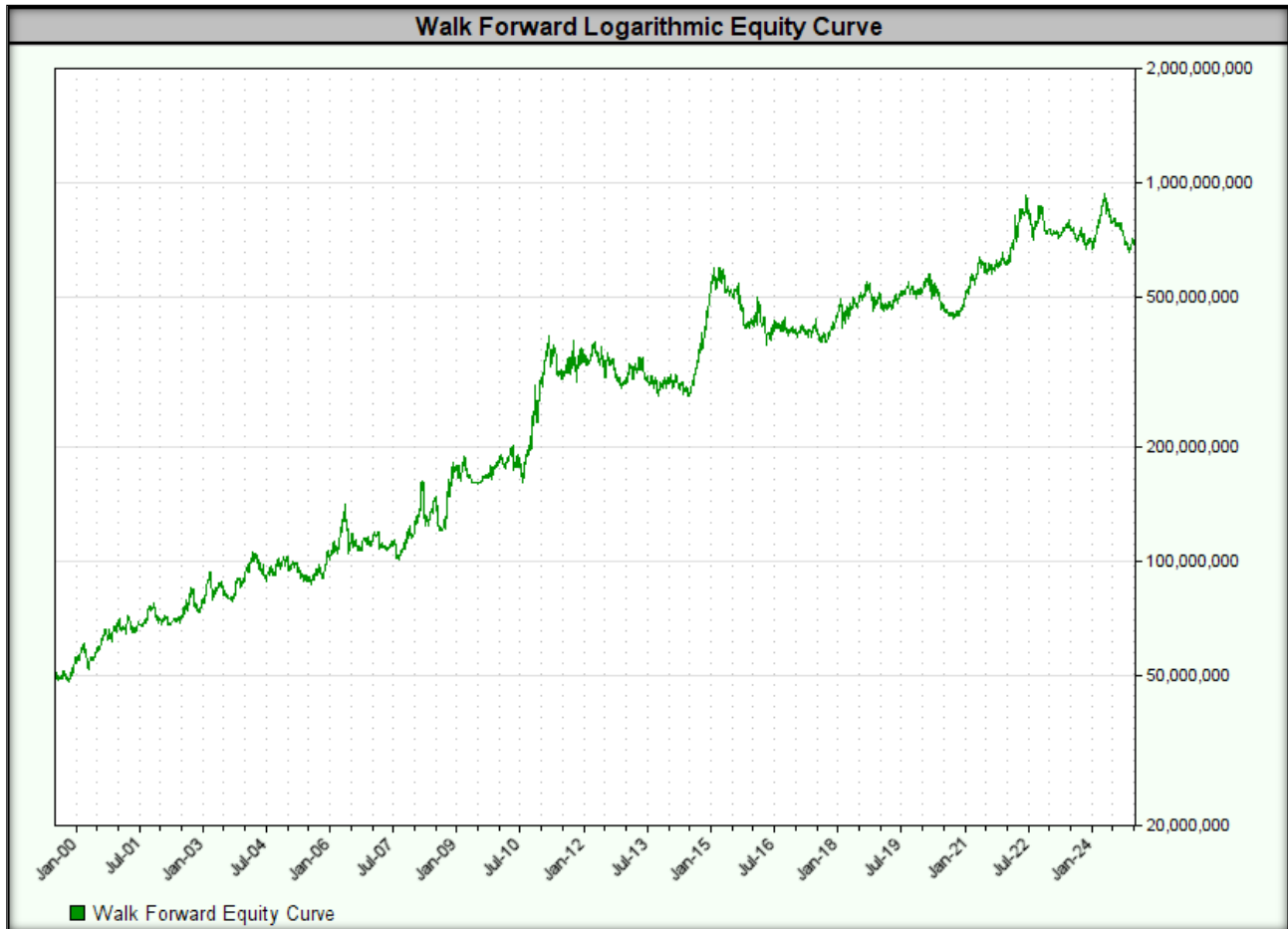


20031230	20041228	16,5%	7,1%	16,8%	17,0%	0,98	0,42
20041229	20051228	12,5%	5,4%	13,6%	16,8%	0,92	0,32
20051229	20061228	10,5%	24,8%	14,3%	24,0%	0,73	1,03
20061229	20071228	15,9%	5,1%	21,3%	17,4%	0,75	0,30
20071231	20081226	14,2%	28,0%	22,6%	26,9%	0,63	1,04
20081229	20091225	26,2%	3,1%	25,0%	10,9%	1,05	0,28
20091228	20101227	24,4%	42,0%	25,0%	17,9%	0,97	2,35
20101228	20111227	37,1%	10,2%	30,2%	22,5%	1,23	0,45
20111228	20121226	34,3%	-1,0%	28,2%	20,7%	1,21	- 0,05
20121227	20131226	28,5%	-6,8%	26,9%	24,6%	1,06	- 0,28
20131227	20141226	13,9%	75,8%	24,3%	14,0%	0,57	5,40
20141229	20151225	26,2%	-19,2%	24,3%	35,5%	1,08	- 0,54
20151228	20161223	15,8%	-6,8%	17,2%	27,3%	0,92	- 0,25
20161226	20171225	13,1%	9,2%	22,5%	15,3%	0,58	0,60
20171226	20181225	16,1%	23,3%	18,9%	19,2%	0,85	1,21
20181226	20191225	15,3%	-6,6%	16,3%	14,5%	0,94	- 0,45
20191226	20201224	4,8%	-1,1%	13,6%	18,5%	0,35	- 0,06
20201225	20211224	9,4%	23,7%	23,9%	13,6%	0,39	1,74
20211227	20221223	13,3%	26,6%	23,1%	23,9%	0,58	1,11
20221226	20231222	14,3%	-4,8%	23,6%	11,5%	0,61	- 0,42
20231225	20241223	11,3%	76,6%	20,3%	17,0%	0,56	4,50
Średnia		18,8%	14,5%	20,6%	18,4%	0,62	0,41
		WFE:	77,4%	WFE:	89,2%	WFE:	65,9%

4. Walk Forward Optimization: 1644 dni; Walk Forward Out-of-sample: 548 dni

Poniżej przedstawiono **wyniki Walk-Forward Analysis (WFA)** dla kombinacji 1644/548 dni.

Walk Forward Summary Performance						
Ending Balance	CAGR%	MAR	Annual Sharpe	Max Total Equity DD	Longest Drawdown	# Trades
701,422,395	10.90%	0.29	0.44	37.58%	73.23	1,115



Optymalizacja:	1644	CAGR%		Max DD		MAR	
WFA:	548	Projections	Real	Projections	Real	Projections	Real
19990705	20001229	28,2%	23,3%	9,9%	14,8%	2,84	1,57
20010101	20020702	22,9%	3,2%	15,5%	12,3%	1,47	0,26
20020703	20040101	20,1%	18,4%	18,5%	16,9%	1,08	1,09
20040102	20050701	15,7%	-2,2%	15,9%	16,1%	0,99	- 0,13

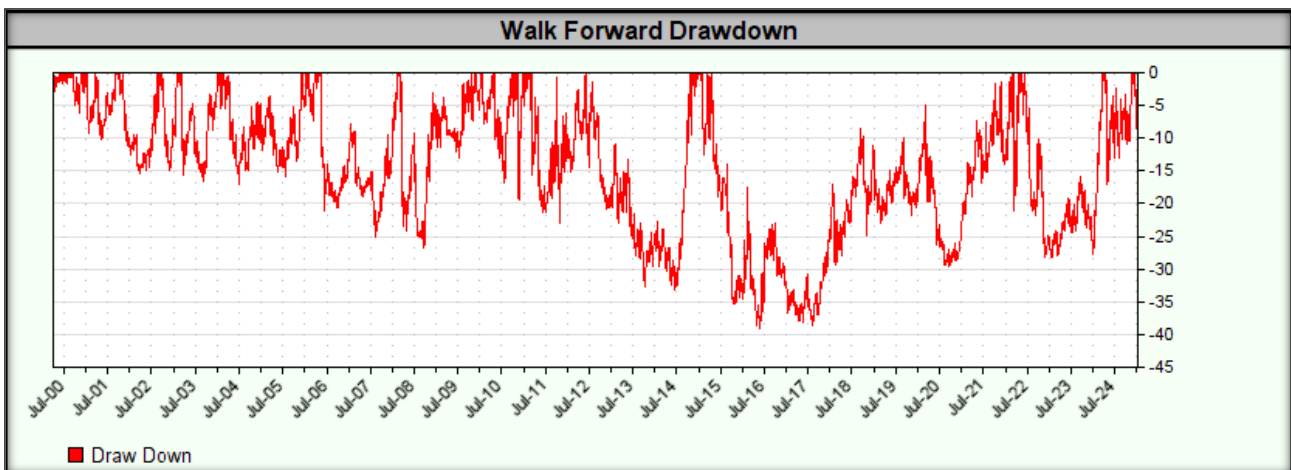
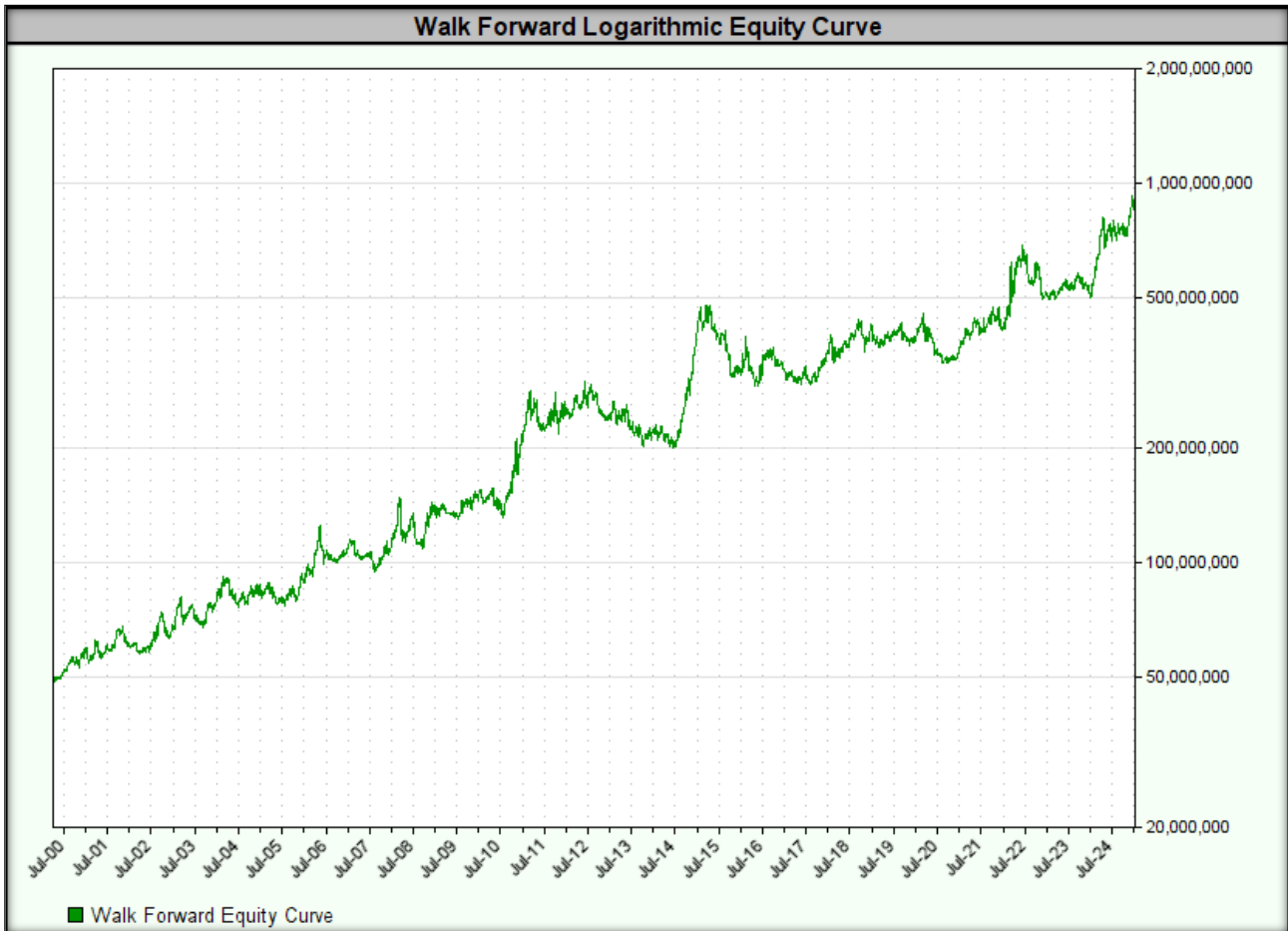


20050704	20070101	8,7%	17,2%	14,8%	26,0%	0,59	0,66
20070102	20080702	16,9%	19,8%	21,3%	24,3%	0,79	0,81
20080703	20100101	23,1%	14,9%	26,2%	19,1%	0,88	0,78
20100104	20110701	40,8%	41,3%	32,4%	22,8%	1,26	1,81
20110704	20130101	37,5%	-1,9%	30,2%	25,6%	1,24	- 0,07
20130102	20140703	24,4%	-4,7%	24,3%	21,3%	1,00	- 0,22
20140704	20160101	12,4%	32,3%	25,1%	30,8%	0,50	1,05
20160104	20170703	18,0%	-3,1%	17,2%	25,1%	1,05	- 0,12
20170704	20190102	14,7%	16,6%	19,5%	16,5%	0,75	1,00
20190103	20200703	17,2%	-5,7%	16,3%	19,8%	1,05	- 0,29
20200706	20211231	9,1%	20,6%	19,3%	9,9%	0,47	2,09
20220103	20230704	15,6%	16,6%	23,1%	23,7%	0,68	0,70
20230705	20250102	12,9%	-6,1%	22,6%	29,8%	0,57	- 0,21
Średnia		19,9%	11,8%	20,7%	20,9%	0,61	0,38
		WFE:	59,2%	WFE:	100,7%	WFE:	62,3%

5. Walk Forward Optimization: 1918 dni; Walk Forward Out-of-sample: 548 dni

Poniżej przedstawiono **wyniki Walk-Forward Analysis (WFA)** dla kombinacji 1918/548 dni.

Walk Forward Summary Performance						
Ending Balance	CAGR%	MAR	Annual Sharpe	Max Total Equity DD	Longest Drawdown	# Trades
858,937,065	12.16%	0.31	0.47	39.14%	82.37	1,141



Optymalizacja:	1918	CAGR%		Max DD		MAR	
		Projections	Real	Projections	Real	Projections	Real
20000403	20011001	28,0%	21,1%	9,9%	10,1%	2,83	2,08
20011002	20030402	25,4%	4,5%	18,4%	15,7%	1,38	0,29
20030403	20041001	20,5%	10,7%	18,5%	17,0%	1,10	0,63
20041004	20060331	13,7%	15,6%	14,9%	12,8%	0,92	1,22

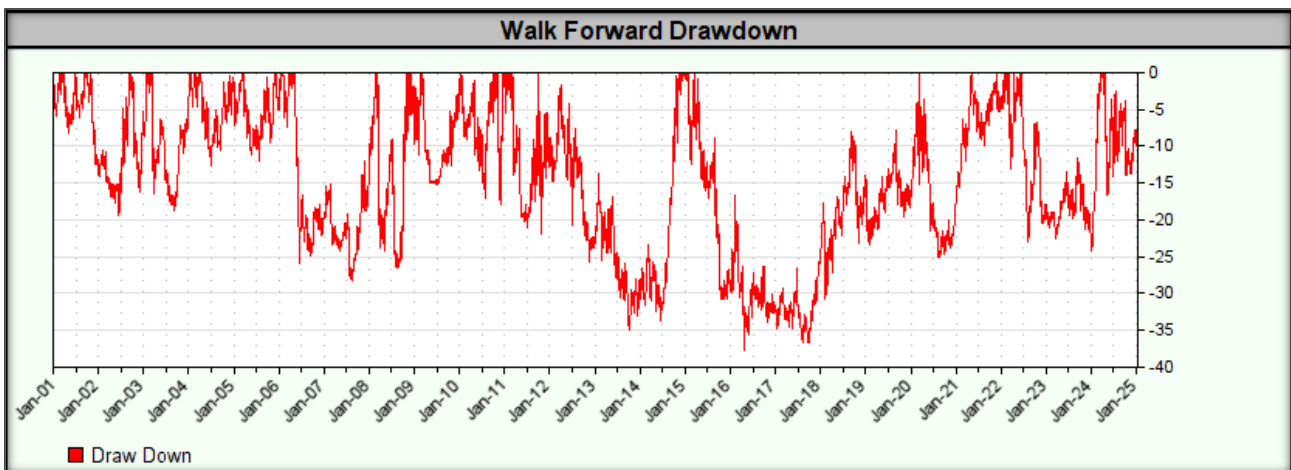
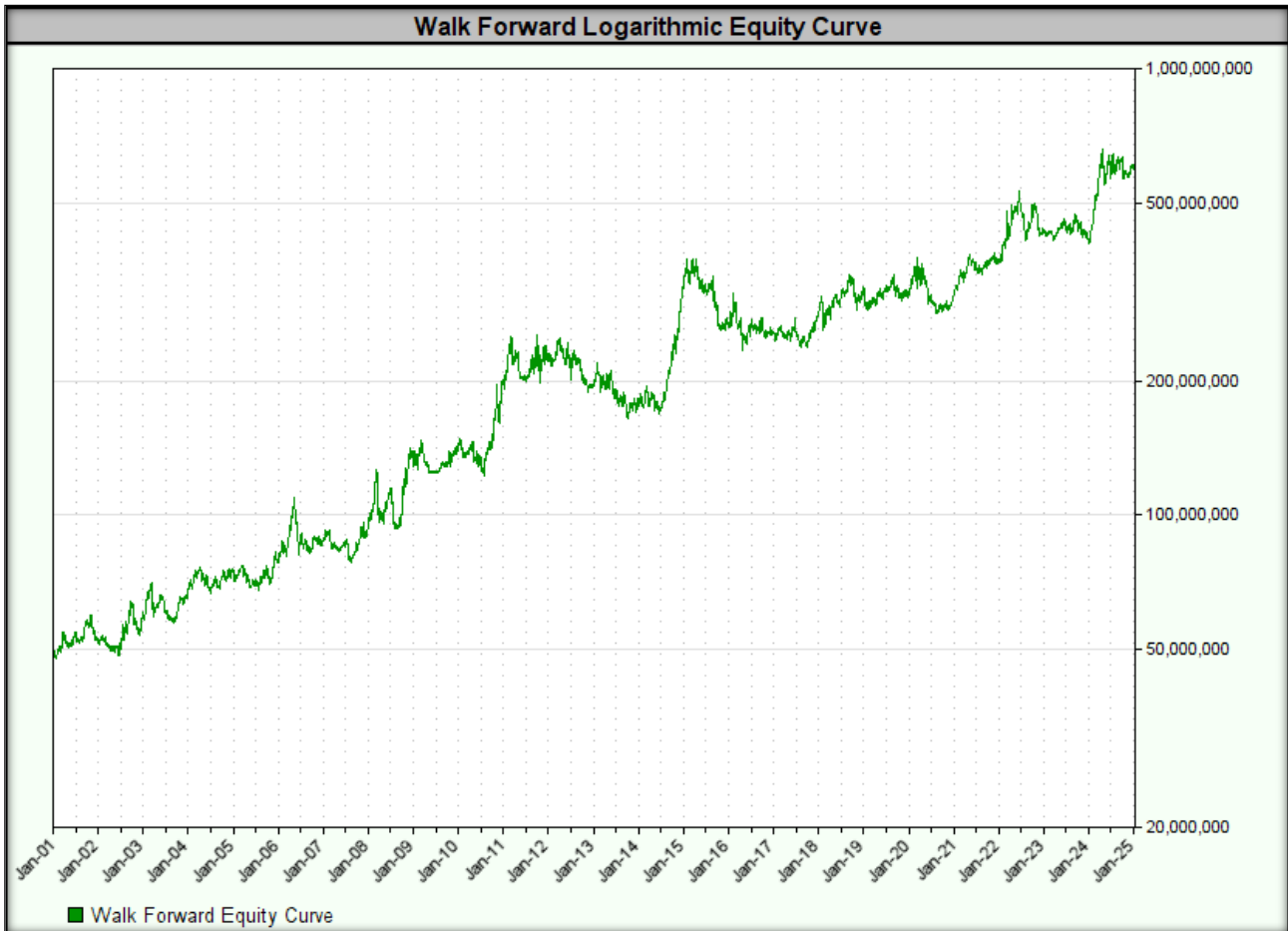


20060403	20071002	13,3%	-1,4%	14,3%	25,0%	0,93	- 0,05
20071003	20090402	13,1%	22,4%	22,7%	26,7%	0,58	0,84
20090403	20101001	23,1%	8,1%	25,0%	16,7%	0,92	0,48
20101004	20120402	36,2%	48,3%	32,4%	23,1%	1,12	2,09
20120403	20131002	35,4%	-17,7%	28,3%	31,8%	1,25	- 0,56
20131003	20150403	19,5%	66,1%	24,3%	13,5%	0,80	4,90
20150406	20160930	27,3%	-13,0%	24,3%	39,1%	1,12	- 0,33
20161003	20180403	14,3%	-1,4%	18,9%	18,1%	0,75	- 0,07
20180404	20191003	14,6%	8,4%	18,9%	17,7%	0,77	0,48
20191004	20210402	14,9%	0,4%	16,9%	25,9%	0,88	0,02
20210405	20221003	14,5%	29,9%	24,6%	21,7%	0,59	1,37
20221004	20240403	19,9%	16,6%	23,5%	20,1%	0,85	0,83
20240404	20250110	11,9%	21,4%	14,9%	17,0%	0,80	1,26
Średnia		20,3%	14,1%	20,6%	20,7%	0,63	0,36
		WFE:	69,4%	WFE:	100,3%	WFE:	57,5%

6. Walk Forward Optimization: 2192 dni; Walk Forward Out-of-sample: 548 dni

Poniżej przedstawiono **wyniki Walk-Forward Analysis (WFA)** dla kombinacji 2192/548 dni.

Walk Forward Summary Performance						
Ending Balance	CAGR%	MAR	Annual Sharpe	Max Total Equity DD	Longest Drawdown	# Trades
610,111,650	10.97%	0.29	0.44	37.58%	59.66	1,069



Optymalizacja:	2192	CAGR%		Max DD		MAR	
WFA:	548	Projections	Real	Projections	Real	Projections	Real
20010101	20020702	35,3%	1,9%	21,9%	19,4%	1,61	0,10
20020703	20040101	17,4%	20,8%	15,5%	18,7%	1,12	1,12
20040102	20050701	18,8%	1,8%	17,1%	12,7%	1,10	0,14
20050704	20070101	11,0%	16,3%	14,9%	25,8%	0,74	0,63



20070102	20080702	13,1%	19,7%	21,3%	24,3%	0,61	0,81
20080703	20100101	21,8%	14,9%	26,2%	19,1%	0,83	0,78
20100104	20110701	21,9%	25,7%	25,0%	20,8%	0,88	1,23
20110704	20130101	40,9%	-1,2%	32,4%	25,6%	1,26	- 0,05
20130102	20140703	27,5%	-7,8%	28,3%	24,8%	0,97	- 0,32
20140704	20160101	17,6%	32,7%	25,1%	30,8%	0,70	1,06
20160104	20170703	15,3%	-3,1%	18,5%	25,1%	0,83	- 0,12
20170704	20190102	11,8%	16,6%	19,5%	16,5%	0,60	1,00
20190103	20200703	16,1%	-3,7%	18,9%	21,5%	0,85	- 0,17
20200706	20211231	11,3%	15,0%	18,3%	10,0%	0,61	1,51
20220103	20230704	12,3%	13,2%	23,1%	22,9%	0,53	0,58
20230705	20250102	15,7%	22,1%	23,5%	16,7%	0,67	1,33
Średnia		19,2%	11,6%	21,9%	20,9%	0,59	0,38
		WFE:	60,1%	WFE:	95,7%	WFE:	63,3%

7. Podsumowanie Walk-Forward Analysis

Z powyższej analizy wynika, że **niezależnie od przyjętej kombinacji długości okna optymalizacji i testowania**, wyniki **WFE są bardzo dobre**:

- **WFE dla CAGR% pozostaje w okolicy 60%-75%**, co wskazuje na poprawną skuteczność strategii w warunkach rzeczywistych.
- **WFE dla drawdown pozostaje w okolicy 90%-100%**, co oznacza, że strategia nie traci znacząco stabilności poza okresem optymalizacji.

Biorąc pod uwagę zarówno **MAR**, jak i **WFE**, najlepsze wyniki osiągnięto dla **kombinacji 1095/365 dni** (1095 dni optymalizacji, 365 dni testowania). W związku z tym, w kolejnym okresie wykorzystujemy następujące parametry:

- **Średnia krocząca: 250;**
- **Górna/dolna wstęga Bollingera: 1,70;**
- **Środkowa wstęga Bollingera: 0,00;**

Poniżej przedstawiono **porównanie wyników testów WFA dla kombinacji 1095/365 z wynikami strategii wykorzystującej zoptymalizowane parametry z kroku 4**:

	WFA	Zoptymalizowane
CAGR%	13,1%	16,1%
MAR Ratio	0,27	0,49
Max Drawdown	47,7%	32,7%

Wyniki są istotnie słabsze, co jest sygnałem ostrzegawczym – oznacza to, że strategia jest **mało stabilna i może wykazywać nadmierne dopasowanie do historycznych danych (overfittingu)**.

Podsumowując, po wszystkich testach **strategia, na 2025 rok, została zoptymalizowana do następujących parametrów**:



- Średnia krocząca: 270;
- Górna/dolna wstęga Bollingera: 1,70;
- Środkowa wstęga Bollingera: 0,00;
- Wielkość pozycji: odpowiadająca ryzyku 1,0% wartości kapitału;
- Otwarcie pozycji: po cenie otwarcia kolejnego dnia;
- Maksymalna liczba pozycji otwartych w różnych kategoriach:
 - Mocno skorelowane instrumenty: 3 pozycje;
 - Średnio skorelowane instrumenty: 6 pozycji;
 - Maksymalna liczba pozycji w jednym kierunku: 12 pozycji.



Krok 6: Wykorzystanie strategii w czasie rzeczywistym

Po przeprowadzeniu **wyczerpujących testów**, wdrożenie strategii inwestycyjnej w **czasie rzeczywistym** staje się **stosunkowo proste**. **Sygnaty 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.