



Small Turtle v.2

Podsumowanie testów strategii inwestycyjnej

Strategia **Small Turtle v.2** to **modyfikacja wersji v.1** inspirowana podejściem „[żółwi](#)” Richarda Dennisa. Wersja **v.2** zachowuje te same kluczowe parametry, co v.1, jednak dokonano **optymalizacji parametrów** z wykorzystaniem techniki **The Grid Search**. Sama strategia jest typu **trend-following** i wykorzystuje **kanal Donchiana** do definiowania wejścia i wyjścia z pozycji, a także **zmienność ATR** do określania wielkości pozycji, odległości stop lossów oraz kroków piramidowania.

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

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

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

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

Nie znamy przyszłości, nie znamy przyszłych warunków rynkowych, ale jeżeli wiemy, że nasza strategia **historycznie generowała akceptowalne wyniki** w różnych warunkach rynkowych i na różnych zakresach parametrów, to jesteśmy **krok przed innymi** uczestnikami rynku. Strategia **Small Turtle v.2 nie zalicza się jednak do tego grona**.



Spis treści

Podsumowanie testów strategii inwestycyjnej	1
Krok 1: Sformułowanie strategii inwestycyjnej	3
Krok 2: Określenie zasad inwestycyjnych.....	5
Krok 3: Przeprowadzenie wstępnego testu strategii inwestycyjnej.....	6
Krok 4: Optymalizacja i ocena stabilności strategii inwestycyjnej	10
1. Stabilność w szerokim zakresie optymalizowanych parametrów	10
2. Symulacja Monte Carlo.....	30
3. Stabilność na ruchomym oknie czasowym	32
4. Stabilność long/short.....	33
5. Stabilność na portfelu instrumentów finansowych.....	33
6. Money Management (Position Sizing)	34
7. Strategy Risk Management.....	34
Krok 5: Walk-Forward Analysis	35
Krok 6: Wykorzystanie strategii w czasie rzeczywistym	36



Krok 1: Sformułowanie strategii inwestycyjnej

Strategia **Small Turtle v.2** ma swój początek w klasycznej strategii „[żółwi](#)” i względem wersji v.1 dokonano **optymalizacji parametrów** z wykorzystaniem techniki **The Grid Search**. Podstawą jest obserwacja, że **największe trendy powstają po wybiciach z długotrwałych konsolidacji**. System definiuje taką konsolidację, jako zakres cen z ostatniego, relatywnie długiego okresu (wejściowy kanał Donchiana) i traktuje **wybiecie ponad jego górną granicę, jako sygnał rozpoczęcia lub kontynuacji trendu wzrostowego** (pozycja długa), a **wybiecie poniżej dolnej granicy – jako sygnał trendu spadkowego** (pozycja krótka).

W momencie **wybiecia otwierana jest pierwsza jednostka pozycji**, której wielkość jest tak dobrana, aby ruch ceny o określoną wielokrotność bieżącej zmienności (mierzonej wskaźnikiem ATR) w niekorzystnym kierunku przekładał się na z góry zdefiniowany procent spadku wartości portfela. Jeżeli **trend rozwija się zgodnie z założeniami**, przesunięcie ceny w kierunku otwartej pozycji o ustaloną część tej zmienności (np. ułamek ATR) skutkuje **dobudowaniem drugiej jednostki (piramidowanie)**. Dla całej pozycji utrzymywany jest stop loss w odległości stałej wielokrotności ATR od ostatniego poziomu wejścia, co pozwala z góry kontrolować ryzyko na poziomie pojedynczej transakcji.

Wyjście z rynku odbywa się poprzez przeciwne wybiecie z krótszego kanału Donchiana – pozycja długa jest zamykana, gdy cena przebieje w dół dolną granicę tego kanału, a krótka, gdy wybije w górę jego górną granicę. W efekcie **system oddaje część zysku na końcu trendu, ale w zamian utrzymuje pozycję przez większość silnego ruchu**.

W wersji **Small Turtle v.2 logika ta pozostaje niezmienna**, natomiast długości kanałów Donchiana, przyjęte wielokrotności ATR oraz limity jednostek traktowane są, jako **parametry podlegające optymalizacji**, w celu znalezienia stabilnych, rynkowo użytecznych konfiguracji.

Strategia Small Turtle v.2 wykorzystuje:

- **Kanał Donchiana do otwarcia pozycji** – identyfikacja wybiecia z długiej konsolidacji;
- **Kanał Donchiana do zamknięcia pozycji** – sygnał zakończenia trendu;
- **Average True Range (ATR)** – do wyznaczania wielkości pozycji, stop lossu oraz poziomów piramidowania;
- **Piramidowanie** – dokładanie jednostek w kierunku zysku, do maksymalnie ilości jednostek;
- **Limity portfelowe** – maksymalna liczba jednostek na rynkach skorelowanych i w jednym kierunku.

Charakterystyka strategii oraz jej silne i słabe strony:

- **Silne strony:**
 - **Naturalny system trend-following** – zyskuje na rzadkich, dużych trendach;
 - **Pełna mechaniczność** – brak uznaniowości, łatwość testowania i automatyzacji;
 - **Piramidowanie zwycięzców** – zwiększanie zaangażowania, gdy rynek zachowuje się zgodnie z założeniami;
 - **Ryzyko skalowane przez ATR** – dostosowanie pozycji do aktualnej zmienności.
- **Słabe strony:**
 - **Słabe wyniki w konsolidacjach** – liczne fałszywe wybicia i krótkie, stratne transakcje;



- **Opóźnione wejścia** – dołączenie do trendu dopiero po wybiciu z zakresu;
- **Potrzeba szerokiej dywersyfikacji** – pojedynczy rynek może przez długi czas nie generować profitowych trendów.

Strategia **Small Turtle v.2**, mimo relatywnie prostej konstrukcji, wymaga akceptacji dłuższych okresów obsunięć i konsekwentnego przestrzegania zasad money management, ale w zamian daje możliwość uczestniczenia w dużych, kierunkowych ruchach cenowych.



Krok 2: Określenie zasad inwestycyjnych

Poniżej przedstawiono **pseudokod** dla strategii **Small Turtle v.2** na danych dziennych:

1. **Obliczanie wskaźników:**
 - a. **Entry Breakout (XX dni):**
 - i. **Górna granica:** najwyższa cena z ostatnich XX sesji;
 - ii. **Dolna granica:** najniższa cena z ostatnich XX sesji.
 - b. **Exit Breakout (YY dni):**
 - i. **Górna granica:** najwyższa cena z ostatnich YY sesji;
 - ii. **Dolna granica:** najniższa cena z ostatnich YY sesji.
 - c. **ATR(20):** 20-dniowy średni rzeczywisty zakres zmienności.
2. **Wejście – pozycja długa (kupno):**
 - a. **Warunek wejścia:** high świecy wypada powyżej górnej granicy XX-dniowego kanału Donchiana.
 - b. Oblicz wielkość jednostki tak, aby ruch ceny o $ZZ \times ATR(20)$ w dół oznaczał 0,5% spadku wartości portfela.
 - c. Otwórz pierwszą jednostkę długą; ustaw stop loss $ZZ \times ATR(20)$ poniżej ceny wejścia.
3. **Wejście – pozycja krótka (sprzedaż):**
 - a. **Warunek wejścia:** low świecy wypada poniżej dolnej granicy XX-dniowego kanału Donchiana.
 - b. Oblicz wielkość jednostki jak w pkt 2b.
 - c. Otwórz pierwszą jednostkę krótką; ustaw stop loss $ZZ \times ATR(20)$ powyżej ceny wejścia.
4. **Piramidowanie pozycji:**
 - a. Jeżeli od ostatniej ceny wejścia cena przesunęła się w kierunku zysku o $QQ \times ATR(20)$, dodaj kolejną jednostkę w tym samym kierunku (long/short).
 - b. Nie dodawaj więcej niż 2 jednostki na jeden instrument (łącznie z pierwszą).
5. **Wyjście z pozycji:**
 - a. **Pozycja długa:** zamknij wszystkie jednostki, gdy cena spadnie poniżej dolnej granicy YY-dniowego kanału Donchiana lub gdy zostanie aktywowany stop loss.
 - b. **Pozycja krótka:** zamknij wszystkie jednostki, gdy cena wzrośnie powyżej górnej granicy YY-dniowego kanału Donchiana lub gdy zostanie aktywowany stop loss.
6. **Codziennie monitorowanie:**
 - a. Aktualizuj wartości kanałów Donchiana (XX i YY dni) oraz ATR(20).
 - b. Sprawdzaj warunki wejścia, piramidowania, wyjścia i zgodności z limitami portfelowymi.

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 **0,5% całkowitego kapitału**, przy zleceniu stop loss oddalonym od miejsca otwarcia pozycji o **$ZZ \times ATR(20 \text{ dni})$** .



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 indeks Nasdaq 100. Pod koniec kwietnia 2013 roku **notowania wybiły w górę długoterminowy kanał Donchiana (100 dni)**, co zgodnie z zasadami strategii Small Turtle v.2 **wygenerowało sygnał otwarcia pozycji długiej** (świeca oznaczona numerem 1). Tym samym system otworzył **pierwszą jednostkę długą**, ustawiając początkowy **stop loss w odległości $2,5 \times ATR(20)$** poniżej poziomu wejścia (czerwone kropki na wykresie). W następnych dniach rynek kontynuował ruch wzrostowy; gdy **cena przesunęła się w górę o $1 \times ATR(20)$** od pierwszego wejścia, **system dodał drugą – i zarazem ostatnią dopuszczalną – jednostkę pozycji** (świeca oznaczona numerem 2). **Stop ochronny dla całej pozycji** był następnie korygowany tak, aby pozostawał w **odległości około $2,5 \times ATR(20)$** od ostatniego poziomu wejścia.

Zgodnie z regułami strategii Small Turtle v.2, **pozycja długa jest utrzymywana tak długo, jak cena pozostaje powyżej dolnej granicy krótszego kanału Donchiana (30 dni) lub nie zostanie osiągnięty poziom stop loss**. Pod koniec czerwca 2013 roku pojawiła się silna korekta spadkowa; **jedna z dużych świec** (zaznaczona prostokątem) **przebiła w dół dolną granicę kanału wyjścia**, co wygenerowało sygnał zamknięcia pozycji. **Obie jednostki długie zostały zamknięte na zleceniu sell stop**. W trakcie całej transakcji poziom stop loss $2,5 \times ATR(20)$ nie został naruszony, a pozycja została domknięta dokładnie w momencie przecięcia ceny z kanałem wyjścia. **System zadziałał prawidłowo.**



Drugą transakcję przeprowadzono na kontrakcie futures na soję (Soybeans). Na początku września 2008 roku **notowania wybiły w dół długoterminowy kanał Donchiana (wejściowy)**, co zgodnie z zasadami strategii Small Turtle v.2 **wygenerowało sygnał otwarcia pozycji krótkiej** (świeca oznaczona numerem 1). System otworzył pierwszą jednostkę krótką, ustawiając **początkowy stop loss w odległości $2,5 \times ATR(20)$ powyżej poziomu wejścia** (czerwone kropki nad ceną). W kolejnych dniach rynek kontynuował ruch spadkowy; **gdy cena przesunęła się w dół o $1 \times ATR(20)$ od pierwszego wejścia, system dodał drugą – i zarazem ostatnią dopuszczalną – jednostkę pozycji krótkiej** (świeca oznaczona numerem 2). **Stop ochronny dla całej pozycji** był następnie korygowany tak, aby pozostawał w **odległości około $2,5 \times ATR(20)$ od ostatniego poziomu wejścia**.

Zgodnie z regułami strategii Small Turtle v.2, pozycja **krótka jest utrzymywana tak długo, jak cena pozostaje poniżej górnej granicy krótszego kanału Donchiana (wyjściowego) lub nie zostanie osiągnięty poziom stop loss**. Pod koniec grudnia 2008 roku rynek przeszedł w silniejszą fazę wzrostową; **jedna z większych świec (zaznaczona prostokątem) przebiła w górę górną granicę kanału wyjścia**, co wygenerowało **sygnał zamknięcia pozycji**. Obie jednostki krótkie zostały **zamknięte zleceniem buy stop**. W trakcie całej transakcji poziom stop loss $2,5 \times ATR(20)$ nie został naruszony, a pozycja została domknięta dokładnie w momencie przecięcia ceny z kanałem wyjścia. **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**.

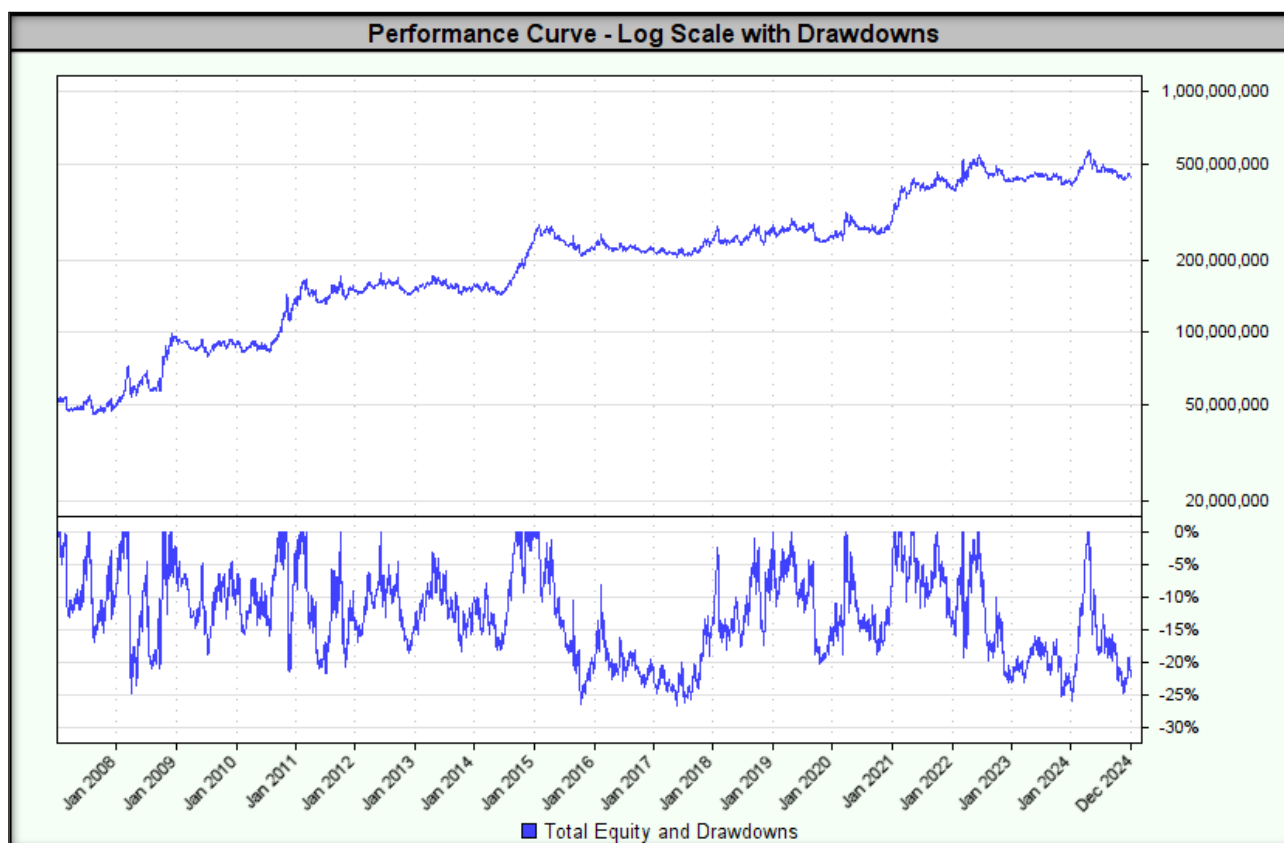
W pierwszej kolejności **odrzucaamy strategię, które liniowo tracą kapitał**. Jeśli strategia wykazuje taki schemat, jest to wyraźny sygnał, że jakakolwiek optymalizacja parametrów nie ma sensu.

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

Testowane parametry bazowe:

- **Entry Breakout (dni):** 100;
- **Exit Breakout (dni):** 30;
- **ATR (dni):** 20;
- **Stop loss:** $2,5 \times \text{ATR}(20)$;
- **Piramidowanie (Unit Add):** co $1,0 \times \text{ATR}(20)$;
- **Max jednostek w jednym instrumencie:** 2;
- **Metoda wielkości pozycji:** Fixed Fractional, 0,5% kapitału na jednostkę;
- **Kierunek pozycji:** długie i krótkie.

Poniżej przedstawiono wynik testu.



Wskaźniki/Miary	Zawarcie transakcji po cenie otwarcia
CAGR%	12,9%
MAR Ratio	0,48
RAR%	12,7%
R-Cubed	0,24
Robust Sharpe Ratio	0,55
Max Drawdown	26,8%
Wins	32,3%
Losses	67,7%
Average Win%	1,03%
Average Loss%	0,33%
Win/Loss Ratio	3,07
Average Trade Duration (days)	56
Percent Profit Factor	1,47
SQN	1,05
Ilość transakcji	2590

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 **Small Turtle v.2** w tej wersji zakłada **zoptymalizowanie parametrów** zaproponowanych przez twórcę strategii - **Richarda Dennisa**. Optymalizacji dokonamy metodą **The Grid Search**, która polega 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:

- **Entry Breakout (dni):** zakres **80-140 (krok: 5);**
- **Unit Add (ATR):** zakres **0,5-1,0 (krok: 0,5);**
- **Stop (ATR):** zakres **2,0-3,0 (krok: 0,25);**
- **Exit Breakout (dni):** zakres **25-40 (krok: 1).**

Pozostałe parametry pozostają bez zmian.

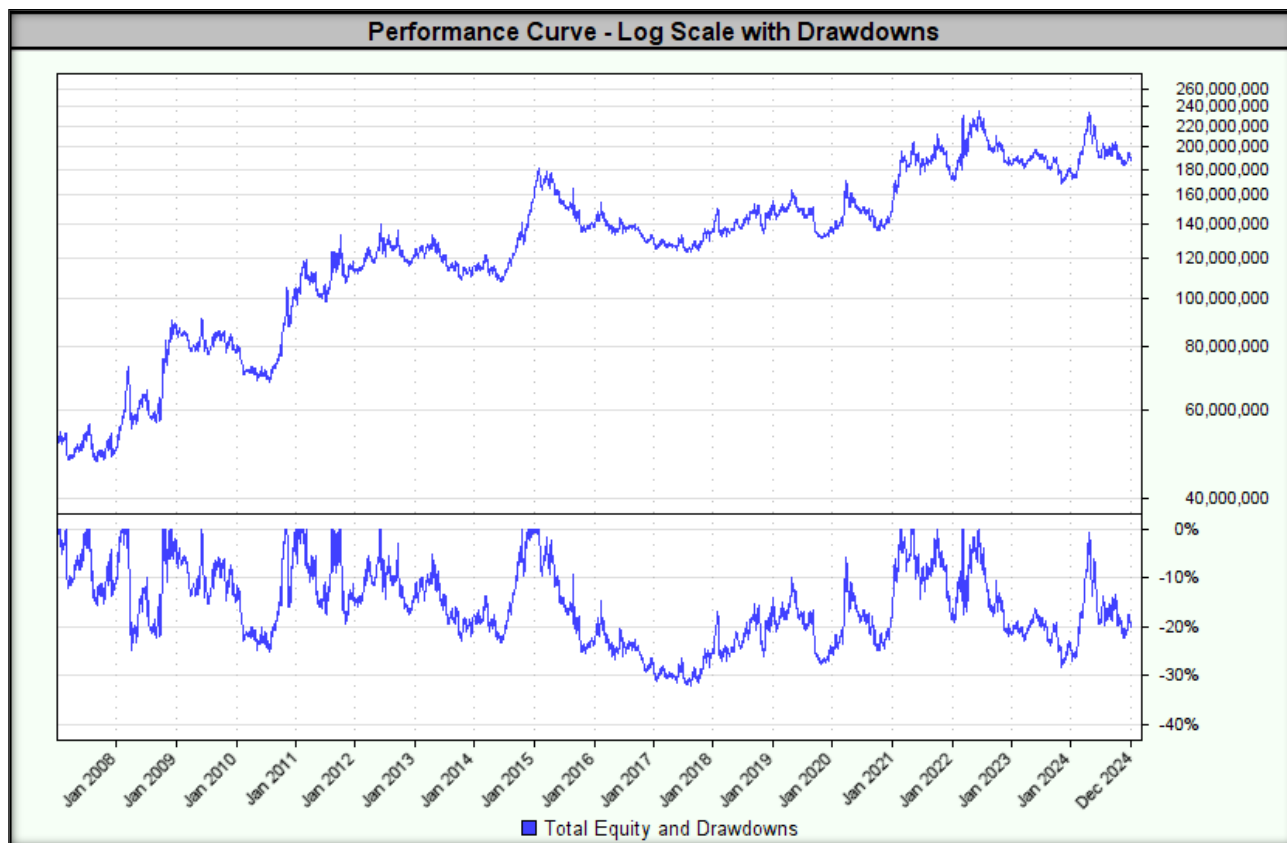
Najniższa wartość MAR, w wysokości 0,24, została osiągnięta dla parametrów:



- Entry Breakout (dni): 80;
- Unit Add (ATR): 1,0;
- Stop (ATR): 2,75;
- Exit Breakout (dni): 26.

Test	Entry Breakout (days)	Unit Add (ATR)	Stop (ATR)	Exit Breakout (days)	End Balance	CAGR%	MAR	Sharpe	Ann. Sharpe	Max TE DD	Longest DD	Trades	R3	RAR [%]
130	80	1.0	2.75	26	\$188,099,066.50	7.64%	0.24	0.46	0.38	31.9%	72.6	2998	0.10	6.90
1568	125	1.0	2.50	40	\$209,672,826.57	8.29%	0.24	0.47	0.51	34.4%	45.5	2208	0.12	8.56
64	80	0.5	2.75	40	\$190,359,508.21	7.71%	0.25	0.44	0.37	31.5%	72.7	2761	0.08	6.49
2032	140	1.0	2.25	40	\$216,244,460.46	8.48%	0.25	0.47	0.49	34.4%	45.4	2191	0.12	8.99
144	80	1.0	2.75	40	\$188,704,028.34	7.66%	0.25	0.44	0.38	31.0%	72.8	2666	0.08	6.36
63	80	0.5	2.75	39	\$189,942,156.21	7.70%	0.25	0.44	0.37	31.0%	72.6	2773	0.08	6.44
80	80	0.5	3.00	40	\$190,782,668.34	7.72%	0.25	0.45	0.37	31.1%	72.7	2651	0.08	6.05
129	80	1.0	2.75	25	\$199,862,436.03	8.00%	0.25	0.48	0.40	32.0%	71.5	3033	0.10	7.29
79	80	0.5	3.00	39	\$197,340,238.80	7.93%	0.25	0.46	0.37	31.4%	72.6	2663	0.08	6.22
62	80	0.5	2.75	38	\$201,577,860.28	8.05%	0.25	0.45	0.38	31.8%	72.2	2790	0.09	6.86
1552	125	1.0	2.25	40	\$243,457,302.41	9.19%	0.25	0.48	0.52	36.2%	44.8	2317	0.14	9.80
160	80	1.0	3.00	40	\$189,942,841.95	7.70%	0.26	0.45	0.40	30.2%	72.2	2576	0.09	6.41
159	80	1.0	3.00	39	\$195,635,725.50	7.87%	0.26	0.46	0.39	30.6%	71.5	2586	0.09	6.57

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



Natomiast najwyższa wartość MAR, w wysokości 0,60, została osiągnięta dla parametrów:

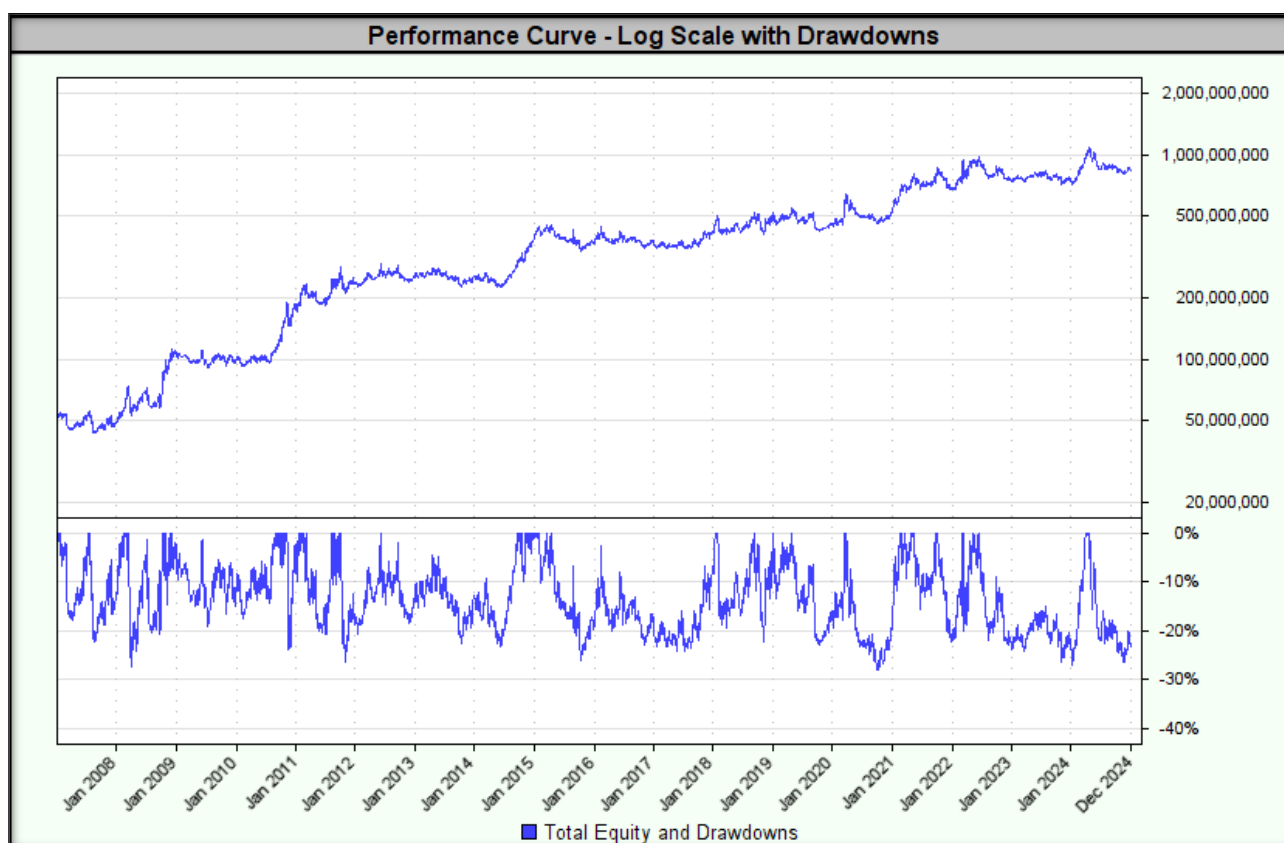
- Entry Breakout (dni): 90;
- Unit Add (ATR): 1,0;
- Stop (ATR): 2,00;
- Exit Breakout (dni): 29.

Najwyższej wartości MAR towarzyszył drawdown na poziomie 28,0%.



Test	Entry Breakout (days)	Unit Add (ATR)	Stop (ATR)	Exit Breakout (days)	End Balance	CAGR%	MAR	Sharpe	Ann. Sharpe	Max TE DD	Longest DD	Trades	R3	RAR [%]
405	90	1.0	2.00	29	\$838,063,670.06	16.96%	0.60	0.70	0.52	28.0%	33.0	2997	0.32	16.56
1044	110	1.0	2.00	28	\$763,975,698.31	16.36%	0.60	0.70	0.60	27.4%	25.4	2738	0.33	16.45
1045	110	1.0	2.00	29	\$772,826,092.42	16.43%	0.60	0.70	0.59	27.6%	30.7	2713	0.34	16.76
404	90	1.0	2.00	28	\$782,936,222.20	16.51%	0.59	0.69	0.51	27.9%	33.1	3022	0.31	15.89
884	105	1.0	2.00	28	\$755,746,763.96	16.29%	0.59	0.69	0.57	27.8%	32.7	2804	0.29	16.39
889	105	1.0	2.00	33	\$722,028,329.57	15.99%	0.58	0.67	0.56	27.4%	36.3	2694	0.28	15.89
406	90	1.0	2.00	30	\$768,688,675.61	16.40%	0.58	0.68	0.52	28.1%	32.9	2978	0.31	15.97
724	100	1.0	2.00	28	\$739,001,279.06	16.14%	0.58	0.68	0.54	27.9%	32.9	2883	0.32	16.08
885	105	1.0	2.00	29	\$813,061,875.88	16.76%	0.57	0.70	0.57	29.2%	32.7	2779	0.36	17.16
1049	110	1.0	2.00	33	\$708,732,927.57	15.87%	0.57	0.67	0.58	27.7%	36.3	2630	0.31	15.95
1204	115	1.0	2.00	28	\$733,460,153.32	16.09%	0.57	0.69	0.64	28.2%	25.4	2683	0.33	16.32
1205	115	1.0	2.00	29	\$752,854,490.18	16.26%	0.57	0.69	0.62	28.5%	25.4	2658	0.36	16.61
244	85	1.0	2.00	28	\$747,387,469.50	16.21%	0.57	0.68	0.49	28.4%	33.3	3126	0.29	15.34

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



Dla wszystkich kombinacji testowanych zakresów parametrów, **najwyższy drawdown wyniósł 38,5%**.

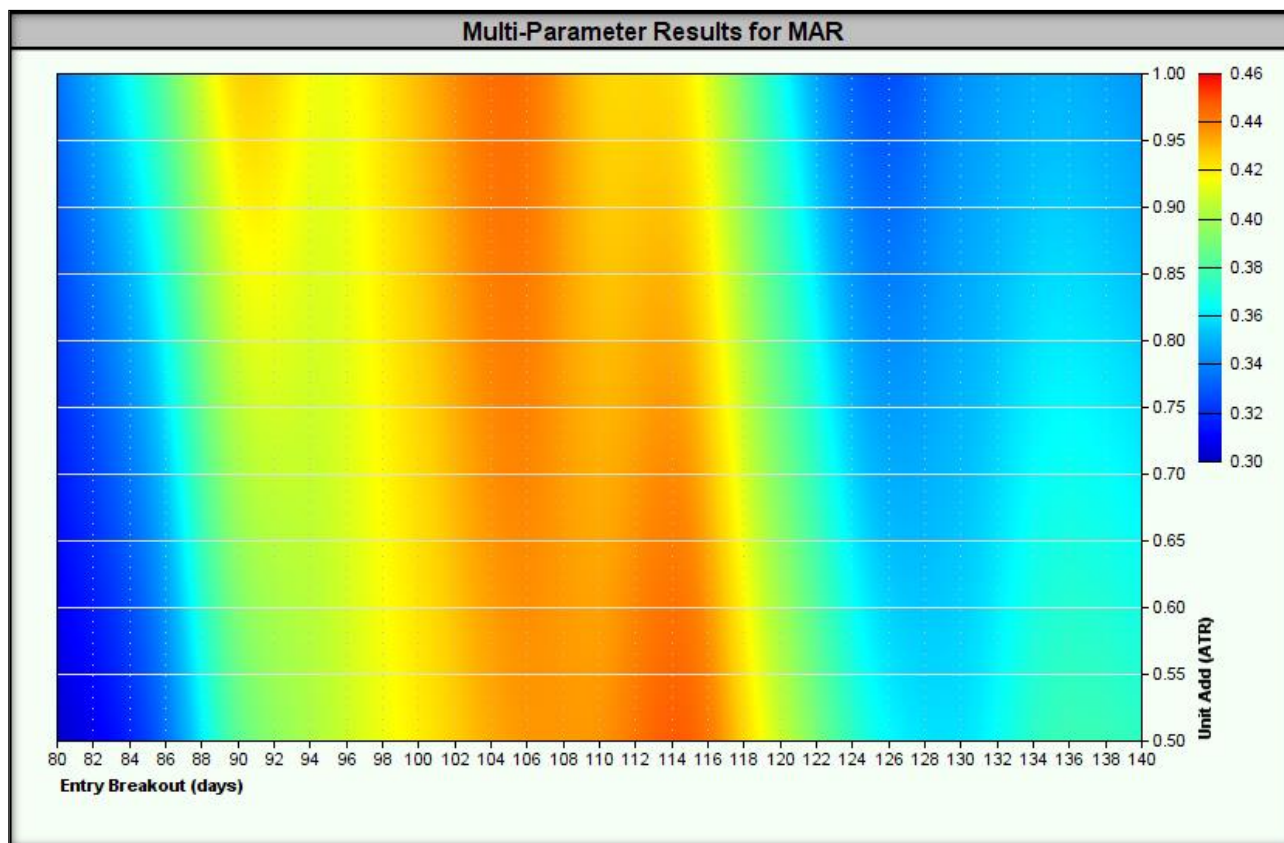
Test	Entry Breakout (days)	Unit Add (ATR)	Stop (ATR)	Exit Breakout (days)	End Balance	CAGR%	MAR	Sharpe	Ann. Sharpe	Max TE DD	Longest DD	Trades	R3	RAR [%]
1456	125	0.5	2.00	40	\$278,020,433.74	10.00%	0.26	0.49	0.47	38.5%	44.8	2500	0.15	10.78
1454	125	0.5	2.00	38	\$357,854,609.50	11.55%	0.30	0.54	0.51	38.5%	44.8	2516	0.17	12.08
1296	120	0.5	2.00	40	\$392,207,607.46	12.12%	0.32	0.55	0.54	38.4%	44.1	2536	0.20	13.19
1452	125	0.5	2.00	36	\$414,526,696.82	12.47%	0.32	0.56	0.53	38.4%	37.8	2548	0.19	12.88
1453	125	0.5	2.00	37	\$383,074,243.95	11.98%	0.31	0.55	0.52	38.4%	44.8	2526	0.18	12.44
1455	125	0.5	2.00	39	\$303,024,454.91	10.53%	0.27	0.51	0.47	38.3%	44.8	2509	0.16	11.21
1294	120	0.5	2.00	38	\$431,023,763.21	12.71%	0.33	0.57	0.54	38.3%	44.7	2556	0.20	13.51
1293	120	0.5	2.00	37	\$446,061,173.07	12.93%	0.34	0.58	0.54	38.3%	44.3	2568	0.21	13.66
1450	125	0.5	2.00	34	\$462,816,467.42	13.16%	0.34	0.58	0.52	38.2%	37.8	2580	0.21	12.96
1451	125	0.5	2.00	35	\$434,492,850.32	12.76%	0.33	0.57	0.52	38.1%	37.8	2567	0.20	12.86
1292	120	0.5	2.00	36	\$478,727,610.88	13.37%	0.35	0.59	0.55	38.1%	44.8	2590	0.23	13.85
1290	120	0.5	2.00	34	\$550,621,247.62	14.26%	0.38	0.62	0.56	38.0%	43.4	2624	0.23	14.51
1291	120	0.5	2.00	35	\$494,835,130.65	13.58%	0.36	0.59	0.55	37.9%	44.1	2611	0.21	14.05

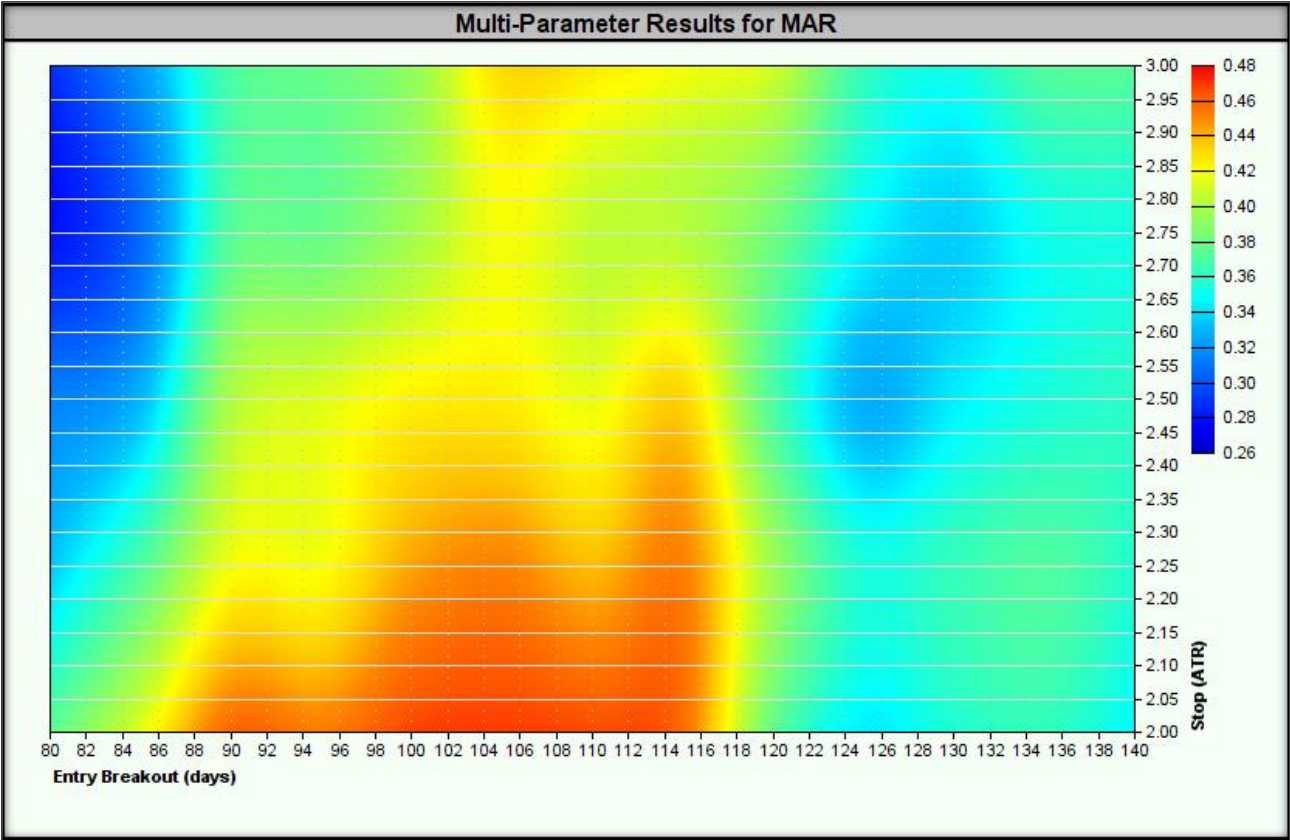
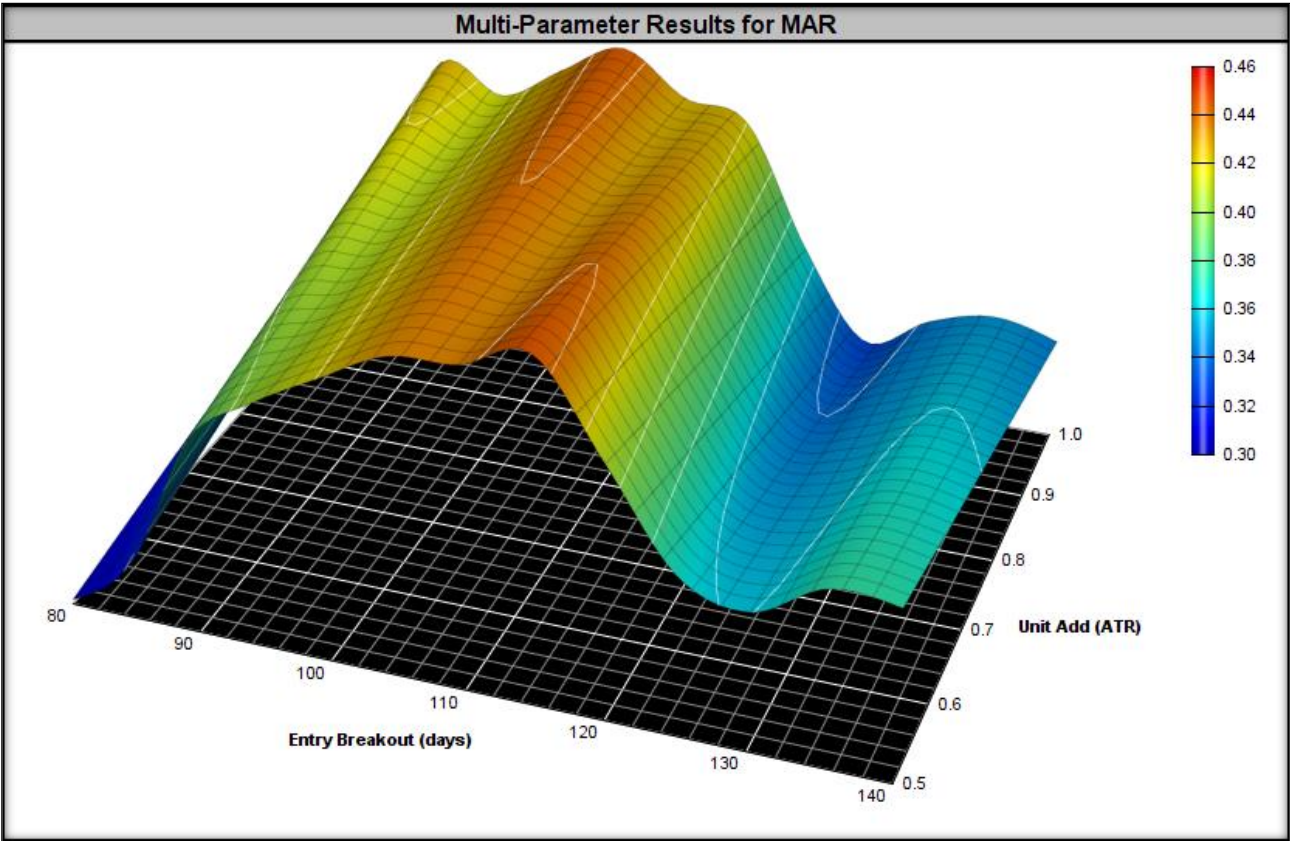
Podsumowując, strategia zaliczyła **test stabilności** w szerokim zakresie optymalizowanych parametrów na danych in-sample, ponieważ:

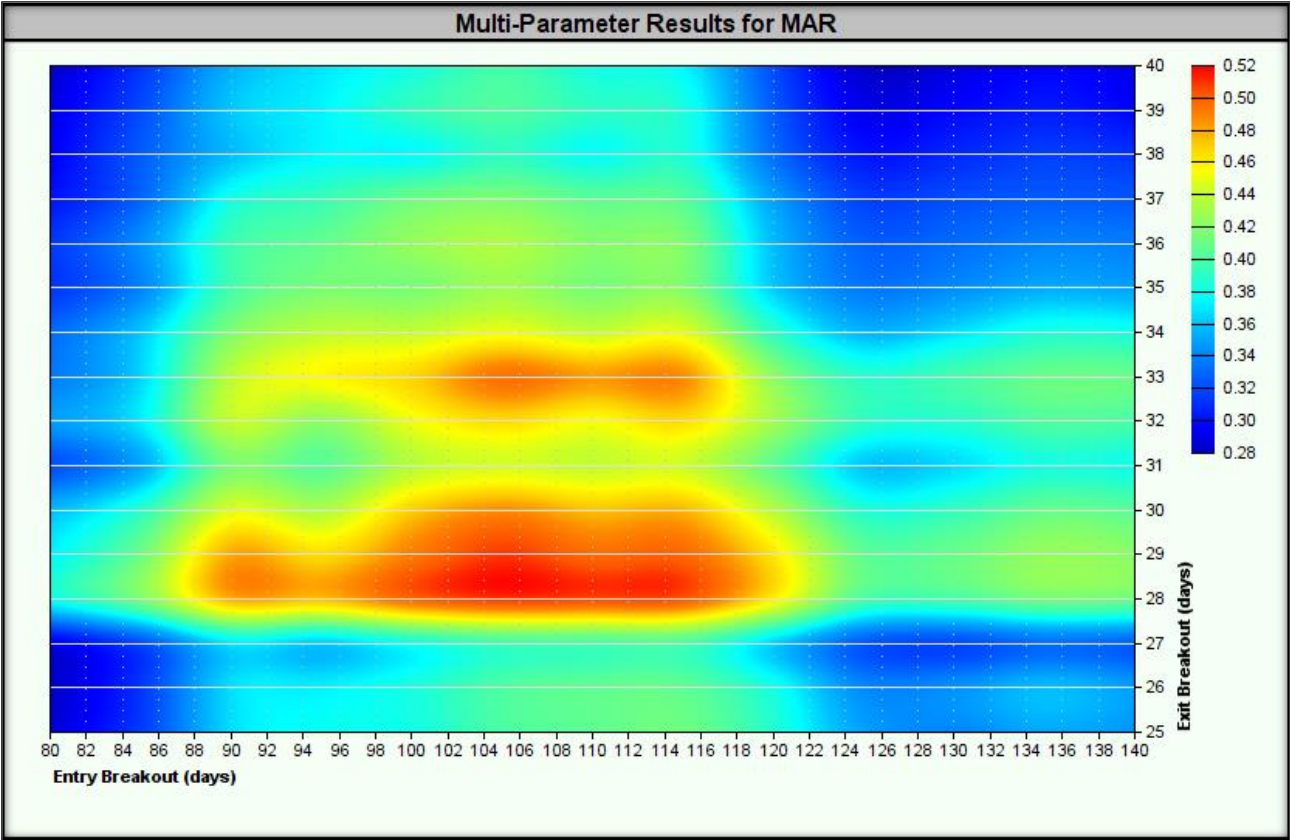
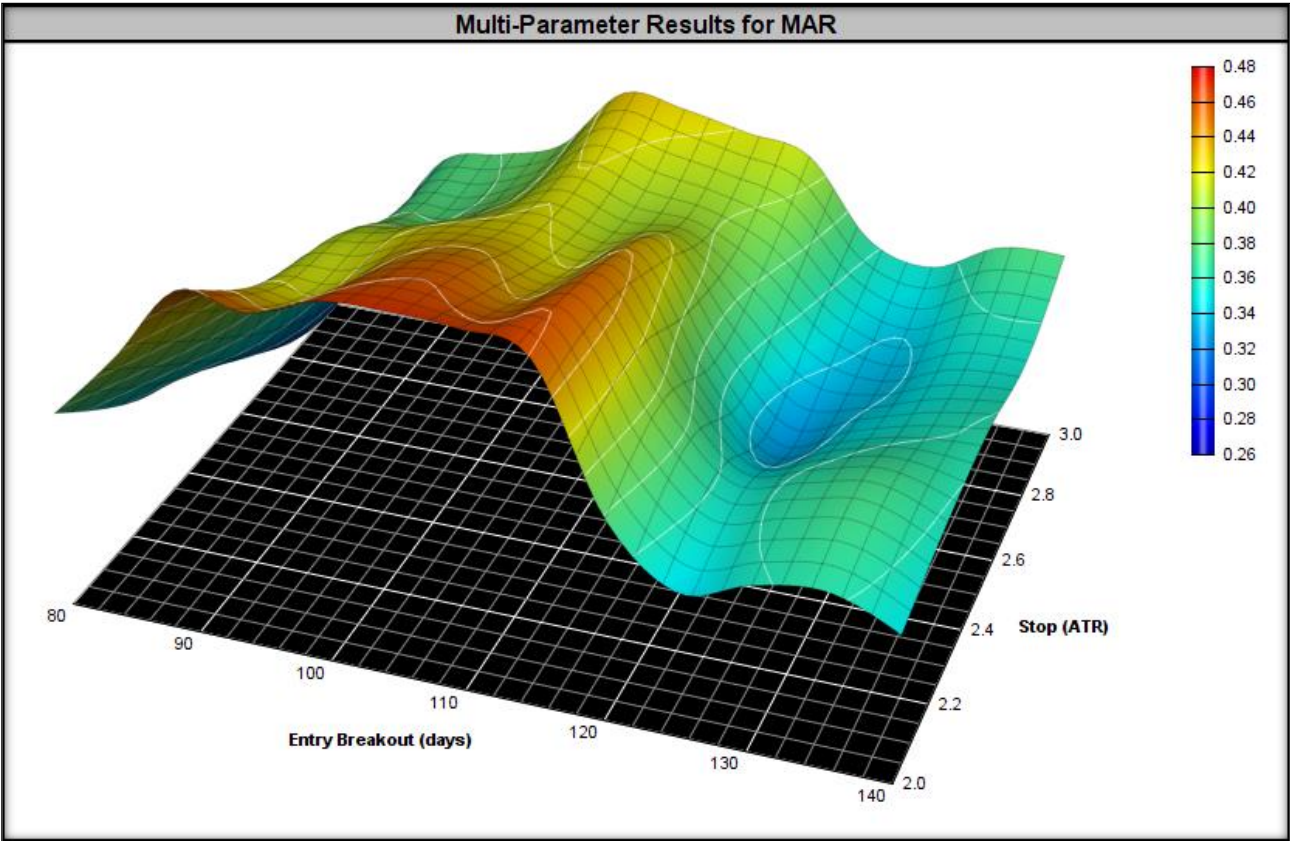


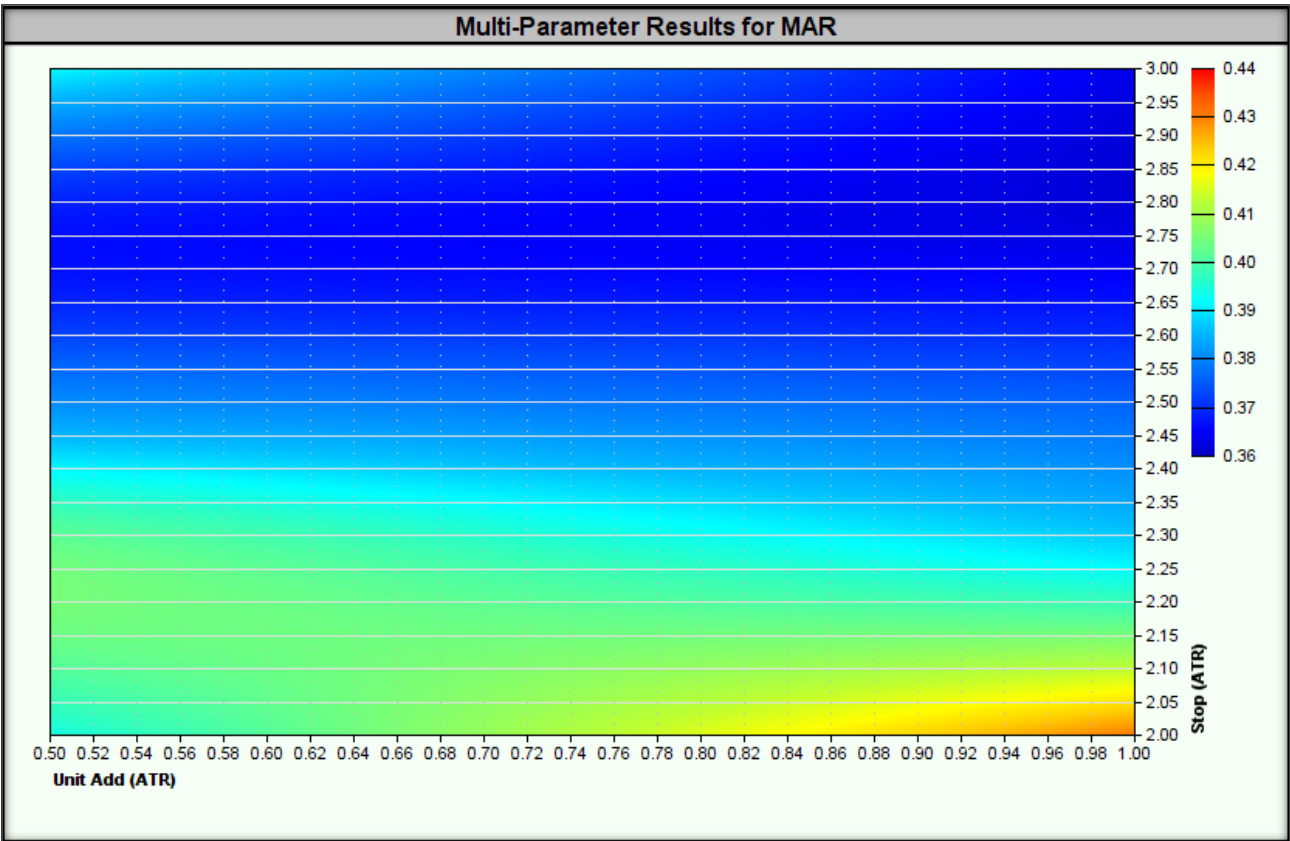
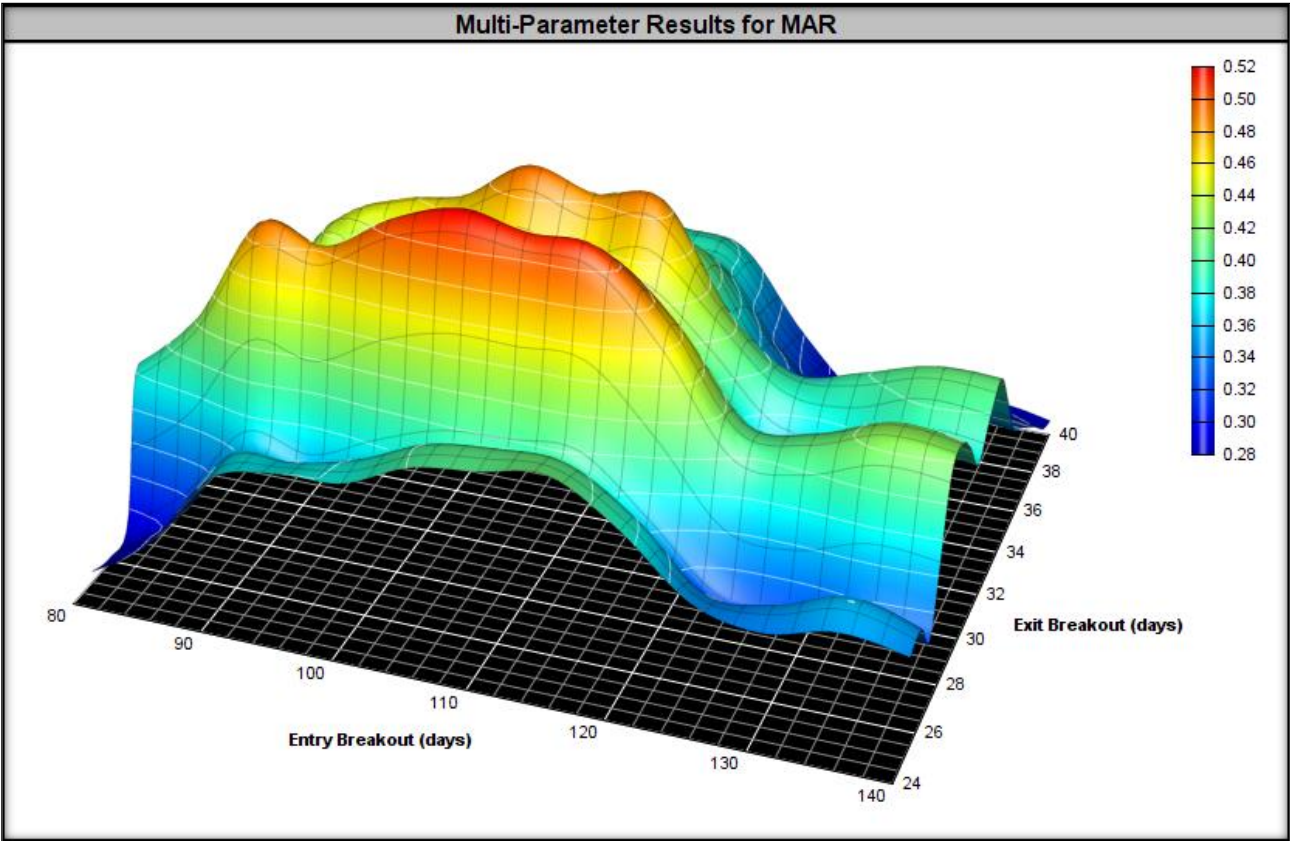
- **Wszystkie wyniki testów wykazywały dodatnią wartość wskaźnika MAR** – co wskazuje na stabilność strategii w różnych warunkach rynkowych.
- **Maksymalny drawdown nie przekroczył 250% wartości drawdown dla wyniku z najwyższym MAR (38,5% vs. 28,0%)** – co oznacza akceptowalne ryzyko głębokich obsunięć kapitału.

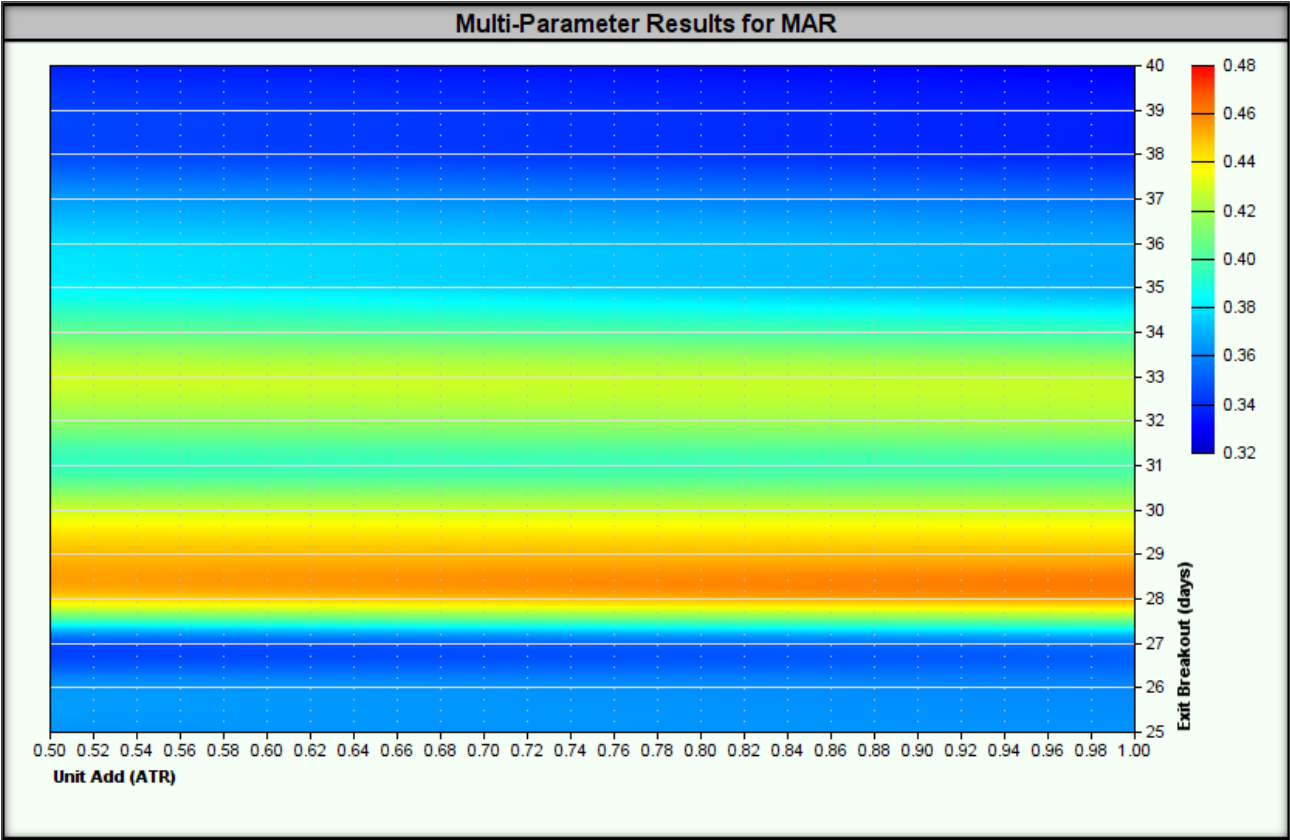
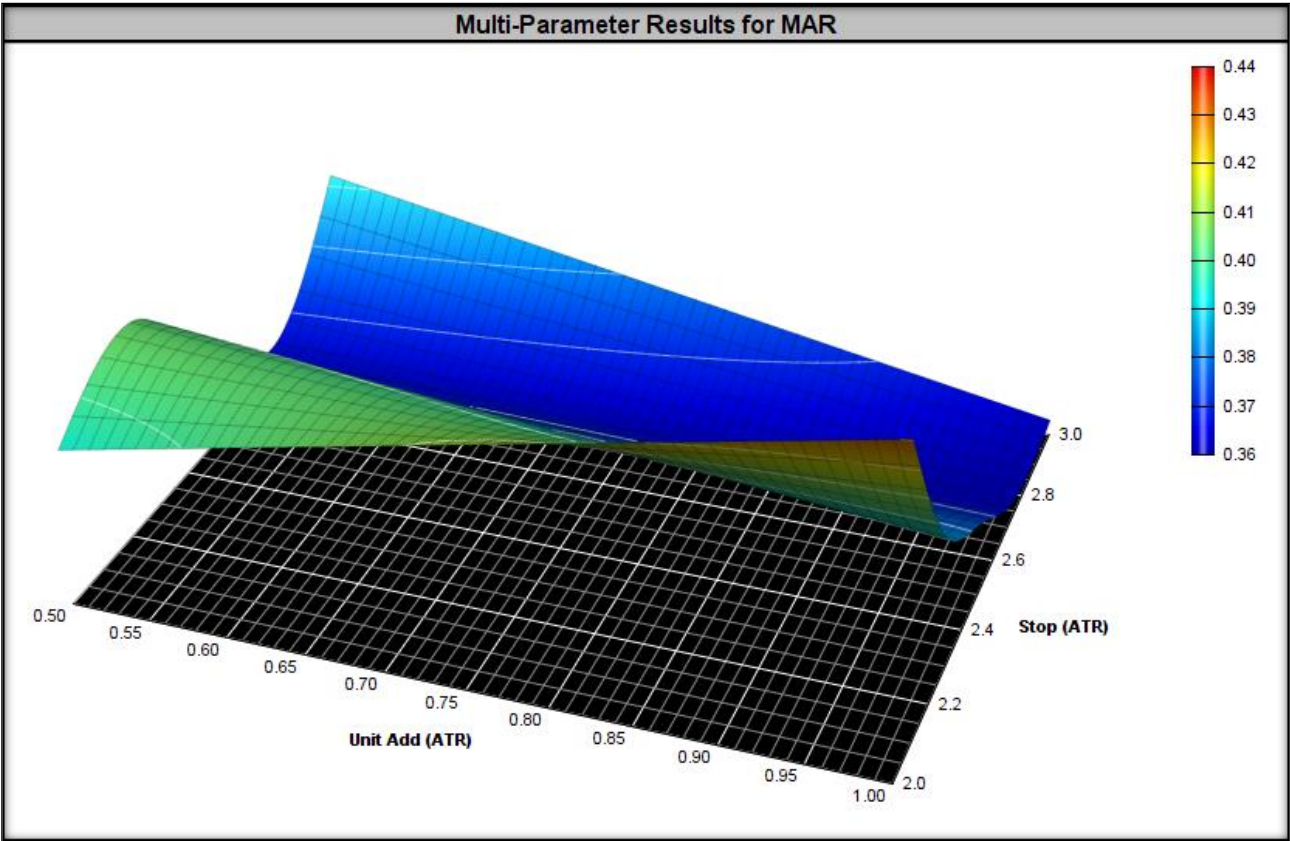
Poniżej przedstawiono **heatmapy dla testowanych zakresów**.

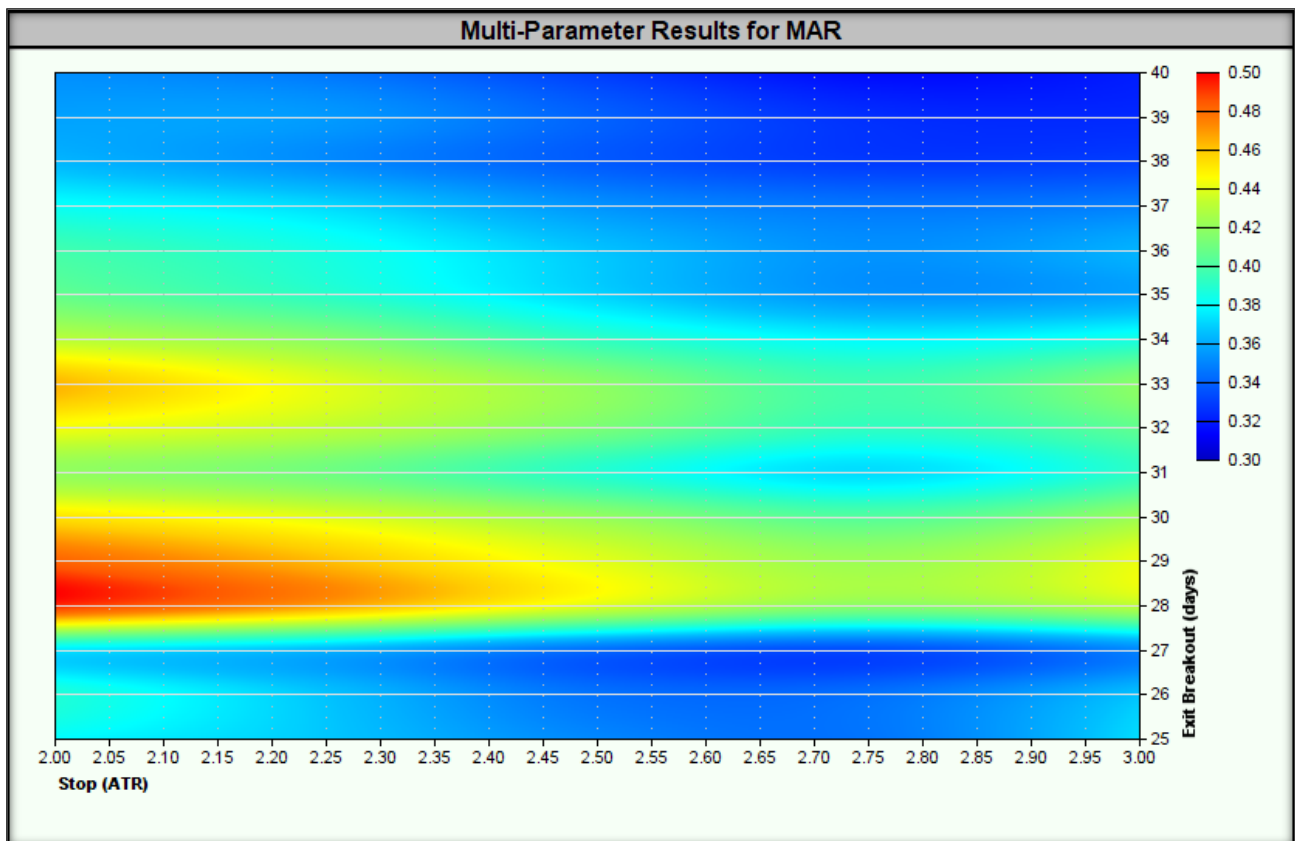
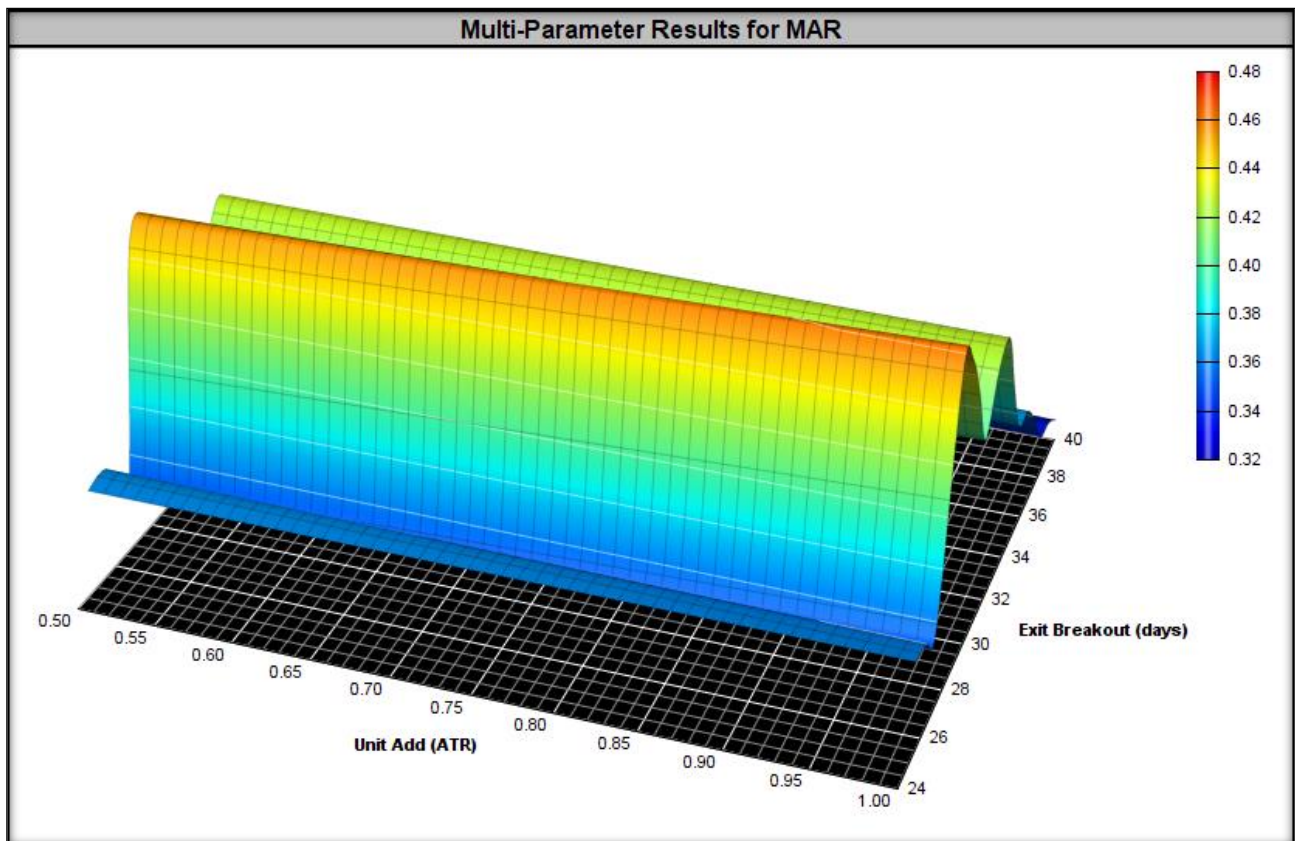


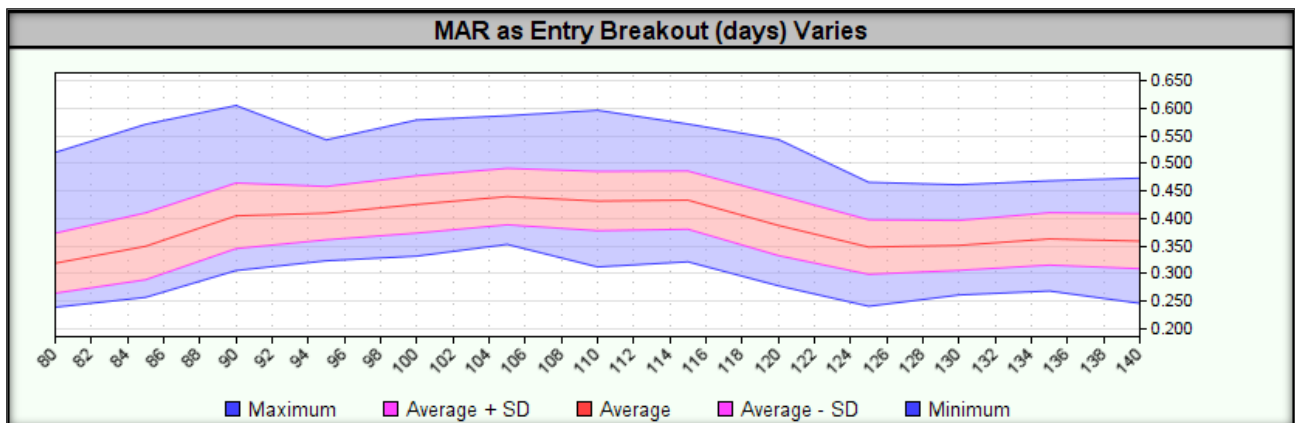
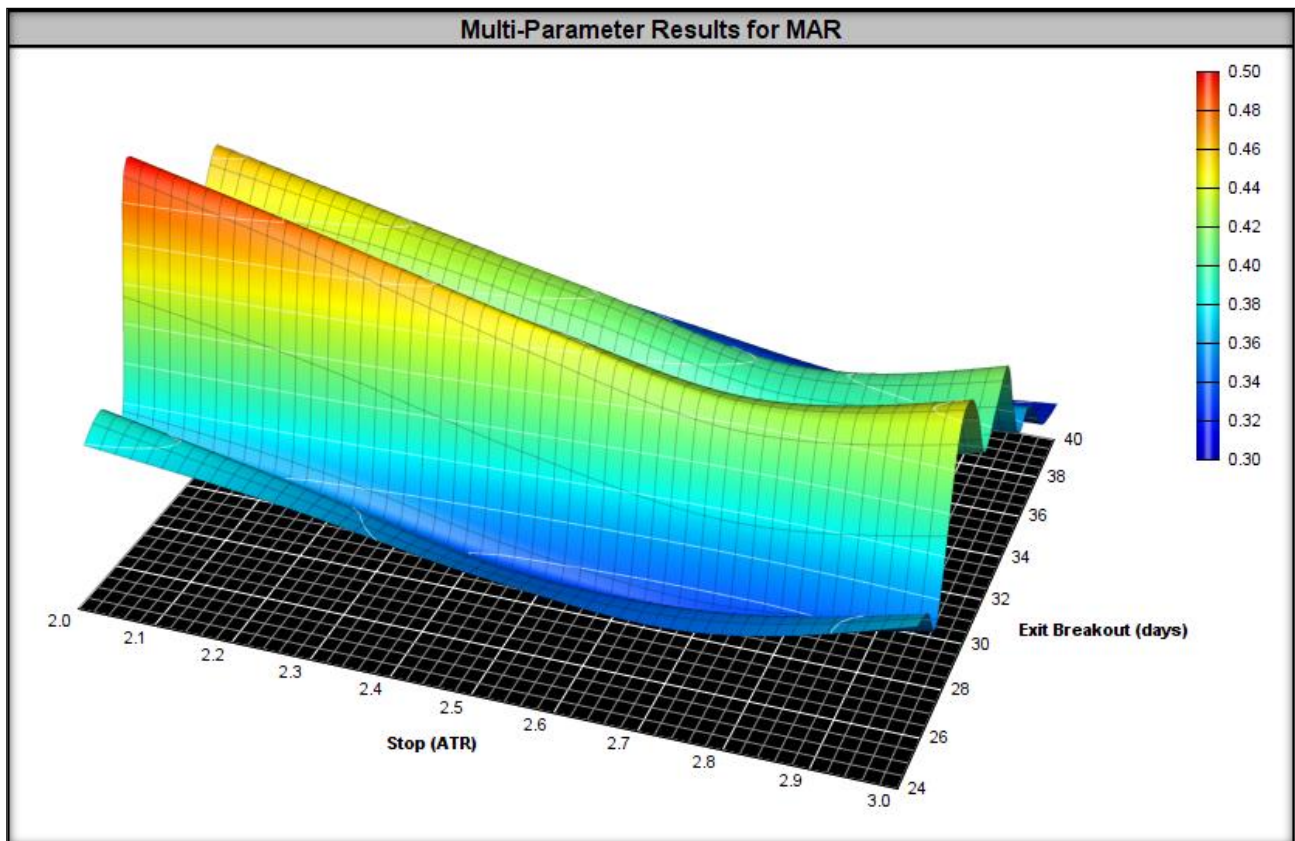


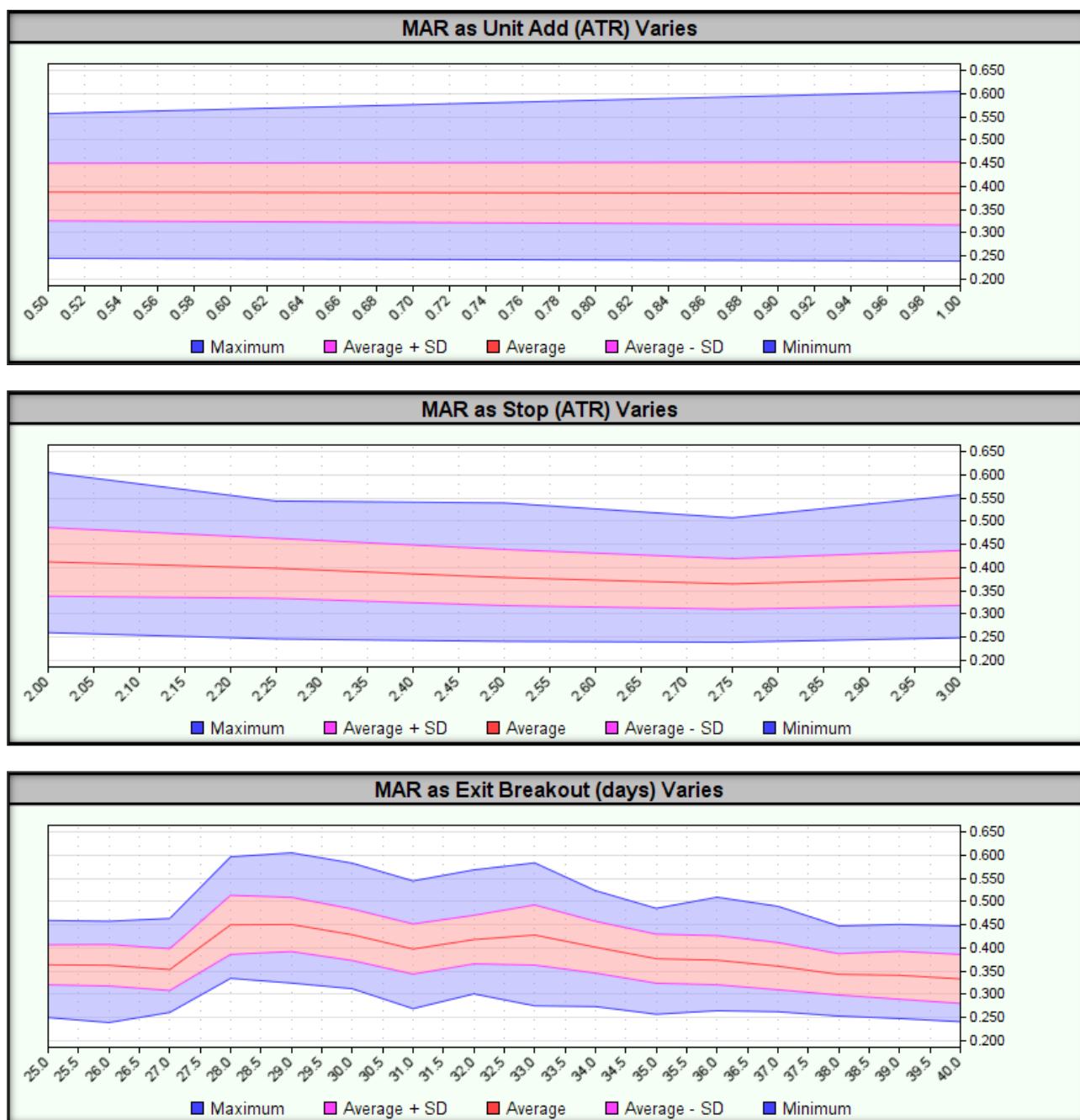












Po zaliczeniu testów stabilności na danych **in-sample**, czas przeprowadzić analogiczne na danych **out-of-sample**. W tym celu wykorzystujemy **ten sam zakres parametrów** co na danych in-sample:

- **Entry Breakout (dni):** zakres 80-140 (krok: 5);
- **Unit Add (ATR):** zakres 0,5-1,0 (krok: 0,5);
- **Stop (ATR):** zakres 2,0-3,0 (krok: 0,25);
- **Exit Breakout (dni):** zakres 25-40 (krok: 1).

Pozostałe parametry pozostają bez zmian.

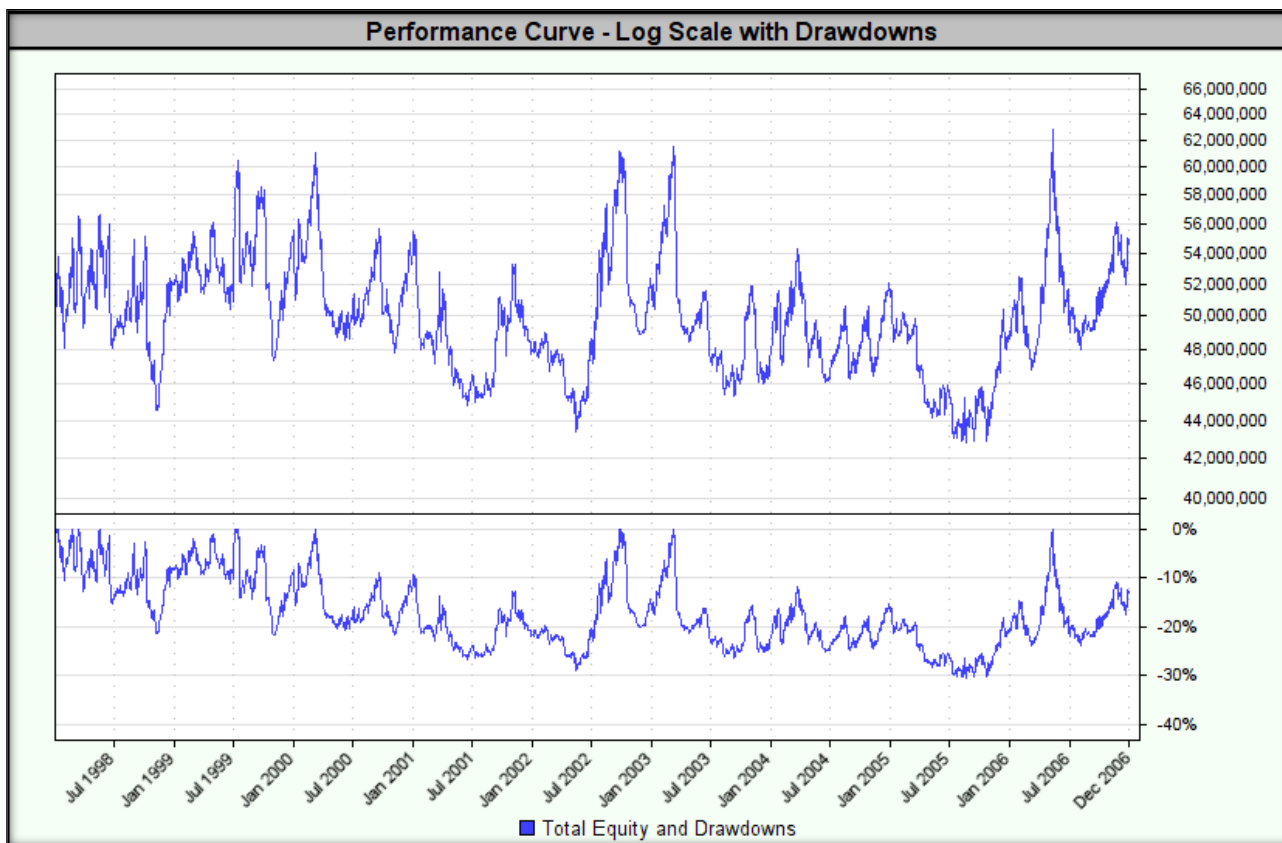


Najniższa wartość MAR, w wysokości 0,03, została osiągnięta dla parametrów:

- Entry Breakout (dni): 125;
- Unit Add (ATR): 0,5;
- Stop (ATR): 2,00;
- Exit Breakout (dni): 25.

Test	Entry Breakout (days)	Unit Add (ATR)	Stop (ATR)	Exit Breakout (days)	End Balance	CAGR%	MAR	Sharpe	Ann. Sharpe	Max TE DD	Longest DD	Trades	R3	RAR (%)
1441	125	0.5	2.00	25	\$54,614,642.80	0.99%	0.03	0.15	0.13	30.4%	38.0	1406	-0.02	-0.79
1521	125	1.0	2.00	25	\$55,194,926.81	1.11%	0.04	0.16	0.16	31.4%	43.4	1338	-0.00	-0.11
1537	125	1.0	2.25	25	\$55,781,633.44	1.22%	0.04	0.16	0.18	30.1%	45.7	1272	-0.01	-0.28
1442	125	0.5	2.00	26	\$56,610,884.28	1.39%	0.04	0.17	0.19	33.8%	81.7	1395	-0.01	-0.26
1522	125	1.0	2.00	26	\$56,776,800.36	1.42%	0.04	0.17	0.20	32.3%	45.8	1325	0.01	0.46
1458	125	0.5	2.25	26	\$57,311,846.20	1.53%	0.05	0.18	0.24	30.0%	74.0	1325	0.01	0.52
1553	125	1.0	2.50	25	\$56,260,371.19	1.32%	0.05	0.16	0.21	25.8%	37.9	1227	0.00	0.03
1538	125	1.0	2.25	26	\$57,703,671.04	1.61%	0.05	0.18	0.23	31.3%	45.8	1263	0.01	0.32
1681	130	1.0	2.00	25	\$58,307,335.77	1.72%	0.05	0.19	0.24	32.2%	43.5	1312	0.02	0.61
1281	120	0.5	2.00	25	\$57,674,315.97	1.60%	0.05	0.18	0.21	29.7%	37.9	1425	-0.01	-0.30
1361	120	1.0	2.00	25	\$58,201,229.60	1.70%	0.05	0.19	0.22	31.1%	43.4	1358	0.01	0.28
1554	125	1.0	2.50	26	\$57,528,920.05	1.57%	0.06	0.18	0.25	27.6%	74.1	1216	0.01	0.40
1362	120	1.0	2.00	26	\$59,040,527.60	1.87%	0.06	0.19	0.24	32.3%	45.8	1345	0.02	0.70

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



Natomiast najwyższa wartość MAR, w wysokości 0,37, została osiągnięta dla parametrów:

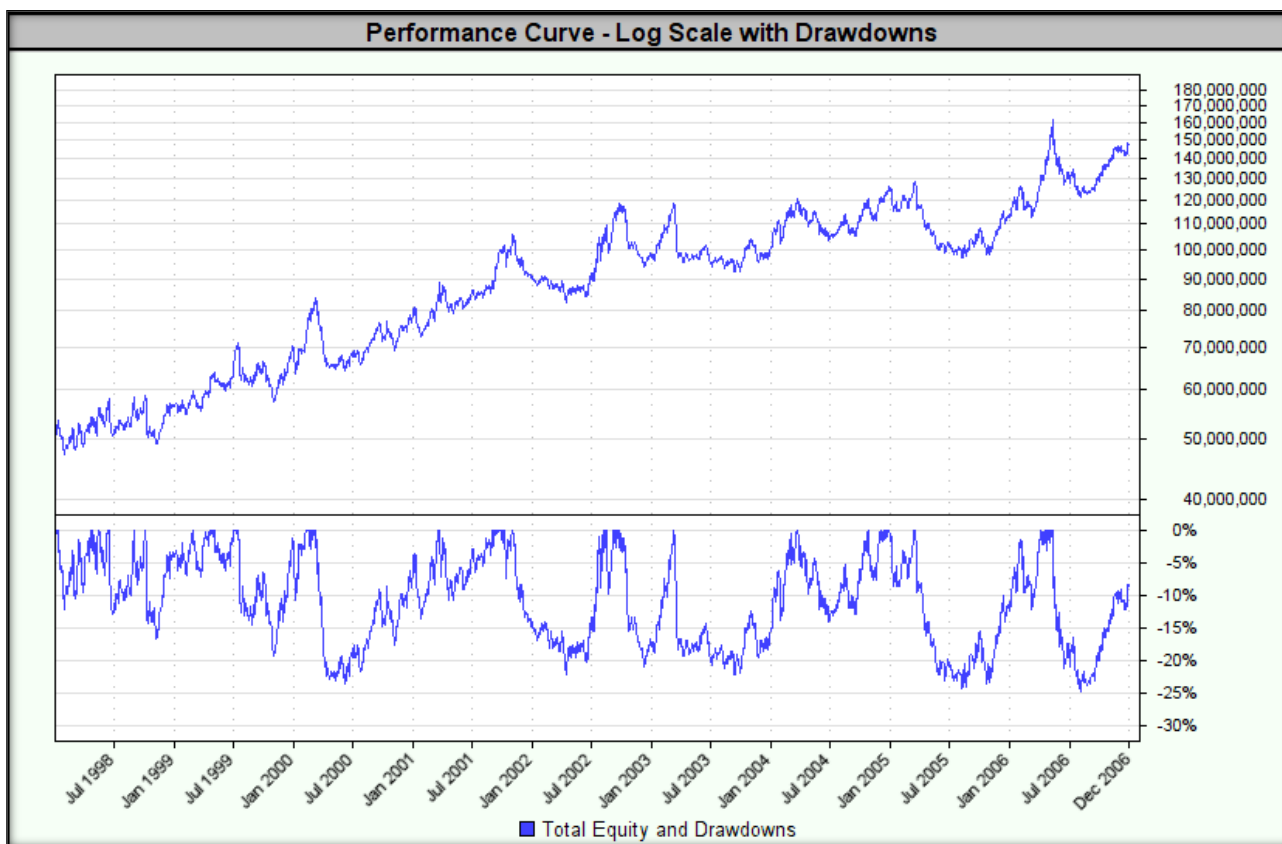
- Entry Breakout (dni): 90;
- Unit Add (ATR): 0,5;
- Stop (ATR): 2,75;
- Exit Breakout (dni): 38.



Najwyższej wartości MAR towarzyszył drawdown na poziomie 24,8%.

Test	Entry Breakout (days)	Unit Add (ATR)	Stop (ATR)	Exit Breakout (days)	End Balance	CAGR%	MAR	Sharpe	Ann. Sharpe	Max TE DD	Longest DD	Trades	R3	RAR [%]
382	90	0.5	2.75	38	\$147,660,770.17	12.80%	0.52	0.66	1.11	24.8%	17.8	1206	0.48	11.24
1006	110	0.5	2.50	38	\$153,288,082.67	13.27%	0.51	0.68	1.27	26.0%	22.1	1114	0.45	11.13
1021	110	0.5	2.75	37	\$142,339,081.05	12.34%	0.51	0.66	1.19	24.4%	12.5	1082	0.50	10.46
383	90	0.5	2.75	39	\$144,937,017.49	12.57%	0.50	0.65	1.11	24.9%	21.2	1198	0.44	11.08
702	100	0.5	2.75	38	\$144,452,427.07	12.52%	0.50	0.67	1.22	24.9%	16.8	1124	0.53	11.30
302	85	1.0	2.75	38	\$141,182,835.65	12.24%	0.50	0.65	1.06	24.3%	26.7	1197	0.38	10.01
381	90	0.5	2.75	37	\$143,058,387.43	12.40%	0.50	0.65	1.06	24.8%	26.9	1211	0.38	10.44
1022	110	0.5	2.75	38	\$142,065,027.99	12.32%	0.50	0.67	1.24	24.6%	12.9	1077	0.52	10.79
1197	115	0.5	3.00	37	\$131,987,731.29	11.40%	0.50	0.65	1.16	22.9%	12.9	1030	0.50	9.97
1005	110	0.5	2.50	37	\$149,013,463.06	12.91%	0.50	0.66	1.18	26.0%	21.7	1119	0.41	10.28
703	100	0.5	2.75	39	\$143,782,762.65	12.47%	0.50	0.66	1.24	25.1%	12.3	1116	0.57	11.35
942	105	1.0	2.75	38	\$136,711,237.70	11.84%	0.50	0.65	1.14	23.9%	18.0	1074	0.43	9.34
1102	110	1.0	2.75	38	\$134,518,021.56	11.64%	0.49	0.65	1.11	23.5%	12.5	1048	0.47	9.33

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



Dla wszystkich kombinacji testowanych zakresów parametrów, najwyższy drawdown wyniósł 36,3%.

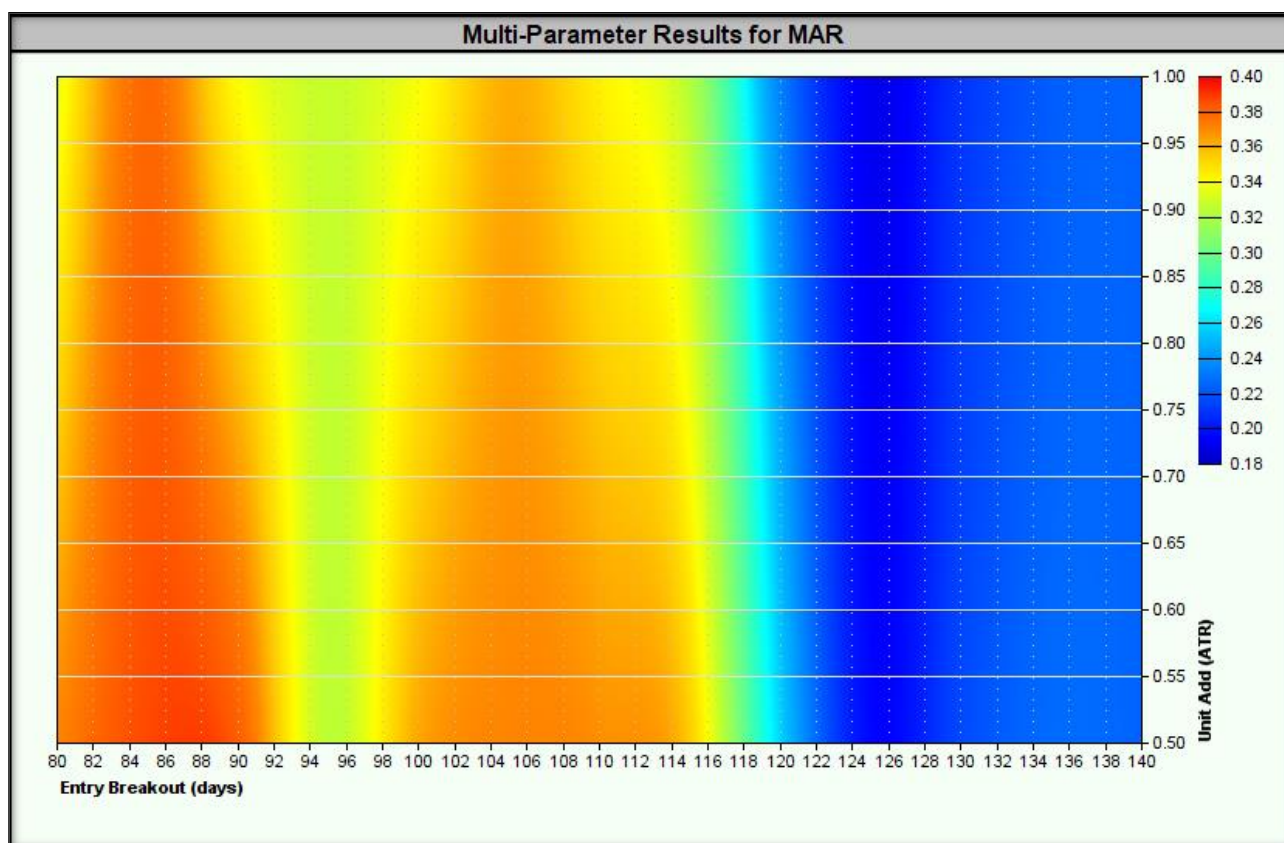
Test	Entry Breakout (days)	Unit Add (ATR)	Stop (ATR)	Exit Breakout (days)	End Balance	CAGR%	MAR	Sharpe	Ann. Sharpe	Max TE DD	Longest DD	Trades	R3	RAR [%]
93	80	1.0	2.00	37	\$122,508,733.64	10.48%	0.29	0.54	0.64	36.3%	43.3	1452	0.16	5.55
411	90	1.0	2.00	35	\$106,983,872.99	8.83%	0.25	0.48	0.64	35.8%	43.0	1405	0.12	4.77
96	80	1.0	2.00	40	\$123,957,993.13	10.63%	0.30	0.54	0.65	35.3%	43.2	1431	0.16	6.17
413	90	1.0	2.00	37	\$126,826,539.56	10.91%	0.31	0.56	0.66	35.1%	43.1	1386	0.17	6.29
91	80	1.0	2.00	35	\$107,928,207.12	8.93%	0.25	0.48	0.62	35.1%	43.2	1471	0.12	4.46
810	105	0.5	2.00	34	\$112,731,892.64	9.46%	0.27	0.50	0.72	34.7%	39.4	1327	0.16	6.12
1451	125	0.5	2.00	35	\$76,295,525.19	4.81%	0.14	0.33	0.41	34.5%	73.9	1262	0.04	1.38
650	100	0.5	2.00	34	\$114,658,929.68	9.67%	0.28	0.50	0.69	34.2%	39.4	1351	0.15	5.66
416	90	1.0	2.00	40	\$126,393,917.99	10.87%	0.32	0.55	0.68	34.2%	43.1	1365	0.18	6.94
970	110	0.5	2.00	34	\$113,164,701.45	9.51%	0.28	0.50	0.68	34.2%	39.9	1303	0.17	6.28
95	80	1.0	2.00	39	\$133,594,795.15	11.55%	0.34	0.57	0.72	34.1%	43.1	1433	0.19	7.07
410	90	1.0	2.00	34	\$111,752,164.74	9.36%	0.27	0.50	0.71	34.1%	42.9	1412	0.15	5.67
1291	120	0.5	2.00	35	\$78,219,795.17	5.10%	0.15	0.34	0.43	34.0%	73.8	1281	0.04	1.52

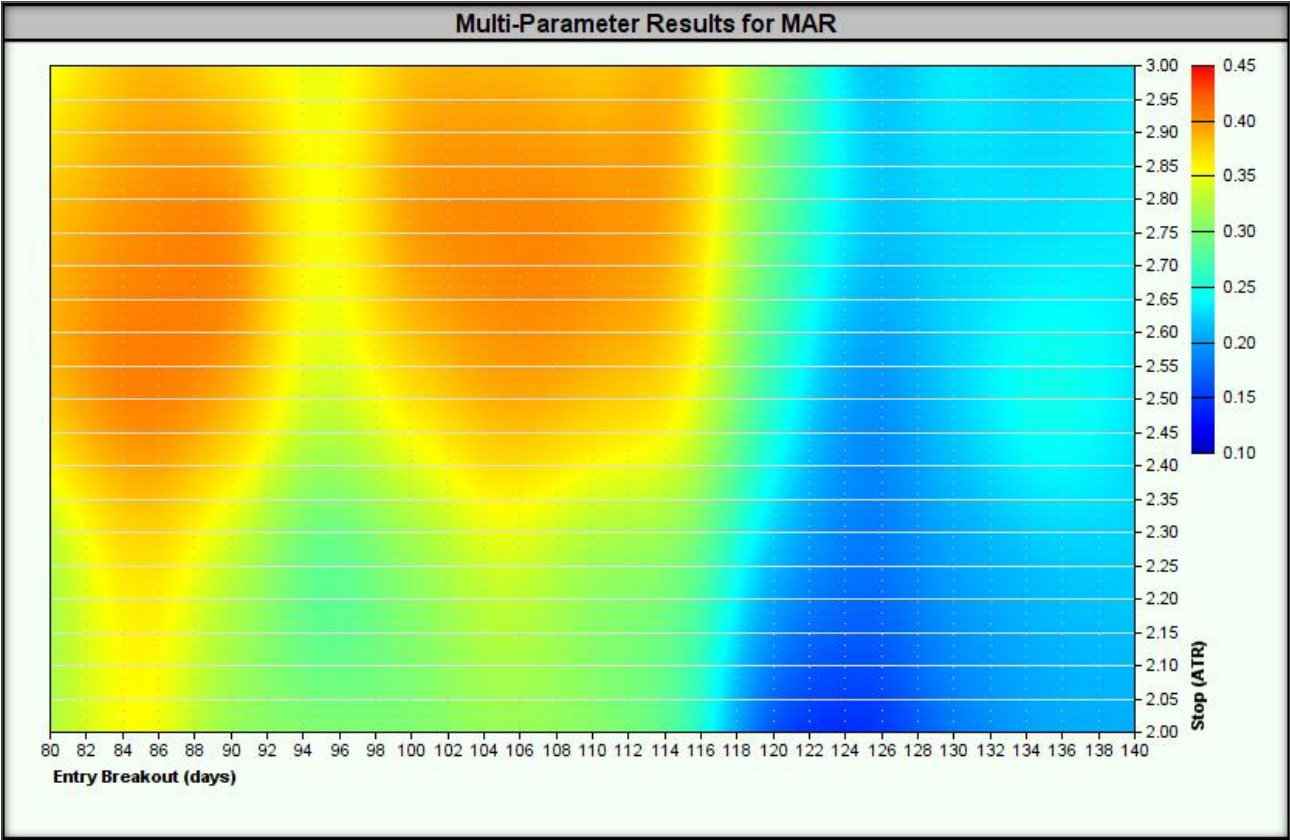
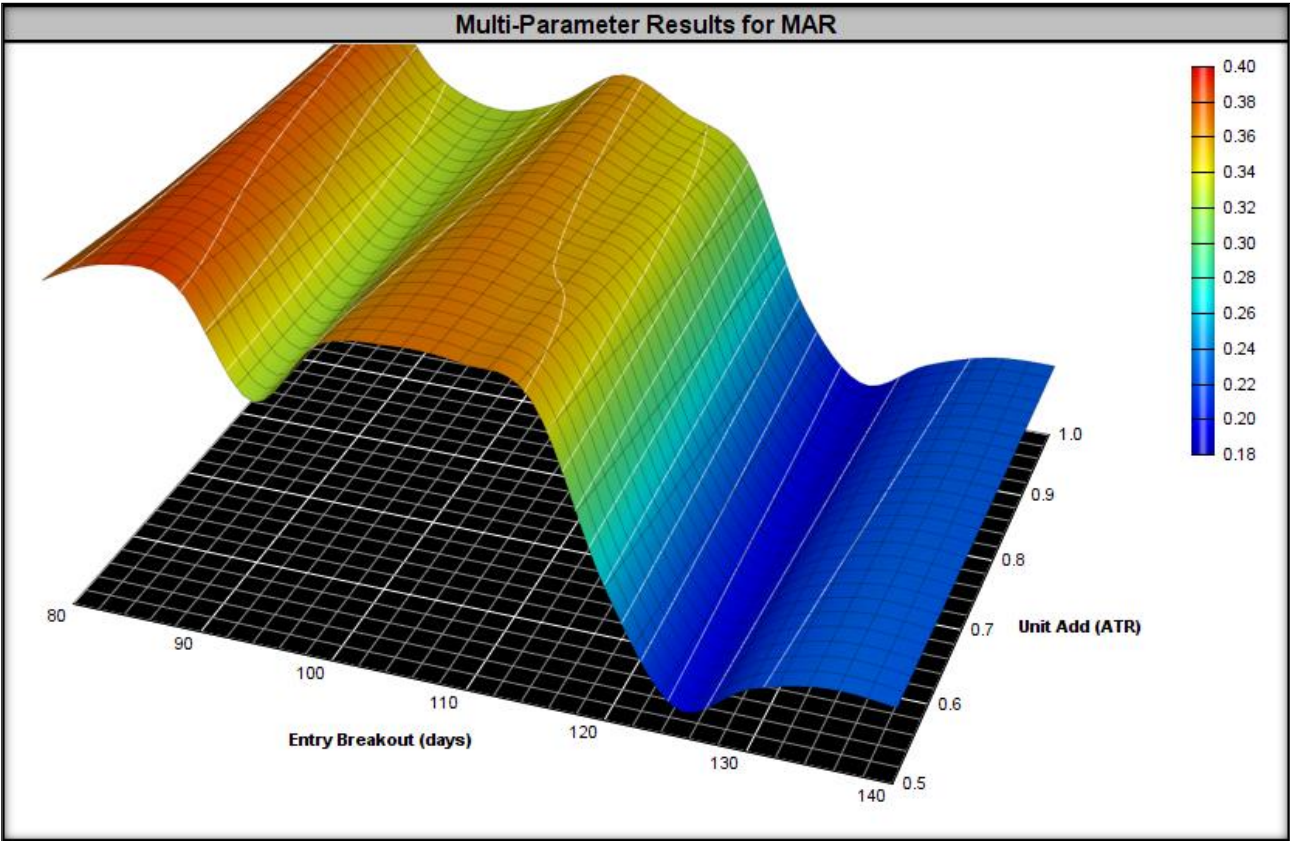
Podsumowując, strategia zaliczyła test stabilności w szerokim zakresie optymalizowanych parametrów na danych out-of-sample, ponieważ:

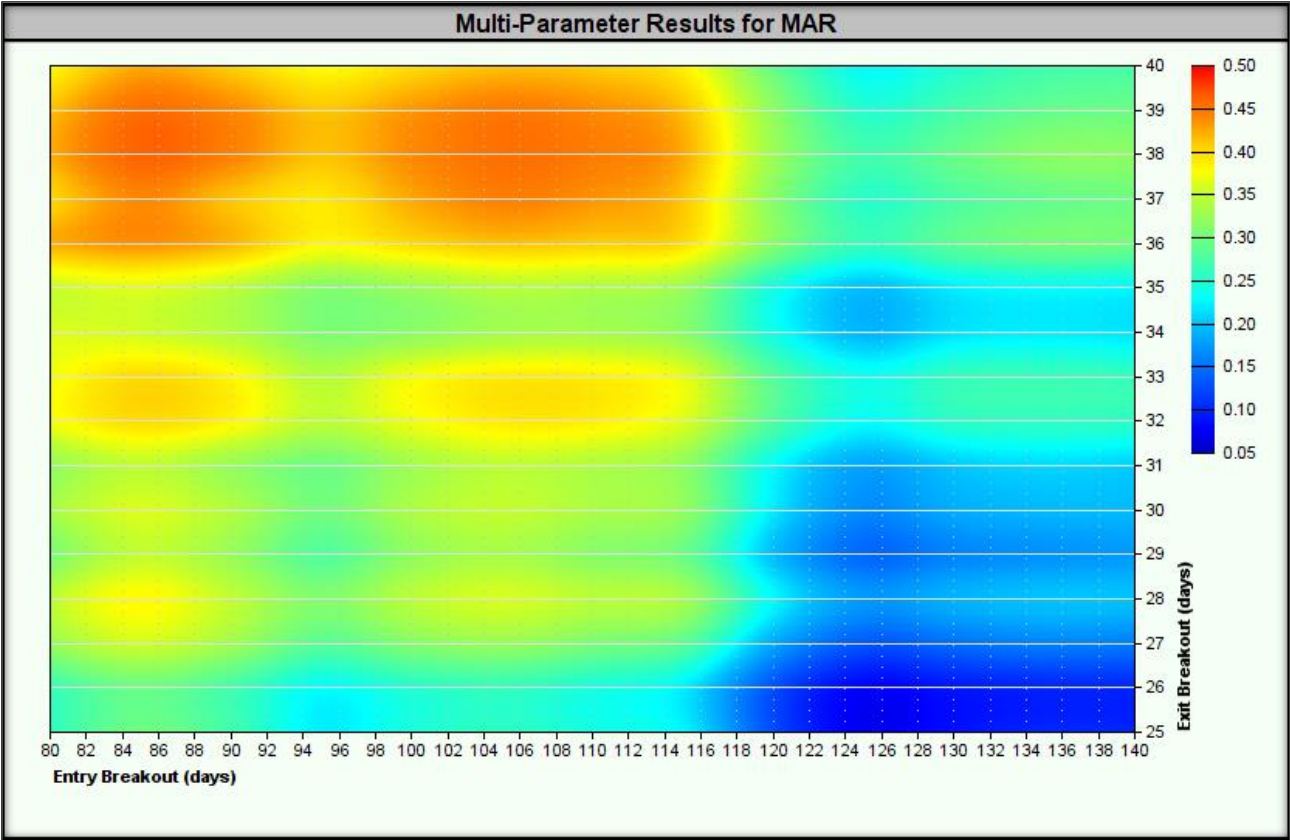
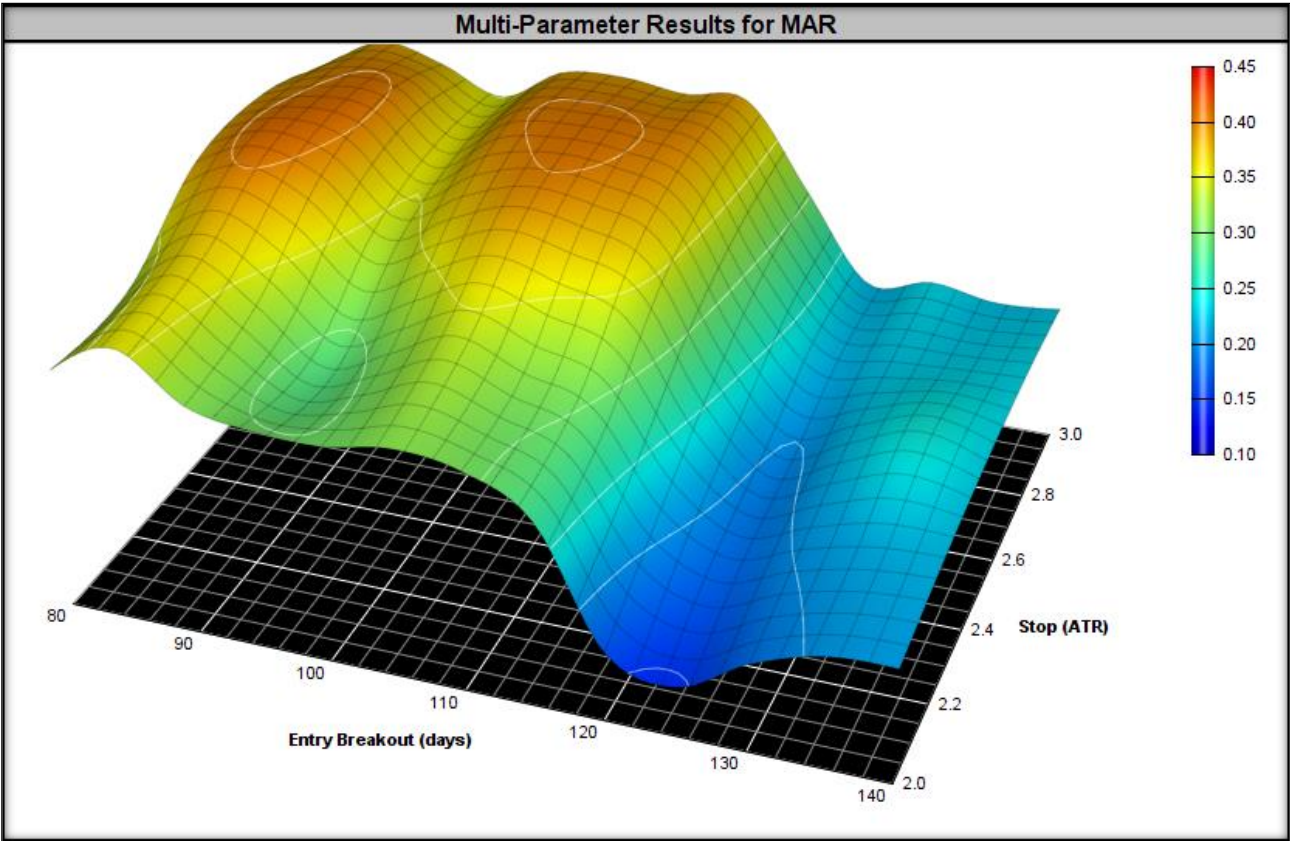


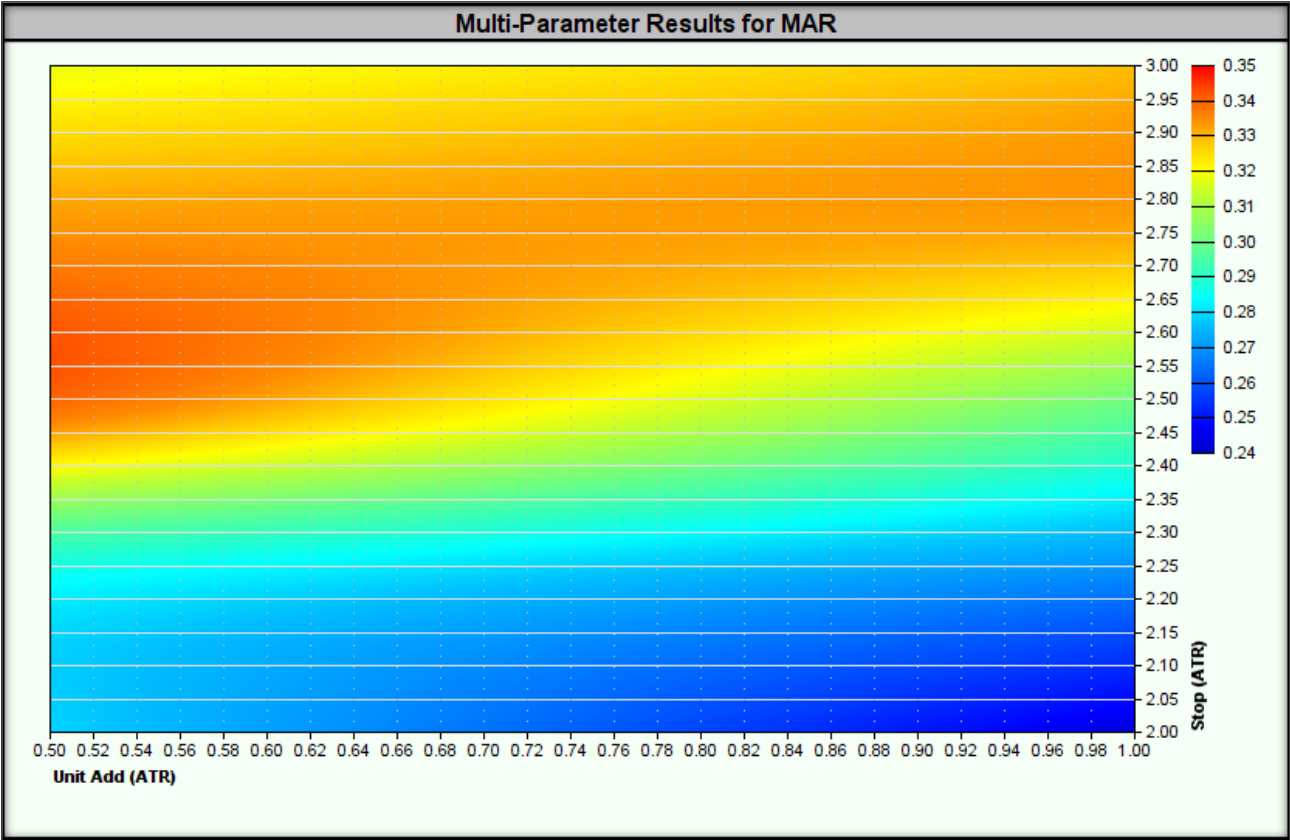
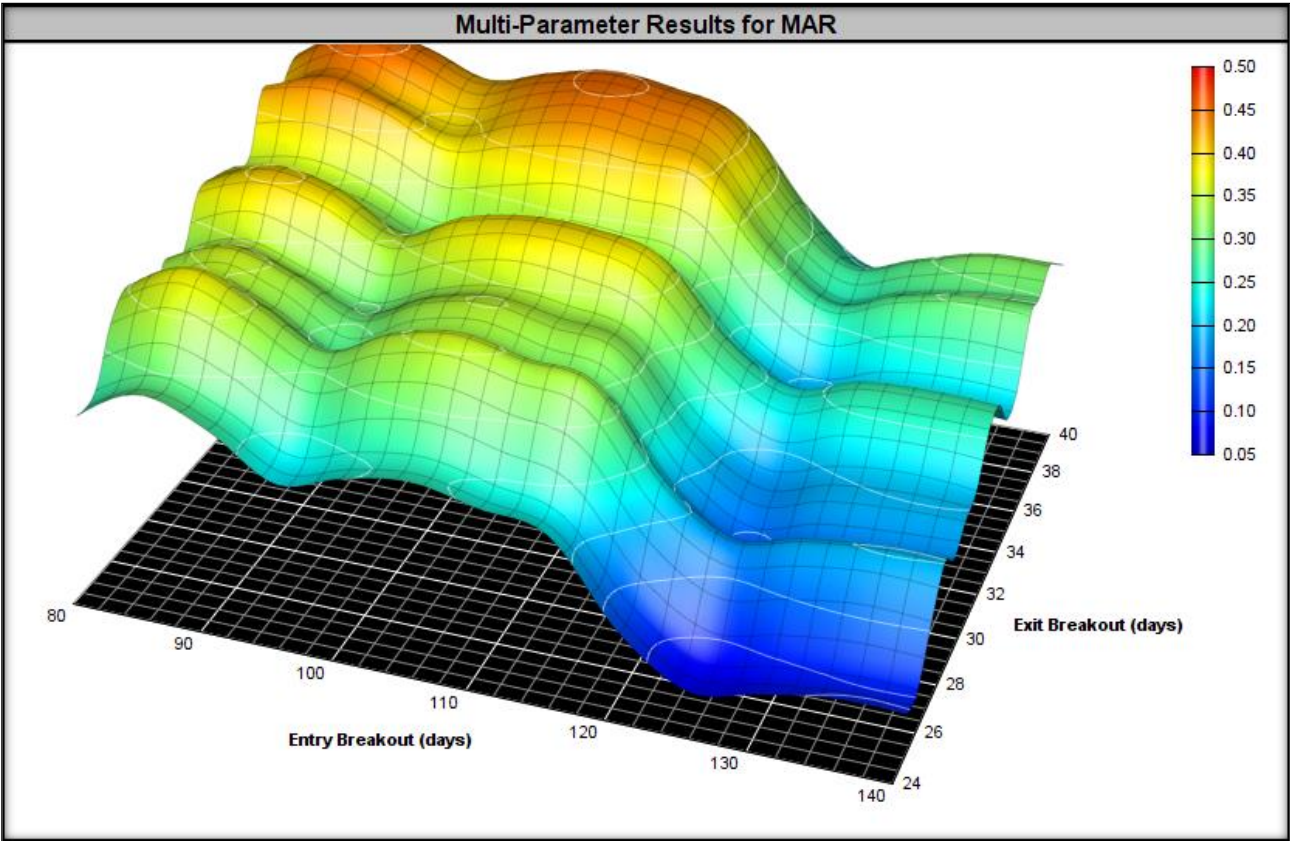
- **Wszystkie wyniki testów wykazywały dodatnią wartość wskaźnika MAR** – co wskazuje na stabilność strategii w różnych warunkach rynkowych.
- **Maksymalny drawdown na danych out-of-sample nie przekroczył 150% wartości maksymalnego drawdown na danych in-sample (36,3% vs. 38,5%)** – co oznacza akceptowalne ryzyko obsunięć kapitału.
- **Spadek wartości maksymalnego MAR na danych out-of-sample był mniejszy niż 50% względem wyników testów in-sample (0,52 vs. 0,60)** – co wskazuje, że strategia może uzyskiwać dobre wyniki w różnych warunkach rynkowych.

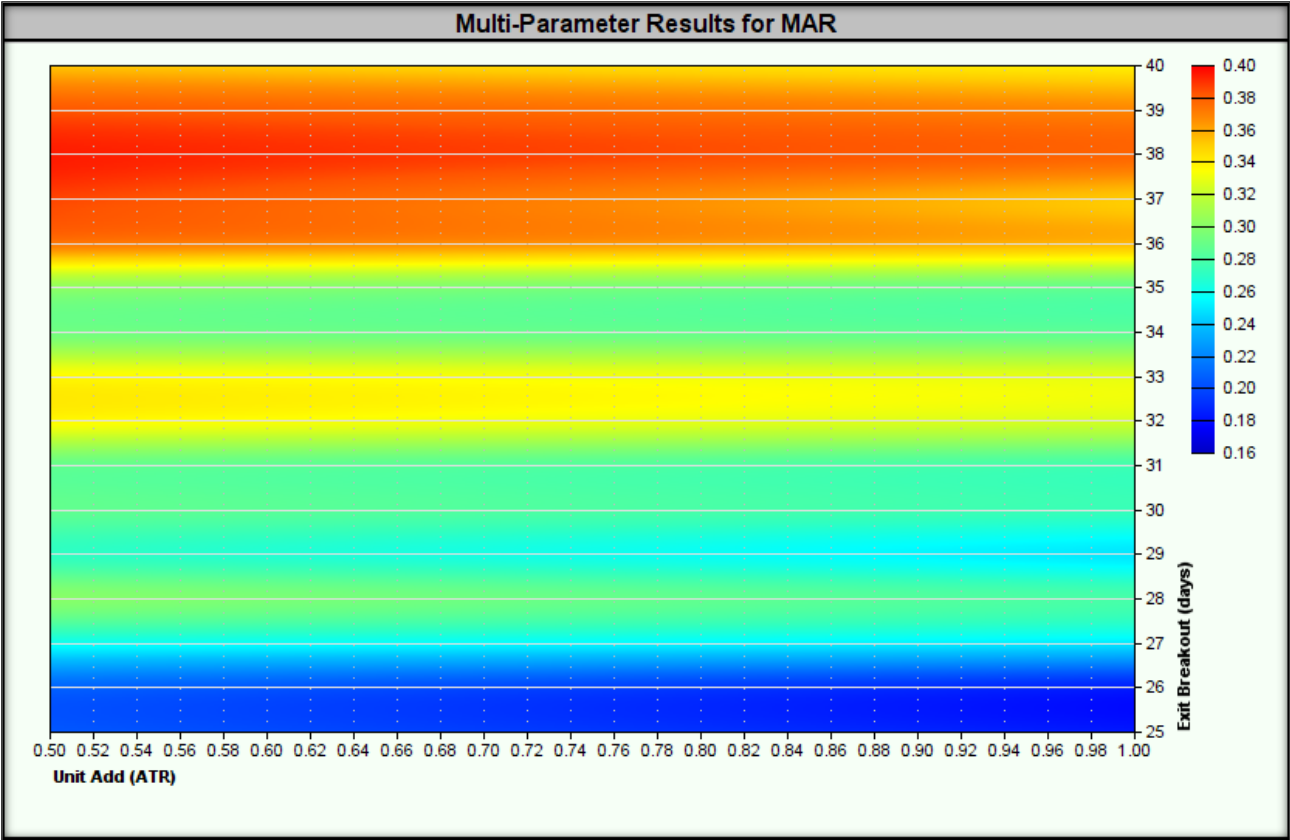
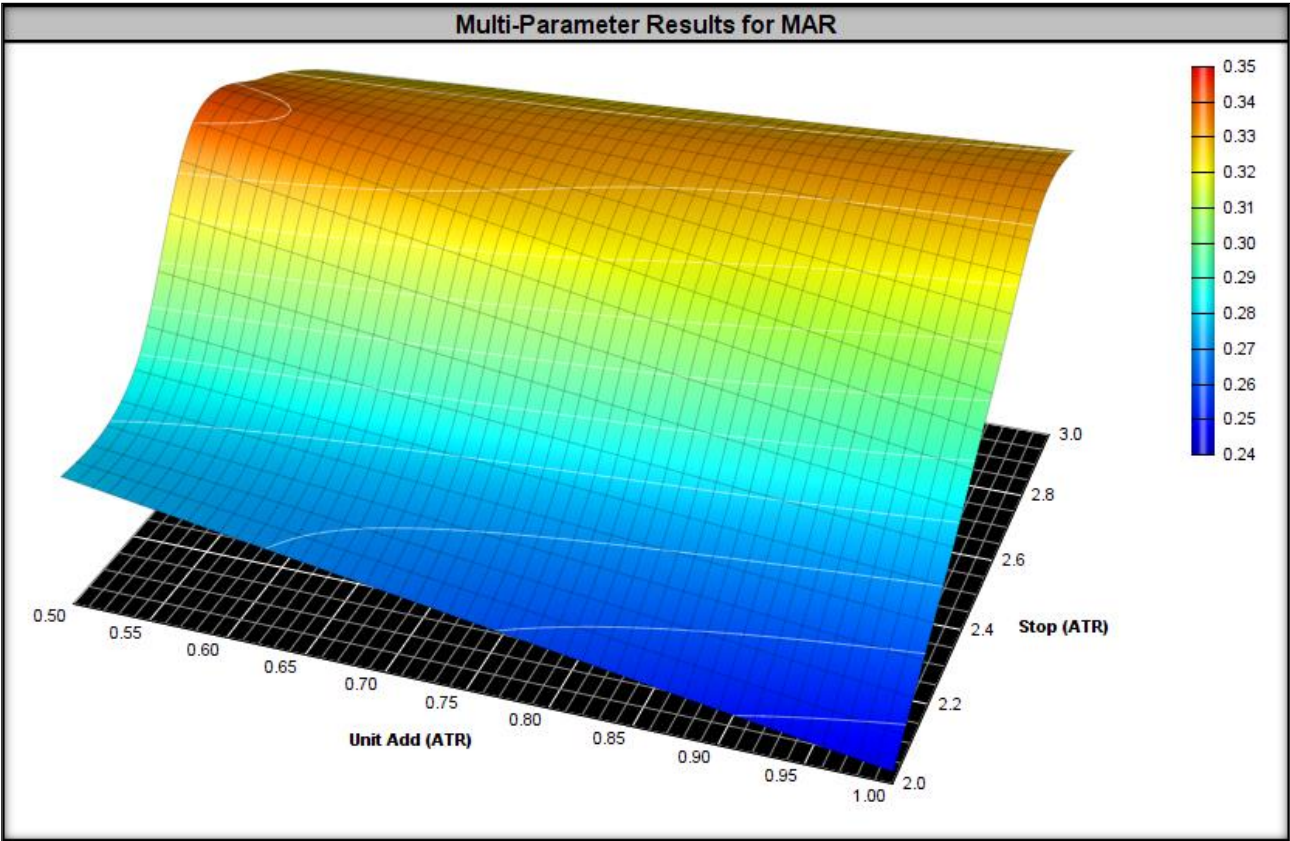
Poniżej przedstawiono heatmapy dla testowanych zakresów.

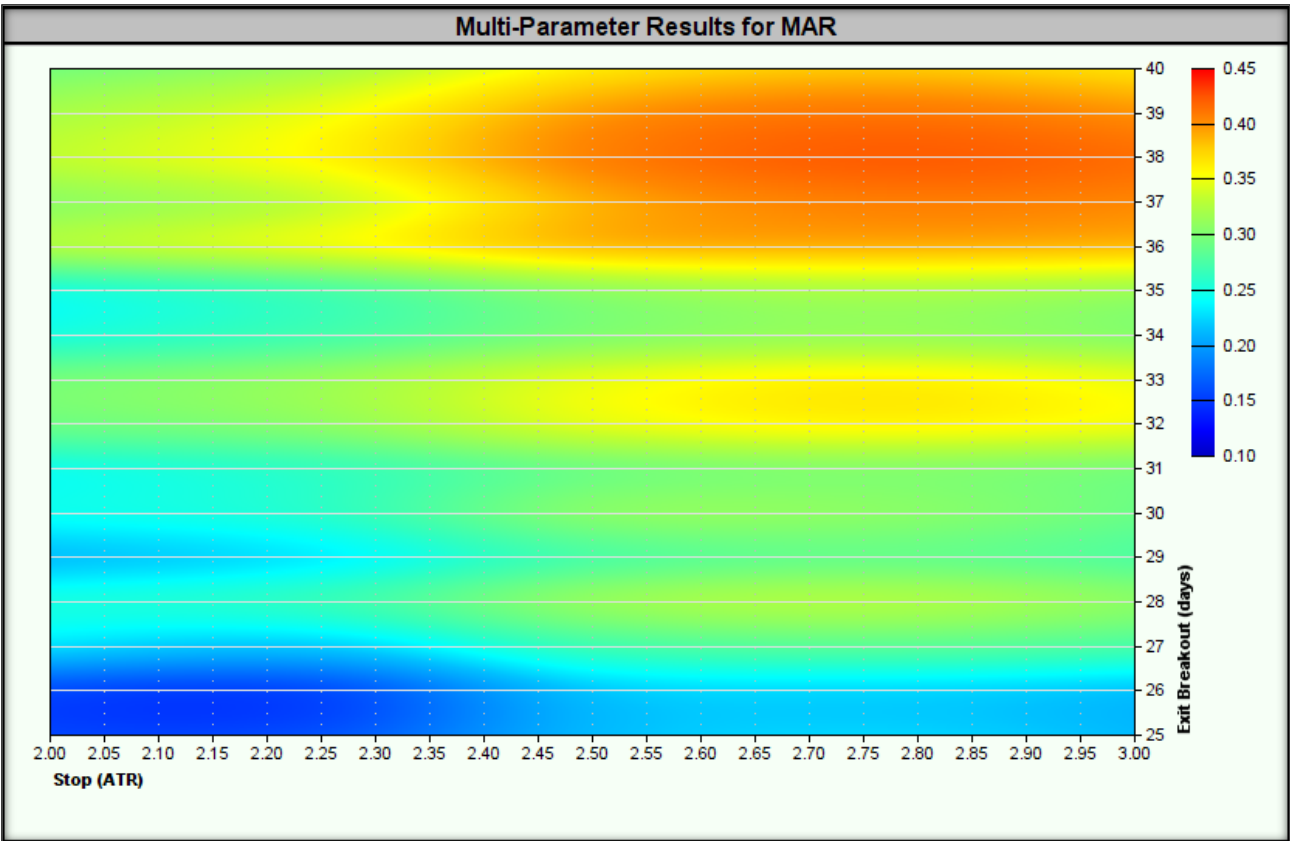
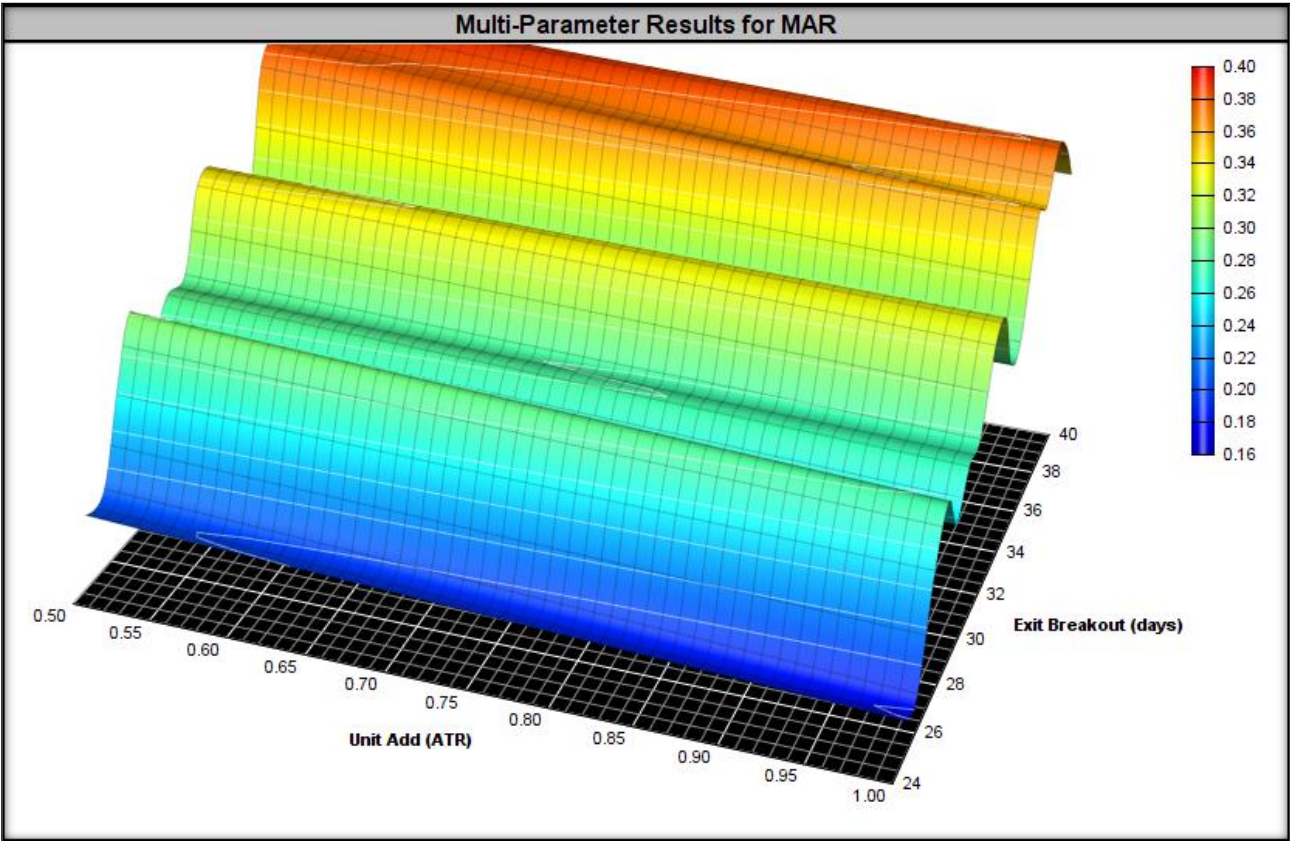


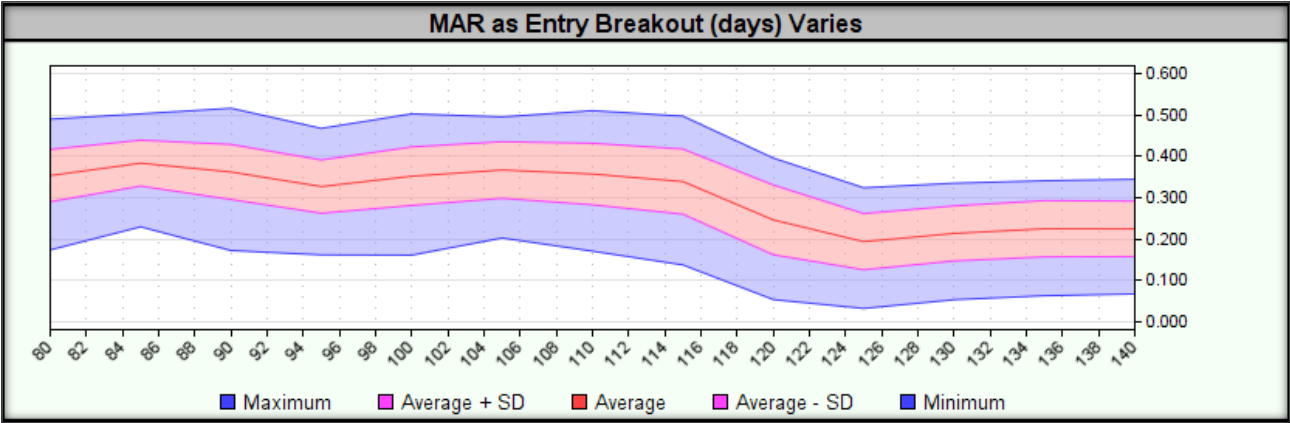
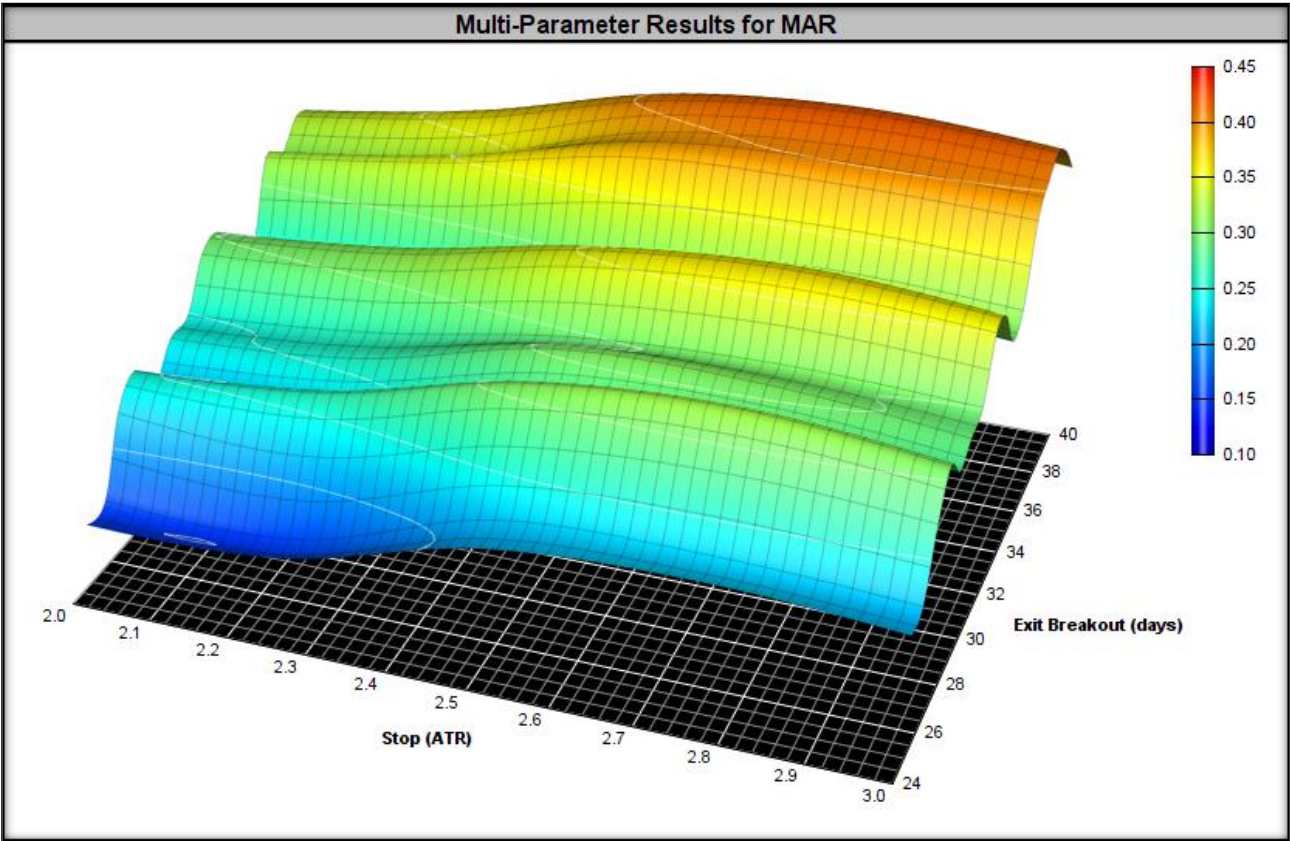


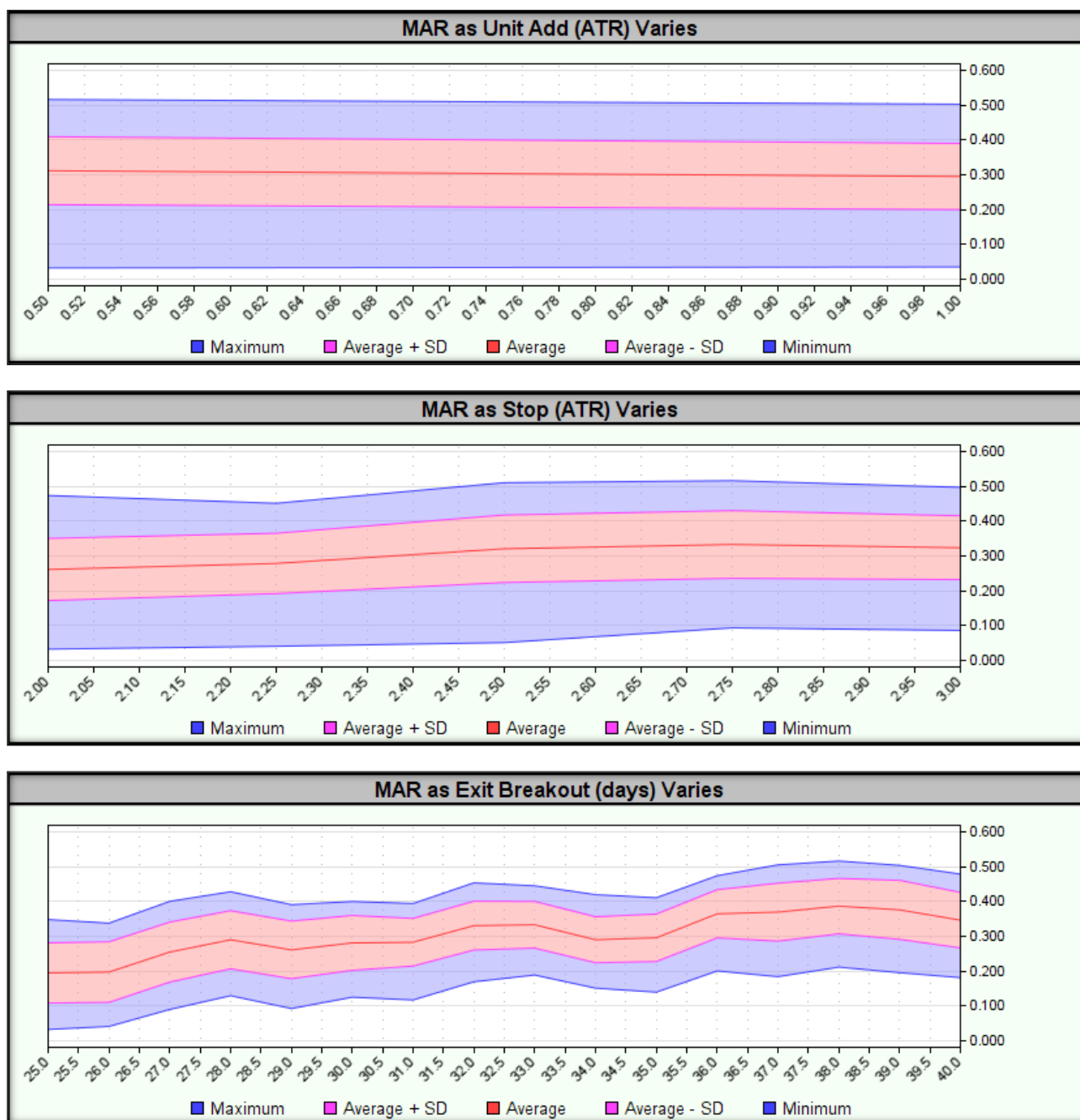












Po zaliczeniu **testu stabilności w szerokim zakresie optymalizowanych parametrów** możemy przejść do **testowania stabilności z wykorzystaniem symulacji Monte Carlo**. Warunki zaliczenia tego testu są zbieżne z tymi wymaganymi w powyższym kroku.

2. Symulacja Monte Carlo

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

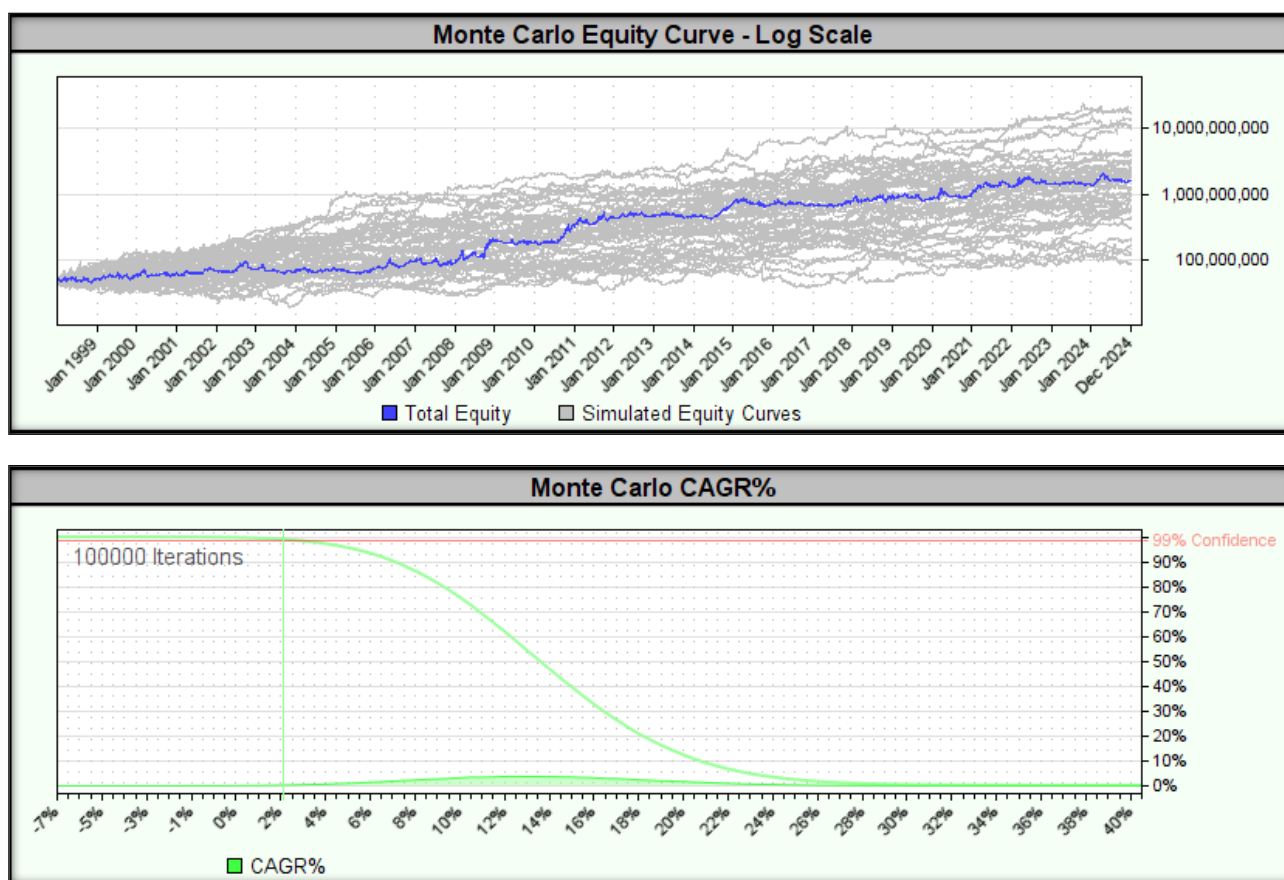


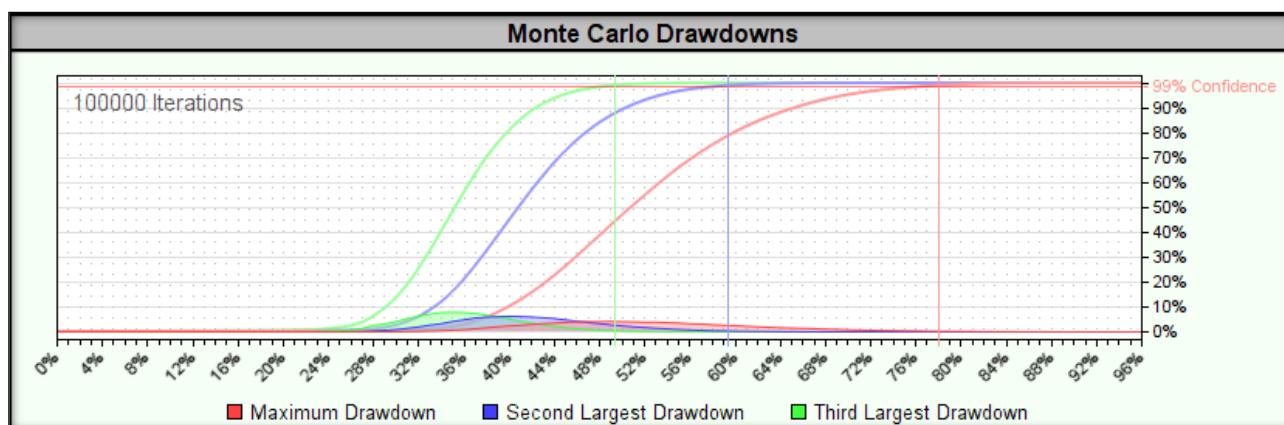
Jest to również idealna okazja, aby porównać **drawdown** uzyskany w testach na zoptymalizowanych zakresach parametrów z wynikami **symulacji Monte Carlo**, wykorzystując **99% przedział ufności**.

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 78%**. Dla parametrów zoptymalizowanych na danych in-sample, drawdown wyniósł 32,9%.

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	Ruin	Long
1	19980101	\$53,542,888.43	7.09%	0.34	0.39	1.99	20.7%	7.6	174	-1.40	-2.62	1.16	0.11	0.0%	0.00
2	19990101	\$53,182,975.14	6.39%	0.31	0.37	NA	20.9%	5.5	200	0.71	1.29	1.14	0.08	0.0%	0.00
3	20000101	\$48,337,841.36	-3.36%	-0.15	-0.07	NA	21.8%	9.8	186	-4.56	-5.93	0.95	-0.03	0.0%	0.00
4	20010101	\$56,764,703.55	13.54%	0.91	0.61	2.00	14.8%	5.7	161	13.49	25.74	1.31	0.16	0.0%	0.00
5	20020101	\$53,451,405.46	6.91%	0.28	0.36	1.99	24.7%	5.7	166	13.67	28.81	1.24	0.13	0.0%	0.00
6	20030101	\$45,840,280.11	-8.32%	-0.28	-0.14	-2.01	29.9%	9.8	182	-11.48	-17.14	0.83	-0.10	0.0%	0.00
7	20040101	\$54,544,867.01	9.10%	0.46	0.52	NA	19.7%	9.3	179	0.34	0.55	1.21	0.11	0.0%	0.00
8	20050101	\$49,328,681.02	-1.36%	-0.06	-0.00	NA	23.0%	9.5	176	-5.62	-6.68	1.03	0.02	0.0%	0.00
9	20060101	\$63,386,305.58	26.88%	0.90	0.93	2.01	30.0%	7.7	183	12.57	22.33	1.70	0.33	0.0%	0.00
10	20070101	\$49,275,814.47	-1.45%	-0.07	0.03	-2.03	22.2%	5.7	208	-3.70	-6.03	1.02	0.01	0.0%	0.00
11	20080101	\$103,142,865.58	106.39%	4.09	1.66	NA	26.0%	3.6	185	34.89	81.77	3.25	1.03	0.0%	0.00
12	20090101	\$48,254,565.64	-3.49%	-0.18	-0.07	-2.01	19.7%	6.7	153	-1.53	-2.32	0.95	-0.03	0.0%	0.00
13	20100101	\$89,961,361.77	80.29%	3.31	1.80	NA	24.3%	6.9	168	51.41	87.74	2.84	0.91	0.0%	0.00
14	20110101	\$60,409,778.41	21.09%	0.79	0.70	NA	26.6%	5.1	170	9.54	24.21	1.48	0.25	0.0%	0.00
15	20120101	\$58,493,760.47	17.05%	0.83	0.77	NA	20.6%	7.0	154	6.12	8.23	1.47	0.22	0.0%	0.00
16	20130101	\$46,889,607.09	-6.22%	-0.31	-0.34	-2.01	20.1%	8.5	185	-8.74	-10.86	0.89	-0.06	0.0%	0.00
17	20140101	\$88,874,911.80	77.82%	4.30	2.27	2.00	18.1%	5.4	189	64.84	67.73	2.50	0.84	0.0%	0.00
18	20150101	\$44,526,063.14	-10.95%	-0.42	-0.53	-2.00	26.3%	11.3	185	-18.14	-20.72	0.79	-0.13	0.0%	0.00
19	20160101	\$50,090,318.44	0.18%	0.01	0.10	NA	23.5%	10.6	197	-5.87	-7.92	1.03	0.01	0.0%	0.00
20	20170101	\$59,726,965.25	19.53%	1.44	1.02	2.00	13.6%	4.2	176	11.81	19.14	1.39	0.24	0.0%	0.00
21	20180101	\$56,982,645.38	13.98%	0.60	0.55	2.00	23.2%	7.4	201	5.50	10.14	1.24	0.13	0.0%	0.00
22	20190101	\$47,996,948.15	-4.01%	-0.17	-0.05	-2.01	23.8%	8.3	164	-10.43	-13.68	0.93	-0.04	0.0%	0.00
23	20200101	\$59,737,452.72	19.49%	0.67	0.68	NA	28.9%	9.5	231	-0.29	-0.66	1.37	0.21	0.0%	0.00
24	20210101	\$64,312,091.63	28.74%	1.26	0.90	NA	22.7%	4.5	190	13.28	28.84	1.63	0.31	0.0%	0.00
25	20220101	\$57,737,538.63	15.67%	0.64	0.66	NA	24.5%	6.6	175	3.30	7.75	1.46	0.24	0.0%	0.00
26	20230101	\$45,741,775.58	-8.54%	-0.47	-0.43	-2.01	18.2%	10.9	203	-12.74	-9.51	0.85	-0.09	0.0%	0.00
27	20240101	\$62,319,711.55	24.66%	0.76	0.81	NA	32.5%	8.4	165	-1.24	-1.75	1.90	0.44	0.0%	0.00

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

	Test Start Date	End Balance	CAGR%	MAR	Sharpe	Ann. Sharpe	Max TE DD	Longest DD	Trades	R3	RAR [%]	%PF	Expectancy	Ruin	Long
1	19980101	\$62,963,017.36	8.01%	0.35	0.44	1.92	22.7%	9.8	516	0.94	8.60	1.20	0.12	0.0%	0.00
2	19990101	\$60,498,067.27	6.56%	0.29	0.38	2.53	22.7%	18.4	511	0.99	7.83	1.17	0.10	0.0%	0.00
3	20000101	\$57,169,957.21	4.58%	0.19	0.31	0.79	23.9%	18.4	485	1.08	9.73	1.14	0.08	0.0%	0.00
4	20010101	\$55,954,392.09	3.82%	0.12	0.27	0.48	32.4%	15.2	485	0.40	3.70	1.13	0.08	0.0%	0.00
5	20020101	\$53,802,078.90	2.47%	0.07	0.23	0.36	33.0%	17.2	490	-0.11	-0.84	1.12	0.07	0.0%	0.00
6	20030101	\$50,960,295.92	0.64%	0.02	0.14	0.08	29.9%	33.7	505	-0.16	-0.73	1.07	0.04	0.0%	0.00
7	20040101	\$69,045,393.33	11.39%	0.39	0.59	0.75	28.9%	22.1	509	1.01	9.42	1.34	0.19	0.0%	0.00
8	20050101	\$62,465,927.78	7.72%	0.27	0.44	0.52	29.0%	19.7	522	1.75	15.26	1.26	0.15	0.0%	0.00
9	20060101	\$128,154,911.66	36.92%	1.23	1.02	0.76	30.0%	21.4	533	2.03	21.36	1.98	0.51	0.0%	0.00
10	20070101	\$98,758,126.54	25.49%	0.94	0.78	0.45	27.2%	12.8	518	3.62	40.26	1.67	0.37	0.0%	0.00
11	20080101	\$178,422,230.15	52.86%	2.03	1.26	1.07	26.0%	20.7	476	3.01	31.45	2.45	0.72	0.0%	0.00
12	20090101	\$115,561,548.42	32.31%	1.23	1.02	0.87	26.3%	14.5	443	4.58	44.43	1.97	0.52	0.0%	0.00
13	20100101	\$124,376,444.14	35.52%	1.35	1.09	1.17	26.3%	7.9	457	4.92	48.46	2.05	0.54	0.0%	0.00
14	20110101	\$64,943,404.92	9.13%	0.34	0.47	1.06	26.6%	19.0	481	0.87	8.68	1.25	0.14	0.0%	0.00
15	20120101	\$90,743,247.44	22.02%	0.90	1.05	0.99	24.3%	27.6	493	0.94	5.11	1.64	0.35	0.0%	0.00
16	20130101	\$70,163,319.47	11.96%	0.46	0.62	0.44	26.1%	16.6	521	2.89	23.75	1.39	0.23	0.0%	0.00
17	20140101	\$83,393,329.68	18.62%	0.71	0.88	0.49	26.3%	20.6	538	3.04	21.99	1.57	0.33	0.0%	0.00
18	20150101	\$50,660,520.77	0.44%	0.02	0.11	0.04	26.3%	35.2	530	-0.89	-3.12	1.04	0.02	0.0%	0.00
19	20160101	\$65,398,660.00	9.37%	0.37	0.53	1.39	25.1%	23.2	531	0.73	6.44	1.24	0.13	0.0%	0.00
20	20170101	\$65,020,916.33	9.17%	0.39	0.46	0.87	23.6%	14.9	500	1.60	14.58	1.22	0.13	0.0%	0.00
21	20180101	\$62,789,455.59	7.89%	0.28	0.41	0.77	27.8%	10.4	553	0.34	4.15	1.18	0.11	0.0%	0.00
22	20190101	\$69,829,500.47	11.79%	0.44	0.54	0.98	27.0%	10.8	530	1.89	19.02	1.34	0.19	0.0%	0.00
23	20200101	\$81,847,614.90	17.89%	0.62	0.70	3.21	28.9%	11.0	558	2.34	24.66	1.45	0.25	0.0%	0.00
24	20210101	\$70,068,476.55	11.91%	0.45	0.55	1.00	26.2%	18.6	548	0.49	5.06	1.32	0.17	0.0%	0.00
25	20220101	\$64,007,949.13	8.60%	0.31	0.48	1.24	27.5%	21.5	514	0.34	3.50	1.29	0.16	0.0%	0.00

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

- W przypadku rocznego okna testowego (365/365): 18 na 27 okresów zakończyło się dodatnią stopą zwrotu (67%).
- W przypadku trzyletniego okna testowego (1095/365): 25 na 25 okresów zakończyło się dodatnią stopą zwrotu (100%).

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

4. Stabilność long/short

Krok został pominięty z uwagi na niezaliczenie wcześniejszych testów stabilności.

5. Stabilność na portfelu instrumentów finansowych

Krok został pominięty z uwagi na niezaliczenie wcześniejszych testów stabilności.



6. Money Management (Position Sizing)

Krok został pominięty z uwagi na niezaliczenie wcześniejszych testów stabilności.

7. Strategy Risk Management

Krok został pominięty z uwagi na niezaliczenie wcześniejszych testów stabilności.



Krok 5: Walk-Forward Analysis

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

1. Jakiej stopy zwrotu można oczekiwać od strategii?

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

2. Jaki zestaw parametrów zastosować w kolejnym okresie?

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

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

1. Optymalizacja (In-Sample):

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

2. Testowanie (Out-of-Sample):

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

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

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