



Vol Trade v.1

Podsumowanie testów strategii inwestycyjnej

Strategia **Vol Trade v.1** to technika swing trading oparta na **kontrakcji zmienności** i **rozszerzeniu zakresu** w kierunku dominującego trendu. W wersji długiej łączy **filtr trendu** (zamknięcie powyżej długoterminowej średniej kroczącej) z warunkiem, że **krótkoterminowa zmienność** spada do **ułamka zmienności długoterminowej** i **utrzymuje się** tam przez ustaloną liczbę sesji. Po takim okresie niskiej zmienności sygnał generuje **silna świeca wzrostowa** (największy od początku kontrakcji), która jednocześnie wyznacza **nowe lokalne maksimum**.

Strategia **nie stosuje zleceń stop loss**; wyjście następuje, gdy **krótkoterminowa zmienność przewyższa długoterminową** (zmiana reżimu zmienności).

Pomimo, iż logika strategii wydaje się słuszna, **nie przeszła ona testu Monte Carlo**. Oznacza to, że strategia traci swoją zyskowność i generuje istotnie większy drawdown, gdy testy przeprowadza się na suboptymalnych warunkach. Dlatego **nie jest zalecane jej stosowanie w realnych transakcjach**.

Naszym celem jest posiadanie strategii, która pozostaje **zyskowna i skuteczna w szerokim zakresie parametrów**, ponieważ rynek jest zmiennym organizmem, a optymalne parametry mogą zmieniać się w różnych okresach. **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	3
Krok 2: Określenie zasad inwestycyjnych.....	4
Krok 3: Przeprowadzenie wstępnego testu strategii inwestycyjnej.....	5
Krok 4: Optymalizacja i ocena stabilności strategii inwestycyjnej	8
1. Stabilność w szerokim zakresie optymalizowanych parametrów	8
2. Symulacja Monte Carlo.....	28
3. Stabilność na ruchomym oknie czasowym	30
4. Stabilność long/short.....	30
5. Stabilność na portfelu instrumentów finansowych.....	30
6. Money Management (Position Sizing)	30
7. Strategy Risk Management.....	30
Krok 5: Walk-Forward Analysis	31
Krok 6: Wykorzystanie strategii w czasie rzeczywistym	32



Krok 1: Sformułowanie strategii inwestycyjnej

Strategia **Vol Trade v.1** dołącza do **trwającego trendu** w momencie przejścia rynku z **reżimu niskiej zmienności** do **impulsu**. Kontekst trendu potwierdza **długoterminowa średnia krocząca** – pozycje długie rozważane są wyłącznie, gdy kurs zamyka się **powyżej** tej średniej. Warunkiem przygotowującym jest **utrzymująca się krótkoterminowa zmienność poniżej długoterminowej** przez **kilka sesji**. Potwierdzeniem wybicia jest **świeca o największym zakresie od czasu kontrakcji**, która ustanawia **nowe lokalne ekstremum** i zamyka się zgodnie z kierunkiem zgodnym z dominującym trendem. Wejście realizowane jest **na otwarciu następnego dnia**.

Wyjście z pozycji następuje **dopiero** przy **zmianie reżimu zmienności** – **krótkoterminowa zmienność powyżej długoterminowej**. Brak stop loss podkreśla potrzebę konserwatywnego position sizingu i konsekwentnego zarządzania ekspozycją.

Strategia wykorzystuje:

- **Filtr trendu (SMA długa)** – selekcja kierunku zgodnie z dominującym ruchem;
- **Stosunek zmienności** – $\text{VolShort/VolLong} \leq \text{próg}$ przez określoną liczbę sesji (kontrakcja);
- **Range expansion + ekstremum** – świeca sygnałowa jest najszerszy od początku kontrakcji i ustanawia lokalne high;
- **Wejście T+1** – otwarcie pozycji na starcie kolejnej sesji;
- **Wyjście na zmianę reżimu** – zamknięcie, gdy krótkoterminowa zmienność $\geq$ długoterminowej.

Charakterystyka – mocne i słabe strony:

- **Ilościowe, proste reguły** (trend, kontrakcja, wybicie) – ułatwiają automatyzację i testy;
- **Wejście po potwierdzeniu** – redukcja „fałszywych startów” typowych dla wczesnego łapania ruchu;
- **Brak stop loss zwiększa ryzyko obsunięć i luk** – konieczna ścisła kontrola wielkości pozycji;
- **Selektywność** – wymagane utrzymanie kontrakcji może ograniczać liczbę transakcji;
- **Wrażliwość na definicję zmienności** – wskazana analiza wrażliwości parametrów.

Strategia **Vol Trade v.1**, pomimo prostoty, dostarcza **solidną podstawę do budowy portfeli algorytmicznych**. Wymaga jednak **dyscypliny i ścisłego przestrzegania metod zarządzania ryzykiem**.



Krok 2: Określenie zasad inwestycyjnych

Poniżej przedstawiono **pseudokod** dla strategii **Vol Trade v.1** na danych dziennych:

1. Obliczanie Wskaźników:

- a. **XXX-MALong** – XXX dniowa średnia krocząca ceny zamknięcia.
- b. **XXX-VolLong** – XXX dniowa zmienność (suma kwadratów odchyłeń).
- c. **YY-VolShort** – YY dniowa zmienność (suma kwadratów odchyłeń).
- d. **WW-VolRatio** – stosunek zmienności VolShort/VolLong poniżej WW%.
- e. **ZZ-HighestHigh** – ZZ dniowe najwyższe high.
- f. **ZZ-MaxRange** – maksymalny dzienny zakres (high-low) w ostatnich ZZ sesjach.

2. Generowanie Sygnałów Wejścia – Pozycja Długa:

- a. **Trend:** cena zamknięcia powyżej MALong.
- b. **Kontrakcja zmienności:** przez ZZ kolejnych sesji VolShort/VolLong poniżej WW%.
- c. **Rozszerzenie i ekstremum:** dzisiejszy zakresy cenowy (high-low) jest większy niż MaxRange oraz dzisiejsze high tworzy najwyższe high od ZZ dni (HighestHigh) oraz dzisiejsza świeca jest wzrostowa.
- d. **Wejście:** po spełnieniu warunków pozycja długa jest otwierana na otwarciu kolejnej sesji.

3. Generowanie Sygnałów Wyjścia:

- a. **Zmiana reżimu zmienności:** zamknij wszystkie pozycje na otwarciu kolejnej sesji, gdy VolShort > VolLong.

4. Codzienne Monitorowanie:

- a. Każdego dnia oblicz MALong, VolShort, VolLong, VolRatio, HighestHigh i MaxRange.
- b. System weryfikuje warunki wejścia/wyjścia i ustawia odpowiednie zlecenia na otwarciu kolejnej sesji; prowadzi monitoring reżimu zmienności.

5. Uwagi Dodatkowe:

- a. **Brak Pozycji Krótkich:** Strategia koncentruje się wyłącznie na pozycjach długich w trendzie wzrostowym.
- b. **Instrumenty Finansowe:** Na potrzeby niniejszego testu wykorzystano **pozycje długie** na indeksach giełdowych, obligacjach, złocie oraz indeksie dolarowym.

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.

Testy przeprowadzane są przy założeniu, że ryzyko jednej pozycji wynosi **1,0% całkowitego kapitału**, przy hipotetycznym zleceniu stop loss oddalonym od miejsca otwarcia pozycji o **2 x ATR (40 dni)**.



Krok 3: Przeprowadzenie wstępnego testu strategii inwestycyjnej

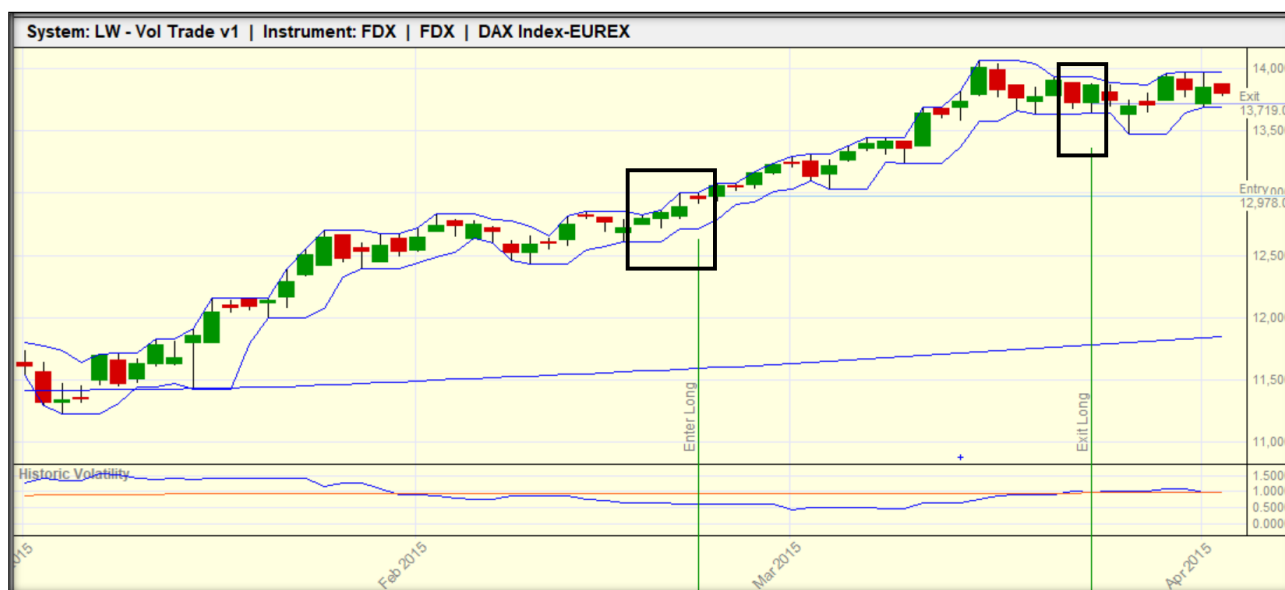
Poniżej przedstawiono kilka transakcji kupna i sprzedaży, które umożliwiają weryfikację następujących aspektów:

- **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.

Pierwszą transakcję przeprowadzono na kontrakcie futures na DAX. Pod koniec lutego 2015 r. notowania pozostawały w **trendzie wzrostowym** (cena powyżej długoterminową średnią), a **krótkoterminowa zmienność przez kilka sesji utrzymywała się poniżej zmienności długoterminowej** (panel „Historic Volatility”). W tym czasie uformowała się **kontrakcja zmienności** (pierwsze trzy świece w prostokącie po lewej stronie; **zmienność krótkoterminowa utrzymuje się poniżej 80% zmienności długoterminowej**). Sygnał kupna wymaga, aby po takim okresie niskiej zmienności pojawiła się **świeca wybicia** (najszersza od początku kontrakcji), która jednocześnie **ustanowi nowe lokalne maksimum**. Warunek ten został spełniony (trzecia świeca w prostokącie po lewej stronie), co **wygenerowało sygnał otwarcia pozycji długiej**. Zgodnie z regułami strategii **pozycja została otwarta na otwarciu kolejnej sesji** (czwarta świeca w prostokącie po lewej stronie). Strategia **nie stosuje zleceń stop loss**. **System zadziałał prawidłowo.**

Strategia zakłada **wyjście, gdy krótkoterminowa zmienność przewyższy długoterminową**. Taki sygnał pojawił się pod koniec marca 2015 r. (pierwsza świeca w prostokącie po prawej stronie), dlatego pozycję zamknięto na otwarciu następnej sesji (druga świeca w prostokącie po prawej stronie). **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.

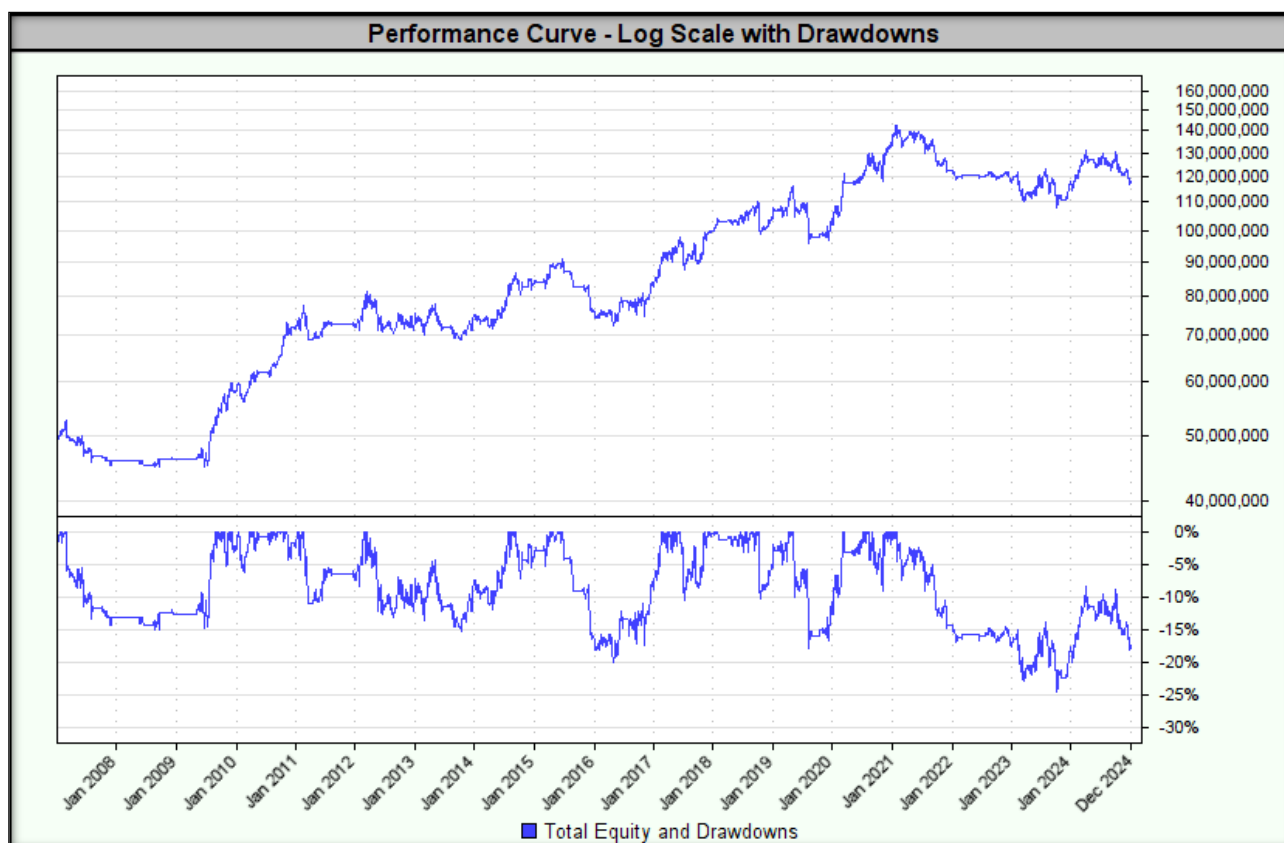
W pierwszej kolejności **odrzucaamy strategię, które liniowo tracą kapitał**. Jeśli strategia wykazuje taki schemat, jest to wyraźny sygnał, że jakkolwiek optymalizacja parametrów nie ma sensu.

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

Testowane parametry bazowe:

- **MALong** – 200 dniowa średnia krocząca ceny zamknięcia.
- **VolLong** – 200 dniowa zmienność (suma kwadratów odchyłeń).
- **VolShort** – 15 dniowa zmienność (suma kwadratów odchyłeń).
- **VolRatio** – stosunek zmienności: VolShort/VolLong wynosi najwyżej 80%.
- **Kontrakcja zmienności**: przez 3 kolejne sesje VolShort/VolLong wynosi najwyżej 80%.
- **HighestHigh** – 3 dniowe najwyższe high.
- **MaxRange** – maksymalny dzienny zakres (High–Low) w ostatnich 3 sesjach.
- **Sposób otwierania pozycji** – po spełnieniu warunków pozycja długa jest otwierana na otwarciu kolejnej sesji.
- **Stop loss** – brak.
- **Zamknięcie pozycji** – wszystkie pozycje są zamykane na otwarciu kolejnej sesji, gdy VolShort > VolLong.
- **Wielkość pozycji** – odpowiadająca ryzyku 1,0% całkowitego kapitału, przy hipotetycznym zleceniu stop loss oddalonym od miejsca otwarcia pozycji o 2 x ATR (40 dni).
- **Kierunek pozycji** – tylko pozycje długie (kupno).

Poniżej przedstawiono wynik testu.



Wskaźniki/Miary	Zawarcie transakcji po cenie otwarcia
CAGR%	4,9%
MAR Ratio	0,20
RAR%	6,2%
R-Cubed	0,15
Robust Sharpe Ratio	0,59
Max Drawdown	24,5%
Wins	53,7%
Losses	46,3%
Average Win%	1,83%
Average Loss%	1,40%
Win/Loss Ratio	1,30
Average Trade Duration (days)	67
Percent Profit Factor	1,51
SQN	-
Ilość transakcji	296

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**.



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 Vol Trade 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:

- **VolShort:** zakres **11-17 dni (krok: 1)**;
- **MALong & VolLong:** zakres **135-200 dni (krok: 5)**;
- **VolRatio:** zakres **70%-90% (krok: 2,5 p.p.)**;
- **Kontrakcja zmienności & HighestHigh & MaxRange:** zakres **2-3 dni (krok: 1)**.

Najniższa wartość MAR, w wysokości 0,06, została osiągnięta dla parametrów:

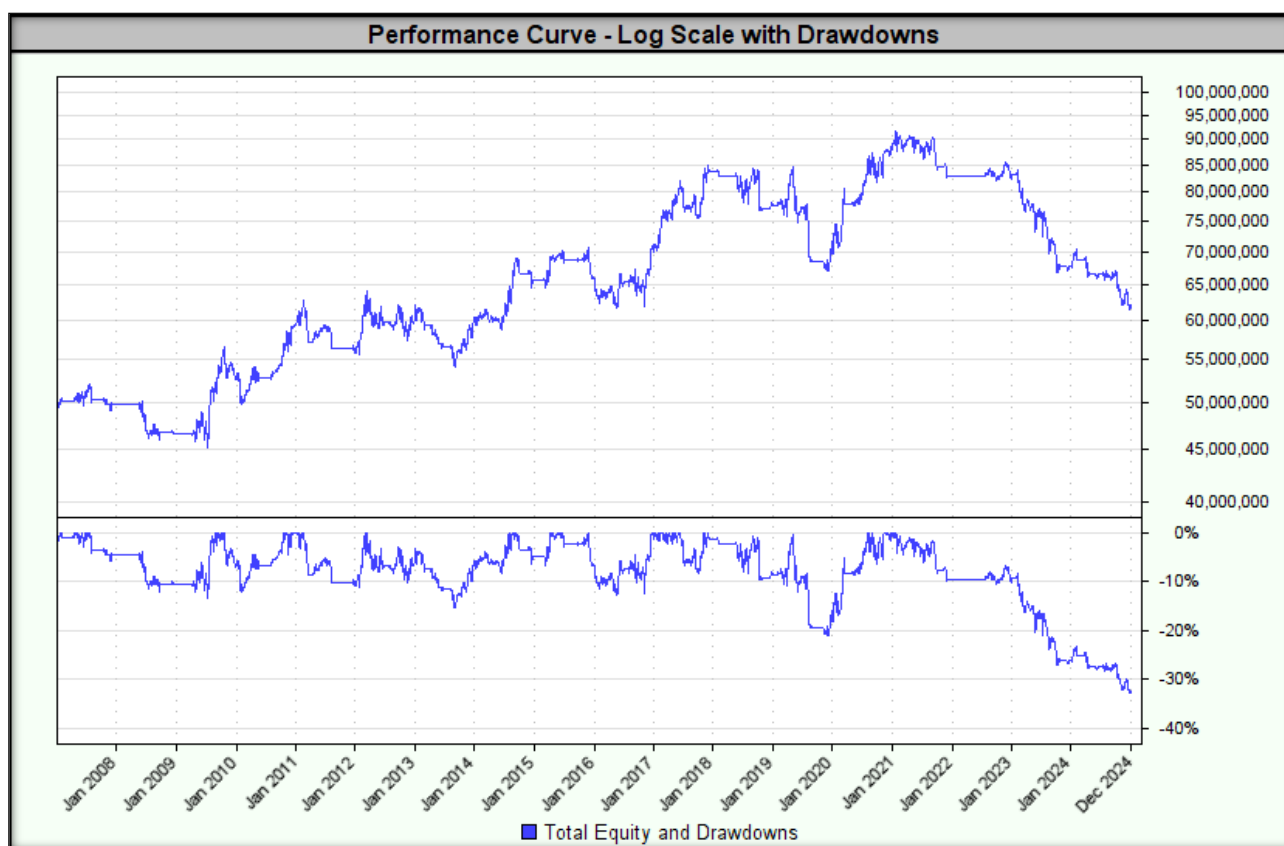
- **VolShort:** 17 dni;
- **MALong & VolLong:** 140 dni;



- **VolRatio: 75%;**
- **Kontrakcja zmienności & HighestHigh & MaxRange: 3 dni.**

Test	Volatility Short (Bars)	Volatility Long (bars)	Volatility Threshold (Vol Short/Vol Long)	Low volatility for # of days	End Balance	CAGR%	MAR	Sharpe	Ann. Sharpe	Max TE DD
1536	17	140	75.0%	3	\$61,761,295.59	1.18%	0.04	0.17	0.10	32.8%
1518	17	135	75.0%	3	\$64,239,917.99	1.40%	0.04	0.20	0.13	31.8%
1730	17	195	70.0%	3	\$64,126,749.81	1.39%	0.04	0.19	0.12	31.3%
1604	17	160	70.0%	3	\$61,873,957.38	1.19%	0.05	0.17	0.12	25.5%
1534	17	140	72.5%	3	\$66,947,271.24	1.63%	0.05	0.22	0.14	33.9%
1712	17	190	70.0%	3	\$66,878,700.83	1.63%	0.05	0.21	0.13	33.0%
1588	17	155	72.5%	3	\$66,489,908.74	1.60%	0.05	0.21	0.15	30.8%
1748	17	200	70.0%	3	\$66,633,022.84	1.61%	0.06	0.21	0.14	28.6%
1732	17	195	72.5%	3	\$67,019,228.24	1.64%	0.06	0.21	0.14	28.5%
1694	17	185	70.0%	3	\$70,019,828.47	1.89%	0.06	0.24	0.15	31.9%
1622	17	165	70.0%	3	\$64,853,920.48	1.46%	0.06	0.20	0.14	23.8%
1606	17	160	72.5%	3	\$69,047,726.54	1.81%	0.06	0.23	0.16	29.4%

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



Natomiast najwyższa wartość MAR, w wysokości 0,44, została osiągnięta dla parametrów:

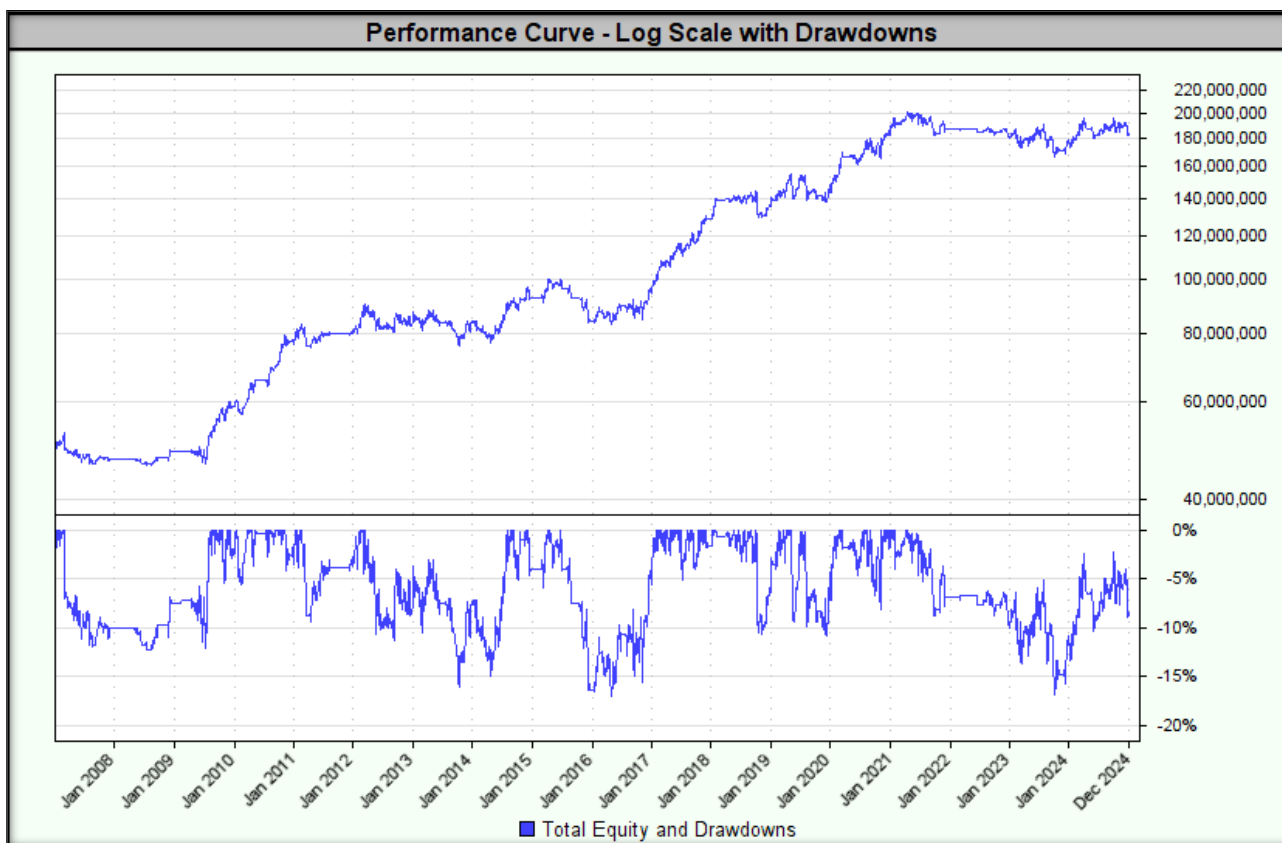
- **VolShort: 11 dni;**
- **MA Long & VolLong: 200 dni;**
- **VolRatio: 80%;**
- **Kontrakcja zmienności & HighestHigh & MaxRange: 2 dni.**

Najwyższej wartości MAR towarzyszył drawdown na poziomie 17,0%.



Test	Volatility Short (Bars)	Volatility Long (bars)	Volatility Threshold (Vol Short/Vol Long)	Low volatility for # of days	End Balance	CAGR%	MAR	Sharpe	Ann. Sharpe	Max TE DD
243	11	200	80.0%	2	\$182,852,932.14	7.47%	0.44	0.77	0.58	17.0%
159	11	180	77.5%	2	\$172,611,841.73	7.13%	0.41	0.73	0.56	17.2%
225	11	195	80.0%	2	\$177,492,426.34	7.29%	0.41	0.75	0.58	17.7%
203	11	190	75.0%	2	\$148,643,056.10	6.24%	0.40	0.68	0.53	15.6%
207	11	190	80.0%	2	\$182,017,790.73	7.44%	0.40	0.75	0.60	18.8%
936	14	180	90.0%	3	\$176,438,717.52	7.26%	0.39	0.71	0.57	18.5%
189	11	185	80.0%	2	\$172,790,509.06	7.13%	0.39	0.71	0.58	18.3%
221	11	195	75.0%	2	\$146,868,774.26	6.17%	0.39	0.68	0.52	15.9%
737	13	195	90.0%	2	\$203,336,977.99	8.11%	0.39	0.77	0.63	20.9%
1205	15	185	90.0%	2	\$205,708,747.20	8.18%	0.39	0.76	0.60	21.2%
953	14	185	90.0%	2	\$192,791,094.47	7.79%	0.39	0.73	0.63	20.2%
1241	15	195	90.0%	2	\$190,661,080.19	7.72%	0.38	0.72	0.59	20.1%

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



Dla wszystkich kombinacji testowanych zakresów parametrów, **najwyższy drawdown wyniósł 33,9%**.

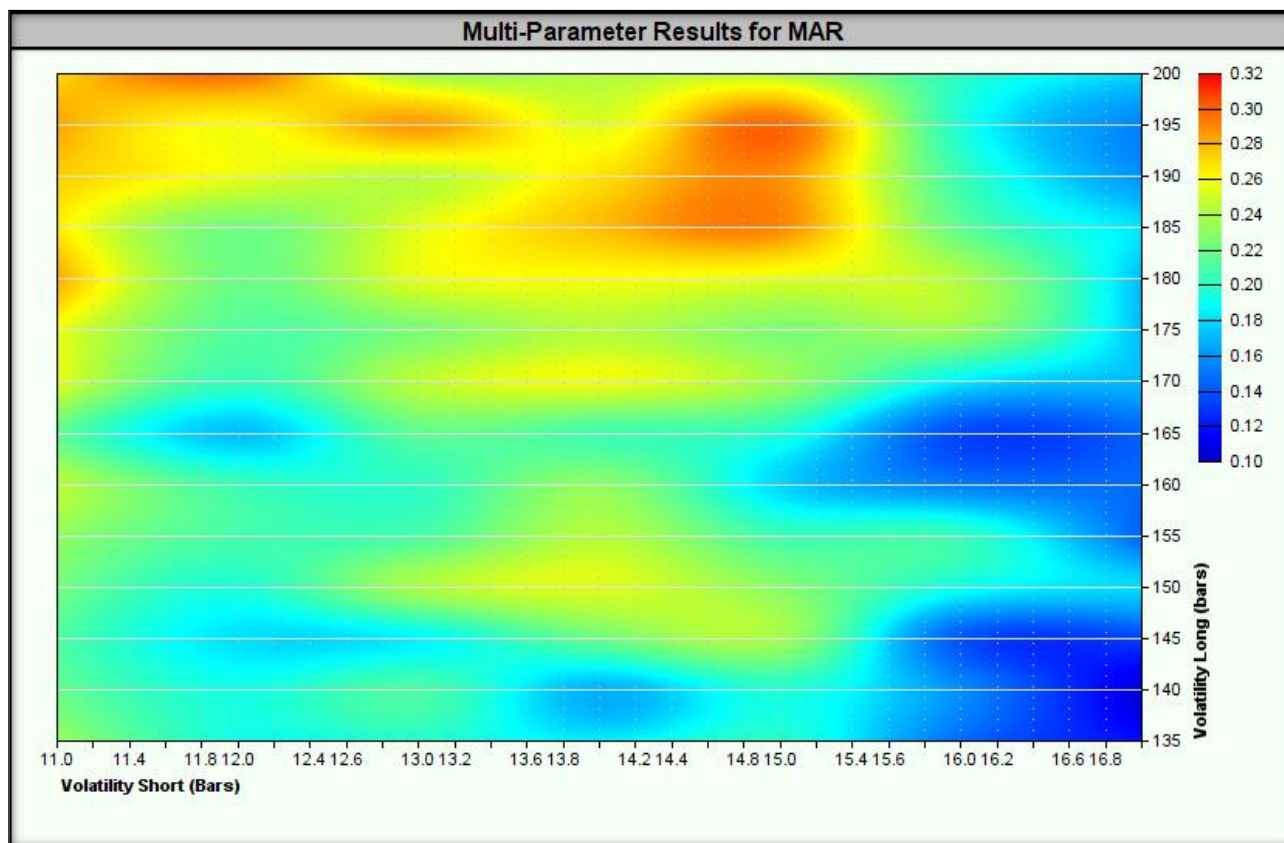
Test	Volatility Short (Bars)	Volatility Long (bars)	Volatility Threshold (Vol Short/Vol Long)	Low volatility for # of days	End Balance	CAGR%	MAR	Sharpe	Ann. Sharpe	Max TE DD
1655	17	170	90.0%	2	\$139,142,276.76	5.85%	0.18	0.54	0.43	32.5%
53	11	145	90.0%	2	\$167,621,648.71	6.95%	0.21	0.70	0.57	32.6%
1536	17	140	75.0%	3	\$61,761,295.59	1.18%	0.04	0.17	0.10	32.8%
1313	16	145	90.0%	2	\$135,797,059.37	5.71%	0.17	0.55	0.43	32.9%
1535	17	140	75.0%	2	\$78,052,725.18	2.51%	0.08	0.29	0.22	33.0%
1712	17	190	70.0%	3	\$66,878,700.83	1.63%	0.05	0.21	0.13	33.0%
36	11	140	90.0%	3	\$133,893,269.88	5.63%	0.17	0.59	0.43	33.2%
54	11	145	90.0%	3	\$129,136,685.75	5.41%	0.16	0.56	0.43	33.4%
35	11	140	90.0%	2	\$167,104,476.95	6.93%	0.21	0.70	0.57	33.5%
1533	17	140	72.5%	2	\$81,232,449.58	2.73%	0.08	0.33	0.23	33.6%
1517	17	135	75.0%	2	\$85,070,499.24	3.00%	0.09	0.34	0.25	33.7%
1534	17	140	72.5%	3	\$66,947,271.24	1.63%	0.05	0.22	0.14	33.9%

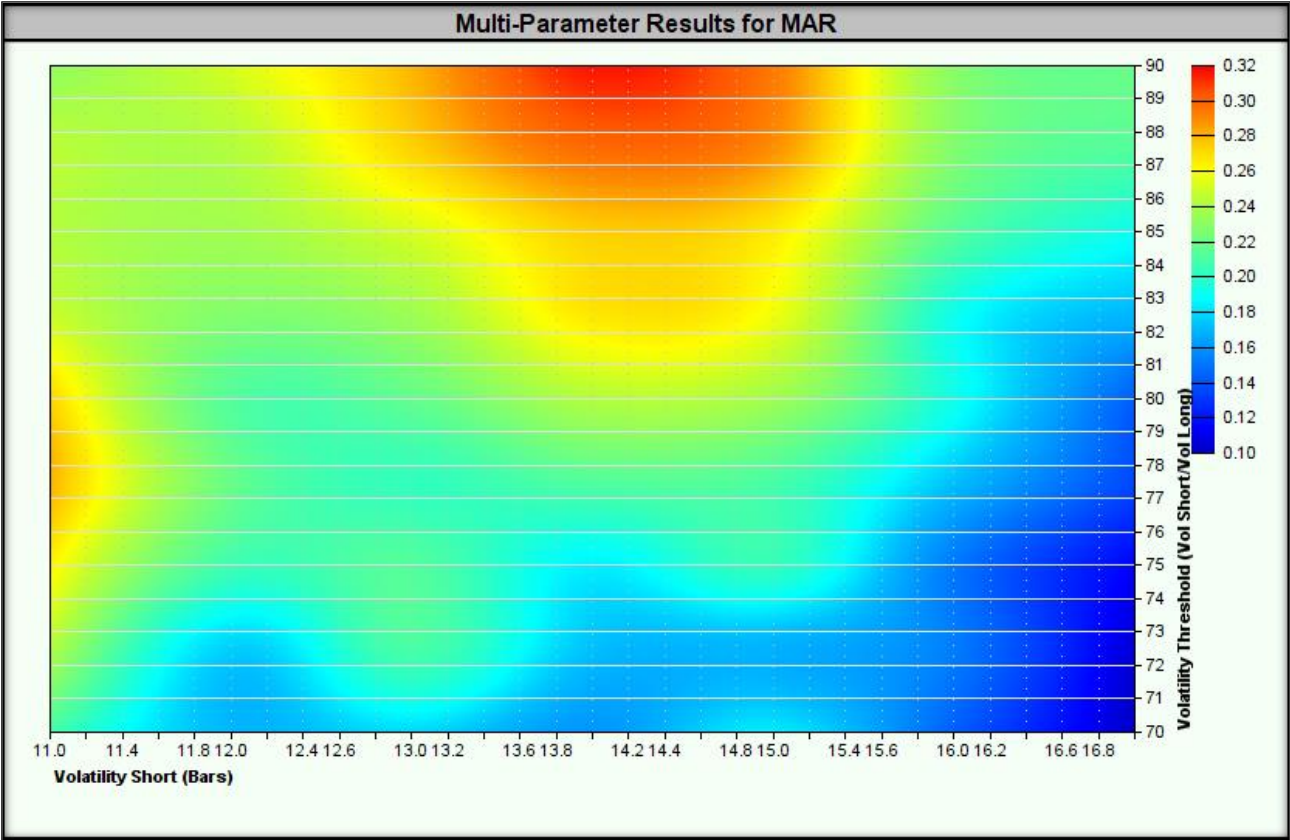
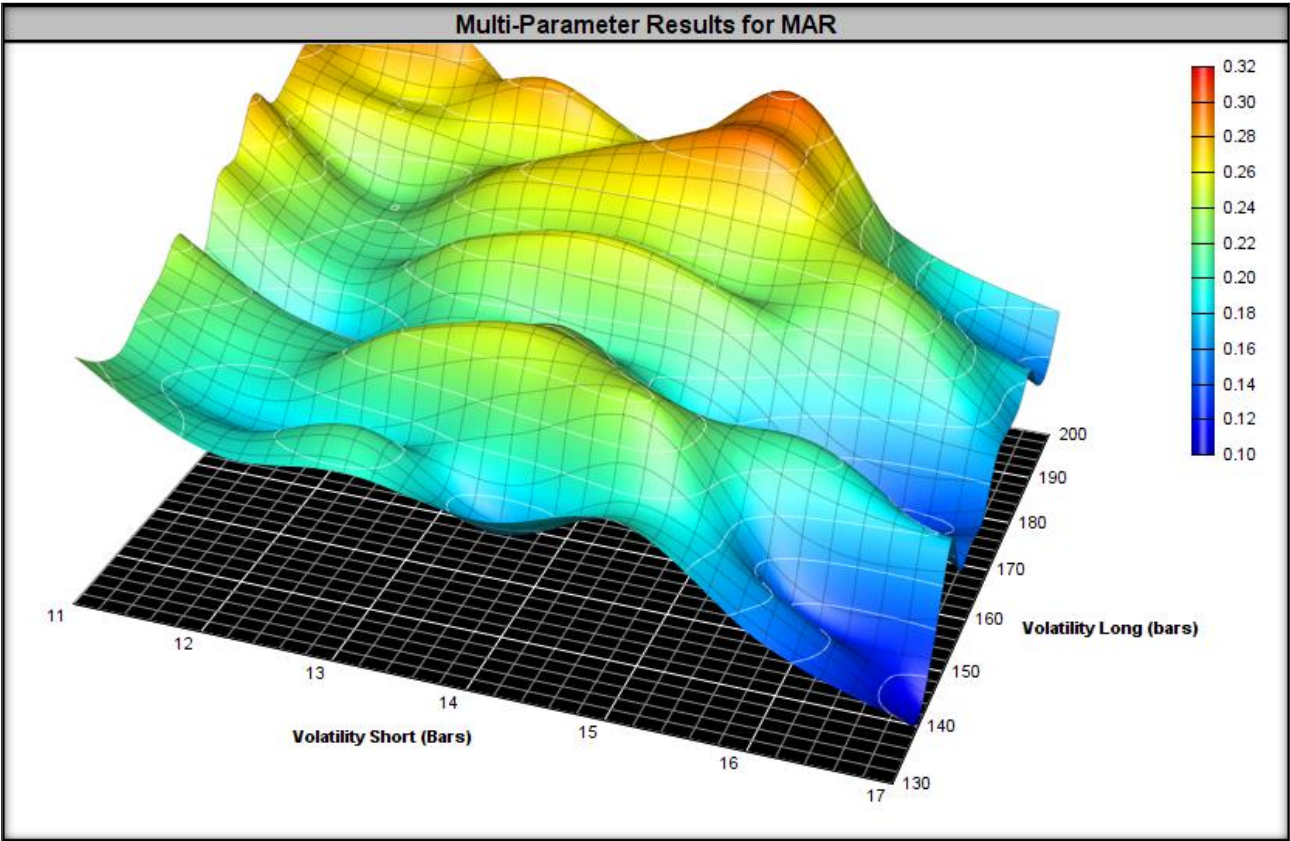
Podsumowując, strategia **zaliczyła test stabilności** w szerokim zakresie optymalizowanych parametrów na danych in-sample, ponieważ:

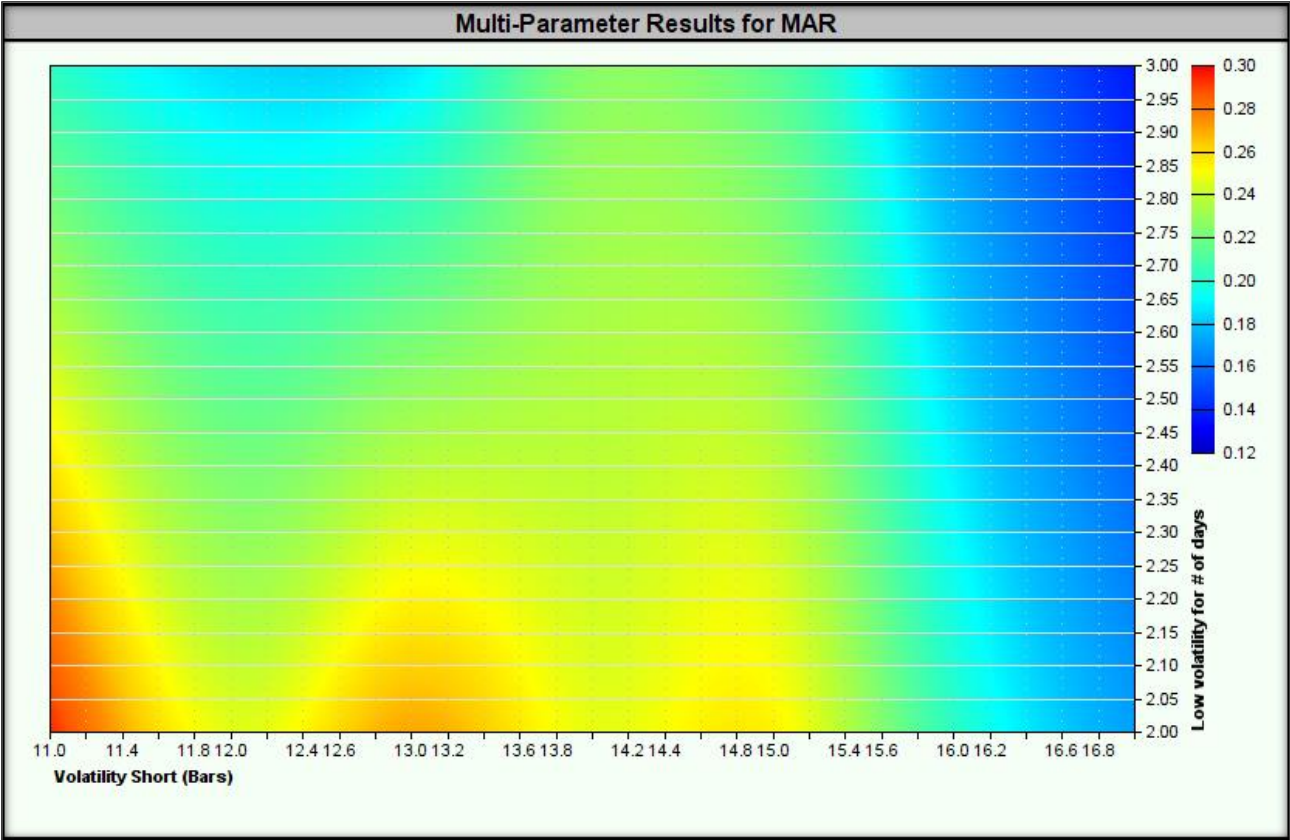
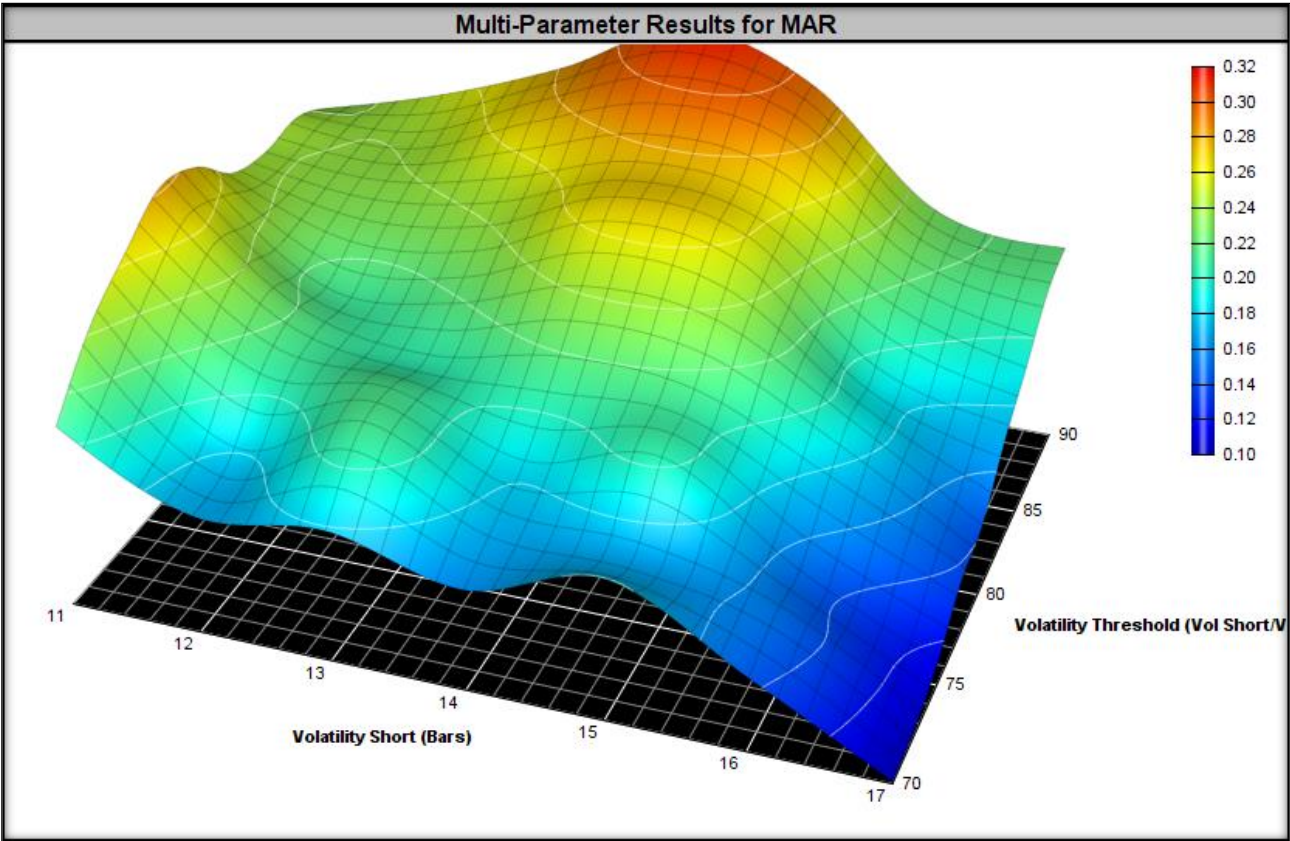


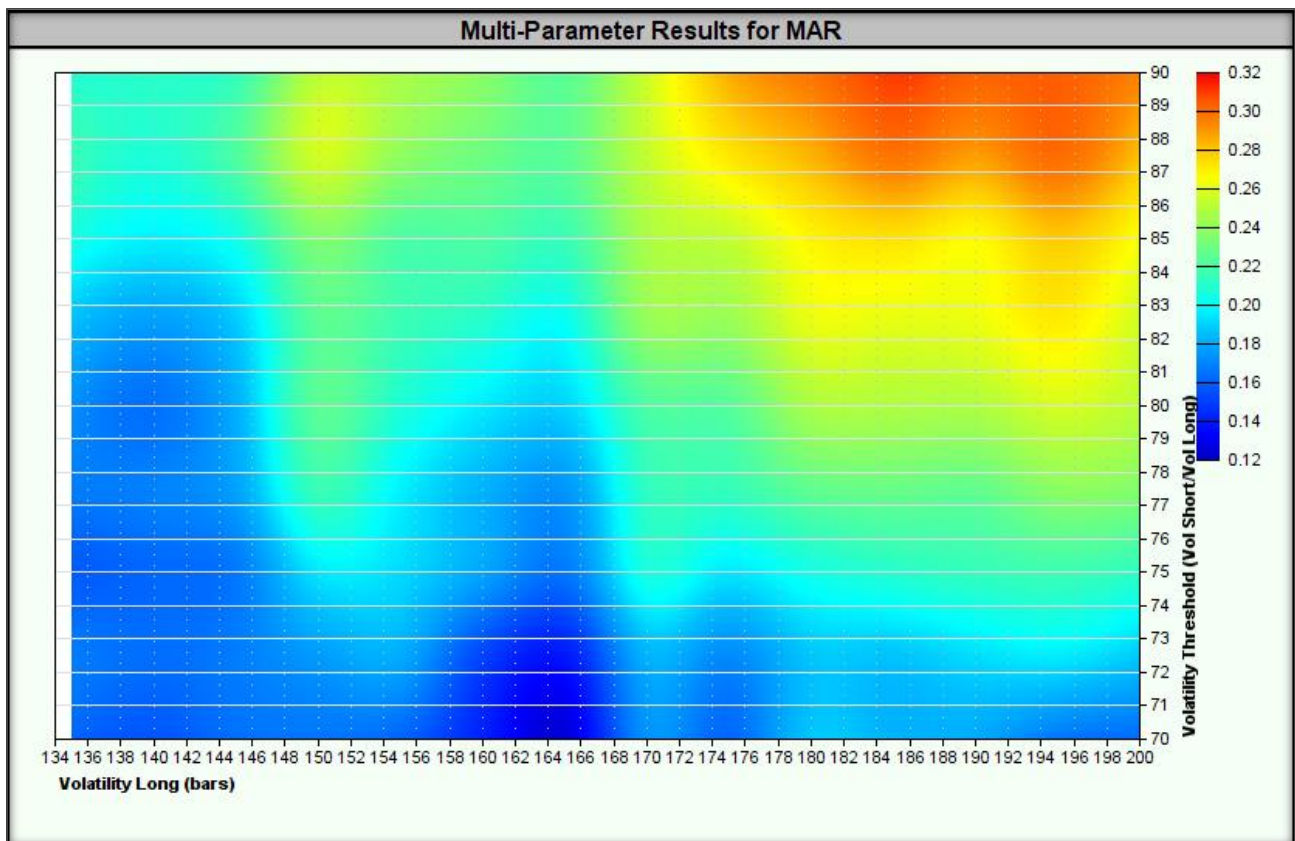
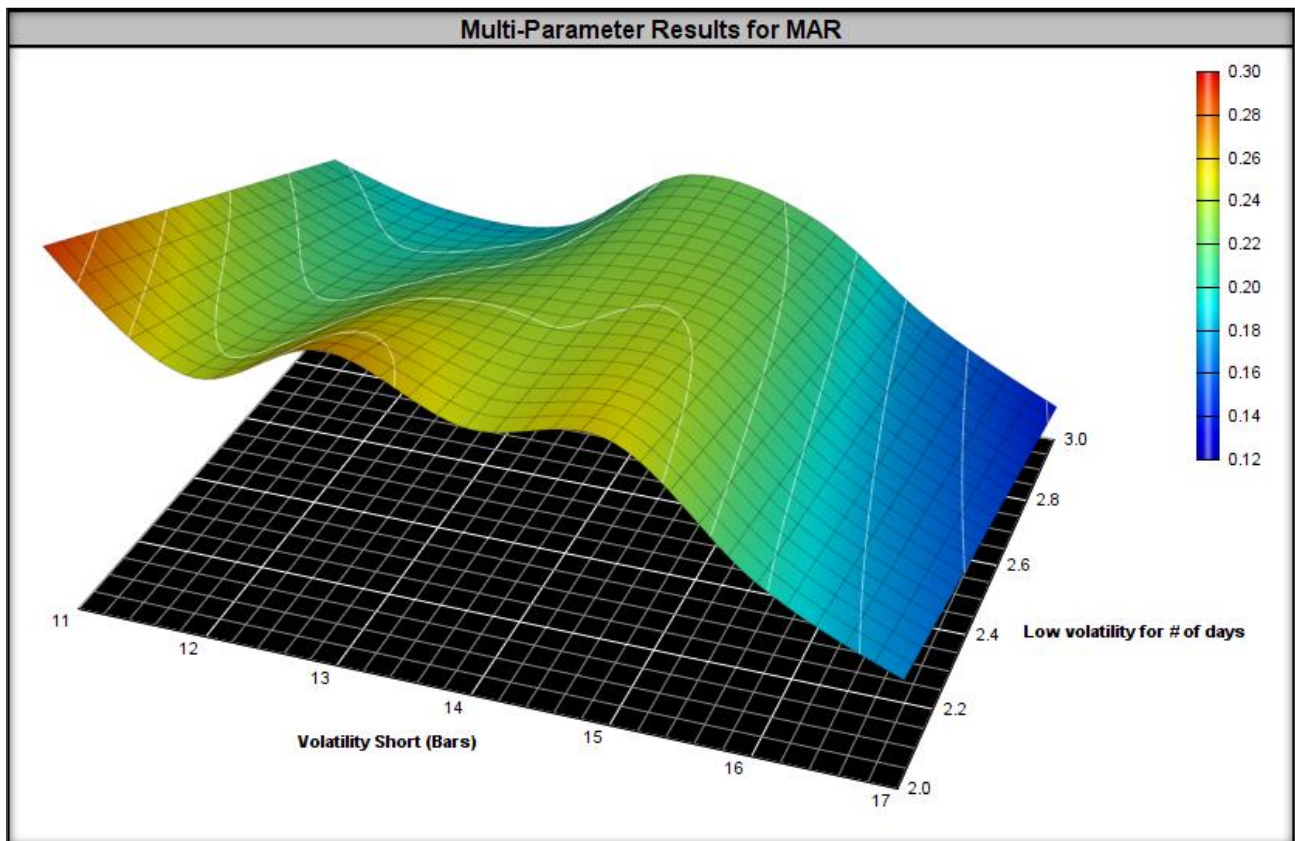
- **Wszystkie wyniki testów wykazywały dodatnią wartość wskaźnika MAR** – co wskazuje na stabilność strategii w różnych warunkach rynkowych.
- **Maksymalny drawdown nie przekroczył 250% wartości drawdown dla wyniku z najwyższym MAR (33,9% vs. 17,0%)** – co oznacza akceptowalne ryzyko głębokich obsunięć kapitału.

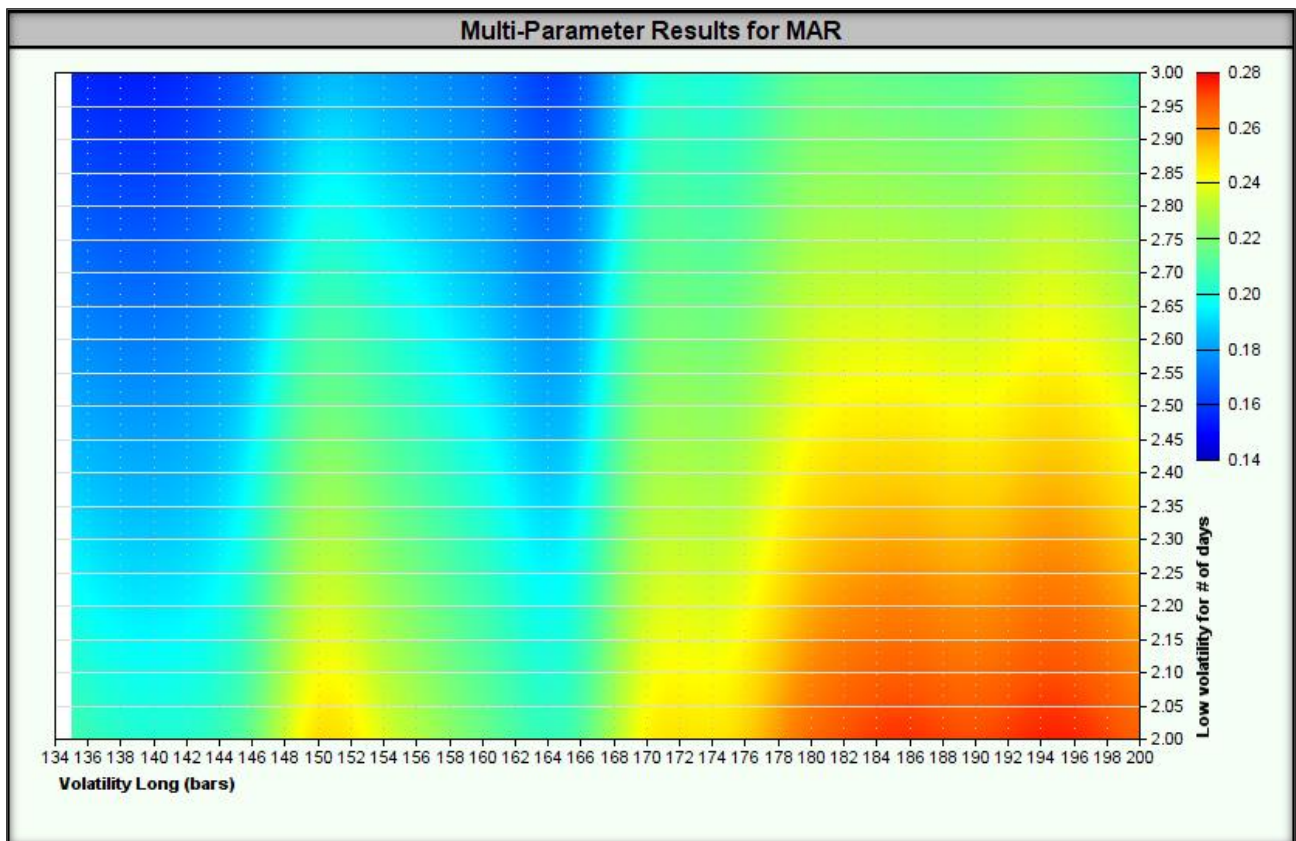
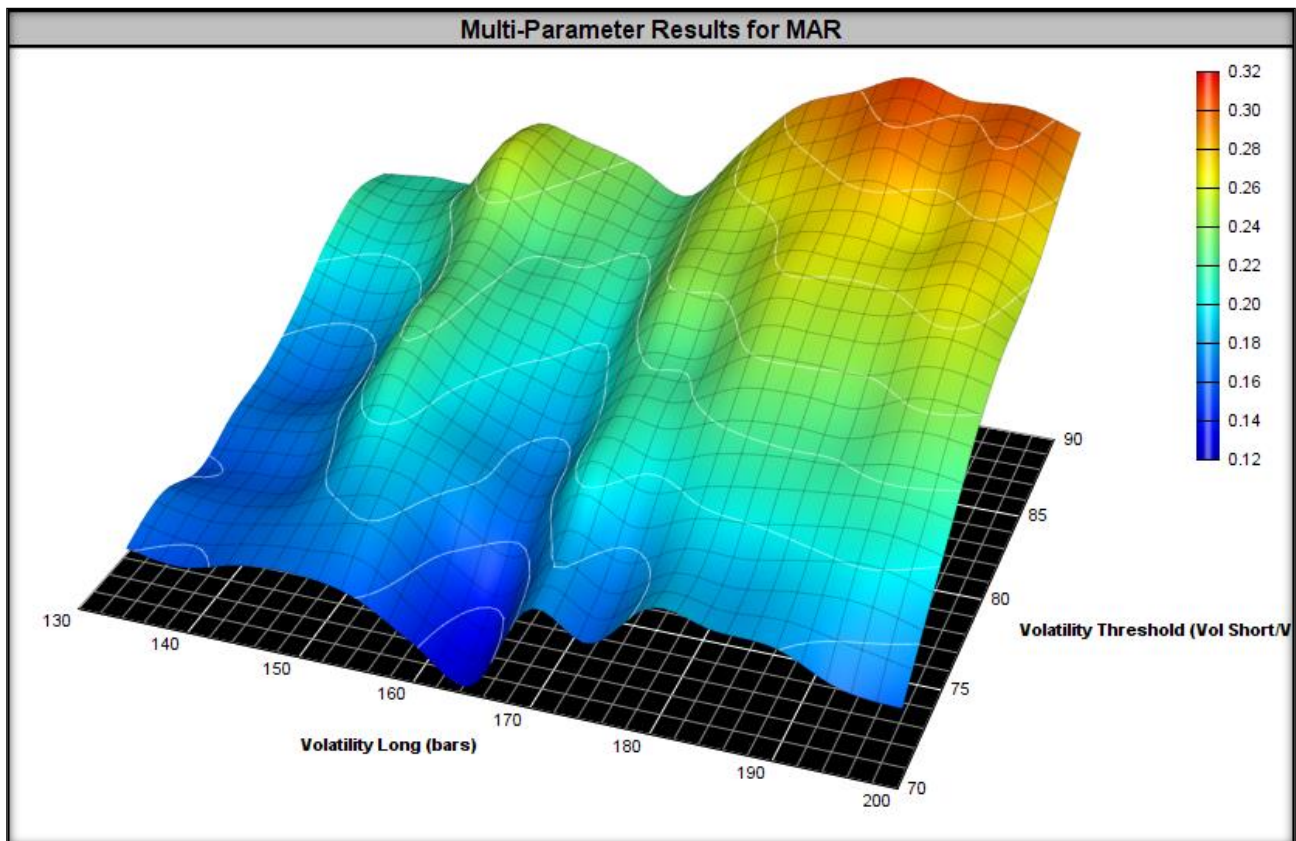
Poniżej przedstawiono **heatmapy dla testowanych zakresów**.

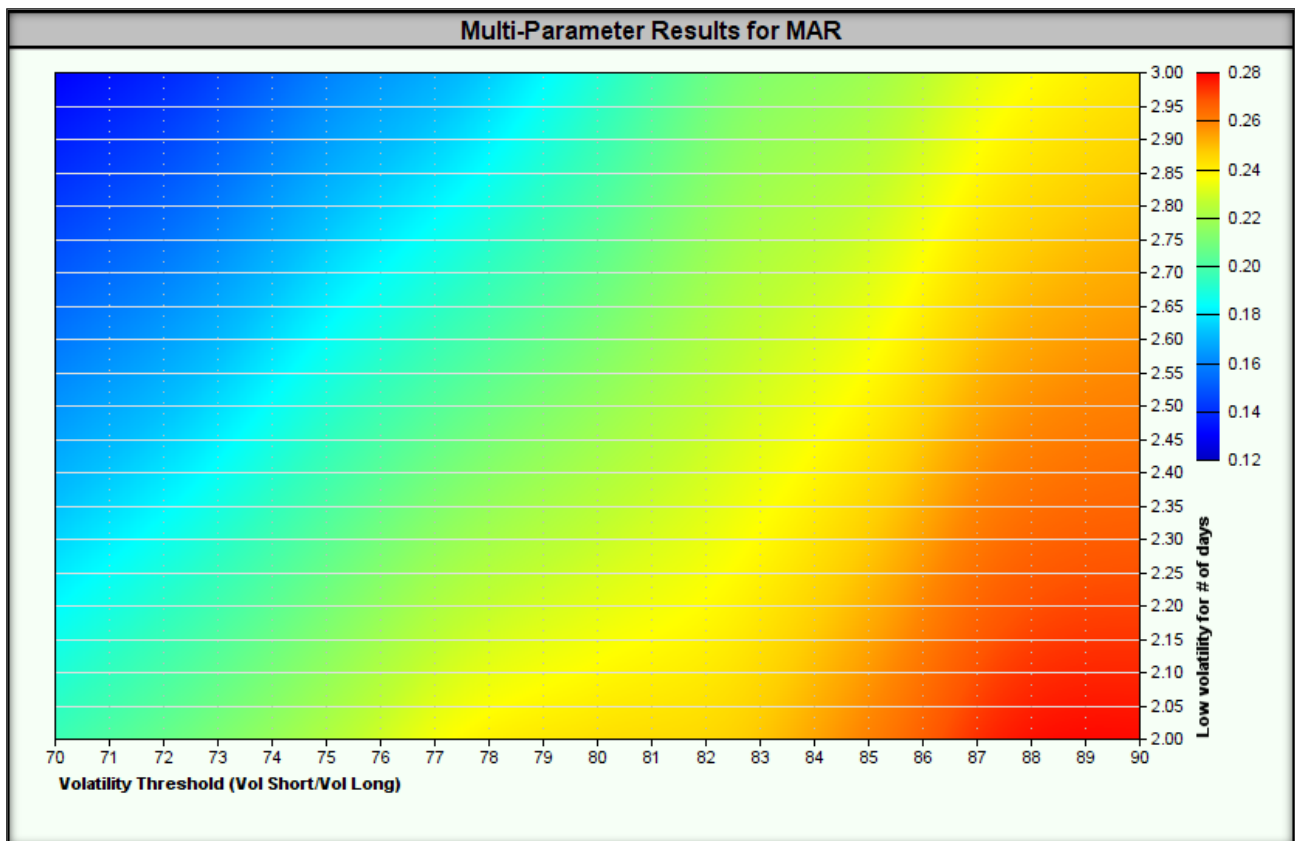
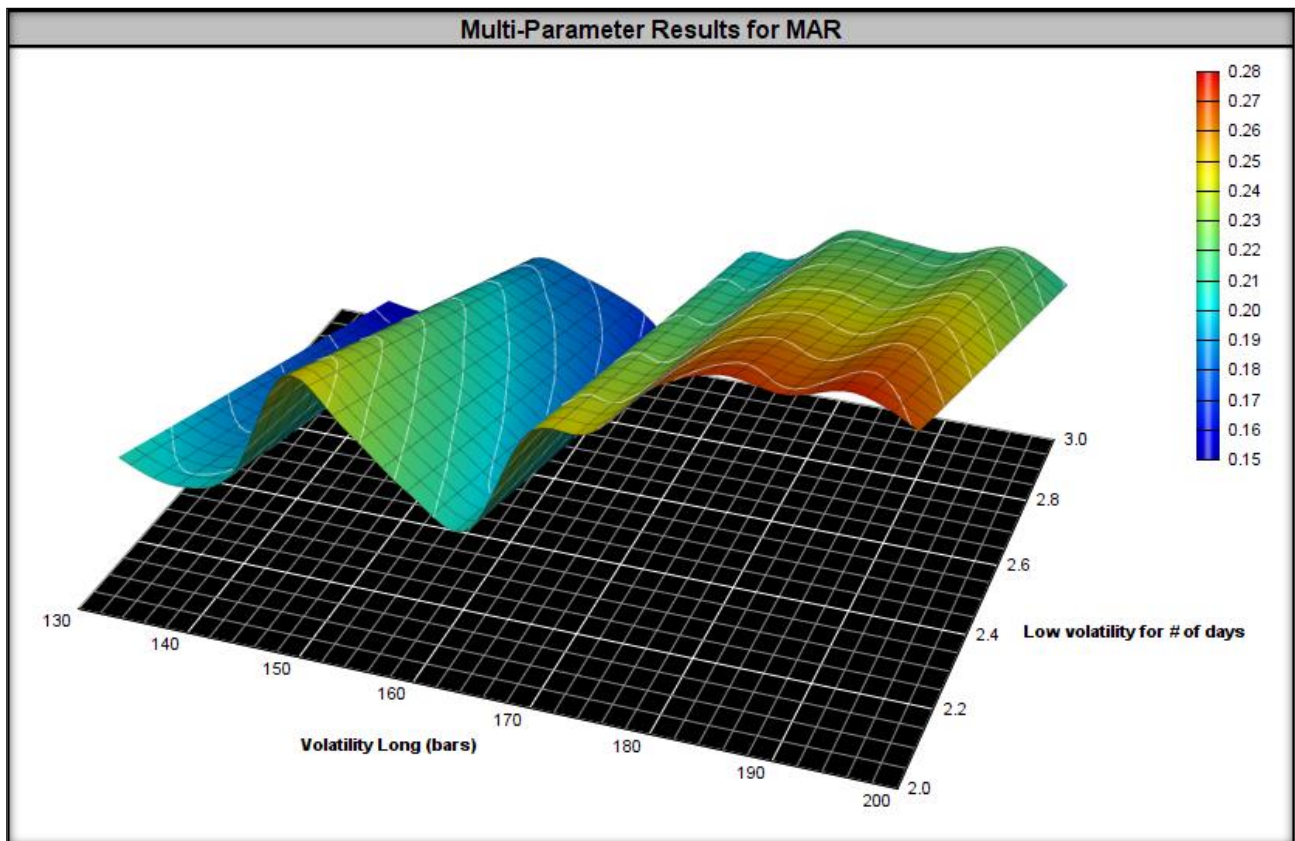


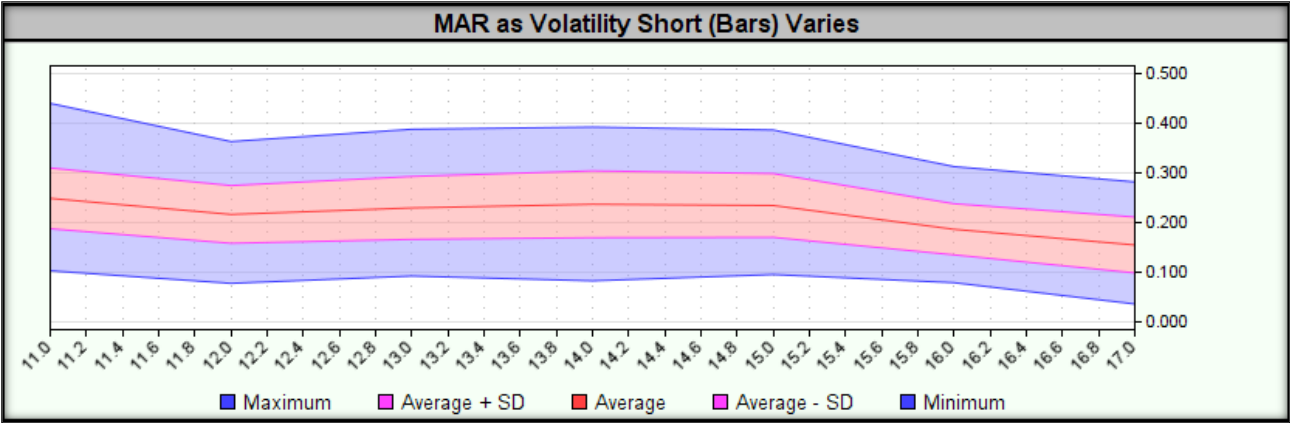
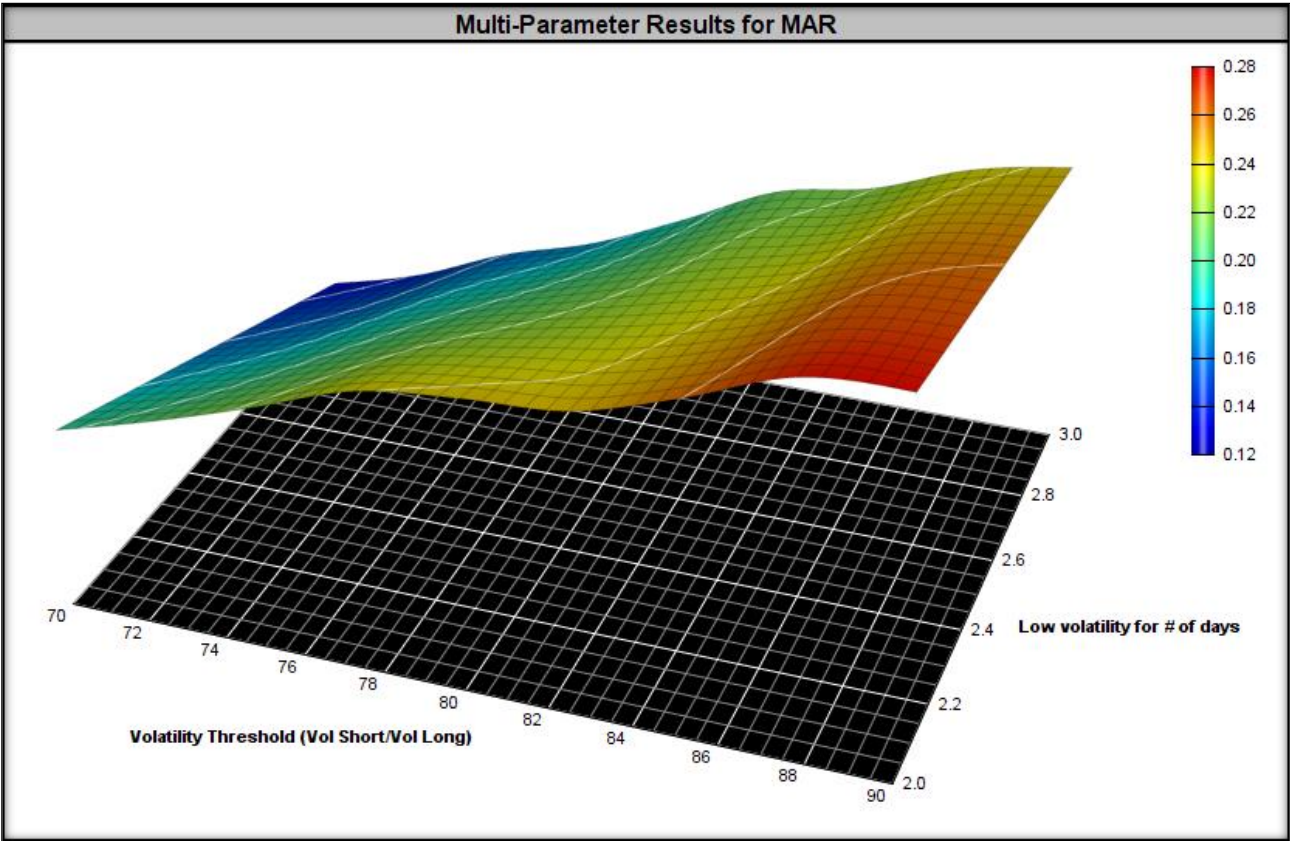


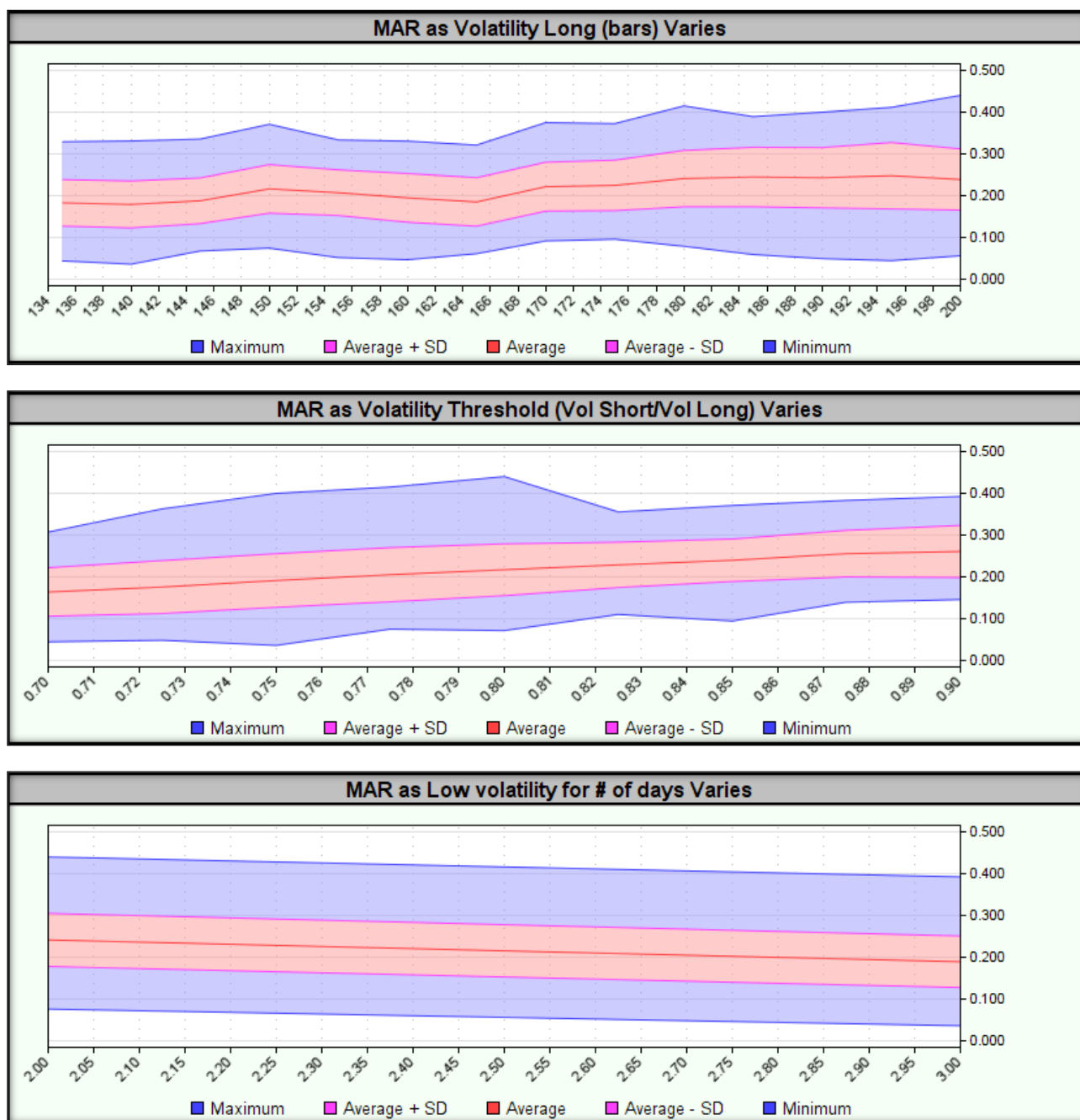












Po zaliczeniu testów stabilności na danych **in-sample**, czas przeprowadzić analogiczne na danych **out-of-sample**. W tym celu wykorzystujemy **ten sam zakres parametrów**, co na danych in-sample:

- **VolShort:** zakres 11-17 dni (krok: 1);
- **MALong & VolLong:** zakres 135-200 dni (krok: 5);
- **VolRatio:** zakres 70%-90% (krok: 2,5 p.p.);
- **Kontrakcja zmienności & HighestHigh & MaxRange:** zakres 2-3 dni (krok: 1).

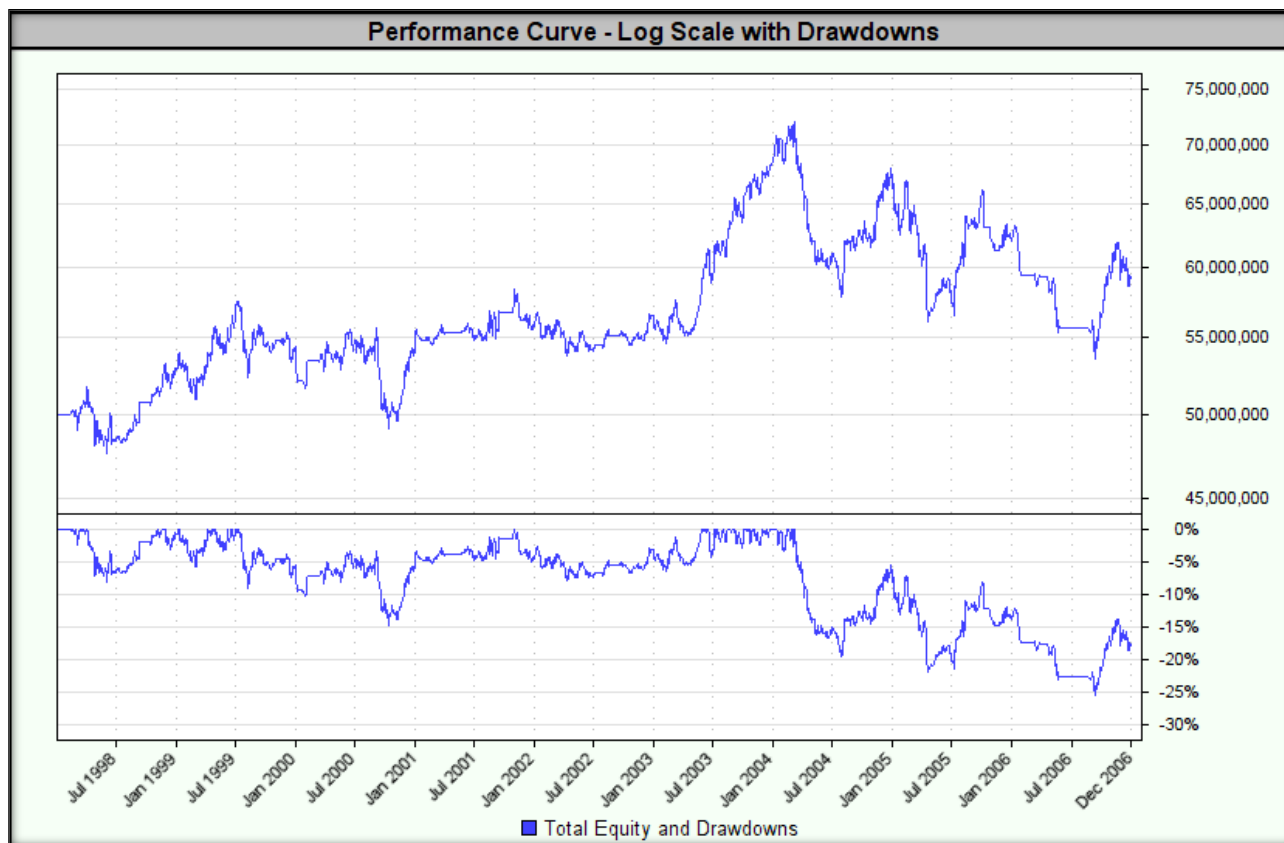
Najniższa wartość MAR, w wysokości 0,07, została osiągnięta dla parametrów:



- VolShort: 17 dni;
- MALong & VolLong: 170 dni;
- VolRatio: 82,5%;
- Kontrakcja zmienności & HighestHigh & MaxRange: 3 dni.

Test	Volatility Short (Bars)	Volatility Long (bars)	Volatility Threshold (Vol Short/Vol Long)	Low volatility for # of days	End Balance	CAGR%	MAR	Sharpe	Ann. Sharpe	Max TE DD
1650	17	170	82.5%	3	\$59,230,190.79	1.90%	0.07	0.24	0.24	25.6%
1418	16	175	85.0%	3	\$60,498,172.05	2.14%	0.08	0.27	0.25	25.7%
1416	16	175	82.5%	3	\$59,956,703.05	2.04%	0.09	0.26	0.25	24.0%
1400	16	170	85.0%	3	\$58,956,835.63	1.85%	0.09	0.24	0.26	21.6%
1614	17	160	82.5%	3	\$61,525,030.27	2.33%	0.09	0.29	0.27	27.0%
1616	17	160	85.0%	3	\$62,071,082.10	2.43%	0.09	0.30	0.26	28.0%
1414	16	175	80.0%	3	\$60,079,557.66	2.06%	0.09	0.27	0.28	22.8%
1632	17	165	82.5%	3	\$61,144,201.03	2.26%	0.09	0.28	0.28	24.9%
1434	16	180	82.5%	3	\$59,994,065.52	2.05%	0.09	0.26	0.26	22.0%
1436	16	180	85.0%	3	\$61,027,147.41	2.24%	0.10	0.28	0.27	23.1%
1394	16	170	77.5%	3	\$60,387,788.92	2.12%	0.10	0.28	0.32	20.7%
1452	16	185	82.5%	3	\$62,426,452.49	2.50%	0.10	0.31	0.29	24.2%
1432	16	180	80.0%	3	\$61,114,402.54	2.26%	0.11	0.28	0.29	21.3%

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



Natomiast najwyższa wartość MAR, w wysokości 0,81, została osiągnięta dla parametrów:

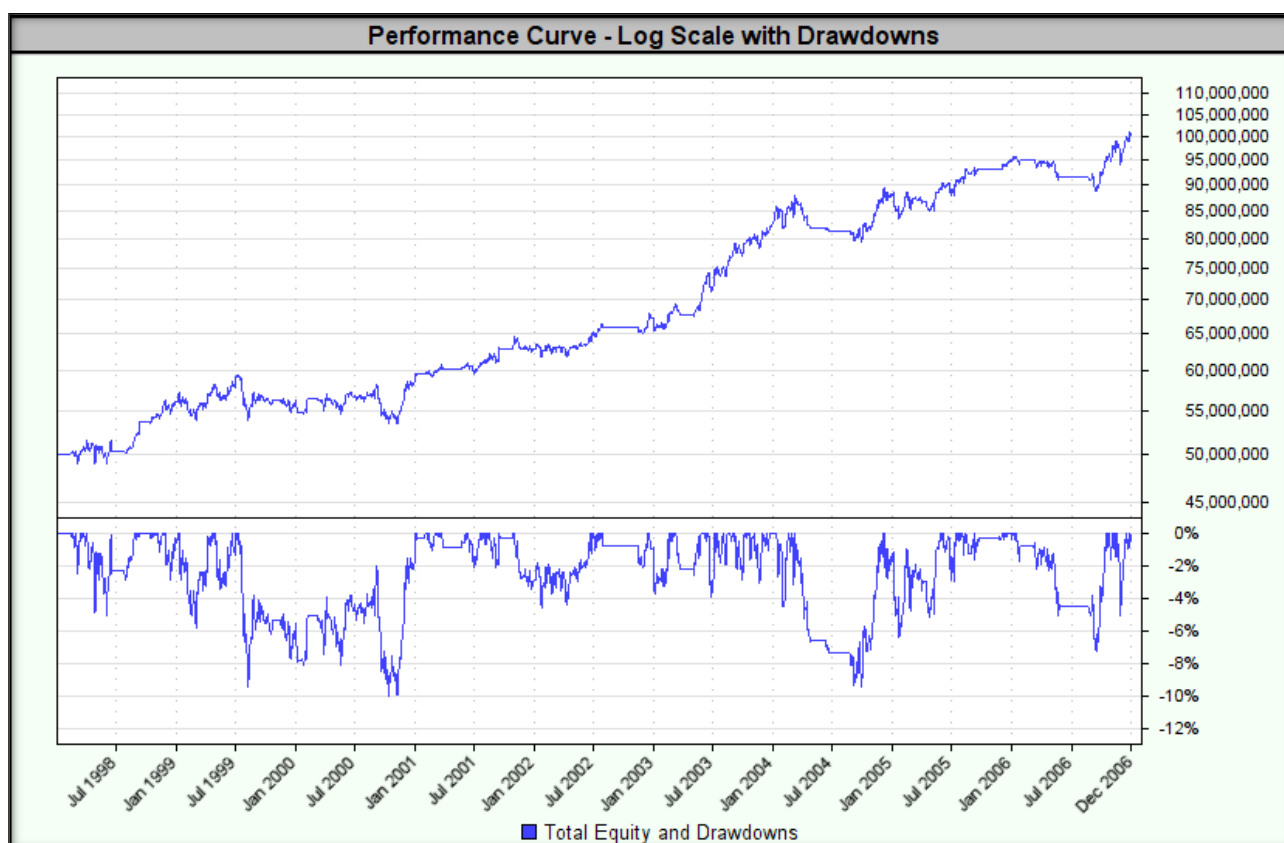
- VolShort: 12 dni;
- MALong & VolLong: 150 dni;
- VolRatio: 72,5%;
- Kontrakcja zmienności & HighestHigh & MaxRange: 3 dni.

Najwyższej wartości MAR towarzyszył drawdown na poziomie 10,0%.



Test	Volatility Short (Bars)	Volatility Long (bars)	Volatility Threshold (Vol Short/Vol Long)	Low volatility for # of days	End Balance	CAGR%	MAR	Sharpe	Ann. Sharpe	Max TE DD
310	12	150	72.5%	3	\$100,476,725.72	8.07%	0.81	1.11	1.31	10.0%
308	12	150	70.0%	3	\$102,006,765.41	8.25%	0.76	1.12	1.35	10.9%
328	12	155	72.5%	3	\$97,712,827.29	7.74%	0.68	1.05	1.17	11.4%
793	14	145	70.0%	2	\$89,557,305.01	6.70%	0.67	0.89	0.96	10.0%
815	14	150	75.0%	2	\$90,340,766.89	6.80%	0.66	0.83	0.88	10.3%
811	14	150	70.0%	2	\$88,451,675.13	6.55%	0.65	0.86	0.96	10.0%
797	14	145	75.0%	2	\$89,014,330.48	6.63%	0.63	0.82	0.91	10.5%
290	12	145	70.0%	3	\$94,875,779.56	7.38%	0.62	1.02	1.21	11.9%
775	14	140	70.0%	2	\$85,980,737.24	6.21%	0.62	0.83	0.91	10.0%
326	12	155	70.0%	3	\$96,899,799.41	7.64%	0.62	1.05	1.14	12.4%
346	12	160	72.5%	3	\$92,260,908.98	7.05%	0.61	0.95	0.95	11.5%
1573	17	150	77.5%	2	\$90,548,747.58	6.83%	0.61	0.83	1.08	11.1%
58	11	150	72.5%	3	\$91,597,152.67	6.96%	0.60	0.97	1.01	11.5%

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



Dla wszystkich kombinacji testowanych zakresów parametrów, **najwyższy drawdown wyniósł 28,0%**.

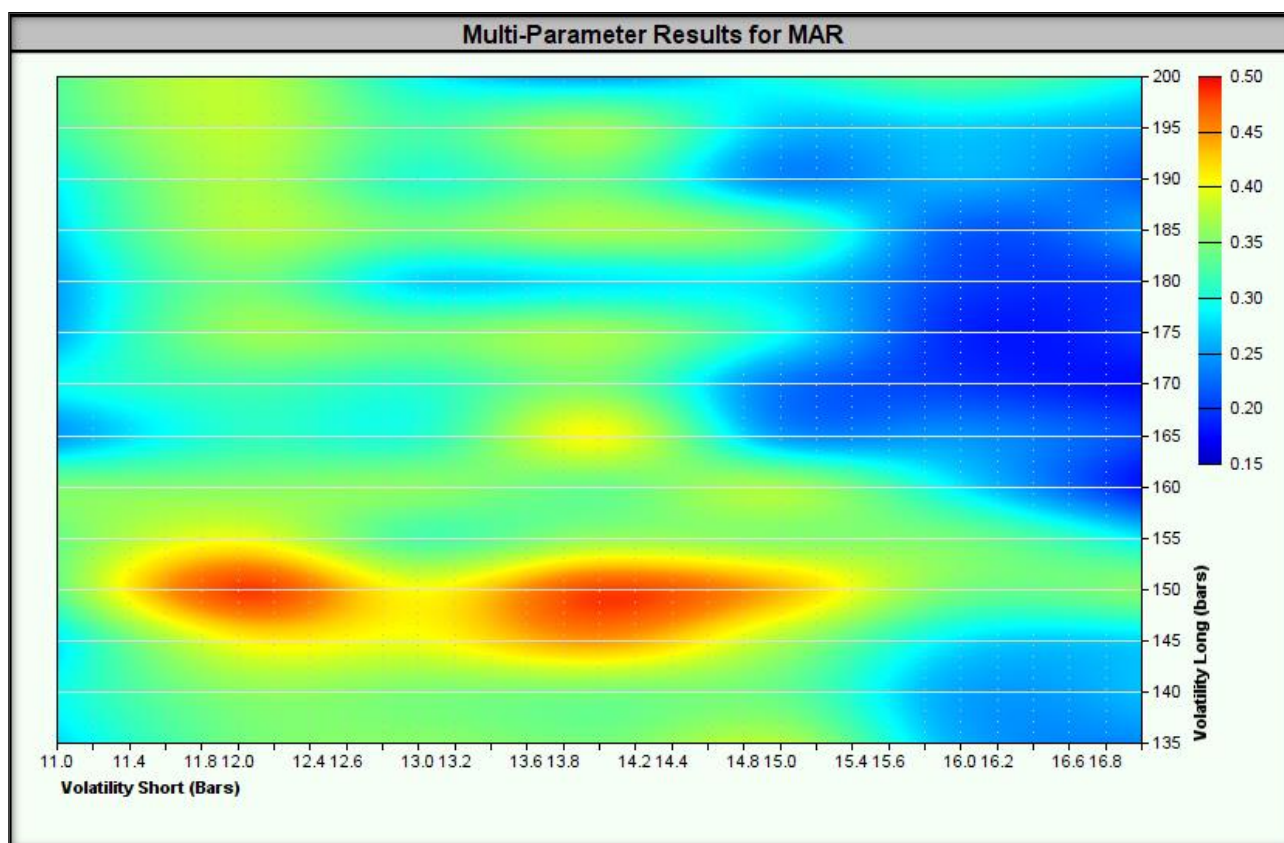
Test	Volatility Short (Bars)	Volatility Long (bars)	Volatility Threshold (Vol Short/Vol Long)	Low volatility for # of days	End Balance	CAGR%	MAR	Sharpe	Ann. Sharpe	Max TE DD
1616	17	160	85.0%	3	\$62,071,082.10	2.43%	0.09	0.30	0.26	28.0%
1614	17	160	82.5%	3	\$61,525,030.27	2.33%	0.09	0.29	0.27	27.0%
1684	17	180	80.0%	3	\$65,311,552.33	3.02%	0.11	0.35	0.32	26.7%
1686	17	180	82.5%	3	\$68,980,605.24	3.64%	0.14	0.41	0.39	26.1%
1688	17	180	85.0%	3	\$69,606,268.87	3.75%	0.15	0.42	0.40	25.8%
1418	16	175	85.0%	3	\$60,498,172.05	2.14%	0.08	0.27	0.25	25.7%
1650	17	170	82.5%	3	\$59,230,190.79	1.90%	0.07	0.24	0.24	25.6%
1720	17	190	80.0%	3	\$69,612,140.21	3.75%	0.15	0.42	0.36	25.1%
1652	17	170	85.0%	3	\$65,364,163.10	3.03%	0.12	0.35	0.34	25.1%
1241	15	195	90.0%	2	\$95,908,367.77	7.51%	0.30	0.72	0.96	25.1%
1223	15	190	90.0%	2	\$88,058,349.75	6.50%	0.26	0.65	0.73	25.0%
1632	17	165	82.5%	3	\$61,144,201.03	2.26%	0.09	0.28	0.28	24.9%
1668	17	175	82.5%	3	\$64,640,170.55	2.90%	0.12	0.34	0.33	24.8%

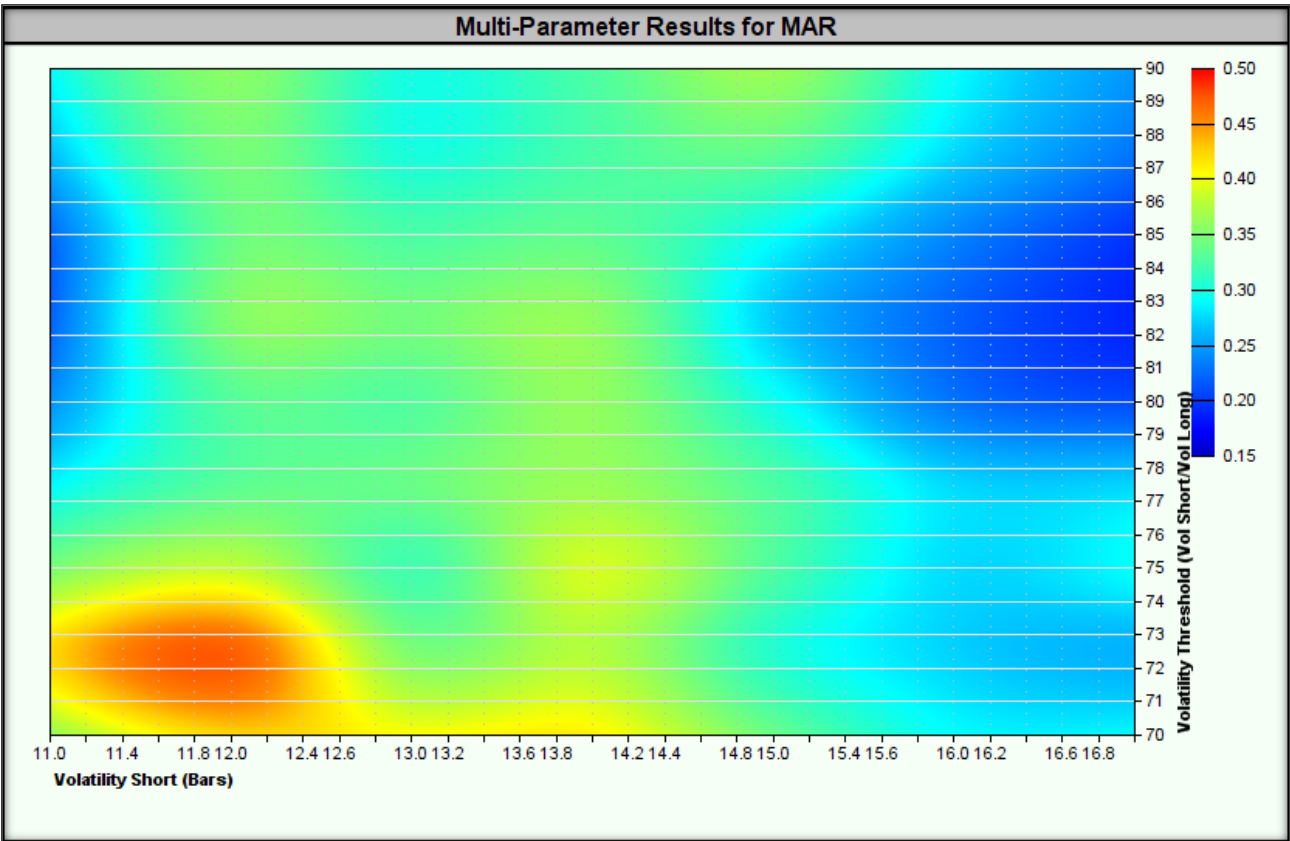
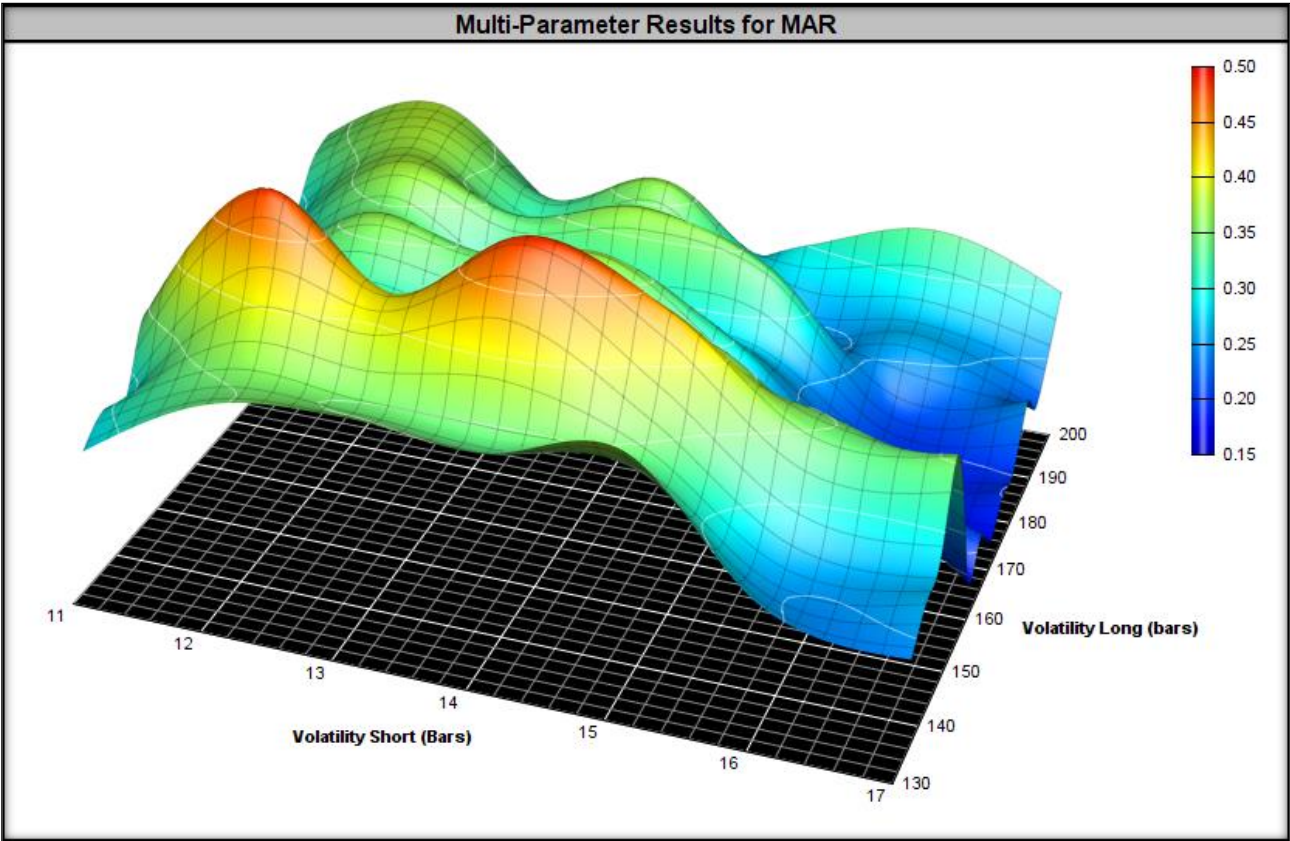
Podsumowując, strategia **zaliczyła test stabilności** w szerokim zakresie optymalizowanych parametrów na danych out-of-sample, ponieważ:

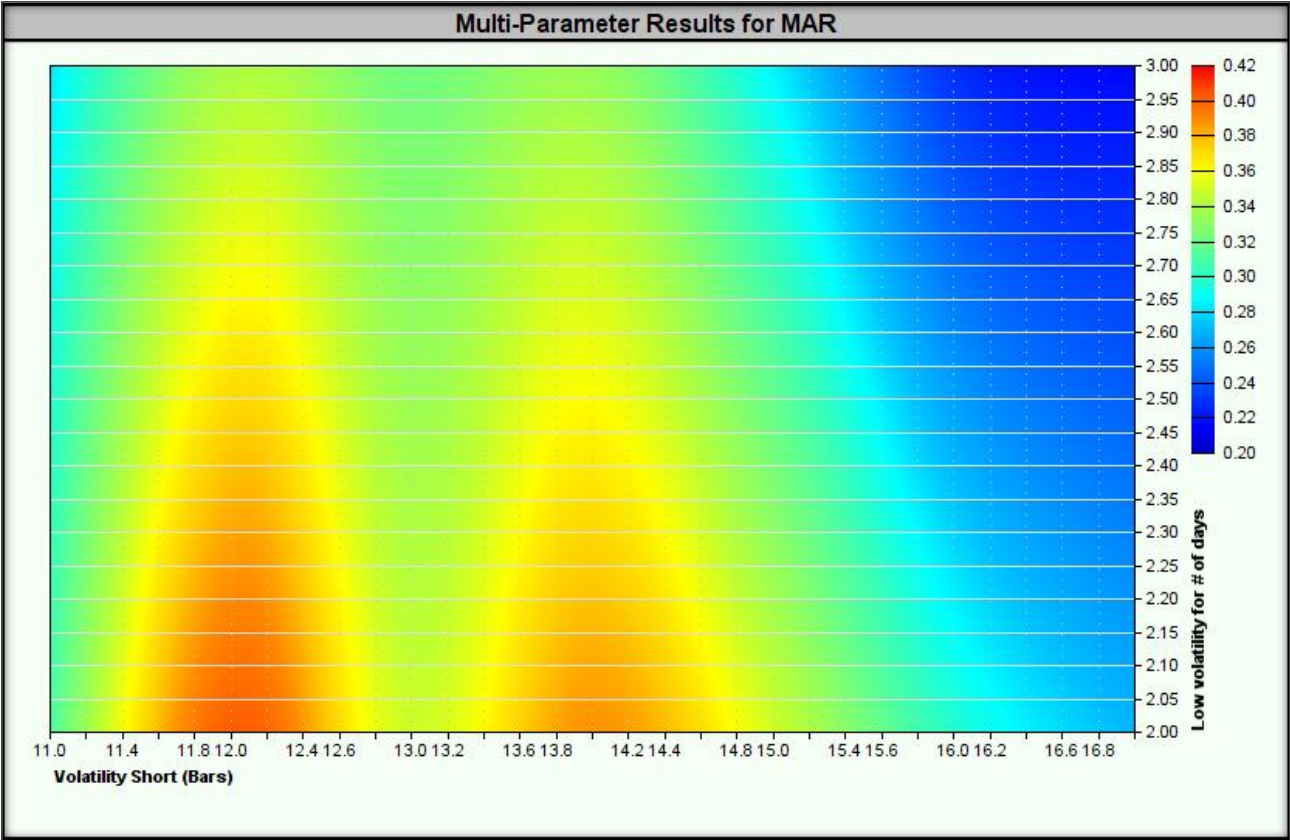
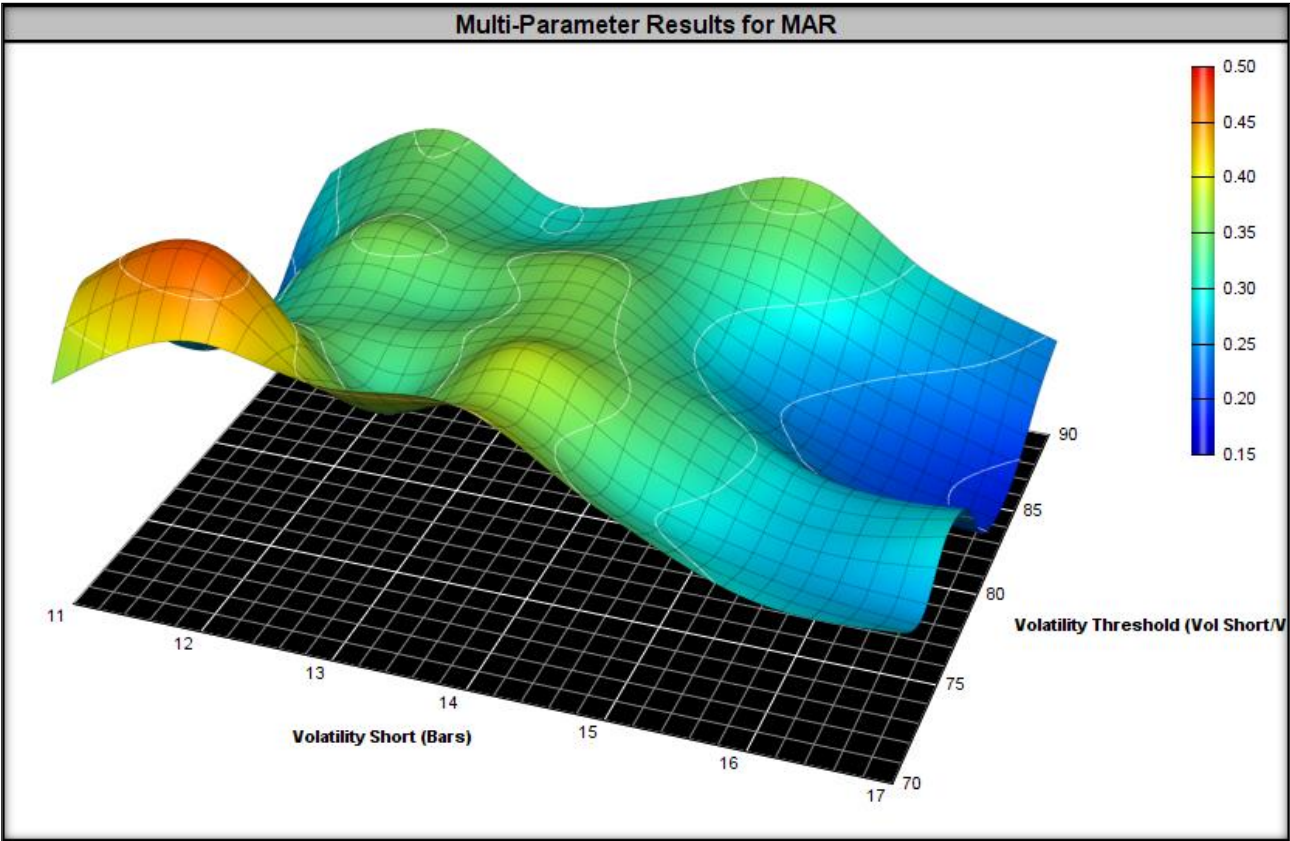


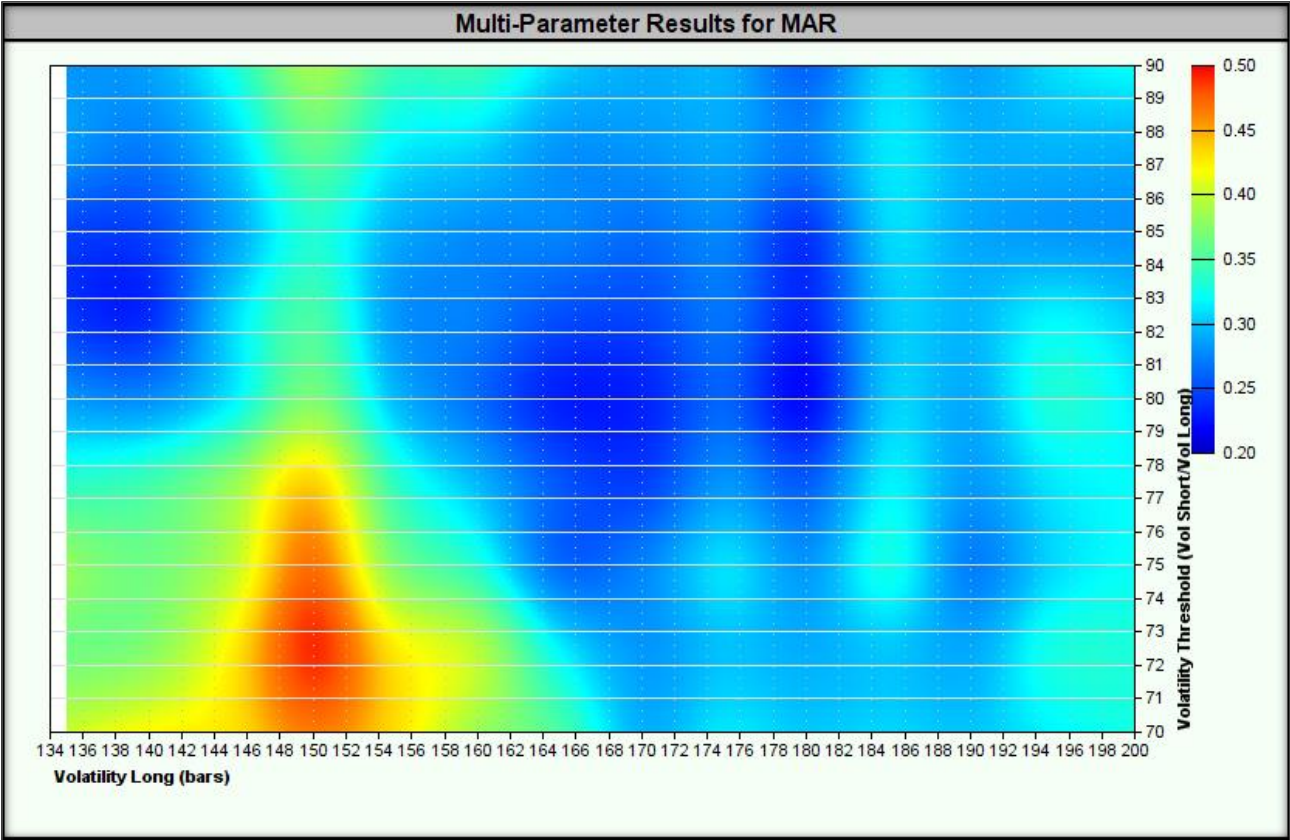
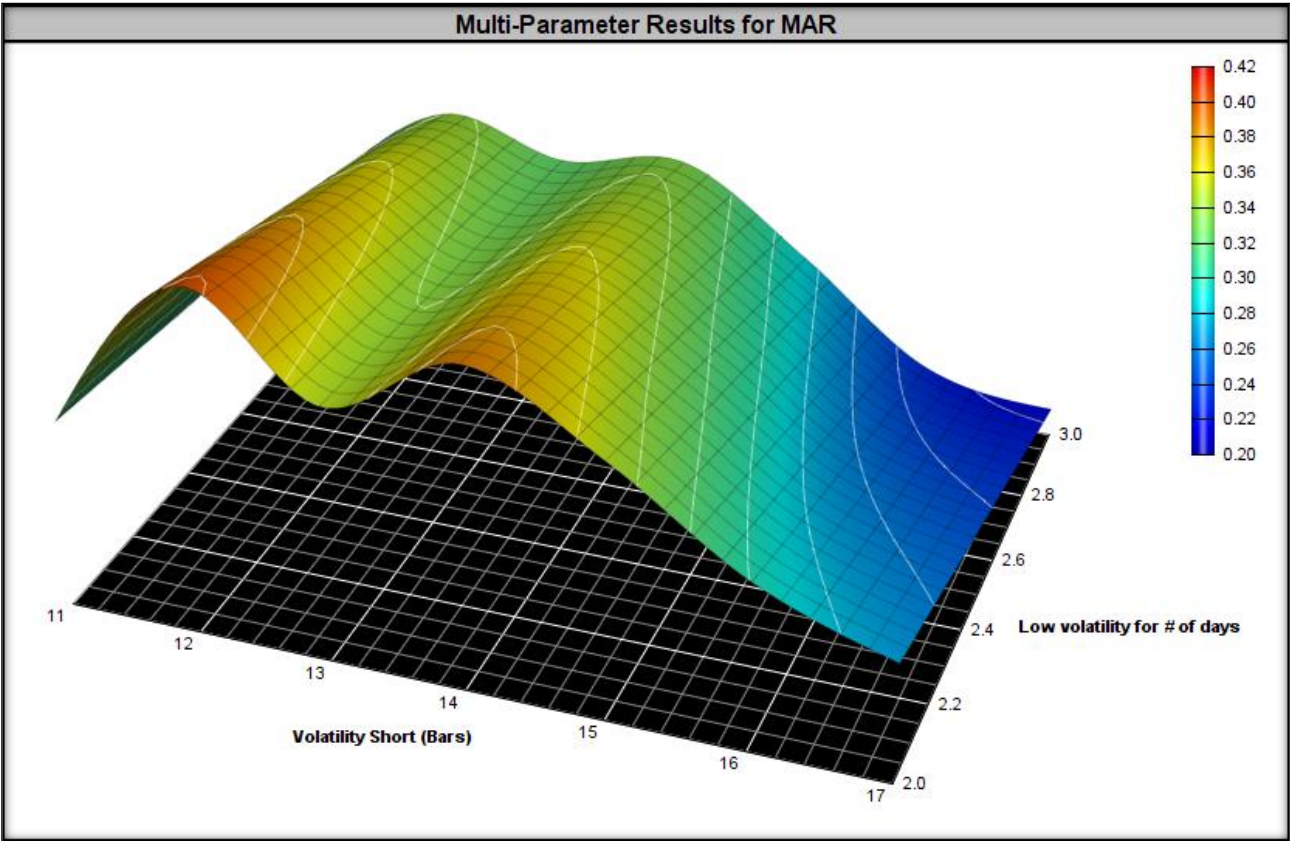
- **Wszystkie wyniki testów wykazywały dodatnią wartość wskaźnika MAR** – co wskazuje na stabilność strategii w różnych warunkach rynkowych.
- **Maksymalny drawdown na danych out-of-sample nie przekroczył 150% wartości maksymalnego drawdown na danych in-sample (28,0% vs. 33,9%)** – co oznacza akceptowalne ryzyko obsunięć kapitału.
- **Spadek wartości maksymalnego MAR na danych out-of-sample był mniejszy niż 50% względem wyników testów in-sample (0,81 vs. 0,44)** – co wskazuje, że strategia może uzyskiwać dobre wyniki w różnych warunkach rynkowych.

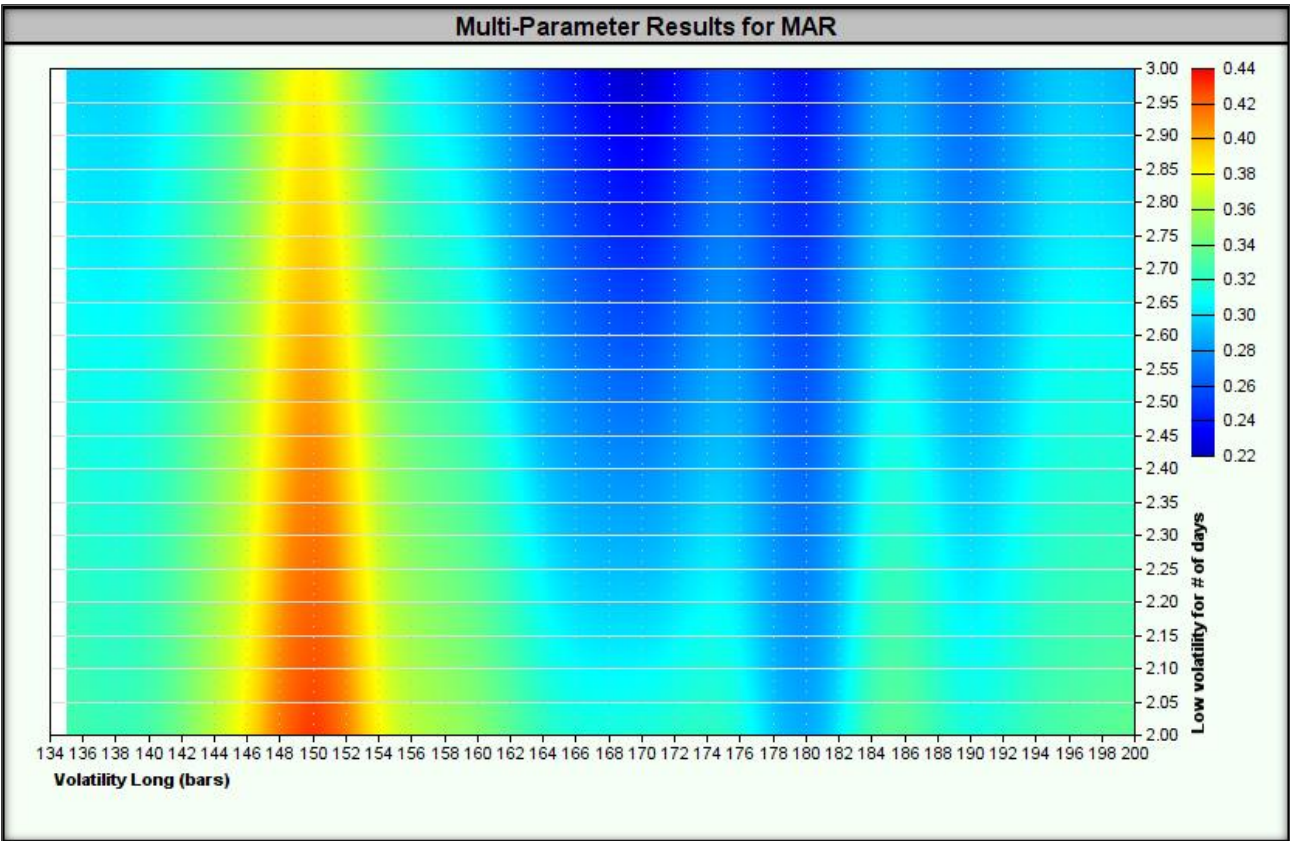
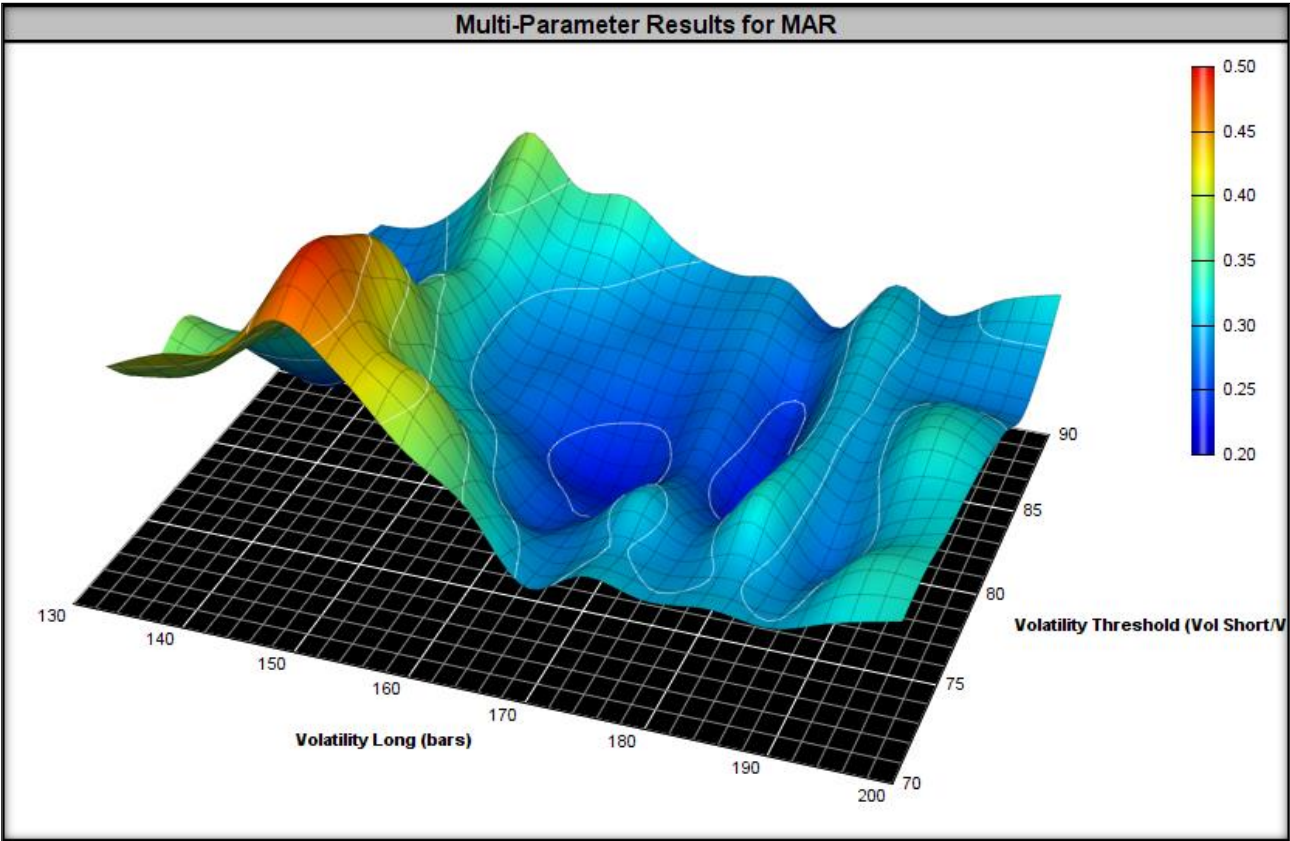
Poniżej przedstawiono heatmapy dla testowanych zakresów.

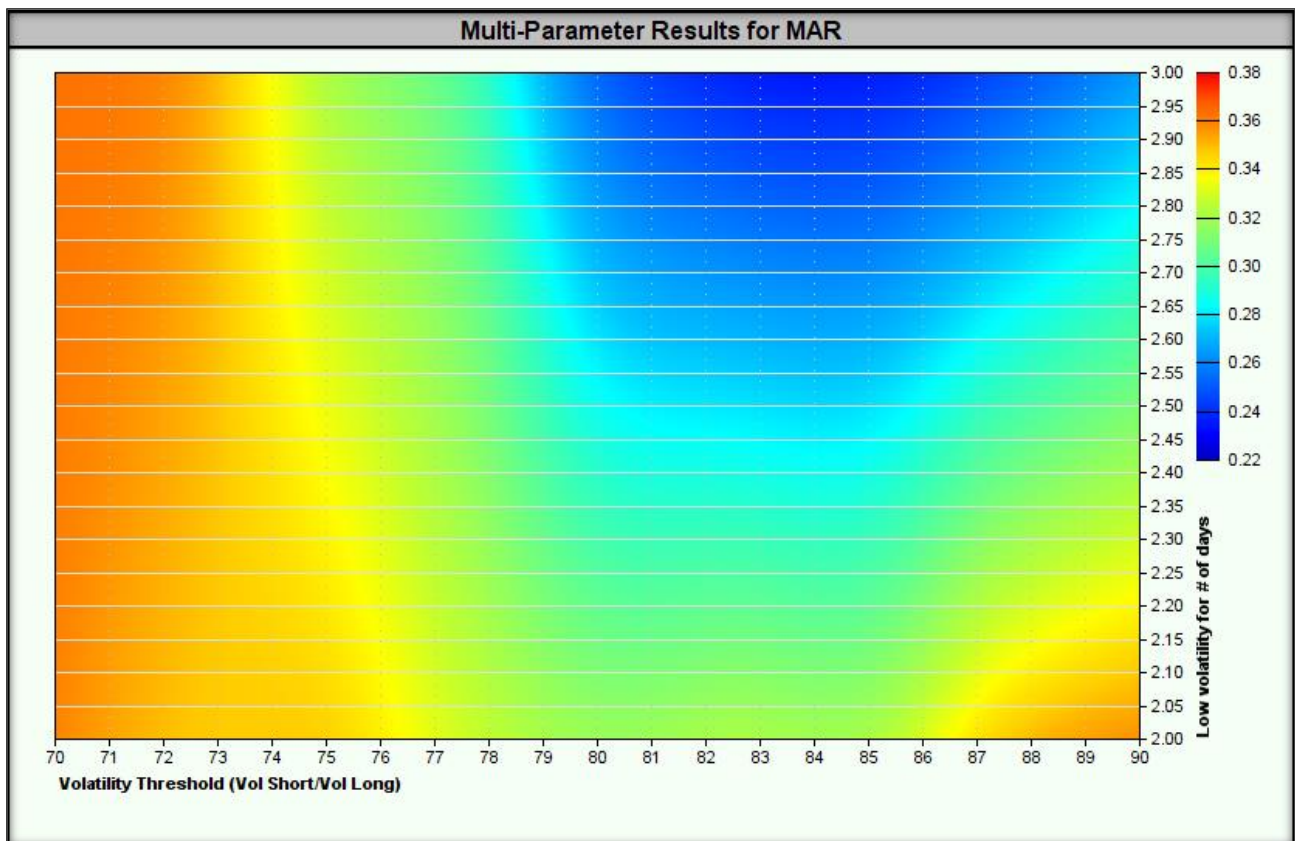
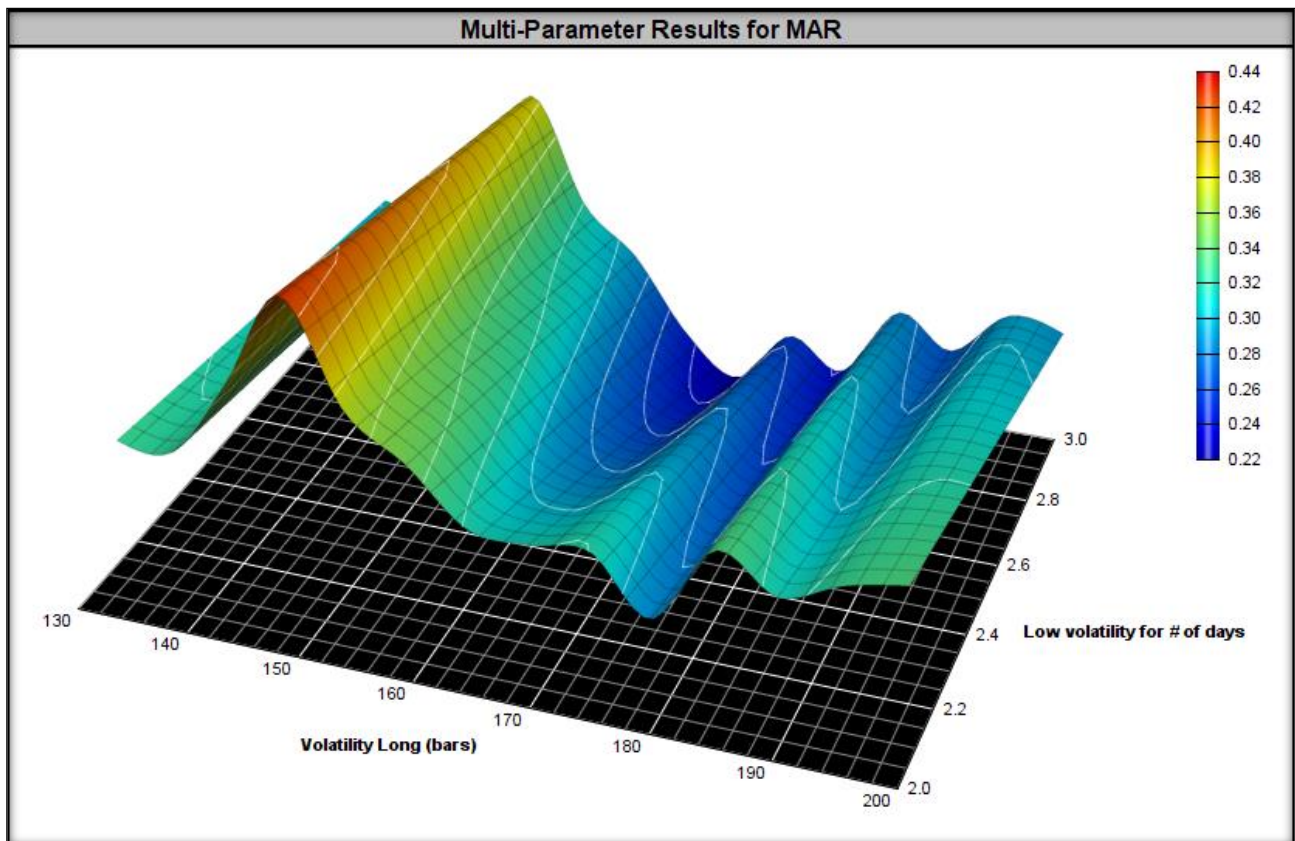


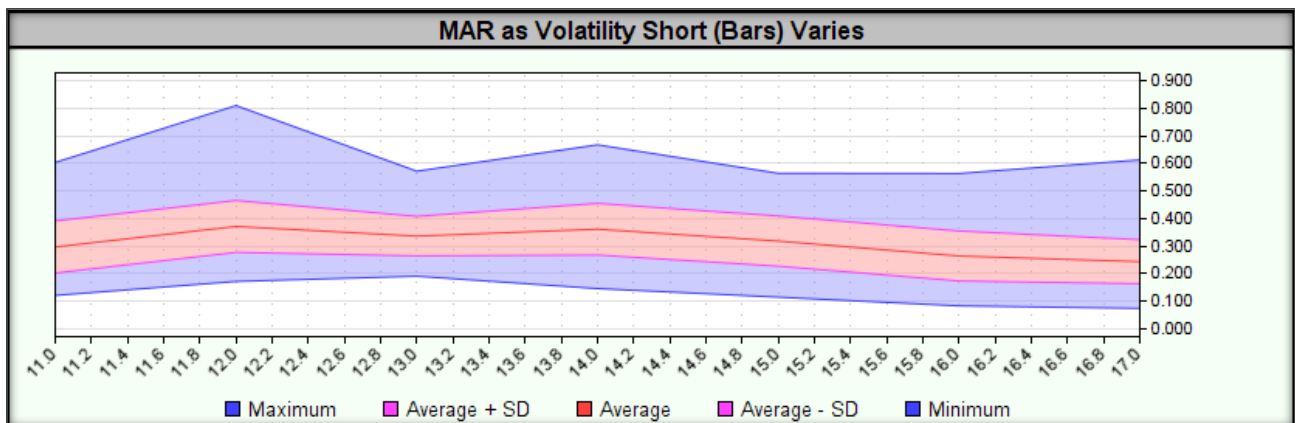
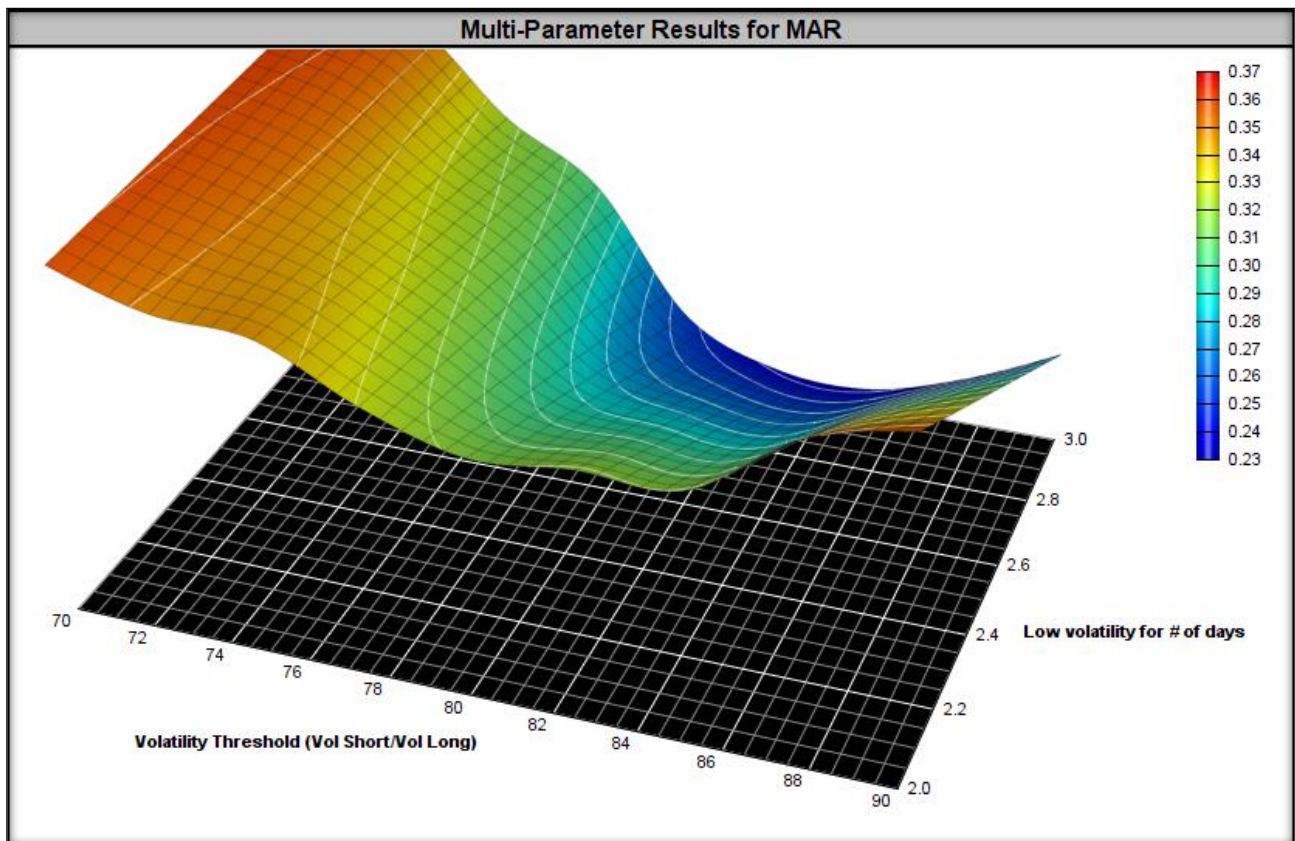


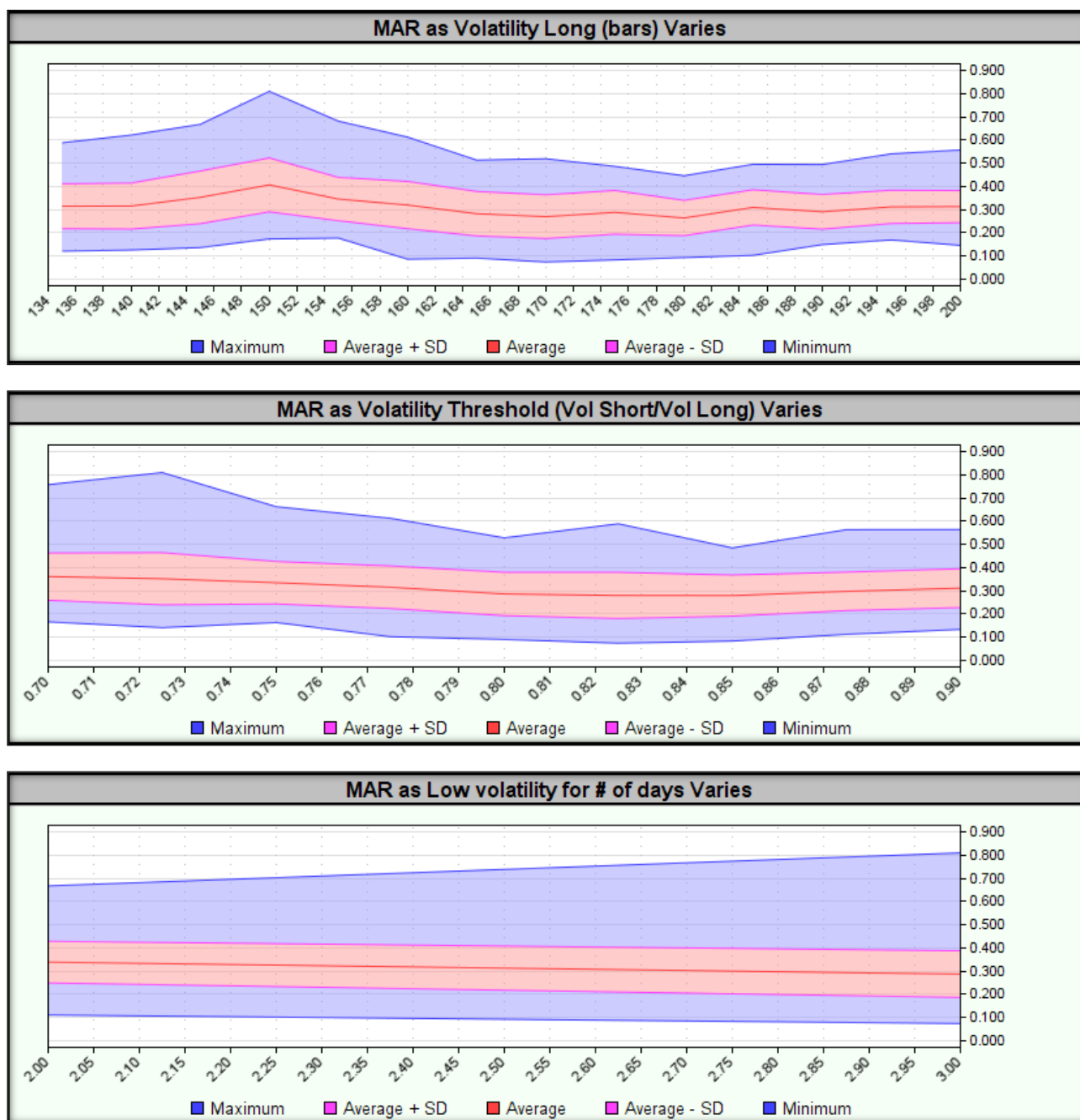












Po zaliczeniu **testu stabilności w szerokim zakresie optymalizowanych parametrów** możemy przejść do **testowania stabilności z wykorzystaniem symulacji Monte Carlo**. Warunki zaliczenia tego testu są zbieżne z tymi wymaganymi w powyższym kroku.

2. Symulacja Monte Carlo

Symulacja Monte Carlo polega na przeprowadzeniu wielu symulacji w celu zbadania, jak strategia może funkcjonować w różnych scenariuszach rynkowych. Klucowym 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.

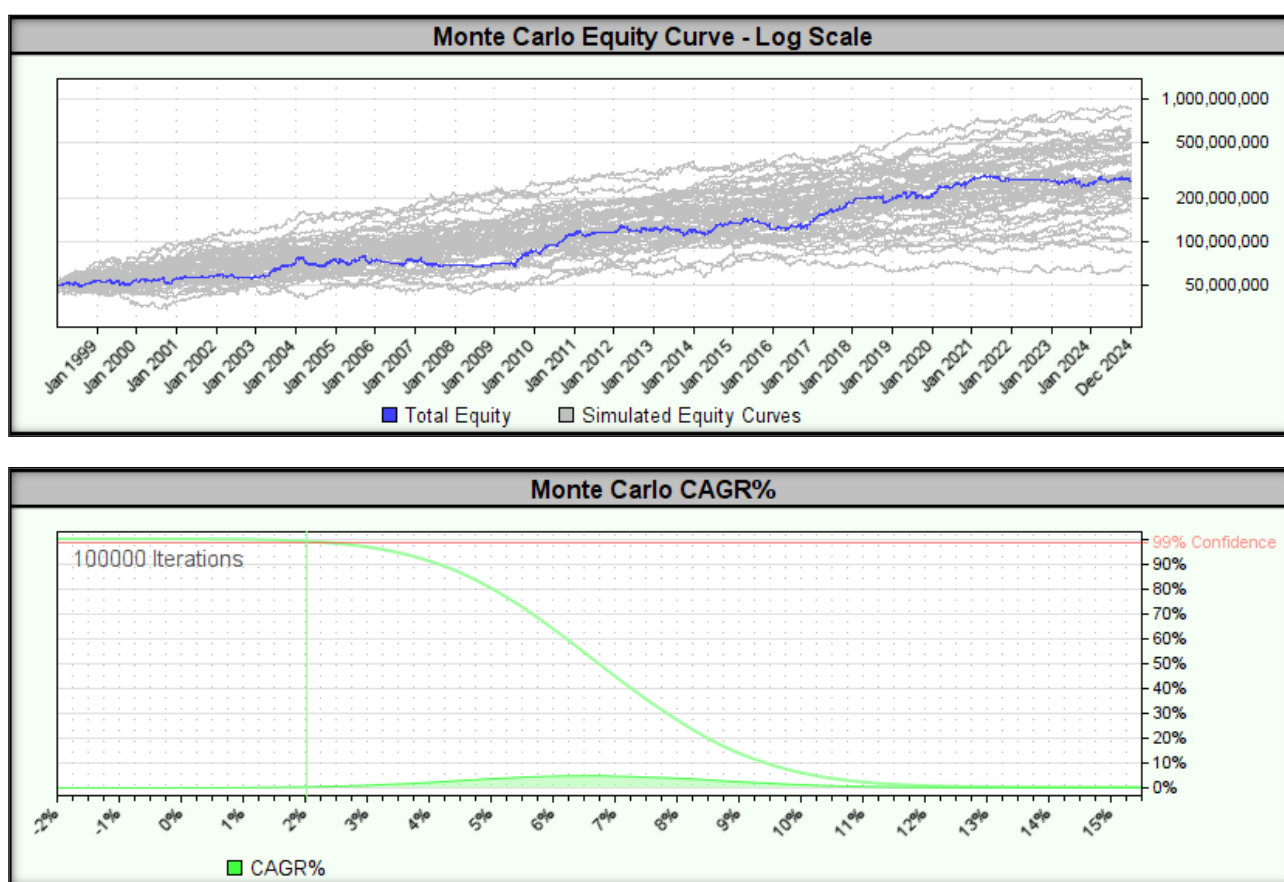


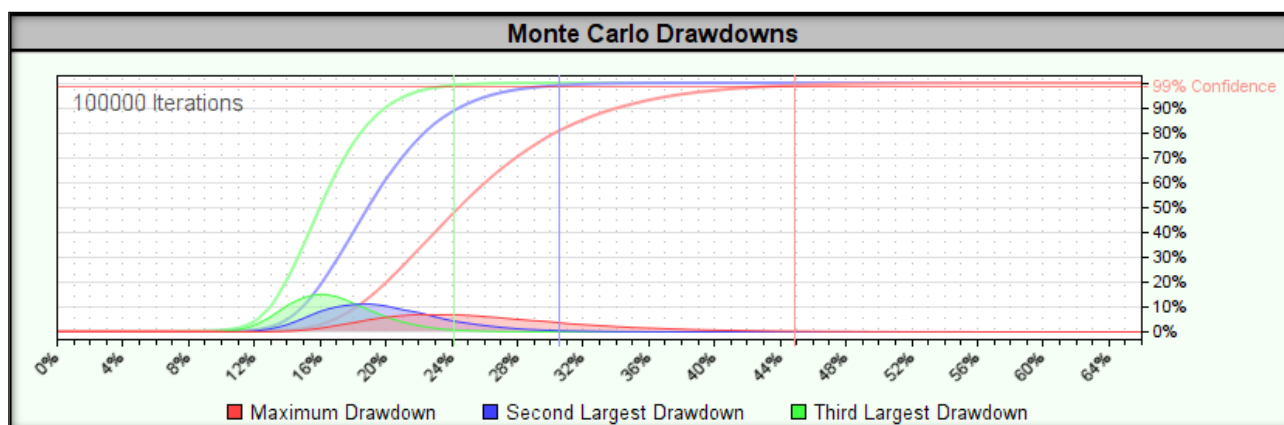
Jest to również idealna okazja, aby porównać **drawdown** uzyskany w testach na zoptymalizowanych zakresach parametrów z wynikami **symulacji Monte Carlo**, wykorzystując **99% przedział ufności**.

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 2%**.
- **Drawdown** – w 99% symulacji osiągnięto **drawdown równy lub niższy niż 45%**. Dla parametrów zoptymalizowanych na danych in-sample, drawdown wyniósł 17,0%.

Kryteria stabilności strategii **nie zostały spełnione**, ponieważ **drawdown w symulacji Monte Carlo przekroczył 250% wartości drawdownu z testów na zoptymalizowanych parametrach**. Tym samym **dalsze testowanie strategii nie jest zasadne**, ponieważ jej wykorzystanie w realnych transakcjach **jest wysoce wątpliwe**.

3. Stabilność na ruchomym oknie czasowym

Krok został pominięty z uwagi na niezaliczenie wcześniejszych testów stabilności.

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 nieznanych 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.