



## Small Turtle v.3

### Podsumowanie testów strategii inwestycyjnej

Strategia **Small Turtle v.3** to **modyfikacja wersji v.1** inspirowana podejściem „[żółwi](#)” Richarda Dennisa. Wersja **v.3** 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 zostały zaliczone, **strategia nie przeszła 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**.

**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

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



## Krok 1: Sformułowanie strategii inwestycyjnej

Strategia **Small Turtle v.3** 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.3** 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.3 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.3**, 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.3** 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. Codzienne 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  **$ZZ \times ATR(20)$  dni**.



### Krok 3: Przeprowadzenie wstępnego testu strategii inwestycyjnej

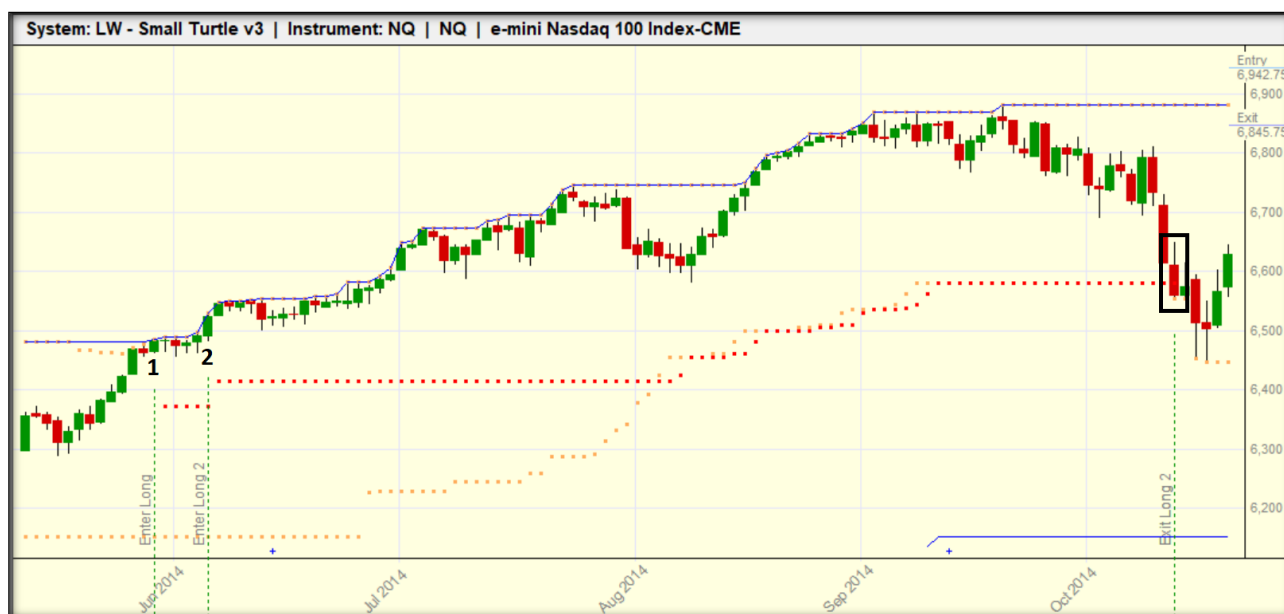
Poniżej przedstawiono kilka transakcji kupna i sprzedaży, które umożliwiają weryfikację następujących aspektów:

- **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 czerwca 2013 roku **notowania wybiły w górę długoterminowy kanał Donchiana (200 dni)**, co zgodnie z zasadami strategii Small Turtle v.3 **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.3, **pozycja długa jest utrzymywana tak długo, jak cena pozostaje powyżej dolnej granicy krótszego kanału Donchiana (50 dni) lub nie zostanie osiągnięty poziom stop loss**. W połowie października 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.3 **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.3, pozycja **krótka jest utrzymywana tak długo, jak cena pozostaje poniżej górnej granicy krótszego kanału Donchiana (wyjściowego) lub nie zostanie osiągnięty poziom stop loss**. Na początku stycznia 2009 roku rynek przeszedł w silniejszą fazę wzrostową; **jedna z 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 jakkolwiek optymalizacja parametrów nie ma sensu.

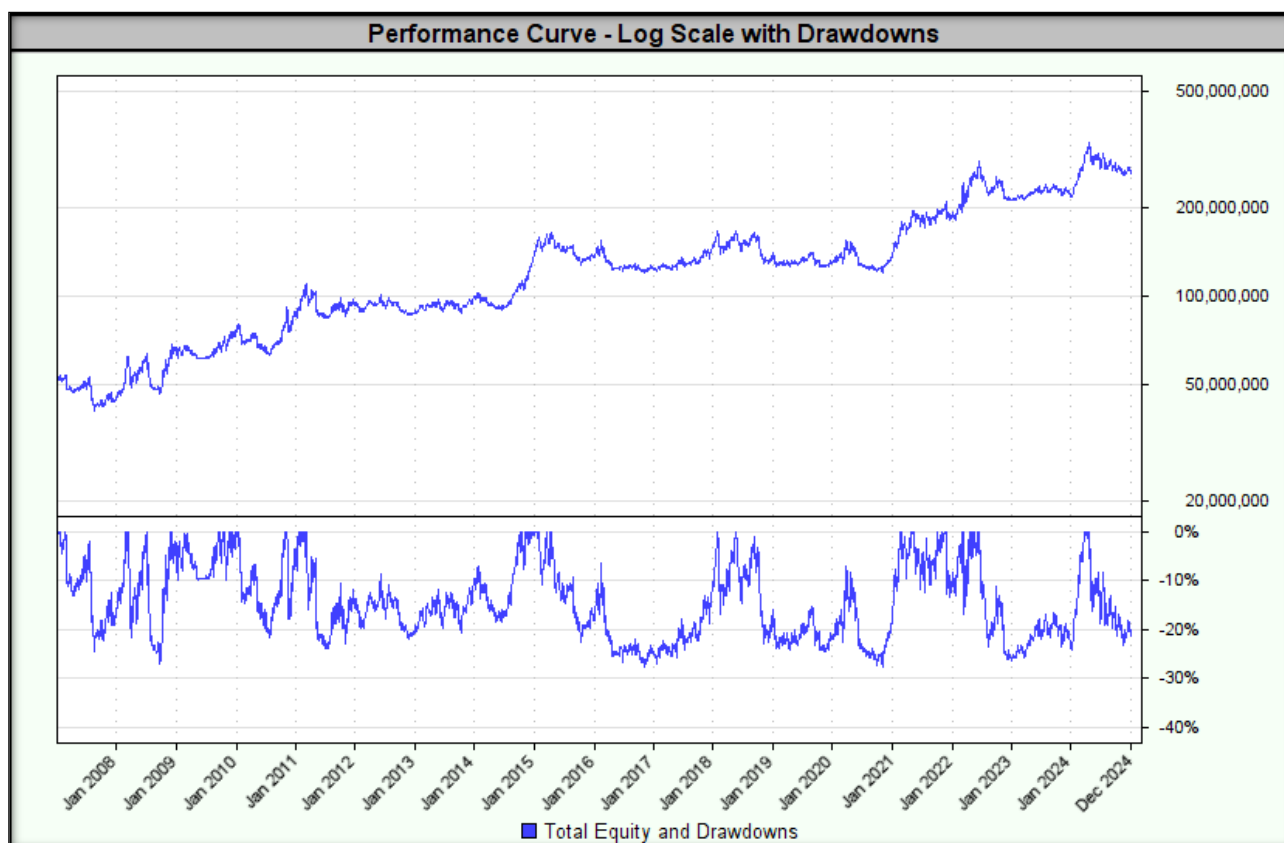
Naszym podstawowym oczekiwaniem jest, aby strategia generowała **dodatnie wyniki**, nawet, jeśli są one na niskim poziomie.

Testowane parametry bazowe:

- **Entry Breakout (dni):** 200;
- **Exit Breakout (dni):** 50;
- **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%                         | 9,7%                                  |
| MAR Ratio                     | 0,35                                  |
| RAR%                          | 9,3%                                  |
| R-Cubed                       | 0,15                                  |
| Robust Sharpe Ratio           | 0,45                                  |
| Max Drawdown                  | 27,5%                                 |
| Wins                          | 31,2%                                 |
| Losses                        | 68,8%                                 |
| Average Win%                  | 1,14%                                 |
| Average Loss%                 | 0,34%                                 |
| Win/Loss Ratio                | 3,14                                  |
| Average Trade Duration (days) | 79                                    |
| Percent Profit Factor         | 1,54                                  |
| SQN                           | 0,97                                  |
| Ilość transakcji              | 1655                                  |

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.3** 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 **170-260 (krok: 5)**;
- **Unit Add (ATR):** zakres **0,5-1,0 (krok: 0,5)**;
- **Stop (ATR):** zakres **2,0-3,0 (krok: 0,5)**;
- **Exit Breakout (dni):** zakres **40-60 (krok: 2)**.

Pozostałe parametry pozostają bez zmian.

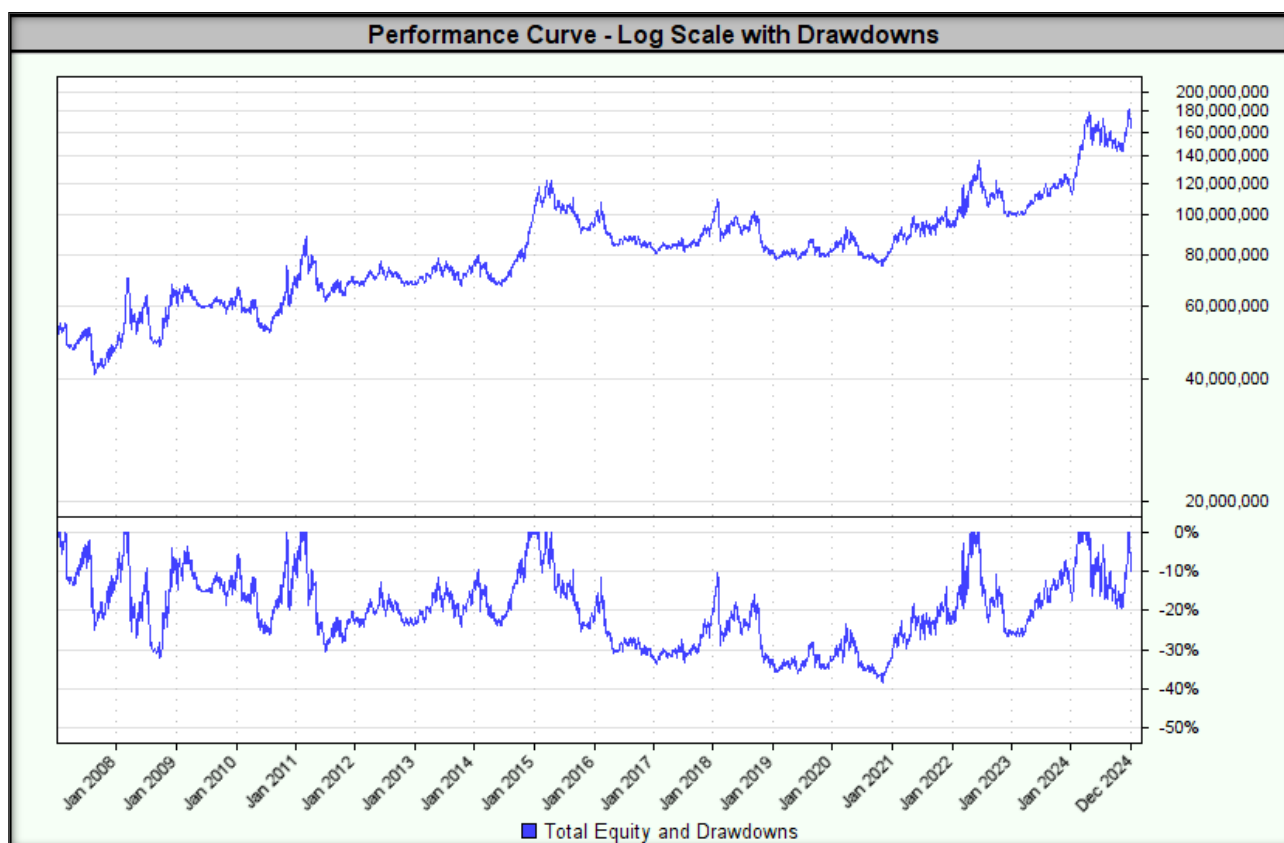
**Najniższa wartość MAR, w wysokości 0,18, została osiągnięta dla parametrów:**



- Entry Breakout (dni): 260;
- Unit Add (ATR): 1,0;
- Stop (ATR): 2,0;
- Exit Breakout (dni): 60.

| 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 [%] |
|------|-----------------------|----------------|------------|----------------------|------------------|-------|------|--------|-------------|-----------|------------|--------|------|---------|
| 1232 | 260                   | 1.0            | 2.0        | 60                   | \$169,877,160.56 | 7.03% | 0.18 | 0.42   | 0.43        | 38.3%     | 85.5       | 1628   | 0.05 | 4.89    |
| 1166 | 255                   | 1.0            | 2.0        | 60                   | \$171,506,377.95 | 7.09% | 0.19 | 0.42   | 0.43        | 37.9%     | 84.9       | 1645   | 0.05 | 4.95    |
| 1098 | 250                   | 1.0            | 2.0        | 56                   | \$157,708,656.49 | 6.59% | 0.19 | 0.40   | 0.46        | 35.1%     | 49.2       | 1697   | 0.06 | 5.38    |
| 42   | 170                   | 1.0            | 2.0        | 56                   | \$171,212,097.03 | 7.08% | 0.19 | 0.40   | 0.46        | 37.3%     | 45.5       | 2005   | 0.08 | 6.89    |
| 108  | 175                   | 1.0            | 2.0        | 56                   | \$169,206,828.91 | 7.01% | 0.19 | 0.40   | 0.45        | 36.9%     | 45.4       | 1970   | 0.07 | 6.60    |
| 1100 | 250                   | 1.0            | 2.0        | 60                   | \$168,221,761.96 | 6.97% | 0.19 | 0.41   | 0.43        | 36.4%     | 84.9       | 1669   | 0.05 | 4.93    |
| 1032 | 245                   | 1.0            | 2.0        | 56                   | \$163,346,291.06 | 6.80% | 0.19 | 0.40   | 0.47        | 34.9%     | 49.2       | 1707   | 0.06 | 5.45    |
| 1034 | 245                   | 1.0            | 2.0        | 60                   | \$173,082,014.19 | 7.14% | 0.20 | 0.42   | 0.44        | 36.6%     | 49.2       | 1679   | 0.05 | 5.01    |
| 1164 | 255                   | 1.0            | 2.0        | 56                   | \$166,134,669.02 | 6.90% | 0.20 | 0.41   | 0.48        | 35.3%     | 49.2       | 1669   | 0.07 | 5.68    |
| 999  | 245                   | 0.5            | 2.0        | 56                   | \$167,060,085.61 | 6.93% | 0.20 | 0.40   | 0.42        | 35.2%     | 49.2       | 1726   | 0.07 | 6.17    |
| 174  | 180                   | 1.0            | 2.0        | 56                   | \$174,905,161.98 | 7.21% | 0.20 | 0.41   | 0.46        | 36.5%     | 45.4       | 1943   | 0.08 | 6.63    |
| 44   | 170                   | 1.0            | 2.0        | 60                   | \$190,171,605.30 | 7.70% | 0.20 | 0.43   | 0.45        | 38.8%     | 45.4       | 1977   | 0.07 | 6.61    |
| 1065 | 250                   | 0.5            | 2.0        | 56                   | \$166,638,071.70 | 6.92% | 0.20 | 0.40   | 0.42        | 34.7%     | 49.2       | 1717   | 0.07 | 6.23    |
| 110  | 175                   | 1.0            | 2.0        | 60                   | \$192,624,521.12 | 7.78% | 0.20 | 0.43   | 0.45        | 38.5%     | 44.9       | 1942   | 0.07 | 6.54    |

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



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

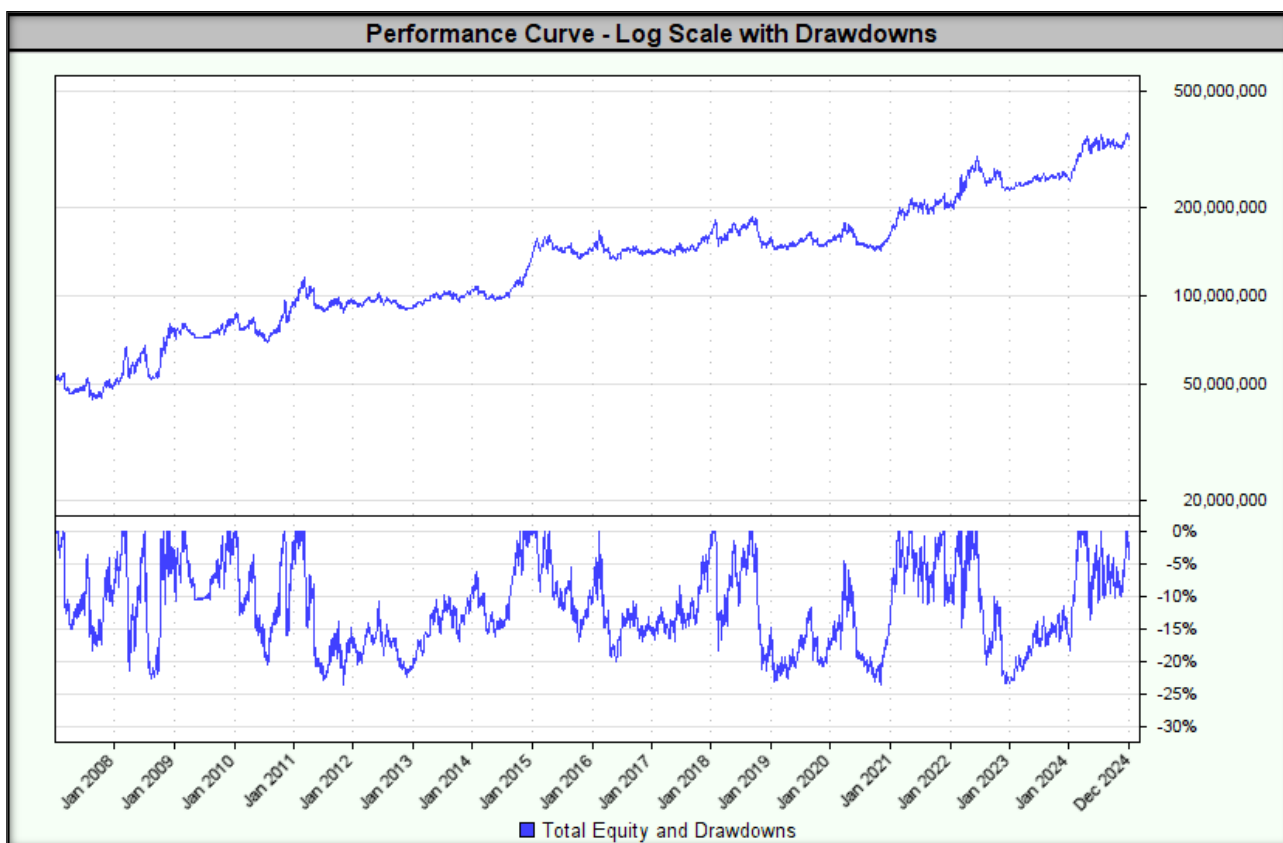
- Entry Breakout (dni): 230;
- Unit Add (ATR): 0,5;
- Stop (ATR): 3,0;
- Exit Breakout (dni): 48.

Najwyższej wartości MAR towarzyszył drawdown na poziomie 23,6%.



| 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 [%] |
|------|-----------------------|----------------|------------|----------------------|------------------|--------|------|--------|-------------|-----------|------------|--------|------|---------|
| 819  | 230                   | 0.5            | 3.0        | 48                   | \$343,328,688.36 | 11.30% | 0.48 | 0.65   | 0.76        | 23.6%     | 43.4       | 1452   | 0.20 | 9.72    |
| 489  | 205                   | 0.5            | 3.0        | 48                   | \$331,189,640.30 | 11.08% | 0.47 | 0.64   | 0.66        | 23.6%     | 42.7       | 1544   | 0.21 | 10.02   |
| 753  | 225                   | 0.5            | 3.0        | 48                   | \$335,698,287.36 | 11.16% | 0.47 | 0.64   | 0.74        | 23.8%     | 43.4       | 1471   | 0.20 | 9.73    |
| 555  | 210                   | 0.5            | 3.0        | 48                   | \$329,113,996.66 | 11.04% | 0.47 | 0.64   | 0.68        | 23.7%     | 42.5       | 1524   | 0.21 | 10.02   |
| 687  | 220                   | 0.5            | 3.0        | 48                   | \$310,160,860.54 | 10.67% | 0.46 | 0.62   | 0.71        | 23.4%     | 44.3       | 1492   | 0.19 | 9.18    |
| 621  | 215                   | 0.5            | 3.0        | 48                   | \$319,543,993.92 | 10.86% | 0.46 | 0.63   | 0.69        | 23.8%     | 44.3       | 1502   | 0.19 | 9.52    |
| 488  | 205                   | 0.5            | 3.0        | 46                   | \$309,369,375.26 | 10.66% | 0.44 | 0.62   | 0.67        | 24.3%     | 43.4       | 1570   | 0.20 | 9.83    |
| 818  | 230                   | 0.5            | 3.0        | 46                   | \$307,007,796.68 | 10.61% | 0.44 | 0.62   | 0.77        | 24.2%     | 44.2       | 1476   | 0.19 | 9.39    |
| 816  | 230                   | 0.5            | 3.0        | 42                   | \$294,681,064.21 | 10.36% | 0.44 | 0.62   | 0.76        | 23.7%     | 44.8       | 1516   | 0.19 | 9.14    |
| 478  | 205                   | 0.5            | 2.5        | 48                   | \$368,739,702.54 | 11.74% | 0.44 | 0.62   | 0.73        | 26.9%     | 42.7       | 1662   | 0.18 | 11.15   |
| 423  | 200                   | 0.5            | 3.0        | 48                   | \$299,600,352.47 | 10.46% | 0.43 | 0.61   | 0.63        | 24.3%     | 43.4       | 1575   | 0.19 | 9.35    |
| 815  | 230                   | 0.5            | 3.0        | 40                   | \$287,529,919.64 | 10.21% | 0.43 | 0.61   | 0.74        | 23.7%     | 45.4       | 1551   | 0.17 | 8.52    |
| 808  | 230                   | 0.5            | 2.5        | 48                   | \$367,312,395.72 | 11.72% | 0.43 | 0.62   | 0.82        | 27.3%     | 44.8       | 1569   | 0.20 | 10.40   |
| 885  | 235                   | 0.5            | 3.0        | 48                   | \$313,947,856.75 | 10.75% | 0.43 | 0.63   | 0.71        | 25.0%     | 44.3       | 1443   | 0.18 | 9.12    |

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



Dla wszystkich kombinacji testowanych zakresów parametrów, **najwyższy drawdown wyniósł 39,5%**.

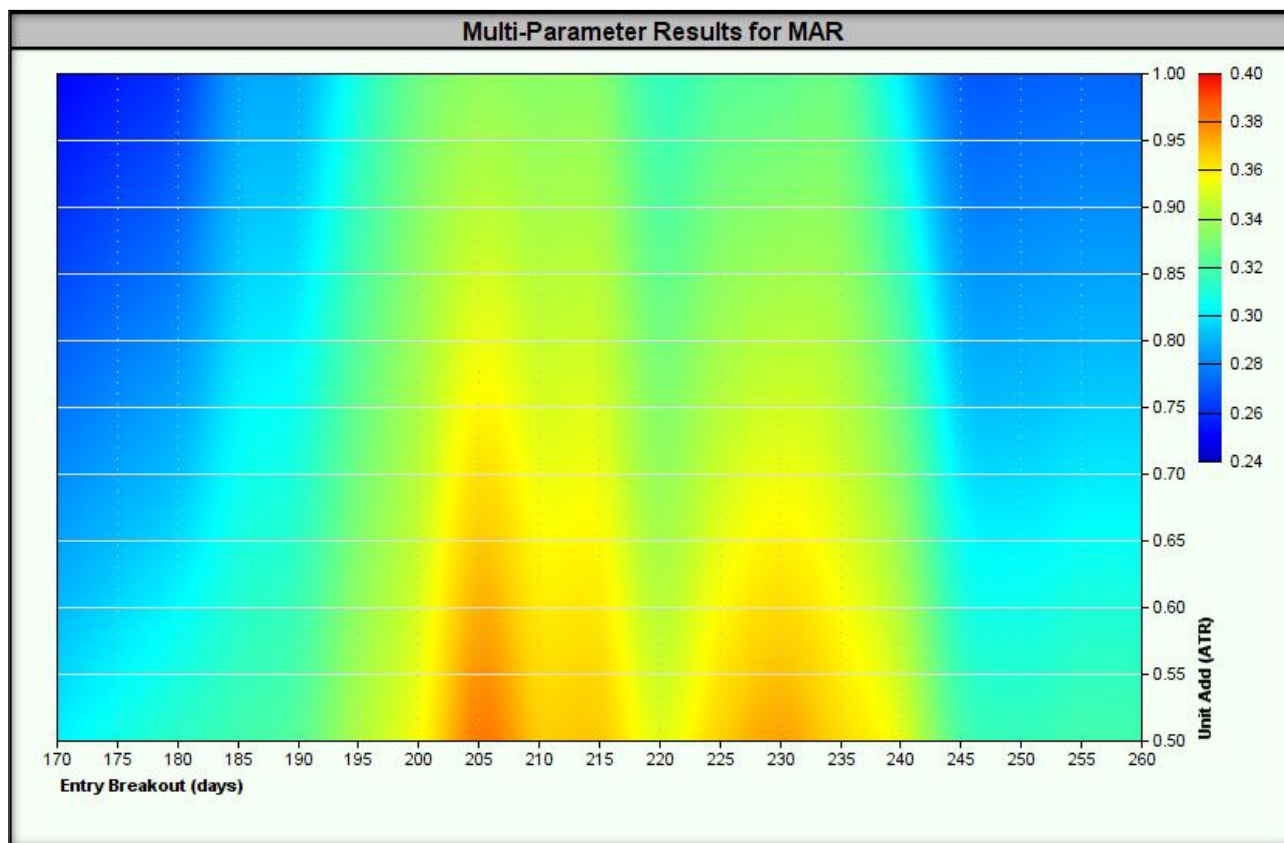
| Test | Entry Breakout (days) | Unit Add (ATR) | Stop (ATR) | Exit Breakout (days) | End Balance      | CAGR%  | MAR  | Sharpe | Ann. Sharpe | Max TE DD | Longest DD | Trades | R3   | RAR [%] |
|------|-----------------------|----------------|------------|----------------------|------------------|--------|------|--------|-------------|-----------|------------|--------|------|---------|
| 11   | 170                   | 0.5            | 2.0        | 60                   | \$215,781,505.81 | 8.46%  | 0.21 | 0.45   | 0.47        | 39.5%     | 45.5       | 1993   | 0.09 | 7.63    |
| 77   | 175                   | 0.5            | 2.0        | 60                   | \$236,282,016.54 | 9.01%  | 0.23 | 0.47   | 0.48        | 39.4%     | 45.4       | 1955   | 0.09 | 7.88    |
| 143  | 180                   | 0.5            | 2.0        | 60                   | \$249,462,284.04 | 9.34%  | 0.24 | 0.48   | 0.50        | 39.0%     | 45.1       | 1917   | 0.09 | 8.00    |
| 44   | 170                   | 1.0            | 2.0        | 60                   | \$190,171,605.30 | 7.70%  | 0.20 | 0.43   | 0.45        | 38.8%     | 45.4       | 1977   | 0.07 | 6.61    |
| 209  | 185                   | 0.5            | 2.0        | 60                   | \$256,701,952.65 | 9.51%  | 0.25 | 0.49   | 0.47        | 38.7%     | 44.3       | 1905   | 0.10 | 8.23    |
| 275  | 190                   | 0.5            | 2.0        | 60                   | \$240,526,743.21 | 9.12%  | 0.24 | 0.48   | 0.48        | 38.6%     | 44.3       | 1871   | 0.10 | 8.36    |
| 110  | 175                   | 1.0            | 2.0        | 60                   | \$192,624,521.12 | 7.78%  | 0.20 | 0.43   | 0.45        | 38.5%     | 44.9       | 1942   | 0.07 | 6.54    |
| 176  | 180                   | 1.0            | 2.0        | 60                   | \$199,371,380.93 | 7.99%  | 0.21 | 0.44   | 0.46        | 38.5%     | 44.8       | 1915   | 0.07 | 6.69    |
| 1232 | 260                   | 1.0            | 2.0        | 60                   | \$169,877,160.56 | 7.03%  | 0.18 | 0.42   | 0.43        | 38.3%     | 85.5       | 1628   | 0.05 | 4.89    |
| 1166 | 255                   | 1.0            | 2.0        | 60                   | \$171,506,377.95 | 7.09%  | 0.19 | 0.42   | 0.43        | 37.9%     | 84.9       | 1645   | 0.05 | 4.95    |
| 142  | 180                   | 0.5            | 2.0        | 58                   | \$279,213,081.53 | 10.03% | 0.27 | 0.50   | 0.50        | 37.7%     | 45.5       | 1928   | 0.10 | 7.85    |
| 109  | 175                   | 1.0            | 2.0        | 58                   | \$198,888,668.79 | 7.97%  | 0.21 | 0.44   | 0.45        | 37.6%     | 78.6       | 1953   | 0.06 | 6.22    |
| 9    | 170                   | 0.5            | 2.0        | 56                   | \$212,372,389.59 | 8.37%  | 0.22 | 0.44   | 0.45        | 37.5%     | 45.7       | 2021   | 0.11 | 8.12    |
| 10   | 170                   | 0.5            | 2.0        | 58                   | \$243,895,686.69 | 9.20%  | 0.25 | 0.47   | 0.49        | 37.4%     | 45.9       | 2004   | 0.10 | 7.66    |

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

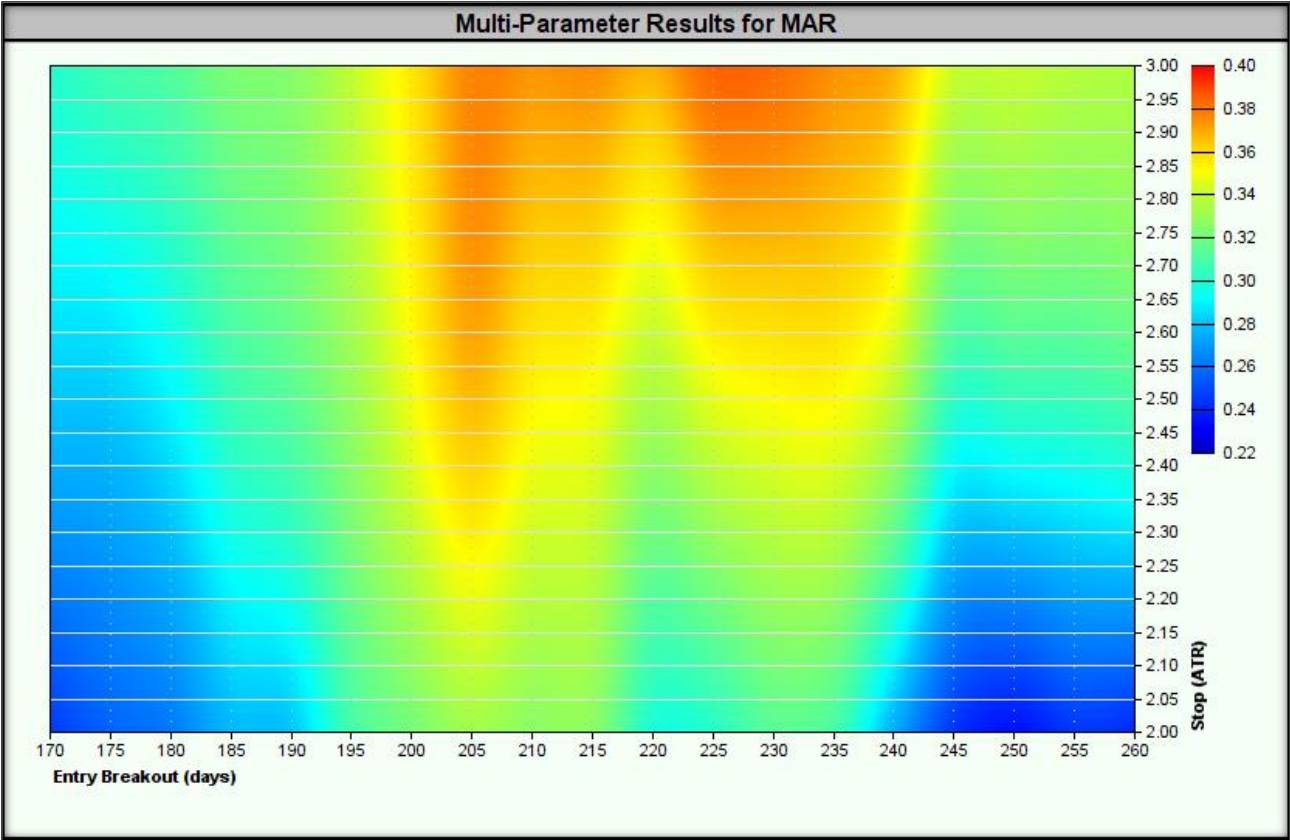
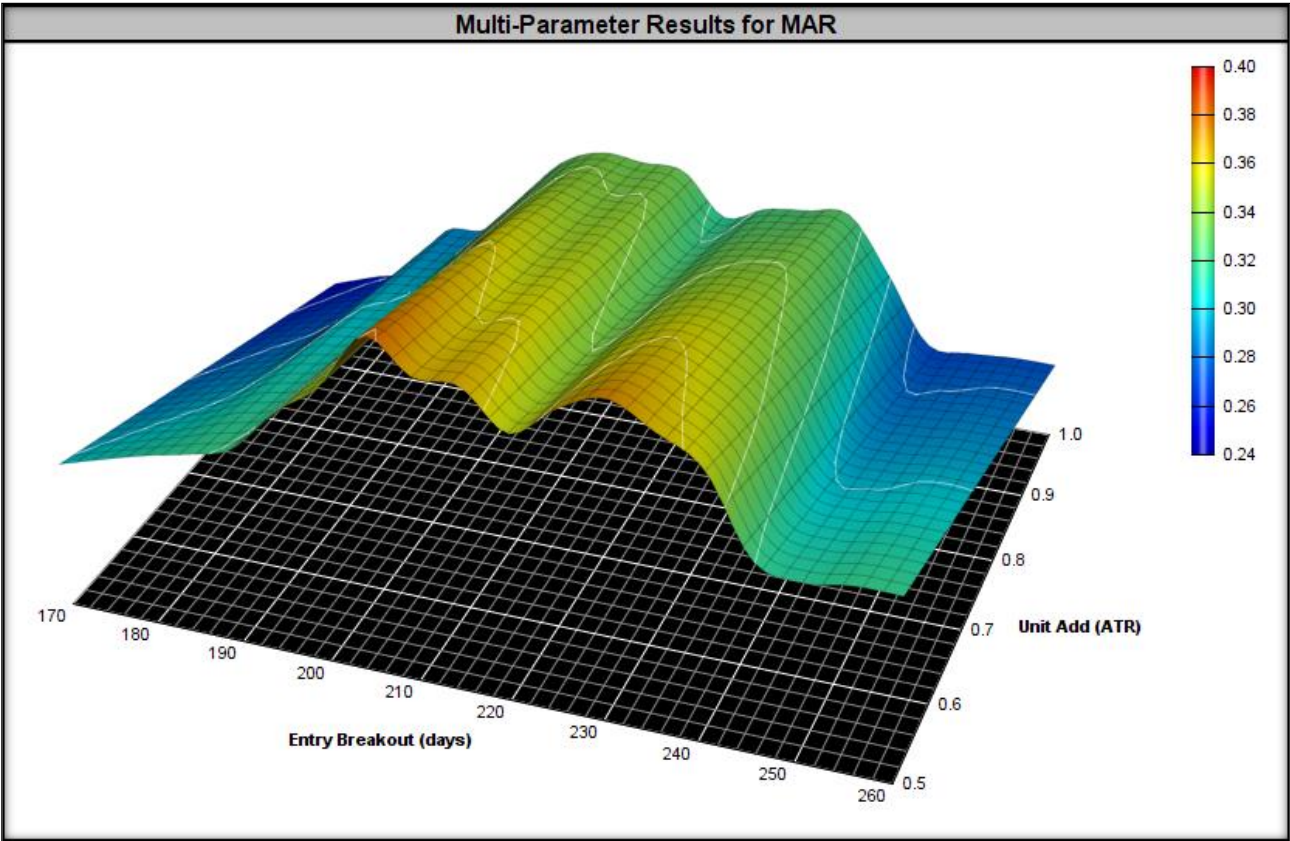


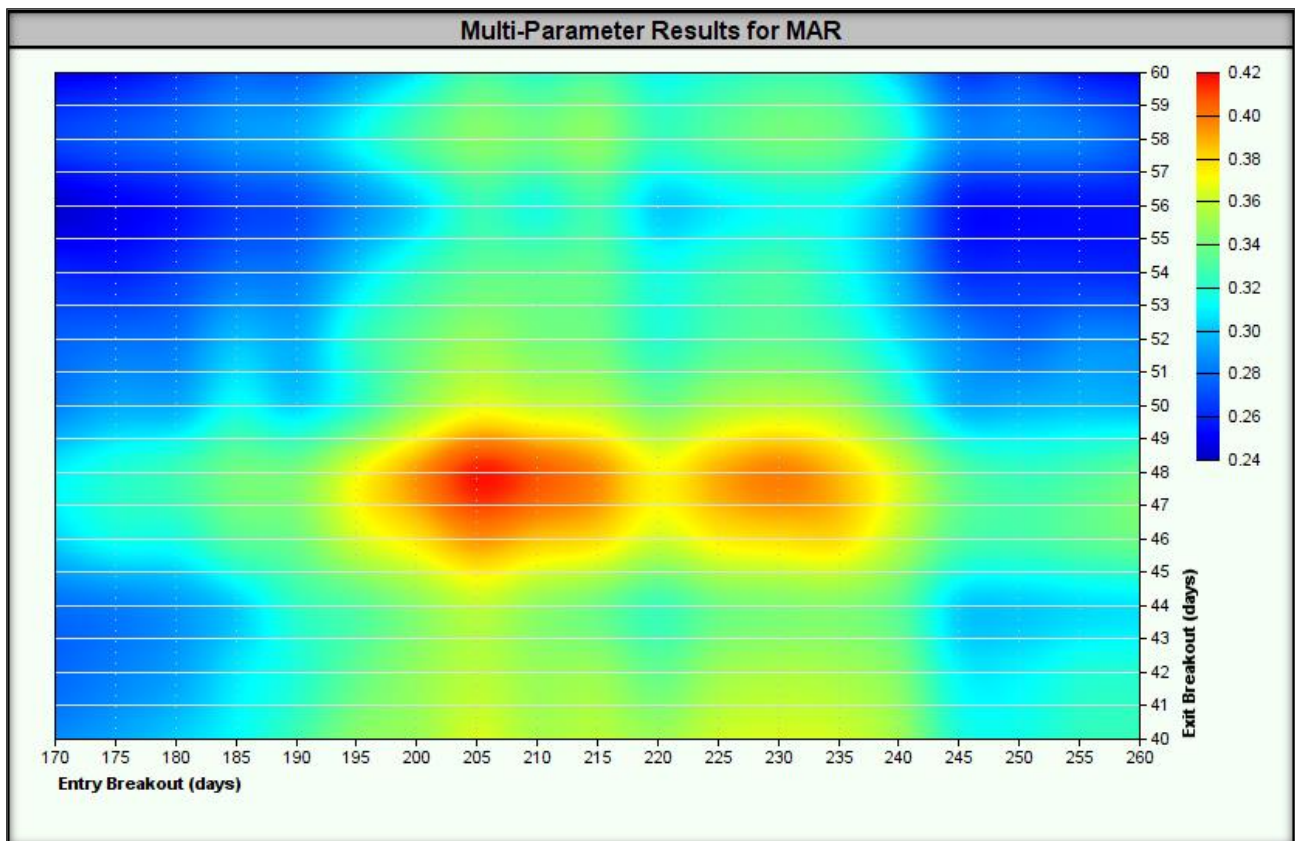
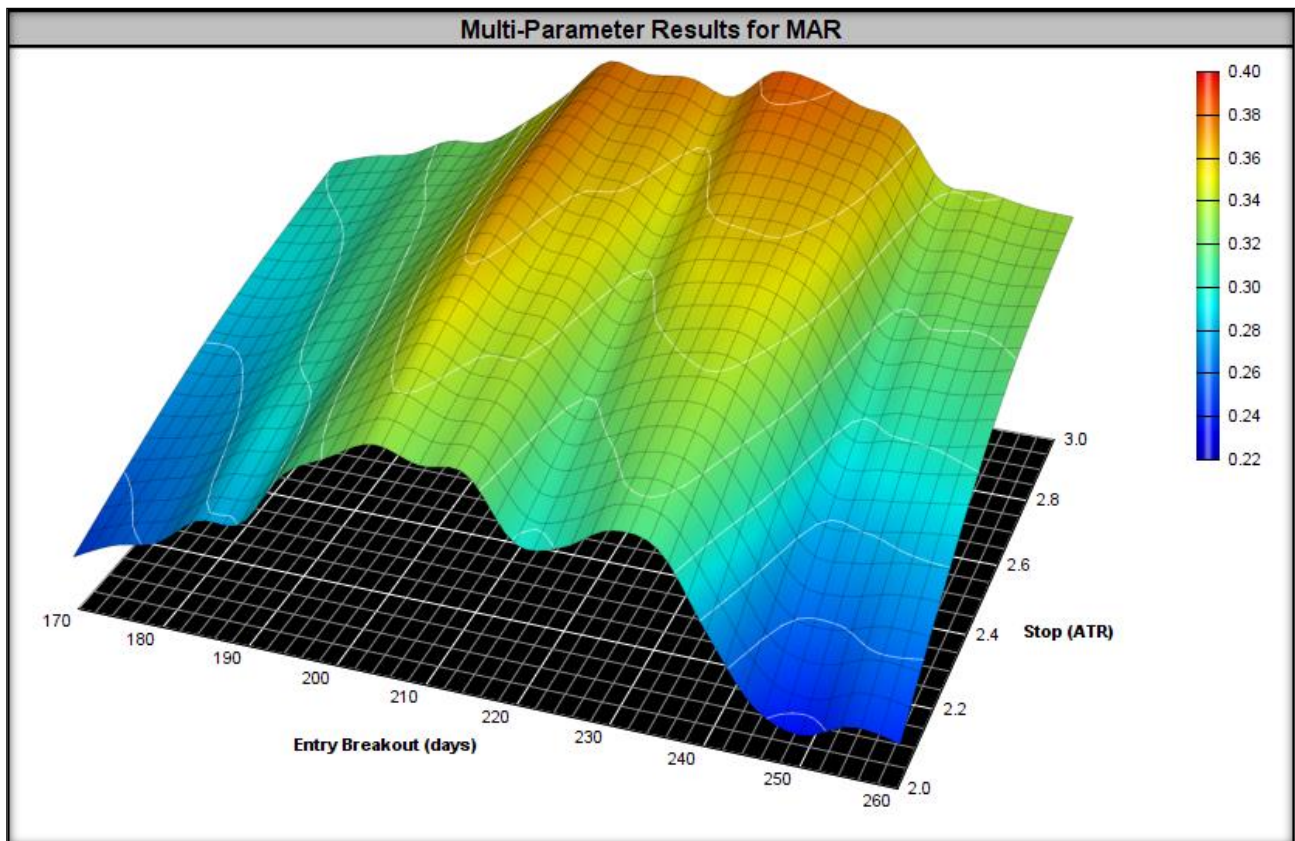
- **Wszystkie wyniki testów wykazywały dodatnią wartość wskaźnika MAR** – co wskazuje na stabilność strategii w różnych warunkach rynkowych.
- **Maksymalny drawdown nie przekroczył 250% wartości drawdown dla wyniku z najwyższym MAR (39,5% vs. 23,6%)** – co oznacza akceptowalne ryzyko głębokich obsunięć kapitału.

Poniżej przedstawiono **heatmapy dla testowanych zakresów**.

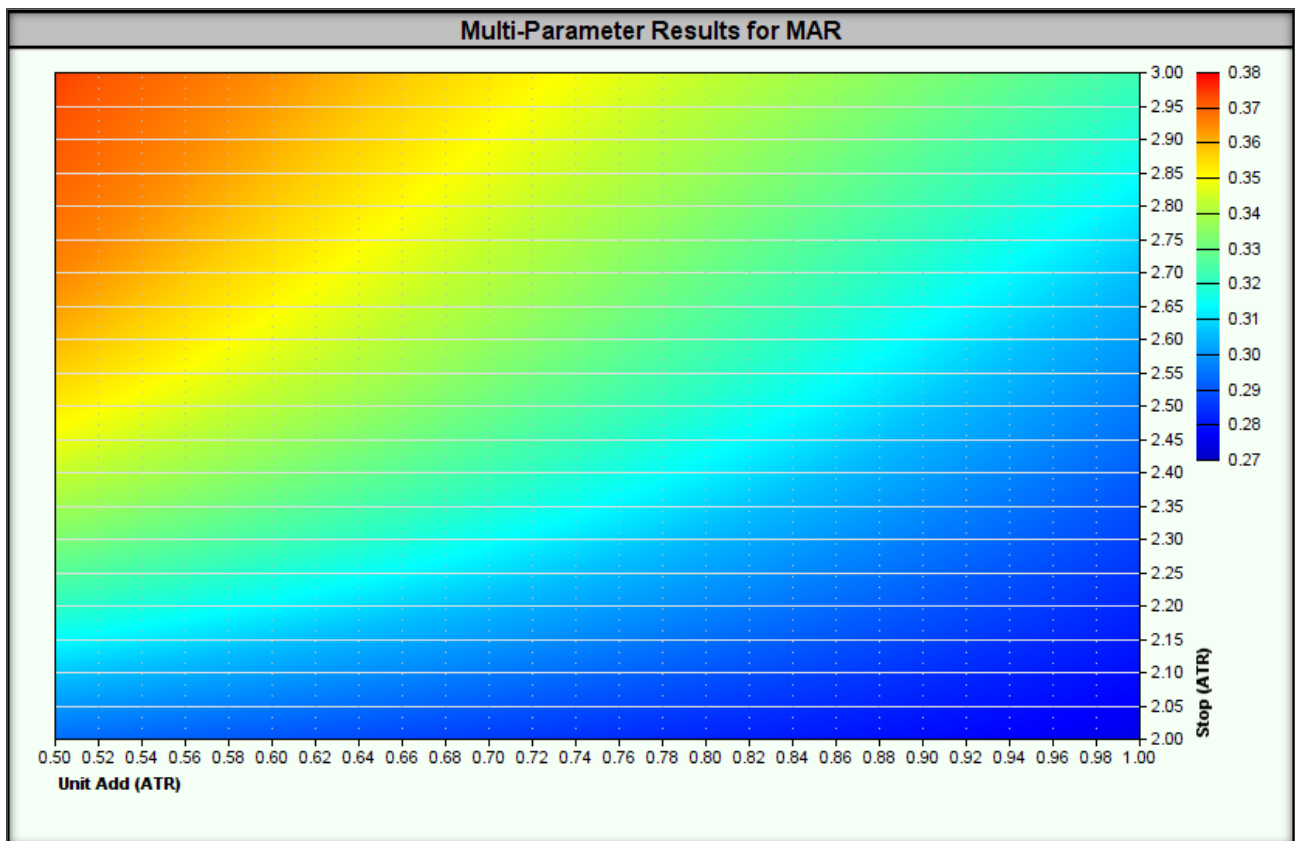
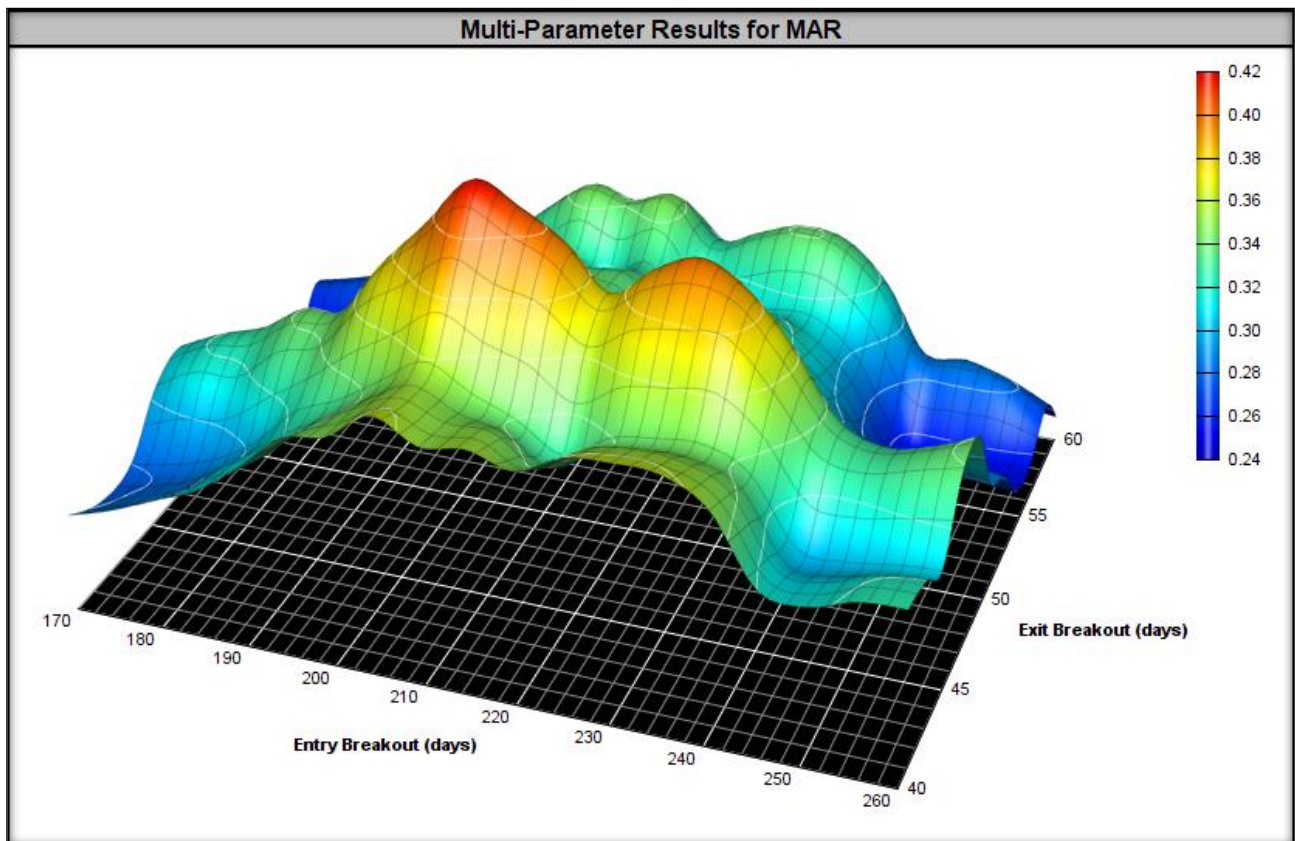




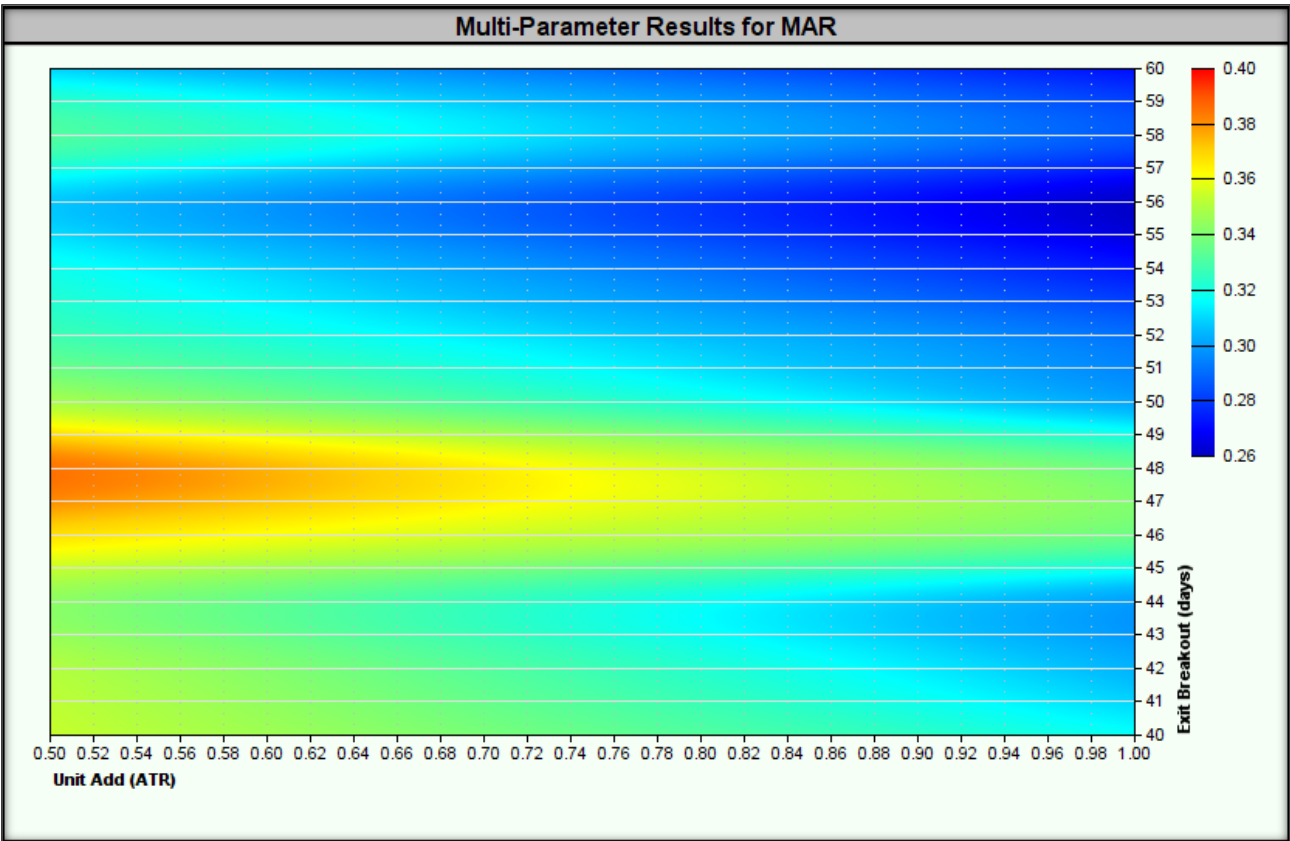
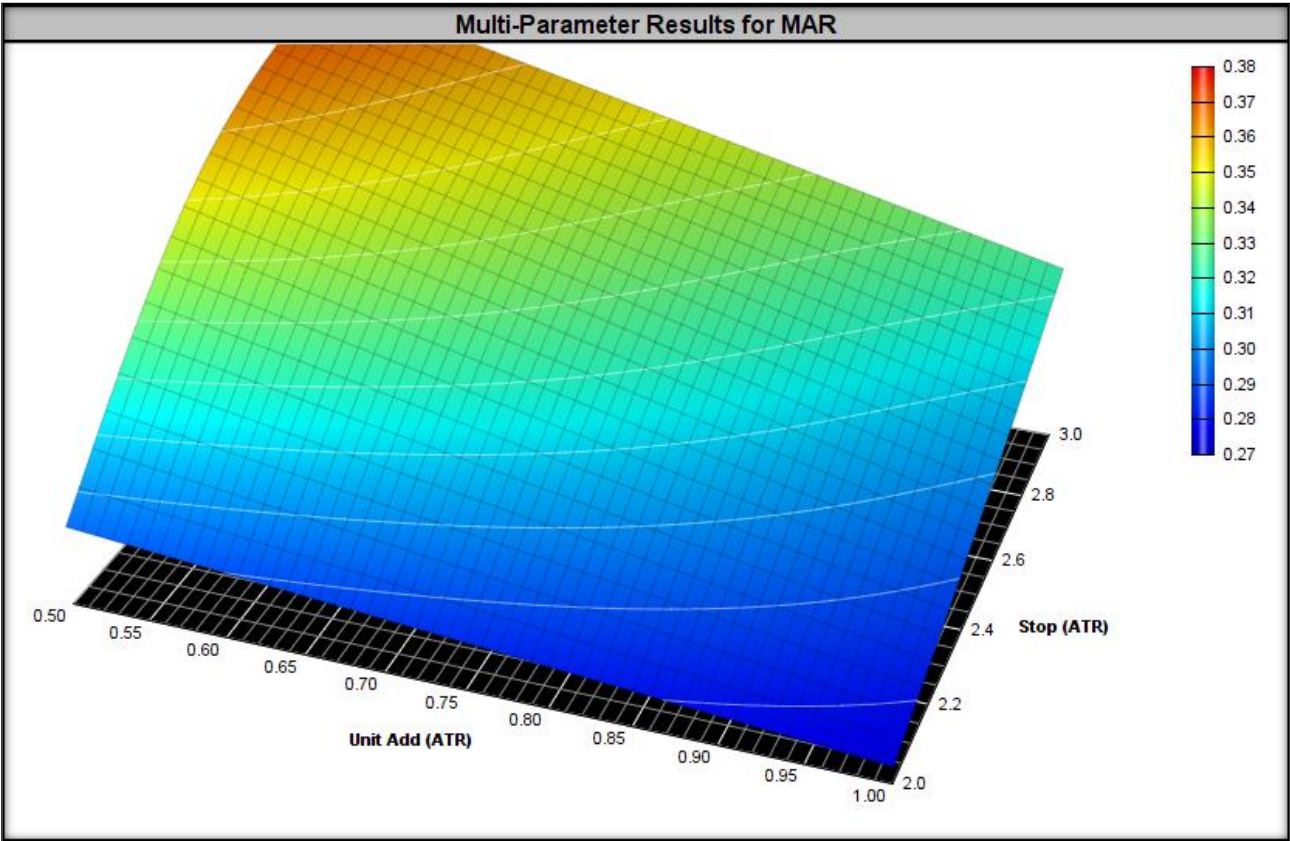


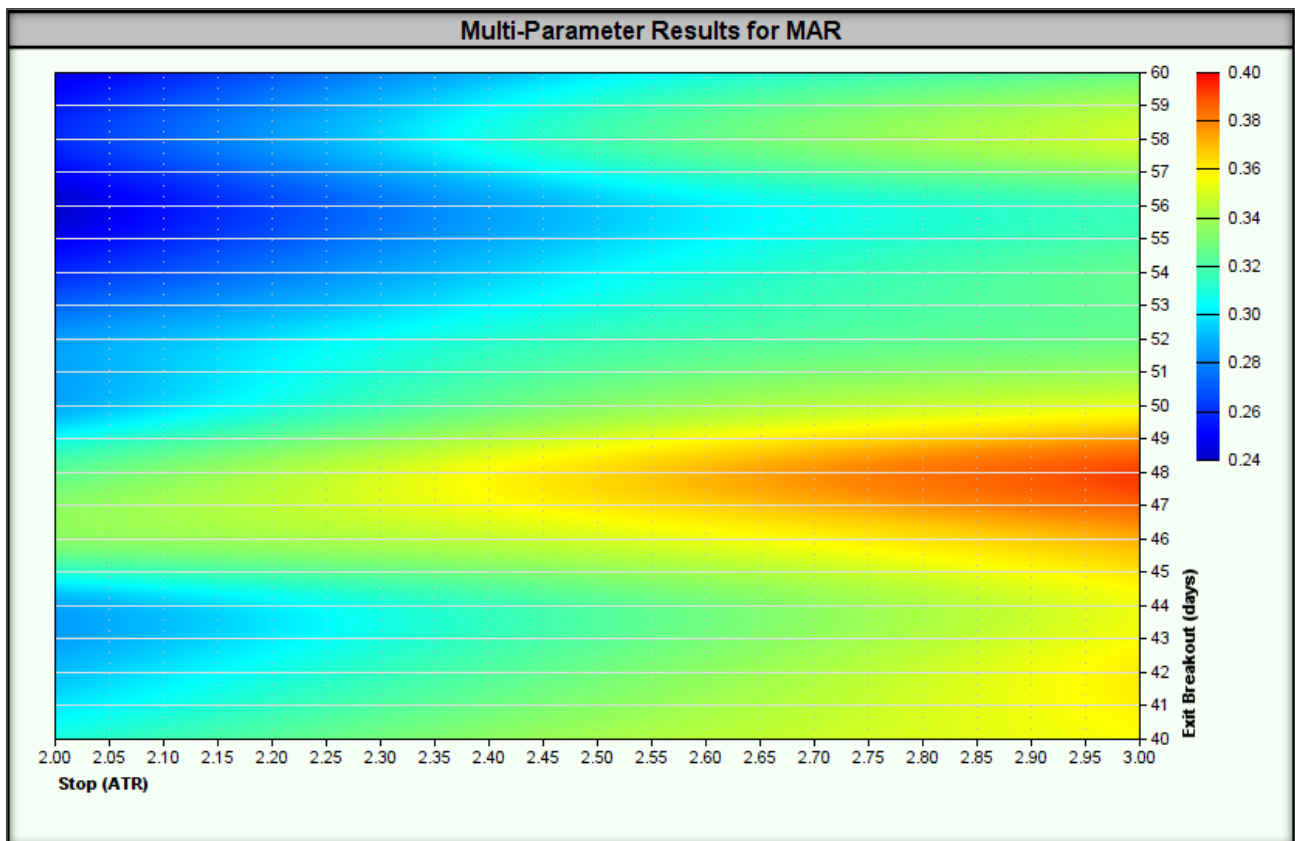
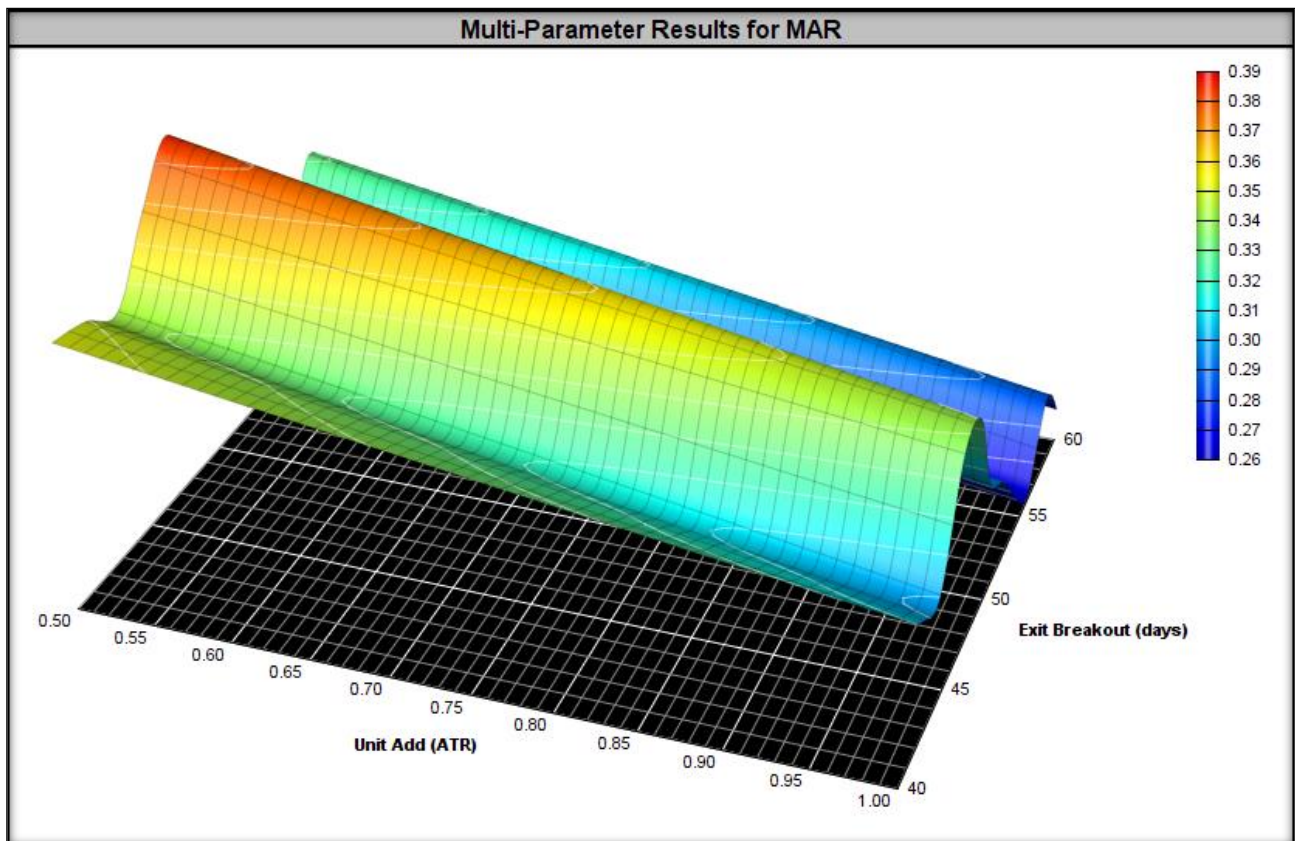


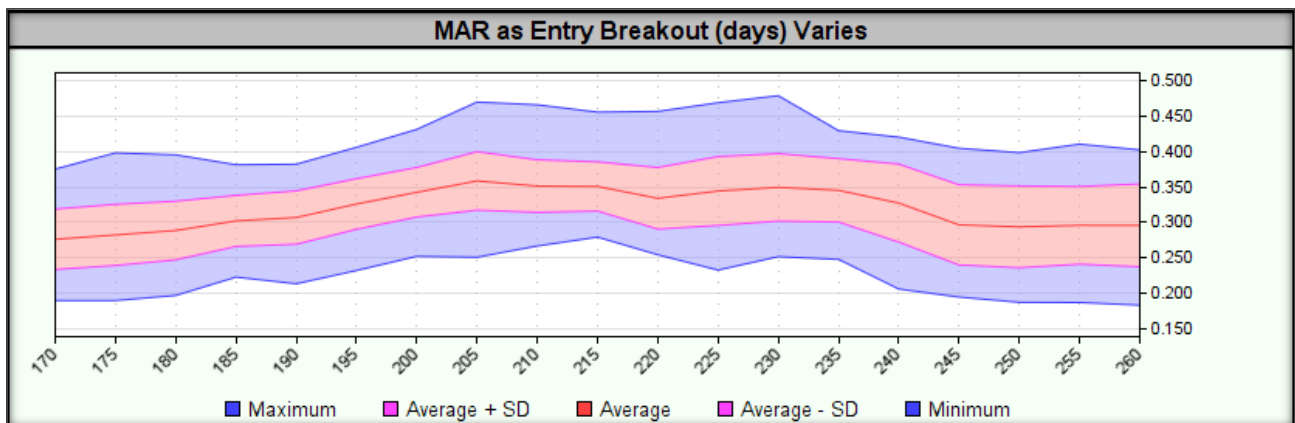
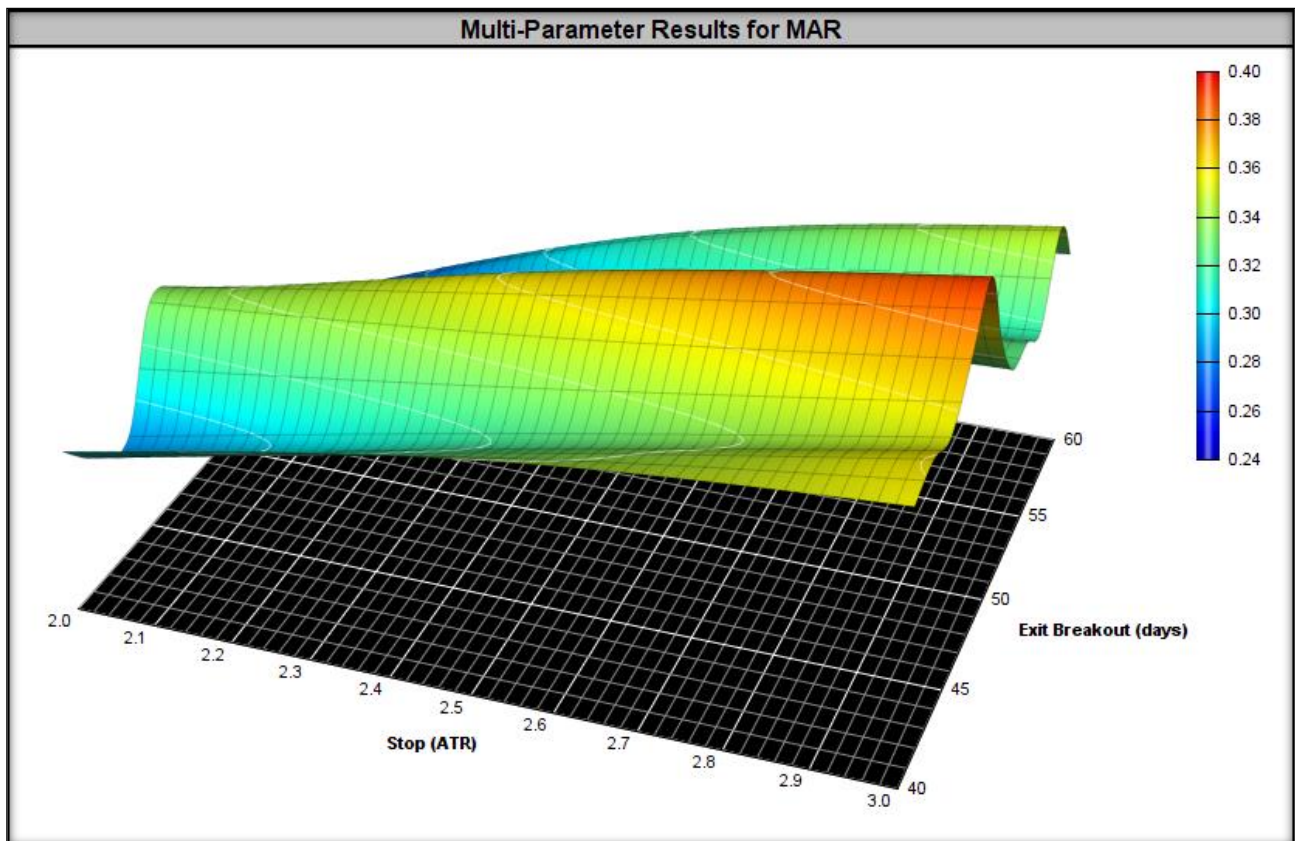


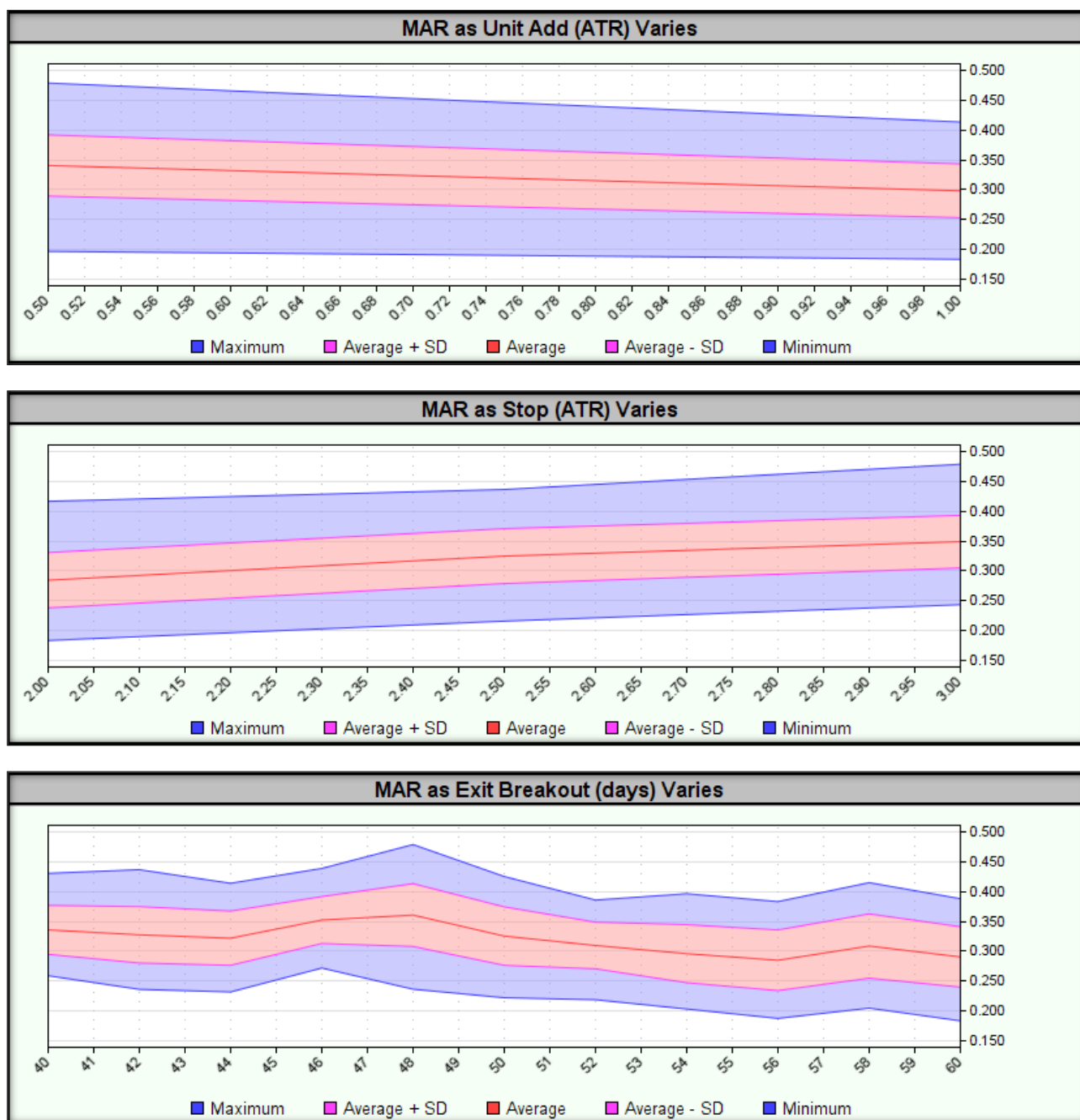












Po zaliczeniu testów stabilności na danych **in-sample**, czas przeprowadzić analogiczne na danych **out-of-sample**. W tym celu wykorzystujemy **ten sam zakres parametrów** co na danych in-sample:

- **Entry Breakout (dni):** zakres 170-260 (krok: 5);
- **Unit Add (ATR):** zakres 0,5-1,0 (krok: 0,5);
- **Stop (ATR):** zakres 2,0-3,0 (krok: 0,5);
- **Exit Breakout (dni):** zakres 40-60 (krok: 2).

Pozostałe parametry pozostają bez zmian.



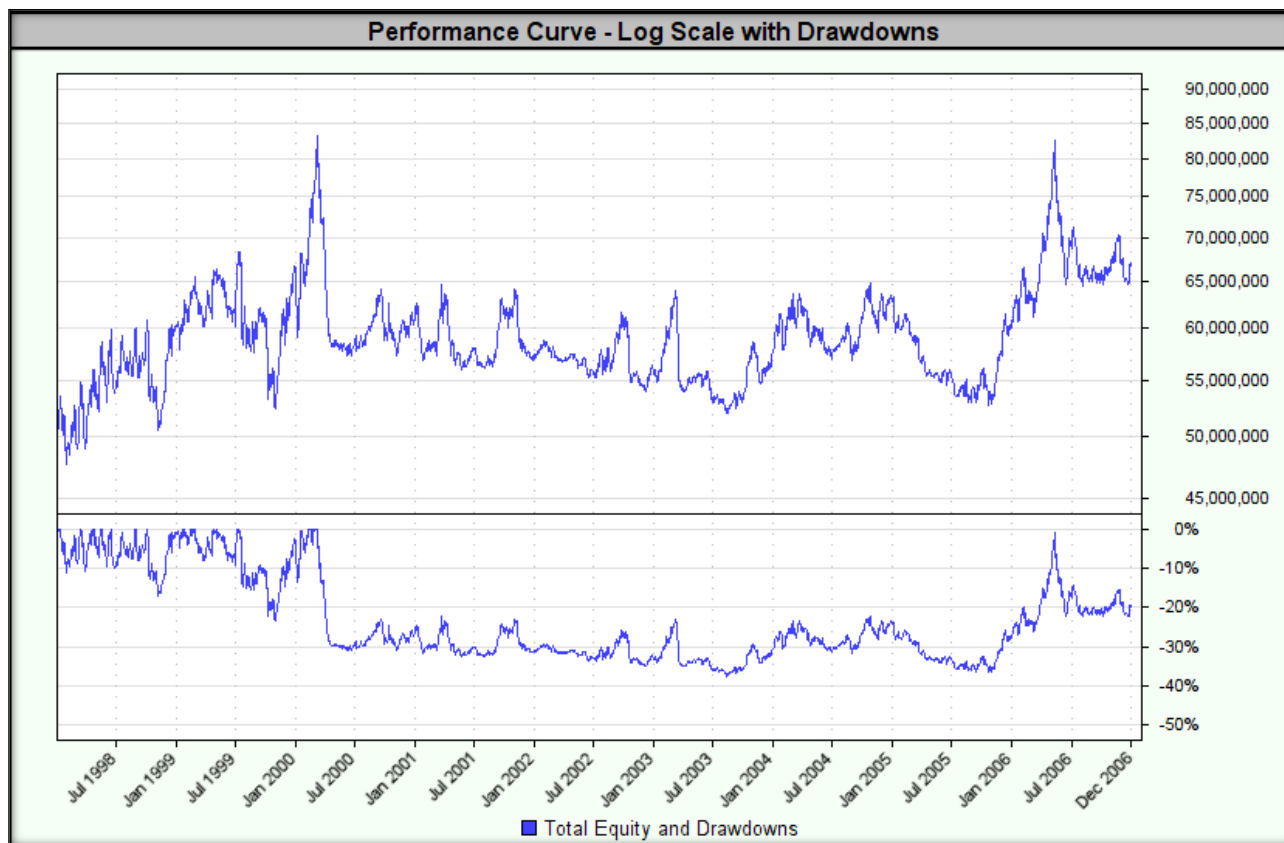


Najniższa wartość MAR, w wysokości 0,09, została osiągnięta dla parametrów:

- Entry Breakout (dni): 190;
- Unit Add (ATR): 1,0;
- Stop (ATR): 2,0;
- Exit Breakout (dni): 42.

| 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 [%] |
|------|-----------------------|----------------|------------|----------------------|-----------------|-------|------|--------|-------------|-----------|------------|--------|------|---------|
| 299  | 190                   | 1.0            | 2.0        | 42                   | \$66,639,559.54 | 3.25% | 0.09 | 0.26   | 0.36        | 37.5%     | 81.7       | 1010   | 0.02 | 0.75    |
| 365  | 195                   | 1.0            | 2.0        | 42                   | \$66,417,647.70 | 3.21% | 0.09 | 0.26   | 0.35        | 36.7%     | 81.7       | 999    | 0.02 | 0.77    |
| 233  | 185                   | 1.0            | 2.0        | 42                   | \$68,375,555.65 | 3.54% | 0.09 | 0.28   | 0.38        | 37.8%     | 81.7       | 1018   | 0.02 | 0.76    |
| 431  | 200                   | 1.0            | 2.0        | 42                   | \$69,070,172.92 | 3.66% | 0.10 | 0.28   | 0.38        | 36.2%     | 74.0       | 980    | 0.04 | 1.28    |
| 497  | 205                   | 1.0            | 2.0        | 42                   | \$70,093,584.91 | 3.83% | 0.11 | 0.29   | 0.41        | 35.5%     | 74.0       | 972    | 0.04 | 1.37    |
| 167  | 180                   | 1.0            | 2.0        | 42                   | \$72,939,995.72 | 4.29% | 0.11 | 0.31   | 0.38        | 38.2%     | 81.7       | 1018   | 0.03 | 0.97    |
| 298  | 190                   | 1.0            | 2.0        | 40                   | \$72,826,292.48 | 4.27% | 0.12 | 0.31   | 0.45        | 35.3%     | 74.0       | 1011   | 0.05 | 1.58    |
| 563  | 210                   | 1.0            | 2.0        | 42                   | \$72,938,648.55 | 4.29% | 0.13 | 0.31   | 0.46        | 34.3%     | 73.8       | 958    | 0.06 | 1.98    |
| 101  | 175                   | 1.0            | 2.0        | 42                   | \$75,036,254.55 | 4.62% | 0.13 | 0.33   | 0.48        | 35.2%     | 73.9       | 1015   | 0.04 | 1.60    |
| 232  | 185                   | 1.0            | 2.0        | 40                   | \$75,272,422.62 | 4.66% | 0.13 | 0.33   | 0.47        | 35.5%     | 74.0       | 1019   | 0.05 | 1.64    |
| 364  | 195                   | 1.0            | 2.0        | 40                   | \$74,378,719.11 | 4.52% | 0.13 | 0.32   | 0.48        | 34.0%     | 73.9       | 1000   | 0.05 | 1.86    |
| 166  | 180                   | 1.0            | 2.0        | 40                   | \$76,341,956.99 | 4.82% | 0.13 | 0.34   | 0.46        | 36.3%     | 74.0       | 1022   | 0.05 | 1.61    |
| 369  | 195                   | 1.0            | 2.0        | 50                   | \$79,091,343.74 | 5.23% | 0.13 | 0.35   | 0.41        | 39.3%     | 74.1       | 946    | 0.09 | 3.03    |
| 303  | 190                   | 1.0            | 2.0        | 50                   | \$80,651,372.85 | 5.46% | 0.13 | 0.36   | 0.40        | 40.7%     | 81.7       | 957    | 0.10 | 3.07    |
| 376  | 195                   | 1.0            | 2.5        | 42                   | \$70,720,392.00 | 3.93% | 0.14 | 0.30   | 0.45        | 29.1%     | 73.4       | 888    | 0.05 | 1.61    |

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



Natomiast najwyższa wartość MAR, w wysokości 0,50, została osiągnięta dla parametrów:

- Entry Breakout (dni): 260;
- Unit Add (ATR): 1,0;
- Stop (ATR): 2,5;
- Exit Breakout (dni): 46.

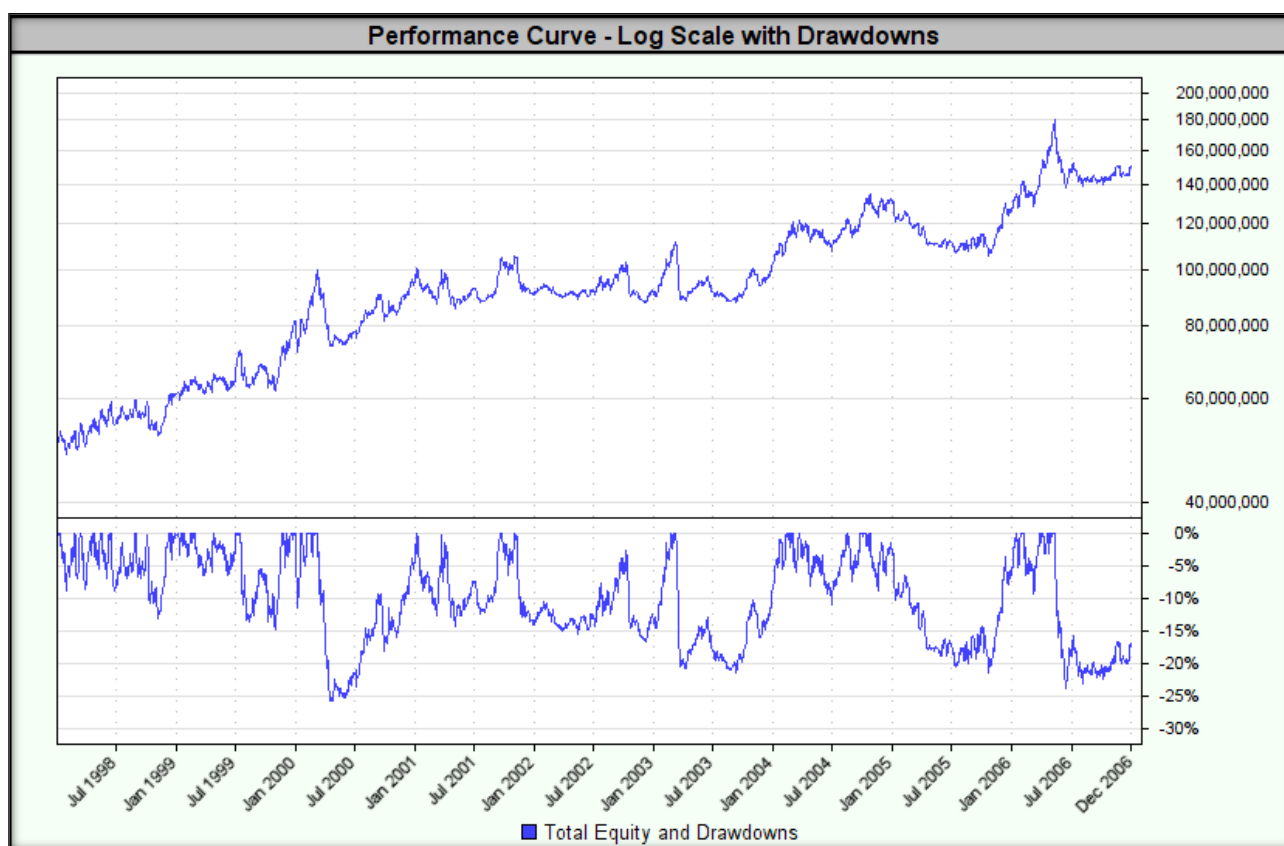




Najwyższej wartości MAR towarzyszył drawdown na poziomie 25,8%.

| 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 [%] |
|------|-----------------------|----------------|------------|----------------------|------------------|--------|------|--------|-------------|-----------|------------|--------|------|---------|
| 1236 | 260                   | 1.0            | 2.5        | 46                   | \$148,977,868.29 | 12.91% | 0.50 | 0.69   | 1.02        | 25.8%     | 15.7       | 714    | 0.50 | 10.93   |
| 1247 | 260                   | 1.0            | 3.0        | 46                   | \$135,391,739.65 | 11.72% | 0.50 | 0.70   | 1.11        | 23.5%     | 17.0       | 653    | 0.53 | 10.75   |
| 1104 | 250                   | 1.0            | 2.5        | 46                   | \$148,116,280.00 | 12.84% | 0.50 | 0.68   | 1.01        | 25.9%     | 15.7       | 731    | 0.49 | 10.68   |
| 1248 | 260                   | 1.0            | 3.0        | 48                   | \$134,221,049.79 | 11.61% | 0.49 | 0.69   | 1.09        | 23.7%     | 17.0       | 644    | 0.51 | 10.51   |
| 1170 | 255                   | 1.0            | 2.5        | 46                   | \$143,513,725.68 | 12.44% | 0.48 | 0.67   | 1.00        | 25.8%     | 15.7       | 725    | 0.47 | 10.34   |
| 1038 | 245                   | 1.0            | 2.5        | 46                   | \$143,493,985.41 | 12.44% | 0.48 | 0.67   | 0.96        | 25.9%     | 15.7       | 737    | 0.47 | 10.32   |
| 1254 | 260                   | 1.0            | 3.0        | 60                   | \$139,043,889.48 | 12.05% | 0.48 | 0.70   | 1.03        | 25.2%     | 17.1       | 604    | 0.49 | 10.70   |
| 1181 | 255                   | 1.0            | 3.0        | 46                   | \$129,957,160.46 | 11.21% | 0.48 | 0.67   | 1.07        | 23.6%     | 17.0       | 666    | 0.48 | 10.05   |
| 774  | 225                   | 1.0            | 2.5        | 46                   | \$141,669,223.53 | 12.28% | 0.47 | 0.65   | 0.99        | 25.9%     | 15.1       | 762    | 0.49 | 10.10   |
| 1115 | 250                   | 1.0            | 3.0        | 46                   | \$129,287,875.33 | 11.14% | 0.47 | 0.67   | 1.05        | 23.6%     | 17.0       | 674    | 0.48 | 9.91    |
| 785  | 225                   | 1.0            | 3.0        | 46                   | \$128,973,456.92 | 11.11% | 0.47 | 0.66   | 1.08        | 23.6%     | 17.0       | 702    | 0.50 | 9.66    |
| 59   | 170                   | 1.0            | 3.0        | 46                   | \$136,552,512.25 | 11.82% | 0.47 | 0.67   | 1.16        | 25.3%     | 15.2       | 785    | 0.54 | 10.57   |
| 1049 | 245                   | 1.0            | 3.0        | 46                   | \$127,560,192.46 | 10.98% | 0.47 | 0.66   | 1.03        | 23.6%     | 17.0       | 680    | 0.46 | 9.70    |
| 1237 | 260                   | 1.0            | 2.5        | 48                   | \$138,925,968.59 | 12.04% | 0.46 | 0.66   | 0.91        | 26.0%     | 18.4       | 708    | 0.38 | 9.69    |
| 840  | 230                   | 1.0            | 2.5        | 46                   | \$138,791,163.35 | 12.02% | 0.46 | 0.64   | 0.95        | 26.0%     | 15.1       | 763    | 0.47 | 9.72    |

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



Dla wszystkich kombinacji testowanych zakresów parametrów, najwyższy drawdown wyniósł 42,9%.

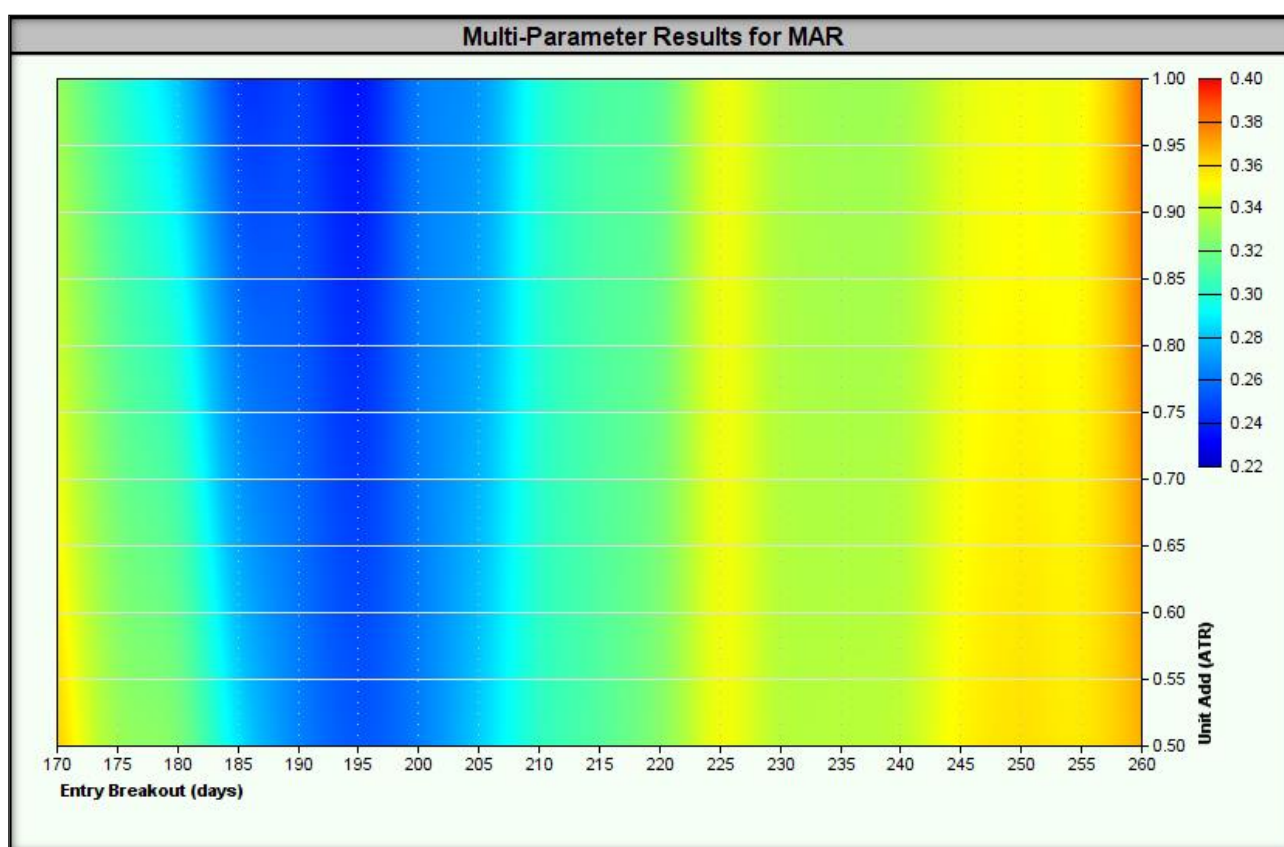
| Test | Entry Breakout (days) | Unit Add (ATR) | Stop (ATR) | Exit Breakout (days) | End Balance     | CAGR% | MAR  | Sharpe | Ann. Sharpe | Max TE DD | Longest DD | Trades | R3   | RAR [%] |
|------|-----------------------|----------------|------------|----------------------|-----------------|-------|------|--------|-------------|-----------|------------|--------|------|---------|
| 240  | 185                   | 1.0            | 2.0        | 56                   | \$85,086,824.56 | 6.09% | 0.14 | 0.39   | 0.34        | 42.9%     | 81.7       | 942    | 0.09 | 2.76    |
| 241  | 185                   | 1.0            | 2.0        | 58                   | \$85,894,493.09 | 6.20% | 0.14 | 0.39   | 0.35        | 42.8%     | 81.7       | 938    | 0.09 | 2.91    |
| 307  | 190                   | 1.0            | 2.0        | 58                   | \$85,353,627.93 | 6.13% | 0.14 | 0.39   | 0.35        | 42.6%     | 81.7       | 930    | 0.10 | 3.03    |
| 175  | 180                   | 1.0            | 2.0        | 58                   | \$92,894,157.72 | 7.13% | 0.17 | 0.43   | 0.37        | 42.5%     | 81.7       | 935    | 0.10 | 3.27    |
| 174  | 180                   | 1.0            | 2.0        | 56                   | \$93,712,456.72 | 7.24% | 0.17 | 0.44   | 0.38        | 42.3%     | 81.7       | 939    | 0.11 | 3.31    |
| 306  | 190                   | 1.0            | 2.0        | 56                   | \$86,084,587.48 | 6.23% | 0.15 | 0.39   | 0.35        | 42.3%     | 81.7       | 934    | 0.10 | 3.06    |
| 239  | 185                   | 1.0            | 2.0        | 54                   | \$86,311,850.77 | 6.26% | 0.15 | 0.40   | 0.37        | 41.9%     | 81.7       | 948    | 0.10 | 3.08    |
| 173  | 180                   | 1.0            | 2.0        | 54                   | \$92,194,542.16 | 7.04% | 0.17 | 0.43   | 0.40        | 41.6%     | 81.7       | 945    | 0.11 | 3.34    |
| 305  | 190                   | 1.0            | 2.0        | 54                   | \$86,054,112.17 | 6.22% | 0.15 | 0.39   | 0.38        | 41.5%     | 81.7       | 940    | 0.10 | 3.22    |
| 238  | 185                   | 1.0            | 2.0        | 52                   | \$85,229,238.34 | 6.11% | 0.15 | 0.39   | 0.40        | 41.5%     | 81.7       | 961    | 0.10 | 3.30    |
| 172  | 180                   | 1.0            | 2.0        | 52                   | \$91,214,104.39 | 6.92% | 0.17 | 0.42   | 0.42        | 41.2%     | 81.7       | 958    | 0.11 | 3.57    |
| 304  | 190                   | 1.0            | 2.0        | 52                   | \$82,707,770.75 | 5.76% | 0.14 | 0.37   | 0.39        | 41.1%     | 81.7       | 953    | 0.10 | 3.20    |
| 372  | 195                   | 1.0            | 2.0        | 56                   | \$83,855,900.47 | 5.92% | 0.14 | 0.38   | 0.35        | 41.0%     | 81.7       | 923    | 0.09 | 2.80    |
| 237  | 185                   | 1.0            | 2.0        | 50                   | \$82,815,753.17 | 5.77% | 0.14 | 0.37   | 0.41        | 40.9%     | 81.7       | 965    | 0.10 | 3.12    |
| 373  | 195                   | 1.0            | 2.0        | 58                   | \$84,167,667.22 | 5.96% | 0.15 | 0.38   | 0.35        | 40.9%     | 81.7       | 919    | 0.09 | 2.90    |

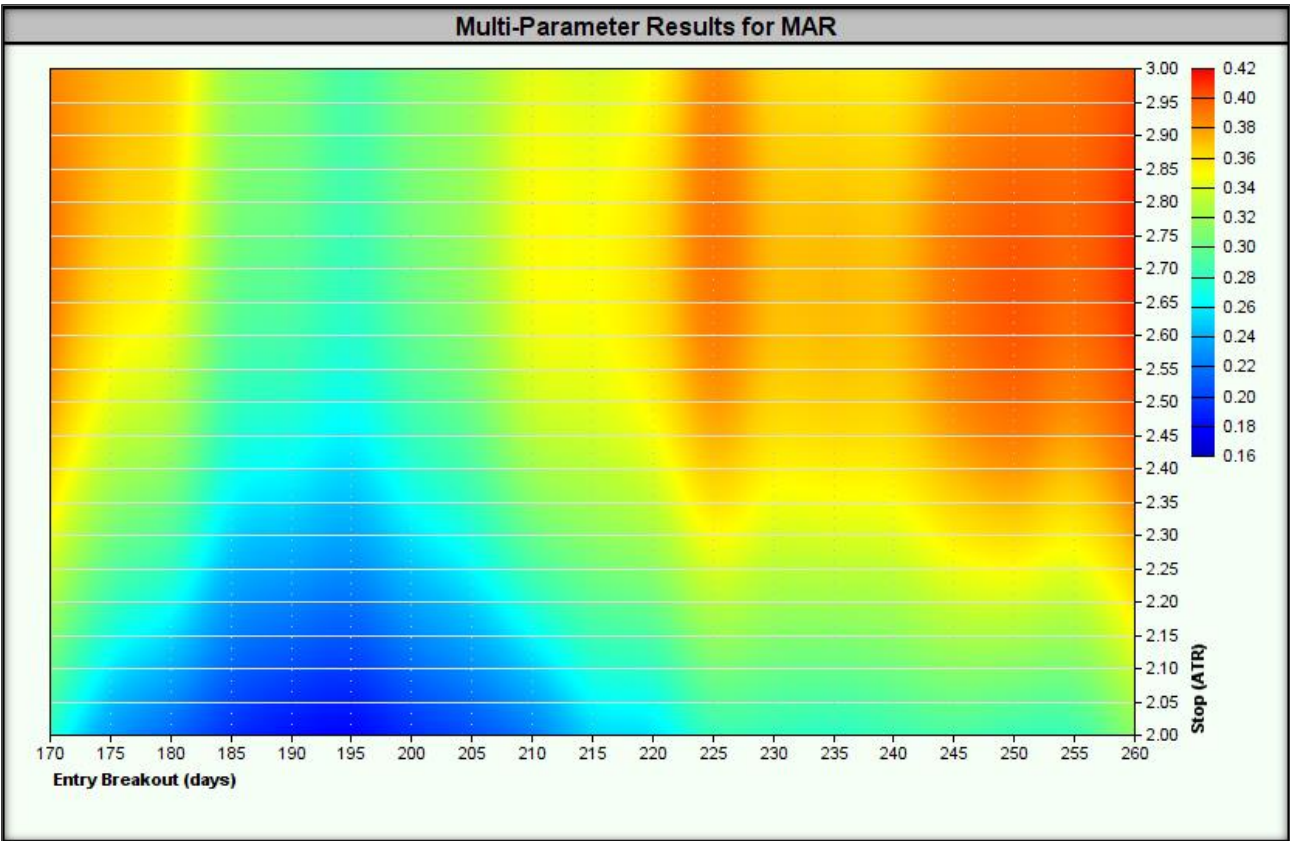
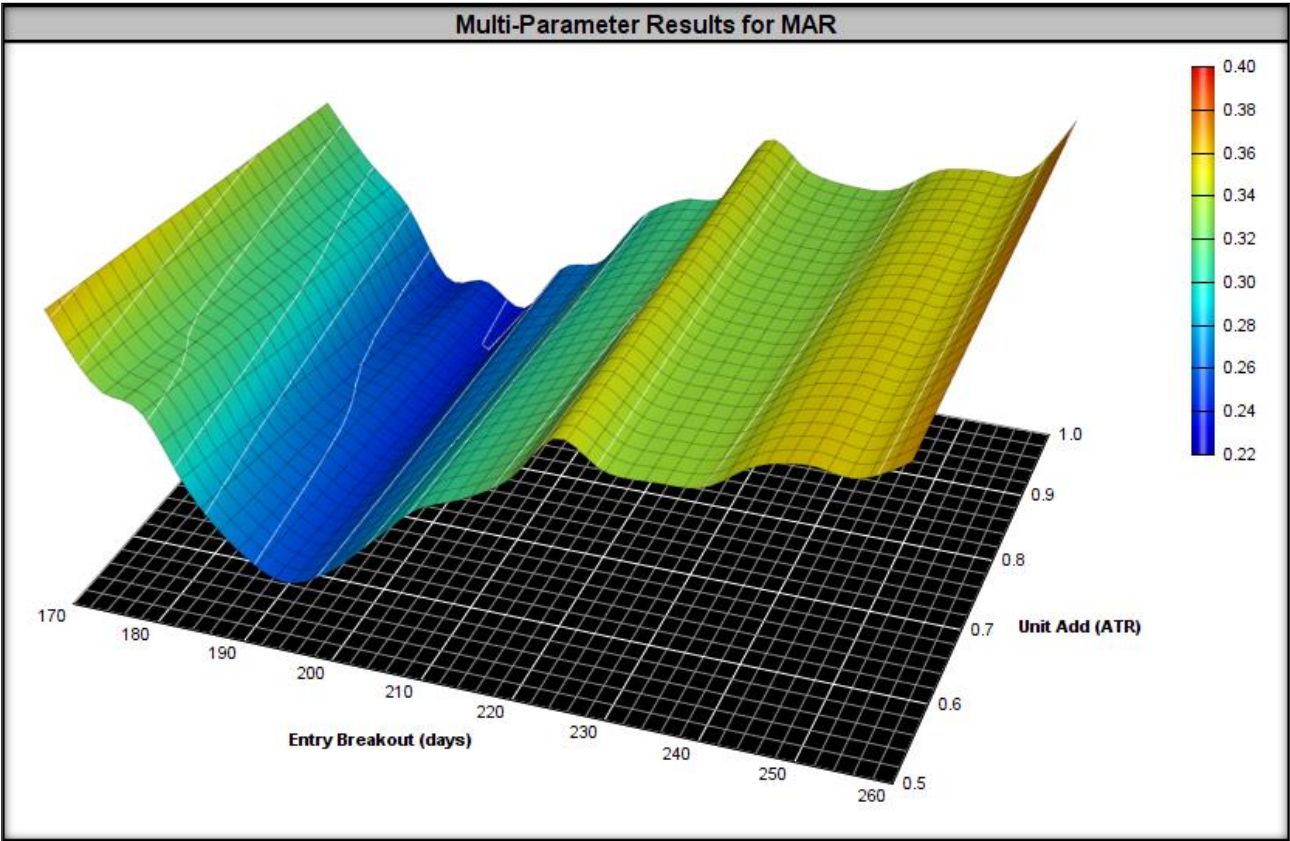


Podsumowując, strategia zaliczyła test stabilności w szerokim zakresie optymalizowanych parametrów na danych out-of-sample, ponieważ:

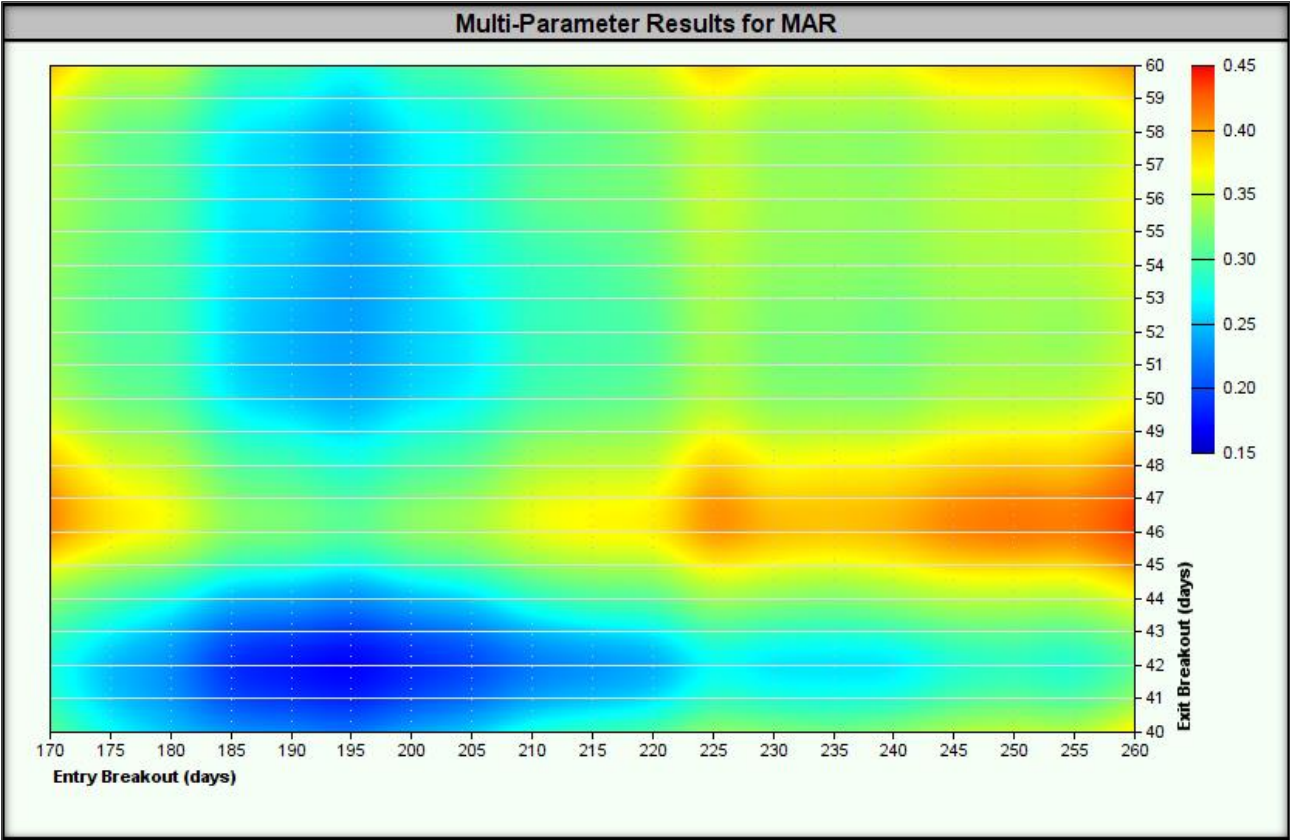
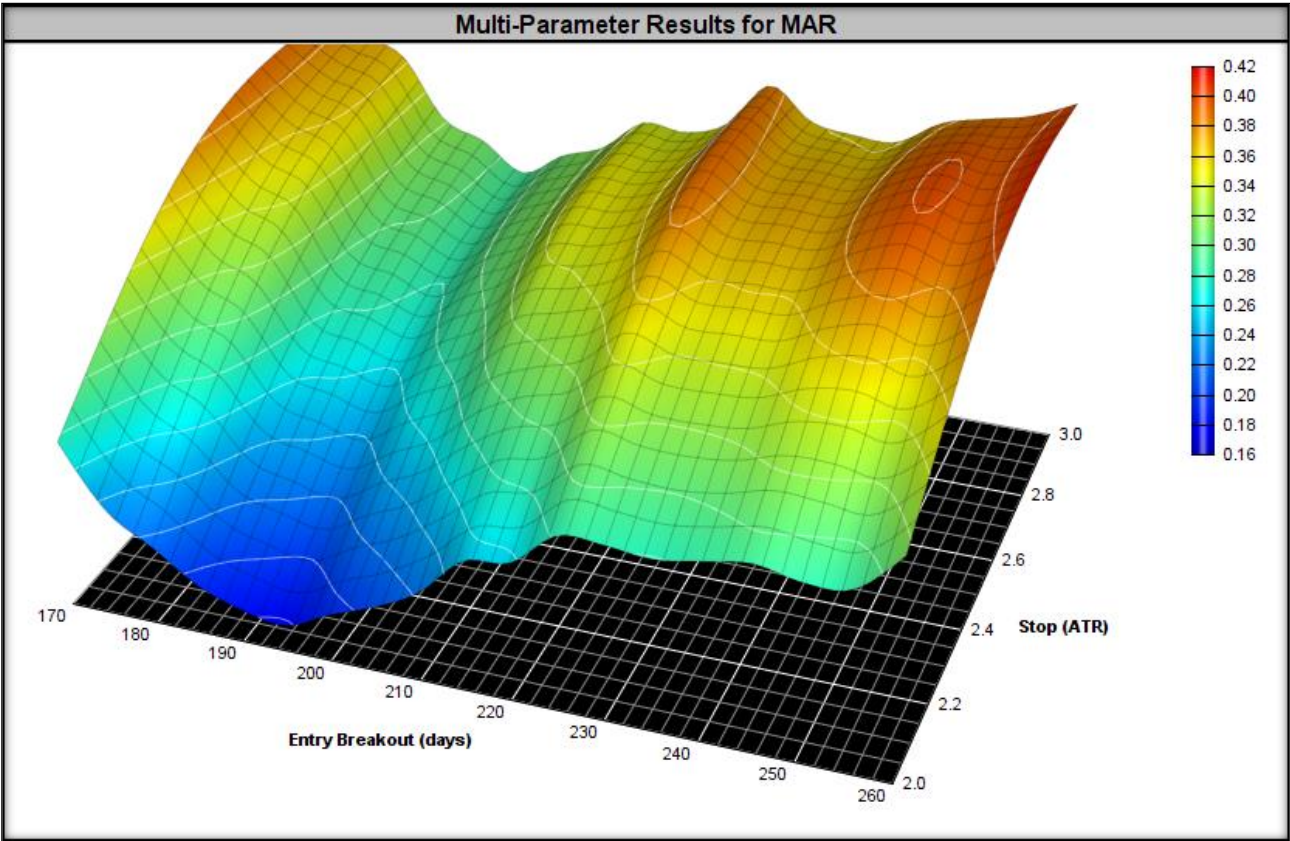
- Wszystkie wyniki testów wykazywały dodatnią wartość wskaźnika MAR – co wskazuje na stabilność strategii w różnych warunkach rynkowych.
- Maksymalny drawdown na danych out-of-sample nie przekroczył 150% wartości maksymalnego drawdown na danych in-sample (42,9% vs. 39,5%) – co oznacza akceptowalne ryzyko obsunięć kapitału.
- Spadek wartości maksymalnego MAR na danych out-of-sample był mniejszy niż 50% względem wyników testów in-sample (0,50 vs. 0,48) – co wskazuje, że strategia może uzyskiwać dobre wyniki w różnych warunkach rynkowych.

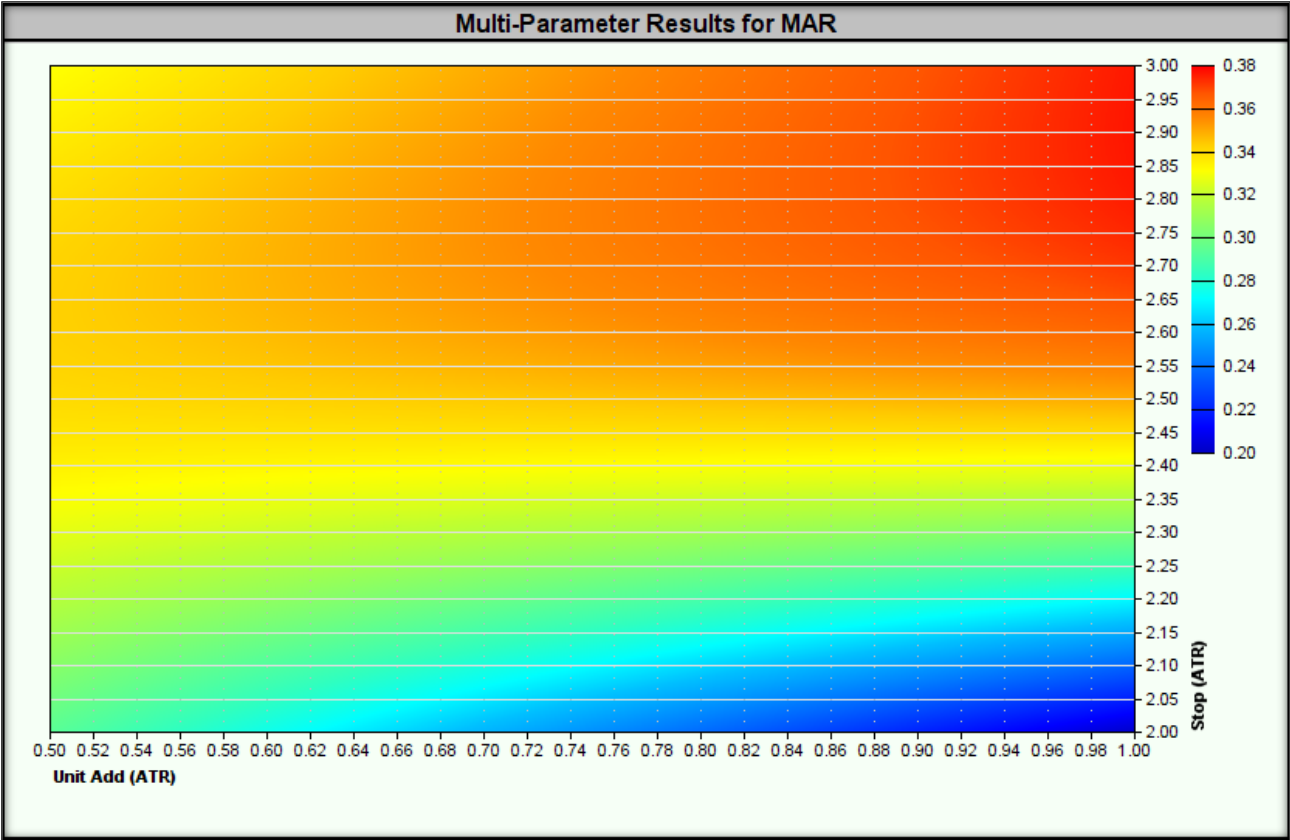
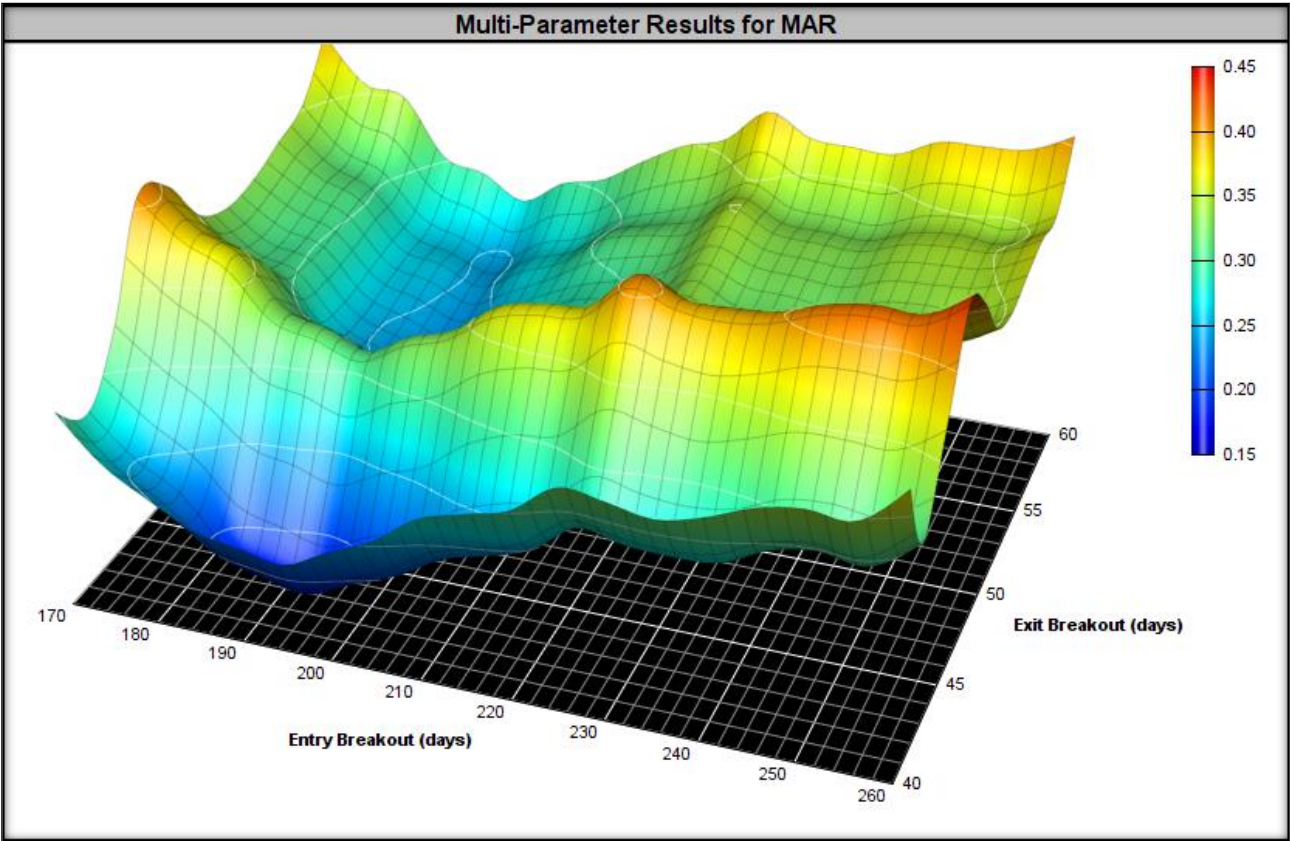
Poniżej przedstawiono heatmapy dla testowanych zakresów.



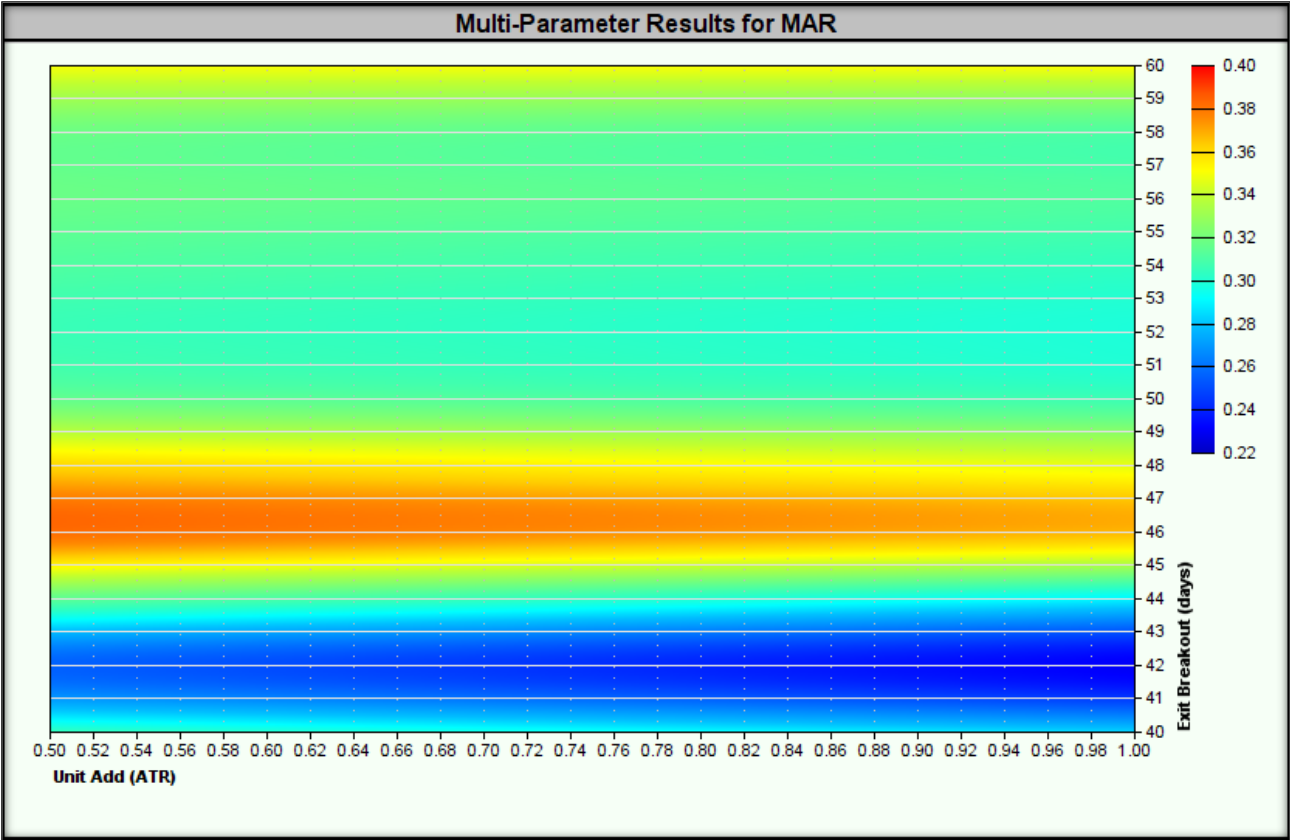
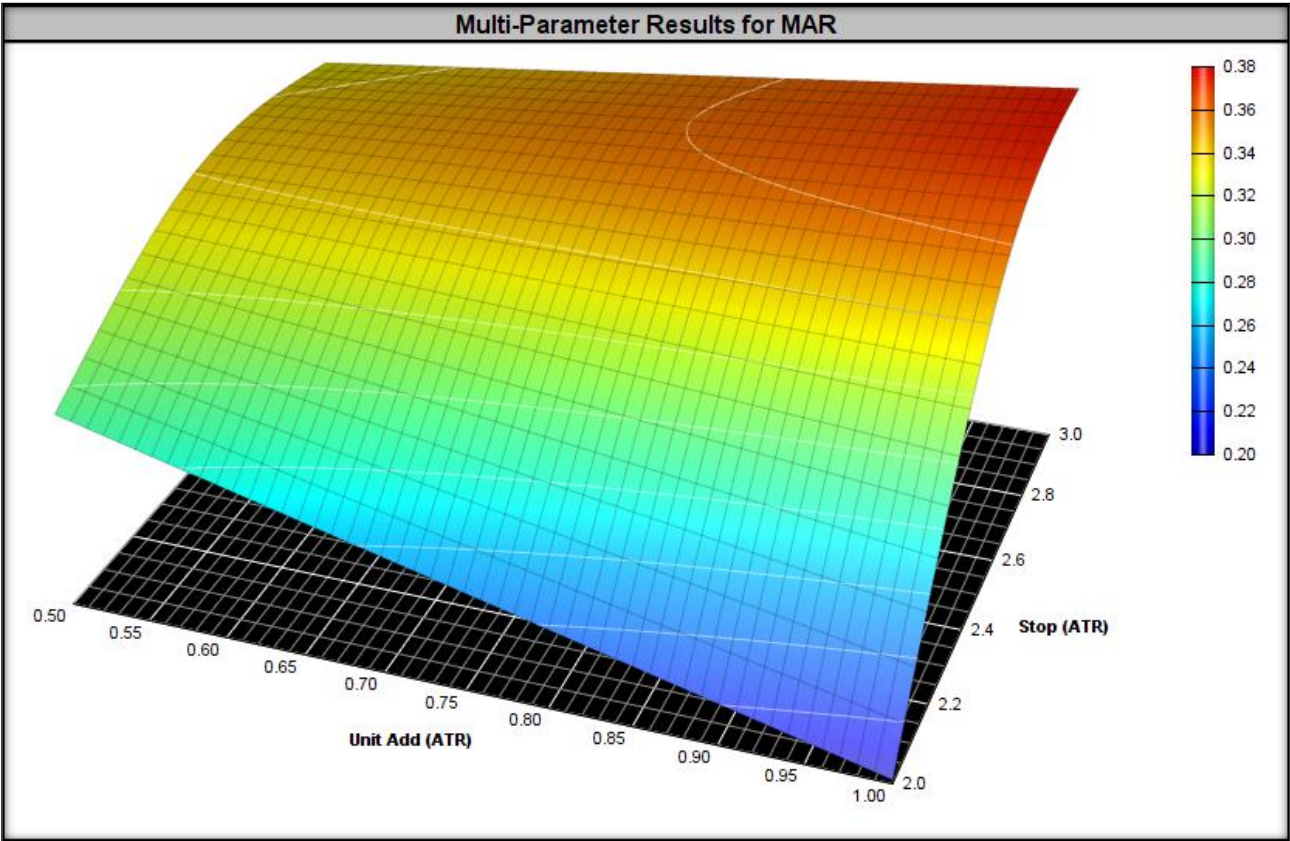


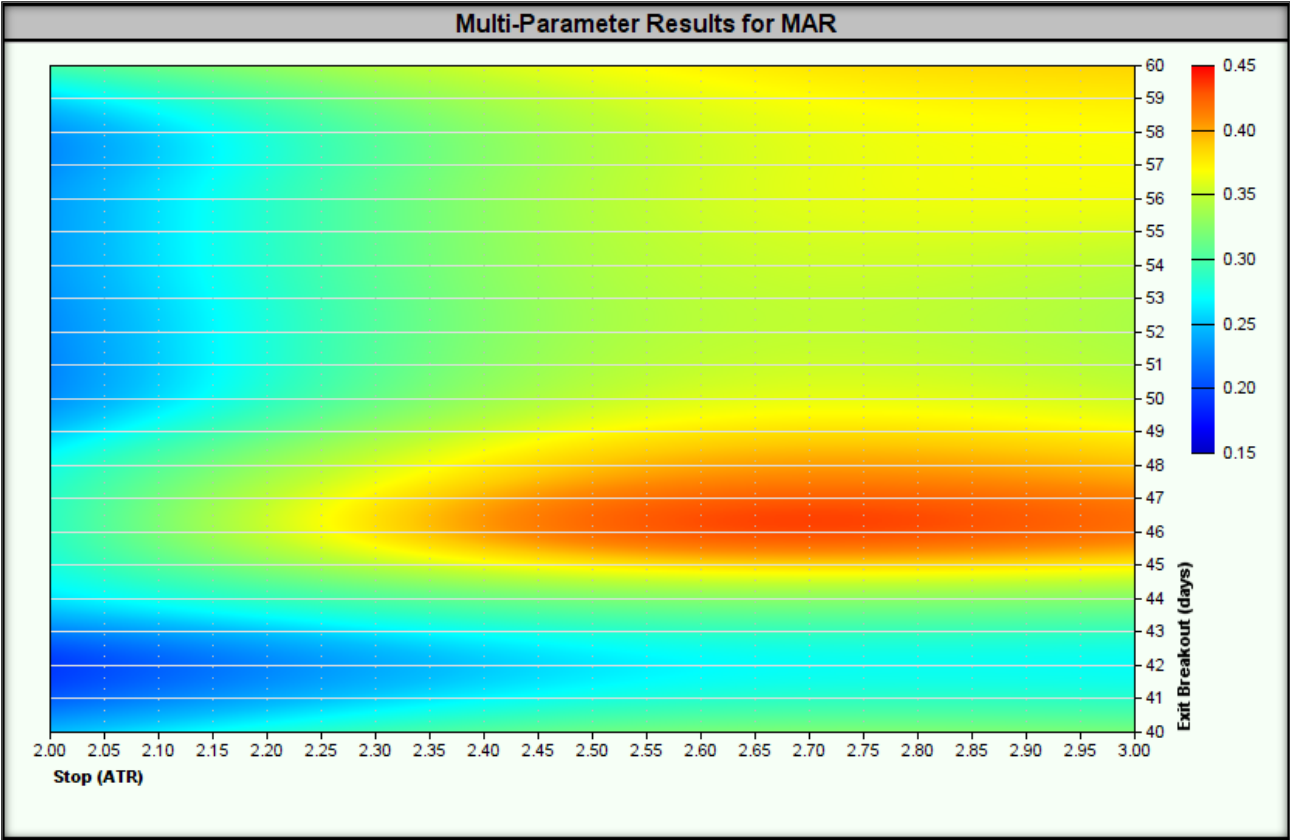
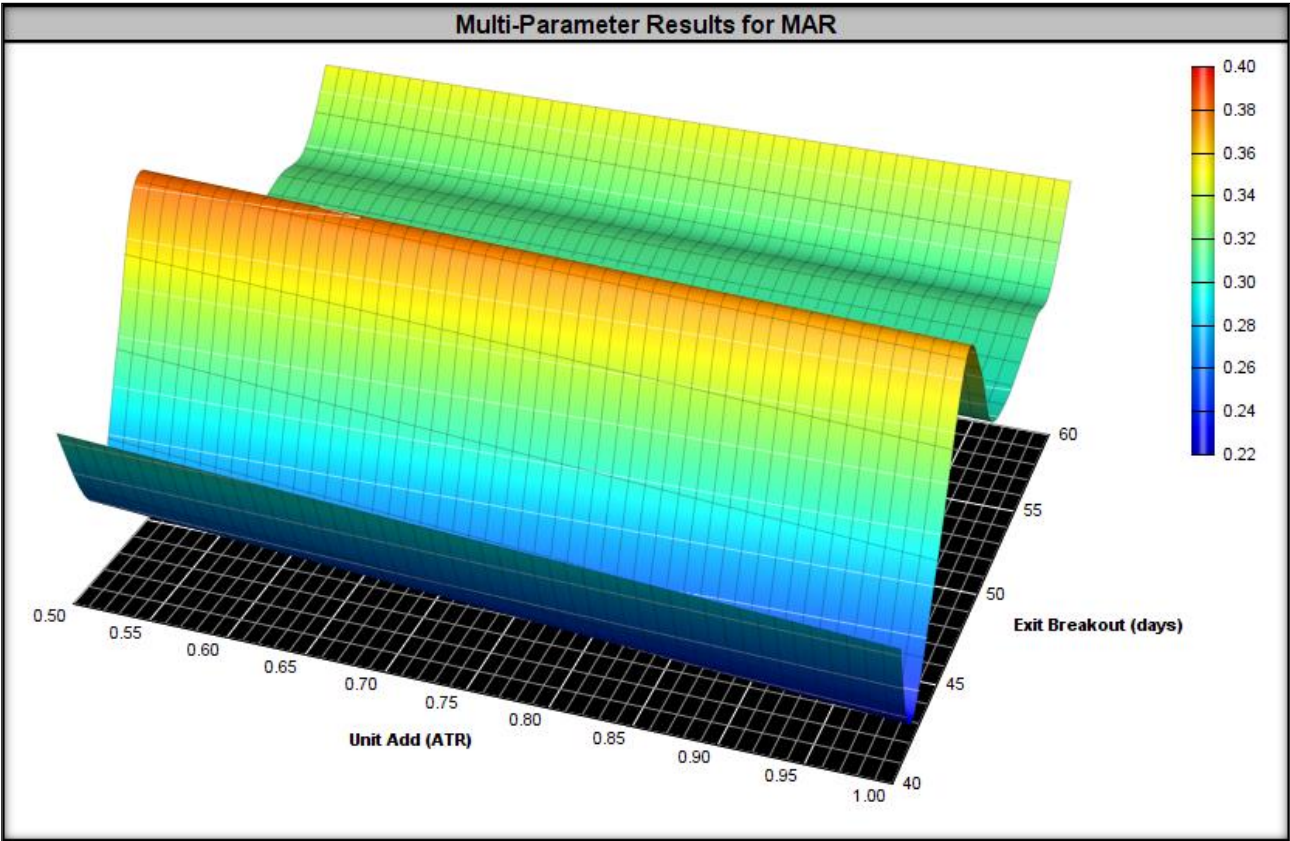


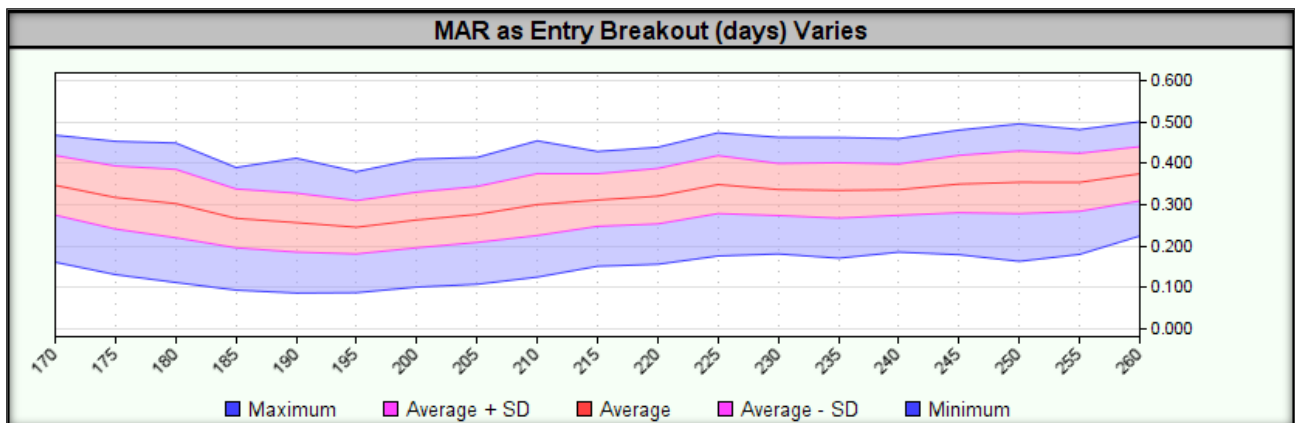
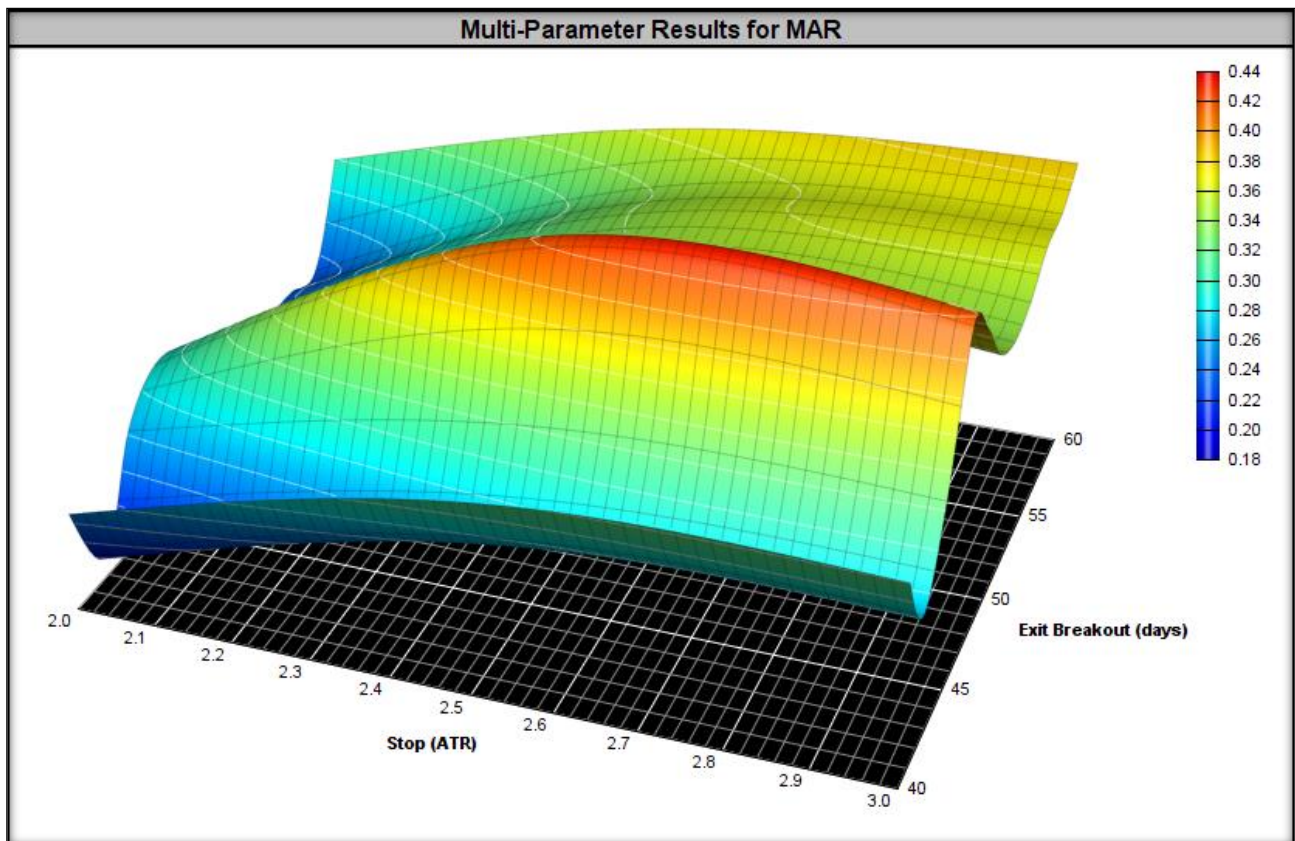


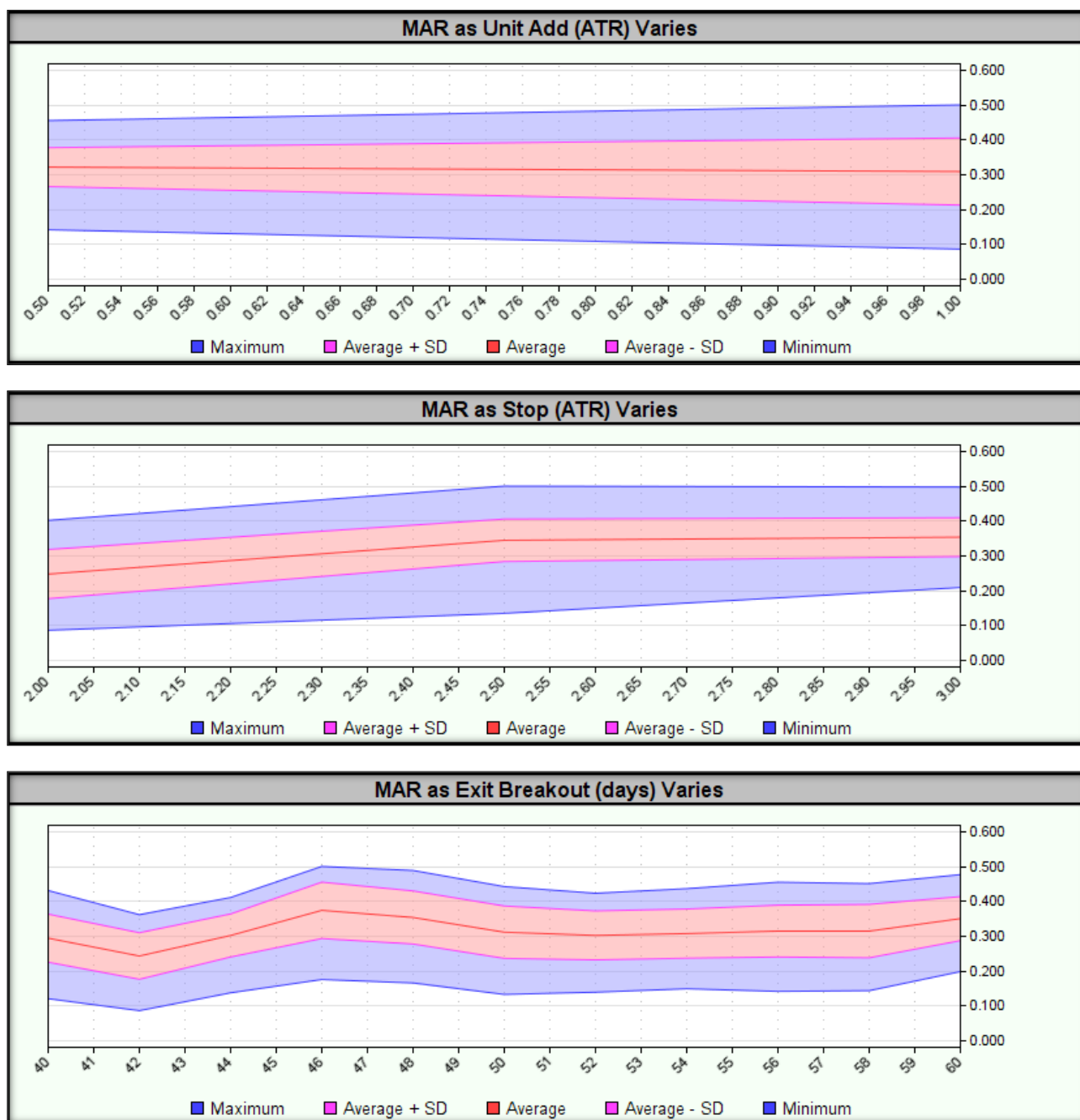












Po zaliczeniu **testu stabilności w szerokim zakresie optymalizowanych parametrów** możemy przejść do **testowania stabilności z wykorzystaniem symulacji Monte Carlo**. Warunki zaliczenia tego testu są zbieżne z tymi wymaganymi w powyższym kroku.

## 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.



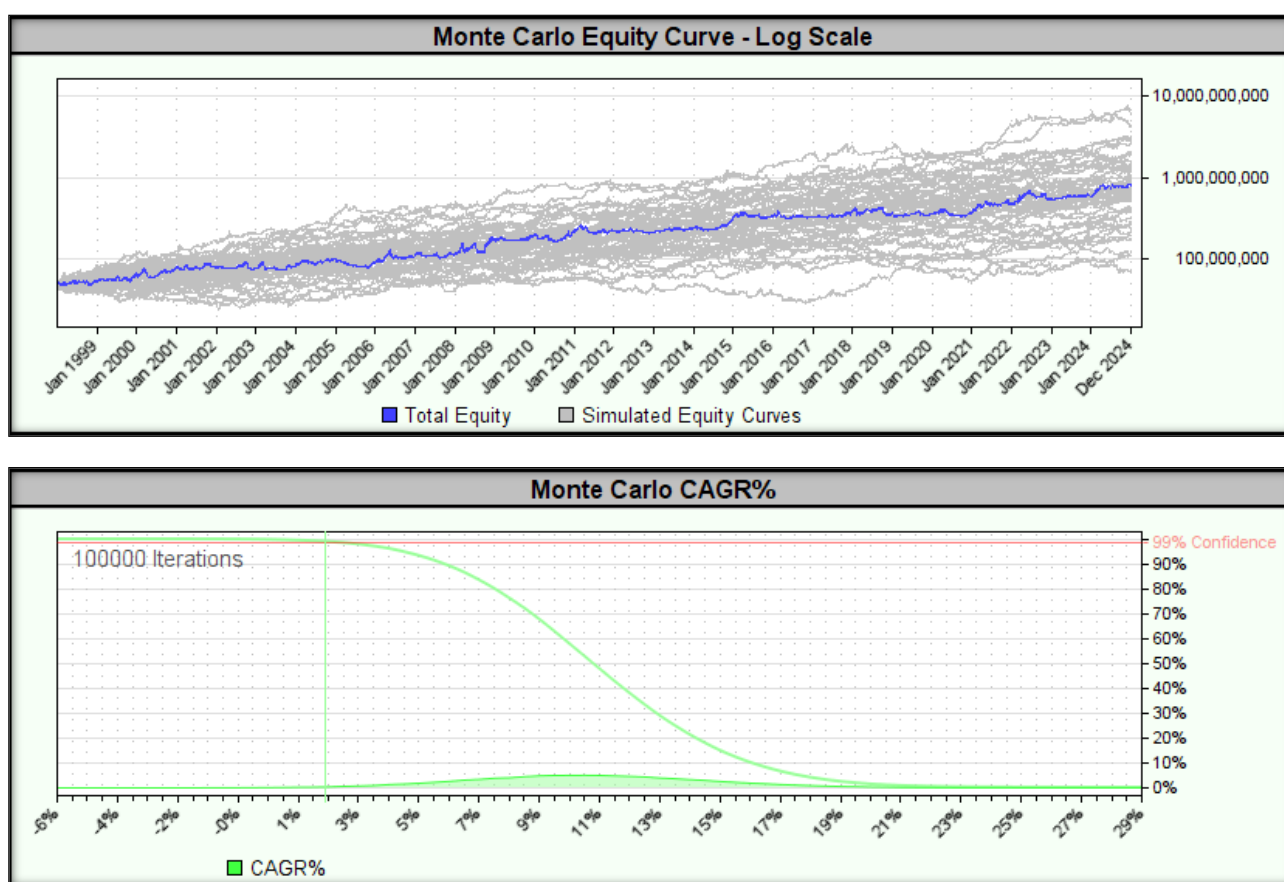


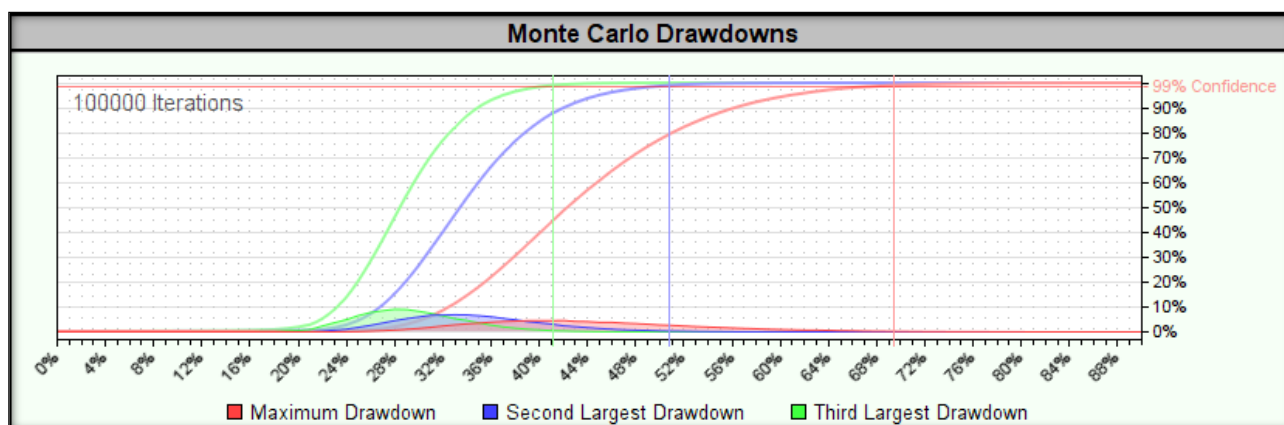
Jest to również idealna okazja, aby porównać **drawdown** uzyskany w testach na zoptymalizowanych zakresach parametrów z wynikami **symulacji Monte Carlo**, wykorzystując **99% przedział ufności**.

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 69,5%**. Dla parametrów zoptymalizowanych na danych in-sample, drawdown wyniósł 24,3%.

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 zero 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.