



Small Turtle v.1

Podsumowanie testów strategii inwestycyjnej

Strategia **Small Turtle v.1** jest mechanicznym systemem typu **trend-following**, inspirowanym oryginalnymi zasadami „**żółwi**” Richarda Dennisa. Wykorzystuje **kanał Donchiana 55/20 dni** do definiowania wejścia i wyjścia z pozycji, a także **zmiennosc ATR(20)** do określania wielkości pozycji, odległości stop lossów oraz kroków piramidowania. Pozycje są budowane stopniowo – kolejne jednostki dokładane są co **$0,5 \times \text{ATR}(20)$** , do maksymalnie **4 jednostek na instrument**, przy stałym **stop loss'ie $2 \times \text{ATR}(20)$** od ostatniego wejścia. Ryzyko jednej jednostki ustalone jest na **1% wartości portfela** (fixed fractional). Strategia jest przeznaczona do handlu na rynkach kontraktów terminowych i instrumentach historycznie wykazujących silne trendy.

Należy zwrócić uwagę, że o ile wyniki strategii na danych in-sample są przyzwoite, to strategia nie przeszła testu stabilności w szerokim zakresie optymalizowanych parametrów. Oznacza to, że strategia traci swoją zyskowność i generuje istotnie większy drawdown, gdy testy przeprowadza się na suboptymalnych parametrach. Dlatego **nie jest zalecane jej stosowanie w realnych transakcjach**.

Naszym celem jest posiadanie strategii, która pozostaje **zyskowna i skuteczna w szerokim zakresie parametrów**, ponieważ rynek jest zmiennym organizmem, a optymalne parametry mogą zmieniać się w różnych okresach. **Nie jestem w stanie wystarczająco mocno podkreślić, że aby strategia działała w realnych warunkach, musi działać również na suboptymalnych parametrach i w suboptymalnych warunkach**. Jednym słowem – **musi być stabilna** na zmieniające się warunki rynkowe.

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

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

Nie znamy przyszłości, nie znamy przyszłych warunków rynkowych, ale jeżeli wiemy, że nasza strategia **historycznie generowała akceptowalne wyniki** w różnych warunkach rynkowych i na różnych zakresach parametrów, to jesteśmy **krok przed innymi** uczestnikami rynku.



Spis treści

Podsumowanie testów strategii inwestycyjnej	1
Krok 1: Sformułowanie strategii inwestycyjnej	3
Krok 2: Określenie zasad inwestycyjnych.....	5
Krok 3: Przeprowadzenie wstępnego testu strategii inwestycyjnej.....	7
Krok 4: Optymalizacja i ocena stabilności strategii inwestycyjnej	11
1. Stabilność w szerokim zakresie optymalizowanych parametrów	11
2. Symulacja Monte Carlo.....	24
3. Stabilność na ruchomym oknie czasowym	24
4. Stabilność long/short.....	24
5. Stabilność na portfelu instrumentów finansowych.....	25
6. Money Management (Position Sizing)	25
7. Strategy Risk Management.....	25
Krok 5: Walk-Forward Analysis	26
Krok 6: Wykorzystanie strategii w czasie rzeczywistym	27



Krok 1: Sformułowanie strategii inwestycyjnej

Strategia **Small Turtle v.1** ma swój początek w klasycznej strategii „[żółwi](#)”. Podstawą jest obserwacja, że **największe trendy** powstają po wybiciach z długotrwałych konsolidacji. System definiuje taką konsolidację, jako zakres **55 ostatnich sesji** i traktuje **wybiecie ponad najwyższe maksimum z tego okresu**, jako sygnał rozpoczęcia lub kontynuacji trendu wzrostowego (pozycja długa), a **wybiecie poniżej najniższego minimum** – jako sygnał trendu spadkowego (pozycja krótka).

W momencie wybicia otwierana jest **pierwsza jednostka** pozycji, której wielkość jest tak dobrana, aby **ruch ceny o $2 \times \text{ATR}(20)$** w niekorzystnym kierunku powodował **ok. 1% spadku wartości portfela**. Jeżeli trend rozwija się zgodnie z założeniami, każdorazowe przesunięcie ceny w kierunku otwartej pozycji o **$0,5 \times \text{ATR}(20)$** skutkuje dodaniem kolejnej jednostki (piramidowanie), aż do osiągnięcia maksymalnie **4 jednostek** na jednym instrumencie. Dla całej pozycji utrzymywany jest **stop loss w odległości $2 \times \text{ATR}(20)$** od ostatniego poziomu wejścia, co pozwala z góry kontrolować ryzyko.

Wyjście z rynku odbywa się poprzez **przeciwnie wybiecie z 20-dniowego kanału Donchiana** – pozycja długa jest zamykana, gdy cena przebijie w dół **20-dniowe minimum**, a krótka, gdy wybije w górę **20-dniowe maksimum**. W efekcie system oddaje część zysku na końcu trendu, ale w zamian **utrzymuje pozycję przez większość silnego ruchu**. Na poziomie portfela stosowane są dodatkowe ograniczenia liczby jednostek w **rynkach silnie i słabo skorelowanych** oraz **maksymalnej ekspozycji kierunkowej** – odpowiednio do 6, 10 i 12 jednostek – co ogranicza koncentrację ryzyka.

Strategia Small Turtle v.1 wykorzystuje:

- **Kanał Donchiana do otwarcia pozycji** – identyfikacja wybicia 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 4 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 55-dniowego zakresu;
 - **Potrzeba szerokiej dywersyfikacji** – pojedynczy rynek może przez długi czas nie generować profitowych trendów.



Strategia **Small Turtle v.1**, 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.1** na danych dziennych:

1. **Obliczanie wskaźników:**
 - a. **Entry Breakout (55 dni):**
 - i. **Górna granica:** najwyższa cena z ostatnich 55 sesji;
 - ii. **Dolna granica:** najniższa cena z ostatnich 55 sesji.
 - b. **Exit Breakout (20 dni):**
 - i. **Górna granica:** najwyższa cena z ostatnich 20 sesji;
 - ii. **Dolna granica:** najniższa cena z ostatnich 20 sesji.
 - c. **ATR(20):** 20-dniowy średni rzeczywisty zakres zmienności.
2. **Wejście – pozycja długa (kupno):**
 - a. **Warunek wejścia:** high świecy wypada powyżej górnej granicy 55-dniowego kanału Donchiana.
 - b. **Oblicz wielkość jednostki** tak, aby ruch ceny o $2 \times \text{ATR}(20)$ w dół oznaczał 1% spadku wartości portfela.
 - c. **Otwórz pierwszą jednostkę długą;** ustaw stop loss $2 \times \text{ATR}(20)$ poniżej ceny wejścia.
3. **Wejście – pozycja krótka (sprzedaż):**
 - a. **Warunek wejścia:** low świecy wypada poniżej dolnej granicy 55-dniowego kanału Donchiana.
 - b. **Oblicz wielkość jednostki** jak w pkt 2b.
 - c. **Otwórz pierwszą jednostkę krótką;** ustaw stop loss $2 \times \text{ATR}(20)$ powyżej ceny wejścia.
4. **Piramidowanie pozycji:**
 - a. Jeżeli od ostatniej ceny wejścia cena przesunęła się w kierunku zysku o $0,5 \times \text{ATR}(20)$, dodaj kolejną jednostkę w tym samym kierunku (long/short).
 - b. Po każdym dodaniu jednostki przesun stop dla całej pozycji tak, aby znajdował się około $2 \times \text{ATR}(20)$ od ostatniego poziomu wejścia (zgodnie z przyjętą metodą).
 - c. Nie dodawaj więcej niż 4 jednostki na jeden instrument (łącznie z pierwszą).
5. **Wyjście z pozycji:**
 - a. **Pozycja długa:** zamknij wszystkie jednostki, gdy cena spadnie poniżej dolnej granicy 20-dniowego kanału Donchiana lub gdy zostanie aktywowany stop loss.
 - b. **Pozycja krótka:** zamknij wszystkie jednostki, gdy cena wzrośnie powyżej górnej granicy 20-dniowego kanału Donchiana lub gdy zostanie aktywowany stop loss.
6. **Zarządzanie ryzykiem portfelowym:**
 - a. Przestrzegaj limitów maksymalnej liczby jednostek na rynkach blisko skorelowanych (6 jednostek), słabo skorelowanych (10 jednostek) oraz łącznej liczby jednostek w jednym kierunku (12 jednostek).
 - b. Nie otwieraj nowych pozycji, jeżeli dodanie kolejnej jednostki narusza któreś z tych ograniczeń.
7. **Codzienne monitorowanie:**
 - a. Aktualizuj wartości kanałów Donchiana (55 i 20 dni) oraz $\text{ATR}(20)$.
 - 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 **1,0% całkowitego kapitału**, przy zleceniu **stop loss** oddalonym od miejsca otwarcia pozycji o **2 x ATR (20 dni)**.



Krok 3: Przeprowadzenie wstępnego testu strategii inwestycyjnej

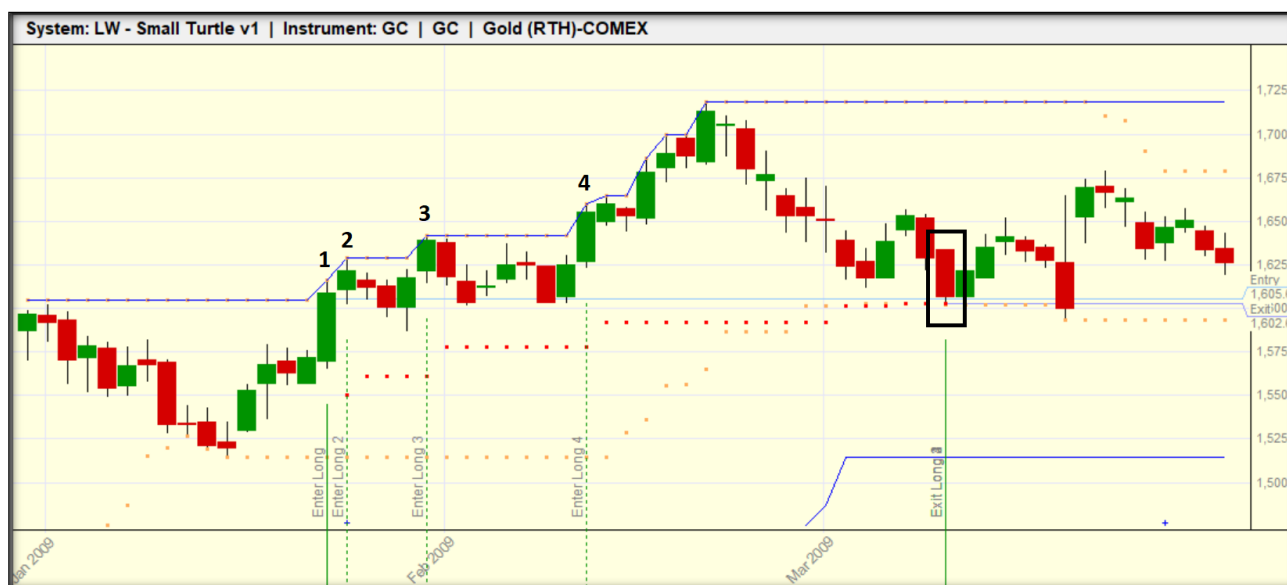
Poniżej przedstawiono kilka transakcji kupna i sprzedaży, które umożliwiają weryfikację następujących aspektów:

- **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.

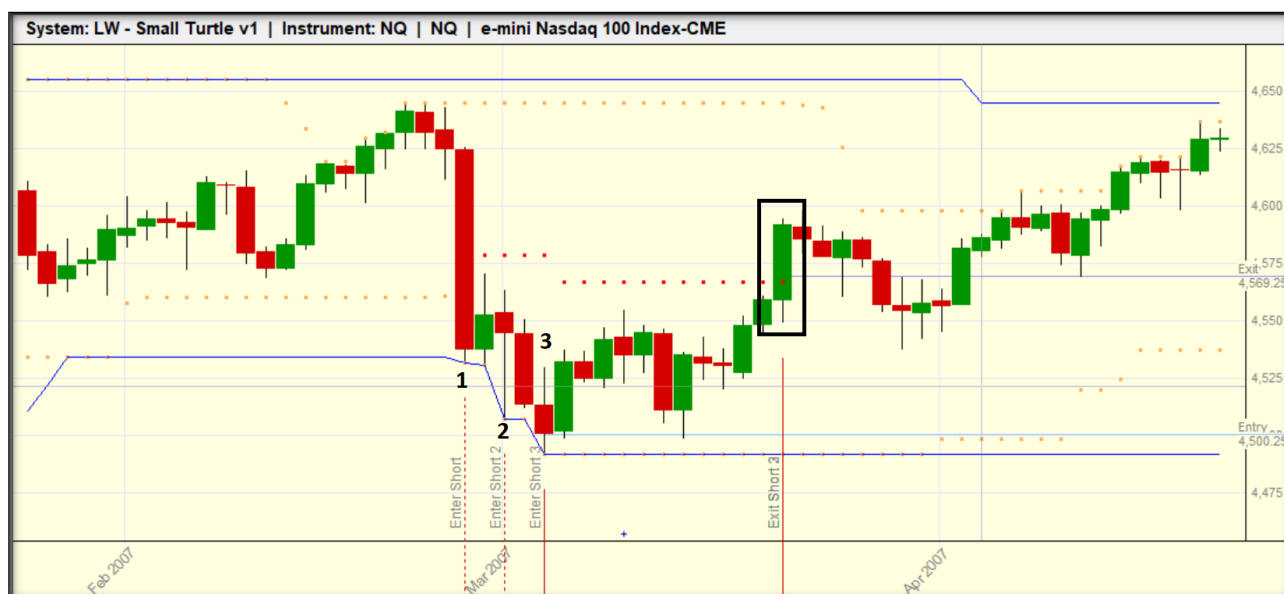
Pierwszą transakcję przeprowadzono na kontrakcie futures na złoto. Pod koniec stycznia 2009 roku notowania **przebiły w górę 55-dniowy kanał Donchiana**, co zgodnie z zasadami strategii Small Turtle v.1 wygenerowało **sygnał otwarcia pozycji długiej** (pierwsza świeca oznaczona numerem 1). Tym samym system otworzył pierwszą jednostkę długą, ustawiając **początkowy stop loss w odległości $2 \times \text{ATR}(20)$ poniżej ceny wejścia** (czerwone kropki na wykresie). W kolejnych dniach **rynek kontynuował wzrost**, a każdorazowe **przesunięcie ceny o $0,5 \times \text{ATR}(20)$ w górę** otwierało **kolejne jednostki**: druga jednostka została dodana przez świecę oznaczoną numerem 2, trzecia przez świecę 3, a czwarta przez świecę 4. **Łącznie zbudowano maksymalną, czterojednostkową pozycję długą**, a stop dla całej pozycji był każdorazowo korygowany tak, aby pozostawał w odległości około $2 \times \text{ATR}(20)$ od ostatniego poziomu wejścia. **System zadziałał zgodnie z założeniami** – pozycja była powiększana tylko wtedy, gdy rynek wyraźnie podążał w kierunku zysku.

Zgodnie z regułami strategii, pozycja długa jest utrzymywana tak długo, jak cena **pozostaje powyżej dolnej granicy 20-dniowego kanału Donchiana** lub **nie zostanie osiągnięty poziom zlecenia stop loss**. Na początku marca 2009 roku doszło do silniejszej korekty spadkowej, a minimum jednej ze sesji (świeca zaznaczona prostokątem) **spadło poniżej 20-dniowego minimum**, co **wygenerowało sygnał wyjścia z pozycji**. Zgodnie z systemem wszystkie cztery jednostki długie zostały zamknięte. W całym okresie trwania transakcji stop ochronny $2 \times \text{ATR}(20)$ nie został uderzony, a pozycja została zamknięta dokładnie w momencie przecięcia ceny z 20-dniowym kanałem wyjścia. **System zadziałał prawidłowo.**



Drugą transakcję przeprowadzono na kontrakcie futures na index Nasdaq 100. Na początku marca 2007 roku po silnej, spadkowej świecy dziennej **cena przebiła w dół 55-dniowy kanał Donchiana**, co zgodnie z zasadami strategii Small Turtle v.1 wygenerowało **sygnał otwarcia pozycji krótkiej** (pierwsza świeca oznaczona numerem 1). Tym samym system otworzył pierwszą jednostkę długą, ustawiając **początkowy stop loss w odległości $2 \times \text{ATR}(20)$ powyżej ceny wejścia** (czerwone kropki na wykresie). W miarę dalszego przesuwania się kursu w dół o kolejne wielokrotności $0,5 \times \text{ATR}(20)$ **dodawane były następne jednostki pozycji**: druga przy świecy oznaczonej numerem 2, a trzecia przy świecy 3. W rezultacie zbudowano trzyjednostkową pozycję krótką, a **stop ochronny dla całej pozycji** był każdorazowo korygowany tak, aby pozostawał w przybliżeniu $2 \times \text{ATR}(20)$ powyżej ostatniego poziomu wejścia. **System realizował więc piramidowanie tylko wtedy, gdy rynek konsekwentnie podążał w kierunku zysku.**

Zgodnie z regułami strategii, pozycja długa jest utrzymywana tak długo, jak cena **pozostaje poniżej górnej granicy 20-dniowego kanału Donchiana** lub **nie zostanie osiągnięty poziom zlecenia stop loss**. Kilka tygodni później **rynek przeszedł w fazę wzrostowej korekty**. W połowie marca na wykresie pojawiła się silna, wzrostowa świeca (zaznaczona prostokątem), **która aktywowała zlecenie obronne stop loss dla wszystkich jednostek**. Tym samym wszystkie trzy jednostki zostały zamknięte, generując stratę. **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 zostały **zaproponowane przez twórcę strategii, czyli Richarda Dennisa**.

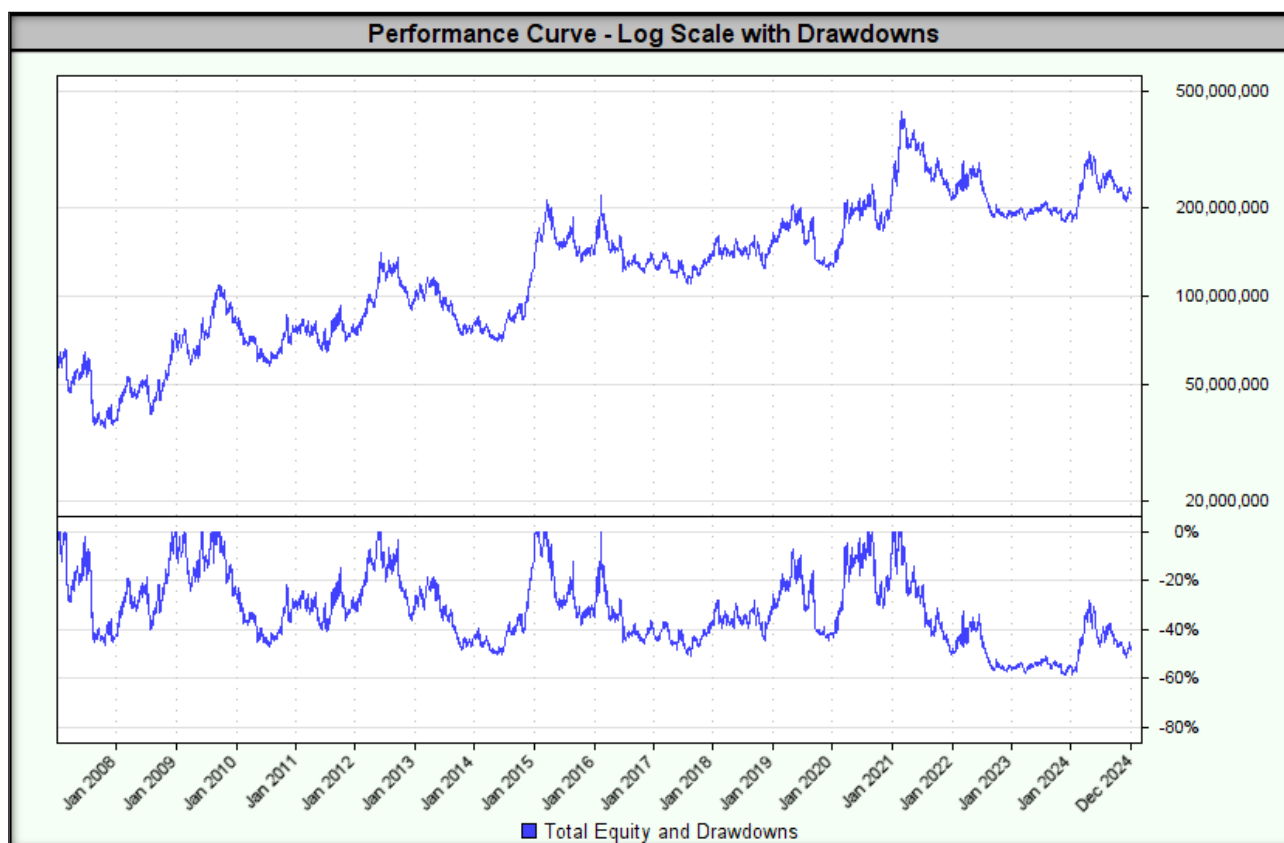
W pierwszej kolejności **odrzucaamy strategie, które liniowo tracą kapitał**. Jeśli strategia wykazuje taki schemat, jest to wyraźny sygnał, że jakkolwiek optymalizacja parametrów nie ma sensu.

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

Testowane parametry bazowe:

- **Entry Breakout (dni):** 55;
- **Exit Breakout (dni):** 20;
- **ATR (dni):** 20;
- **Stop loss:** $2 \times \text{ATR}(20)$;
- **Piramidowanie (Unit Add):** co $0,5 \times \text{ATR}(20)$;
- **Max jednostek w jednym instrumencie:** 4;
- **Max jednostek w instrumentach mocno skorelowanych:** 6;
- **Max jednostek w instrumentach słabo skorelowanych:** 10;
- **Max jednostek w jednym kierunku (long/short):** 12;
- **Metoda wielkości pozycji:** Fixed Fractional, 1% kapitału na jednostkę;
- **Kierunek pozycji:** długie i krótkie.

Poniżej przedstawiono wynik testu.



Wskaźniki/Miary	Zawarcie transakcji po cenie otwarcia
CAGR%	8,7%
MAR Ratio	0,15
RAR%	9,9%
R-Cubed	0,06
Robust Sharpe Ratio	0,25
Max Drawdown	58,3%
Wins	31,4%
Losses	68,6%
Average Win%	1,10%
Average Loss%	0,41%
Win/Loss Ratio	2,68
Average Trade Duration (days)	35
Percent Profit Factor	1,22
SQN	0,54
Ilość transakcji	4154

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.1** 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 **40–70 (krok: 1)**;
- **Exit Breakout (dni):** zakres **15–25 (krok: 1)**;
- **Stop (ATR):** zakres **1,5–2,5 (krok: 0,25)**.

Pozostałe parametry pozostają bez zmian.

Najniższa wartość MAR, w wysokości 0,01, została osiągnięta dla parametrów:

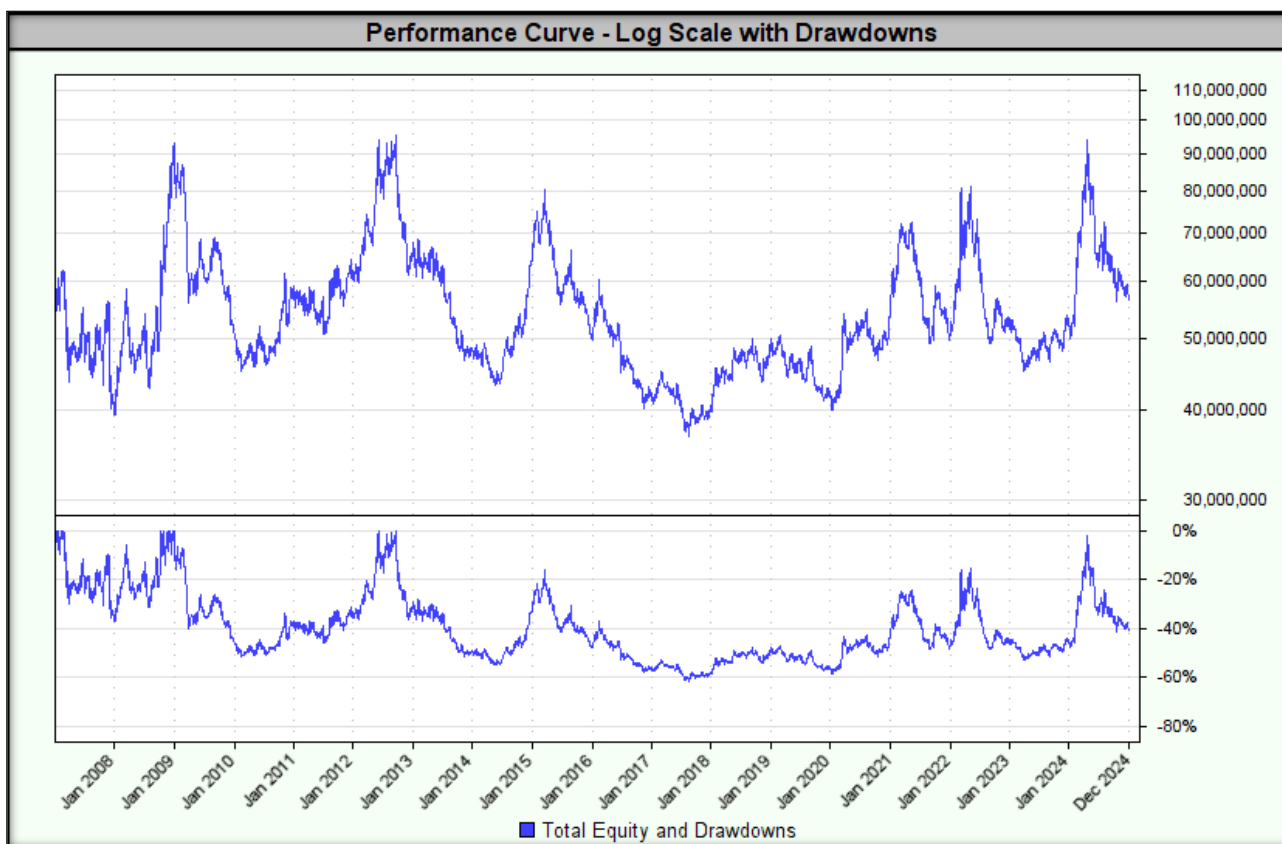
- **Entry Breakout (dni):** 40;



- Exit Breakout (dni): 15;
- Stop (ATR): 2,5.

Test	Entry Breakout (days)	Stop (ATR)	Exit Breakout (days)	End Balance	CAGR%	MAR	Sharpe	Ann. Sharpe	Max TE DD	Longest DD	Trades	R3	RAR [%]	%PF
45	40	2.50	15	\$56,699,807.64	0.70%	0.01	0.17	0.02	61.5%	147.5	4721	-0.00	-0.29	1.08
408	47	2.00	15	\$61,970,949.68	1.20%	0.02	0.21	0.03	63.2%	147.5	5020	0.00	0.32	1.10
354	46	2.00	16	\$67,550,224.23	1.69%	0.03	0.22	0.04	63.0%	147.5	4918	0.01	0.88	1.12
299	45	2.00	16	\$71,298,934.87	1.99%	0.03	0.23	0.05	63.7%	147.5	4892	0.01	1.36	1.12
516	49	1.75	24	\$72,691,013.66	2.10%	0.03	0.24	0.06	63.8%	71.0	4324	0.01	1.65	1.13
144	42	2.25	15	\$72,455,708.24	2.08%	0.03	0.23	0.05	59.7%	147.5	4882	0.00	0.60	1.11
24	40	2.00	16	\$75,058,445.08	2.28%	0.04	0.24	0.05	65.0%	101.1	4973	0.01	1.76	1.12
244	44	2.00	16	\$74,958,313.21	2.28%	0.04	0.24	0.05	64.1%	101.2	4886	0.01	2.02	1.13
409	47	2.00	16	\$75,027,992.32	2.28%	0.04	0.24	0.06	61.3%	147.5	4876	0.02	2.04	1.12
562	50	1.75	15	\$78,699,675.34	2.55%	0.04	0.24	0.06	64.0%	147.5	5337	0.02	2.77	1.12
12	40	1.75	15	\$80,611,885.17	2.69%	0.04	0.24	0.05	67.3%	147.5	5652	0.01	1.93	1.12

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



Natomiast najwyższa wartość MAR, w wysokości **0,39**, została osiągnięta dla parametrów:

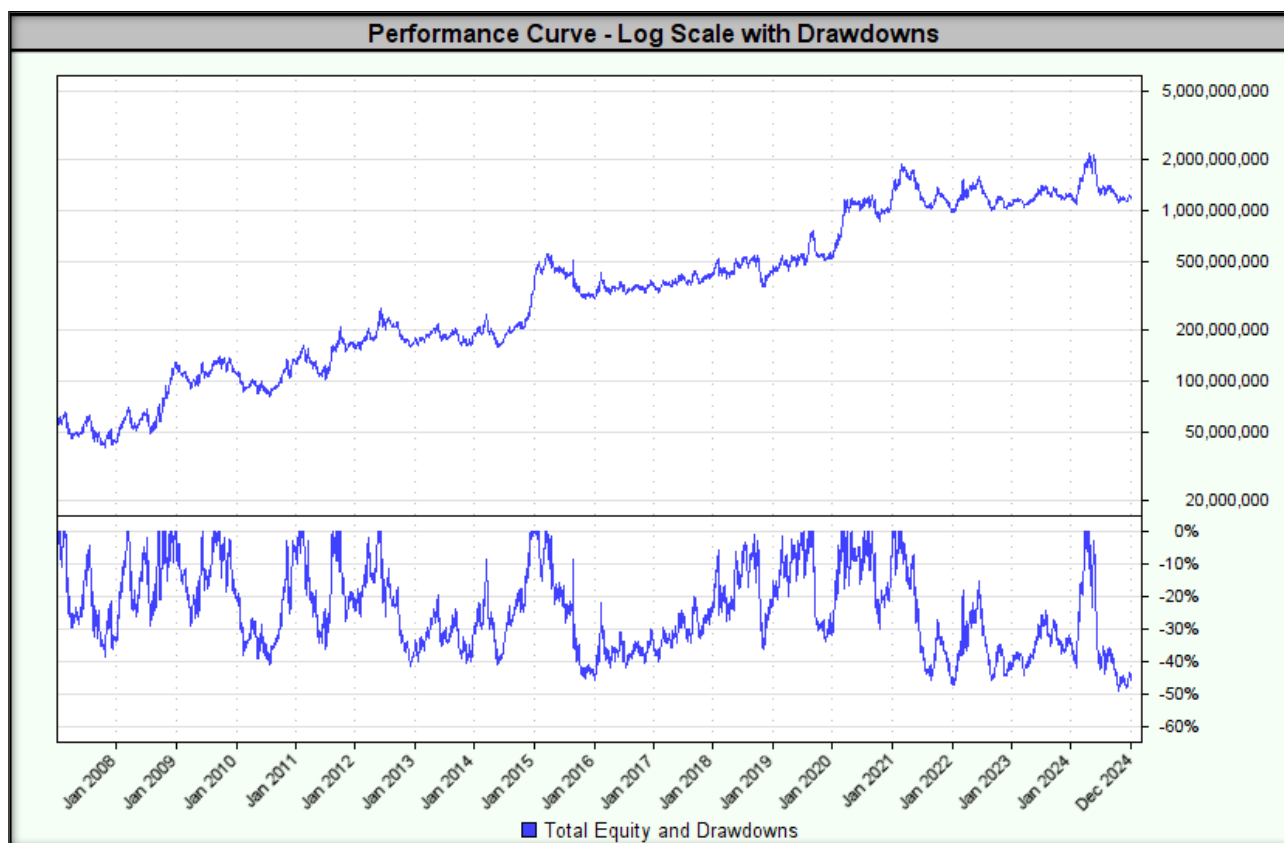
- Entry Breakout (dni): 40;
- Exit Breakout (dni): 25;
- Stop (ATR): 2,25.

Najwyższej wartości MAR towarzyszył drawdown na poziomie **49,0%**.



Test	Entry Breakout (days)	Stop (ATR)	Exit Breakout (days)	End Balance	CAGR%	MAR	Sharpe	Ann. Sharpe	Max TE DD	Longest DD	Trades	R3	RAR [%]	%PF
44	40	2.25	25	\$1,173,982,779.98	19.17%	0.39	0.61	0.36	49.0%	51.6	3539	0.20	21.57	1.40
961	57	2.00	18	\$1,662,668,849.54	21.49%	0.37	0.66	0.35	57.7%	43.7	4202	0.19	22.74	1.42
1072	59	2.00	19	\$1,410,826,648.40	20.39%	0.36	0.65	0.35	56.4%	60.0	4069	0.15	19.29	1.41
66	41	1.50	25	\$1,182,780,155.50	19.22%	0.36	0.59	0.30	53.2%	39.5	4629	0.16	19.35	1.31
906	56	2.00	18	\$1,527,651,276.84	20.92%	0.36	0.64	0.39	58.0%	43.7	4240	0.19	23.47	1.41
1291	63	2.00	18	\$1,648,006,138.76	21.43%	0.36	0.67	0.38	60.0%	59.6	4090	0.16	20.50	1.45
1336	64	1.75	19	\$1,452,153,253.79	20.58%	0.35	0.62	0.39	58.1%	59.6	4346	0.14	19.78	1.42
1061	59	1.75	19	\$1,504,308,190.24	20.82%	0.35	0.62	0.35	59.0%	59.6	4465	0.15	20.83	1.42
1346	64	2.00	18	\$1,519,669,377.04	20.89%	0.35	0.66	0.38	60.3%	59.6	4074	0.15	20.16	1.43
795	54	2.00	17	\$1,492,440,440.29	20.77%	0.35	0.62	0.41	60.0%	43.7	4381	0.21	22.77	1.40
209	43	2.25	25	\$875,661,068.25	17.24%	0.34	0.58	0.34	50.1%	46.2	3447	0.18	18.10	1.37

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



Dla wszystkich kombinacji testowanych zakresów parametrów, **najwyższy drawdown wyniósł 72,5%**.

Test	Entry Breakout (days)	Stop (ATR)	Exit Breakout (days)	End Balance	CAGR%	MAR	Sharpe	Ann. Sharpe	Max TE DD	Longest DD	Trades	R3	RAR [%]	%PF
59	41	1.50	18	\$800,431,991.03	16.66%	0.23	0.52	0.25	72.5%	47.3	5531	0.12	18.81	1.33
1221	62	1.50	25	\$327,458,406.31	11.01%	0.15	0.44	0.23	71.8%	70.0	4535	0.07	11.80	1.27
1276	63	1.50	25	\$411,606,067.83	12.43%	0.17	0.47	0.25	71.8%	69.8	4454	0.08	13.08	1.30
836	55	1.50	25	\$234,442,583.03	8.96%	0.12	0.40	0.21	71.8%	62.4	4655	0.06	10.71	1.23
835	55	1.50	24	\$157,786,982.66	6.59%	0.09	0.36	0.15	71.5%	59.8	4720	0.05	7.57	1.21
58	41	1.50	17	\$268,273,195.79	9.78%	0.14	0.41	0.15	70.7%	43.8	5756	0.06	10.08	1.23
834	55	1.50	23	\$449,512,490.40	12.98%	0.18	0.48	0.22	70.7%	53.5	4774	0.11	16.41	1.30
114	42	1.50	18	\$468,710,282.27	13.24%	0.19	0.49	0.23	70.7%	47.2	5554	0.10	15.57	1.28
1651	70	1.50	15	\$137,855,939.71	5.80%	0.08	0.33	0.14	70.5%	117.5	5376	0.03	5.54	1.17
1219	62	1.50	23	\$384,126,383.29	11.99%	0.17	0.46	0.21	70.4%	71.3	4637	0.09	12.88	1.29
1487	67	1.50	16	\$292,101,481.93	10.30%	0.15	0.43	0.22	70.4%	70.7	5245	0.07	10.74	1.24

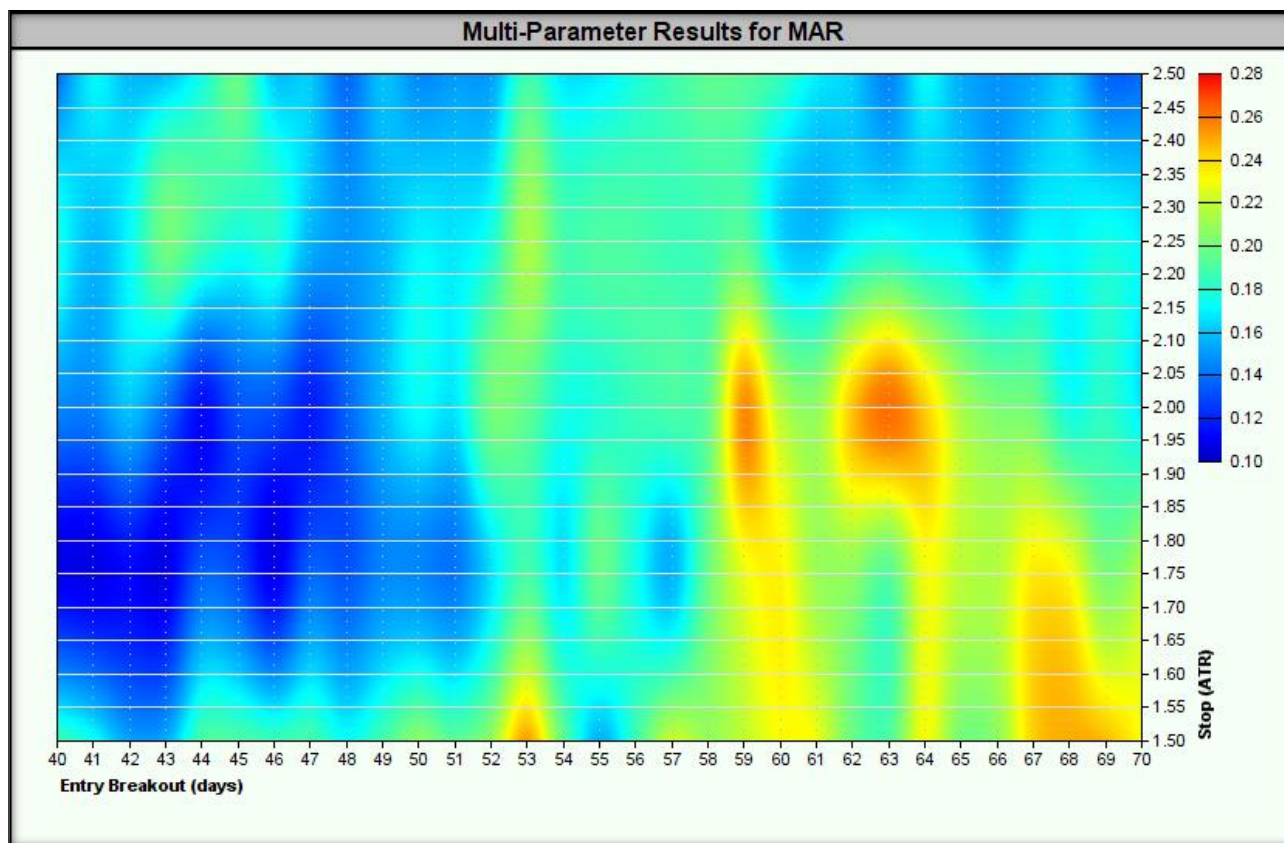
Podsumowując, strategia **zaliczyła test stabilności** w szerokim zakresie optymalizowanych parametrów na danych in-sample, ponieważ:

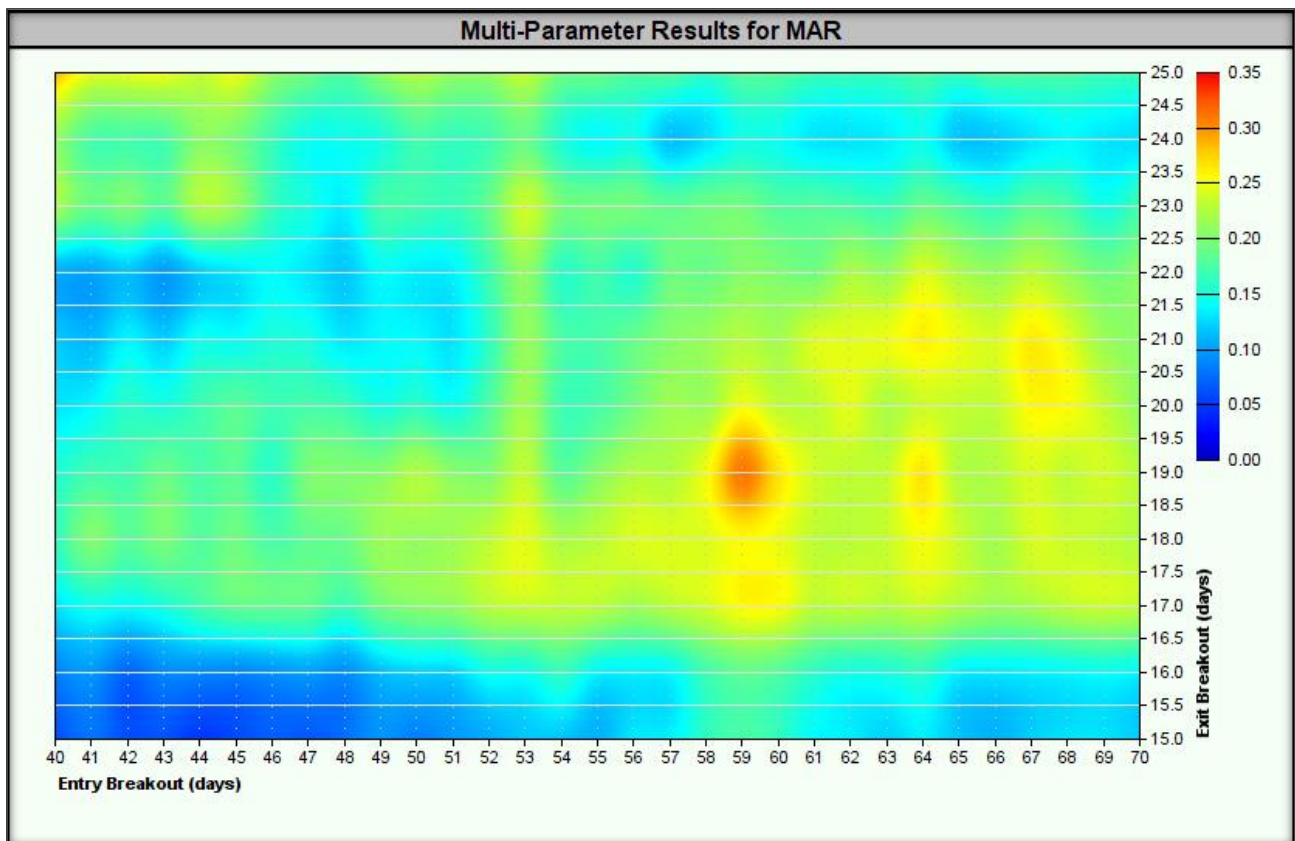
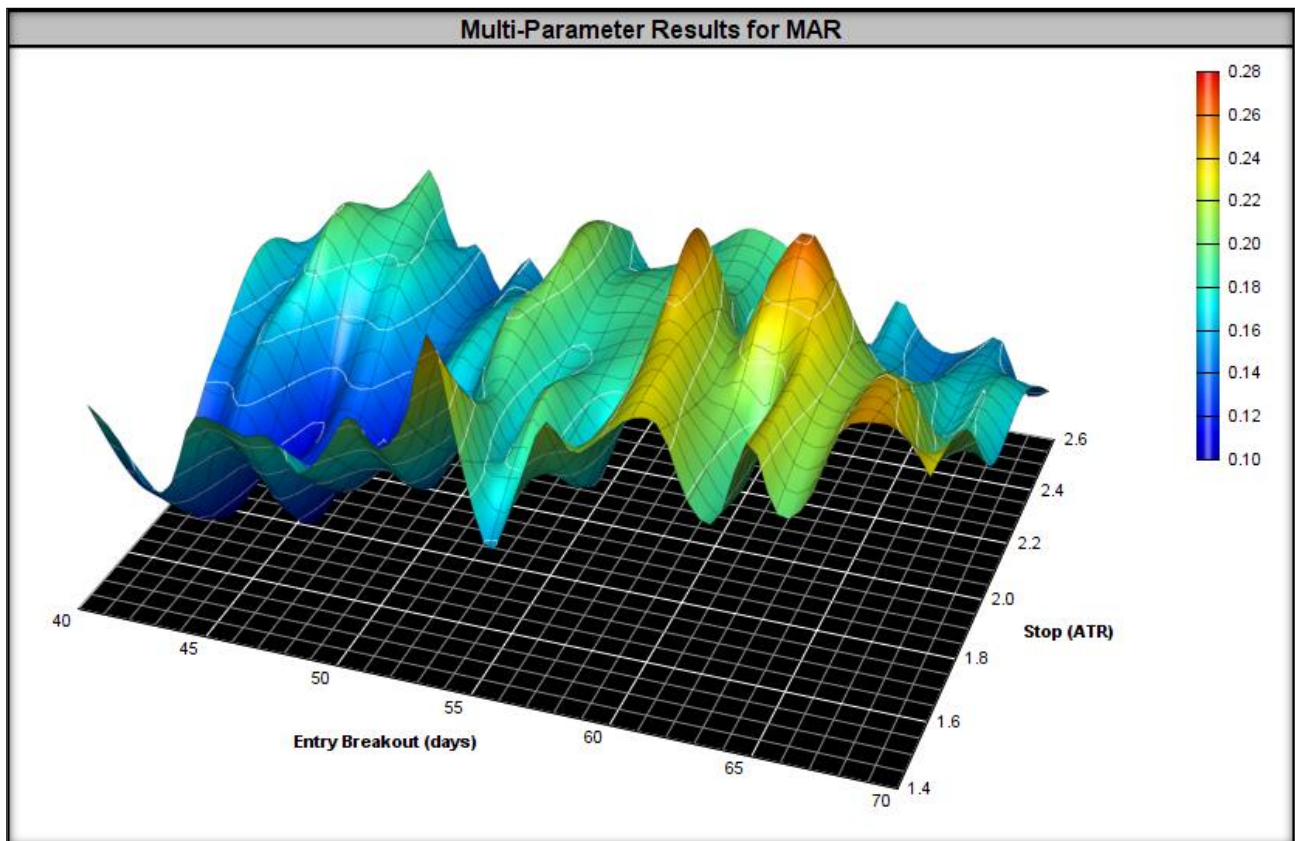
- **Wszystkie wyniki testów wykazywały dodatnią wartość wskaźnika MAR** – co wskazuje na stabilność strategii w różnych warunkach rynkowych.

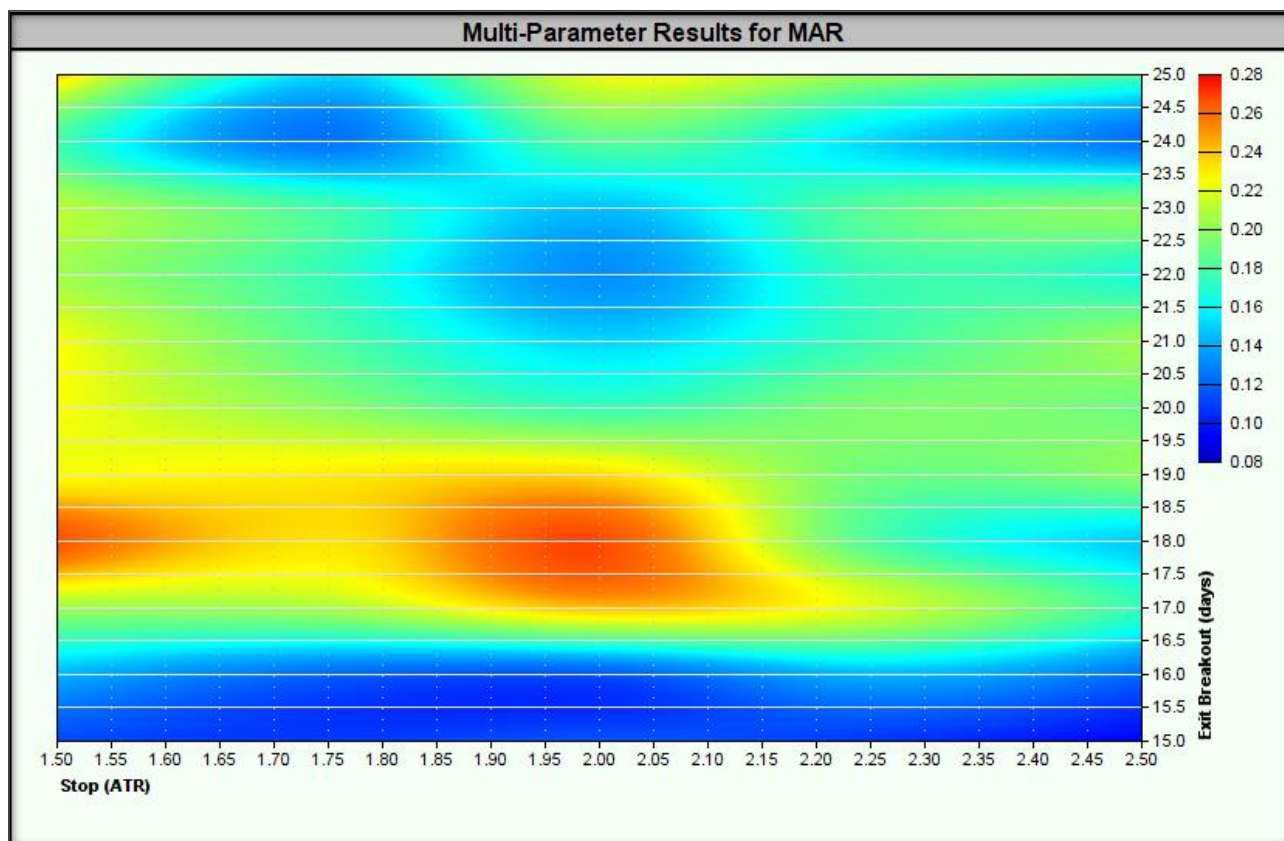
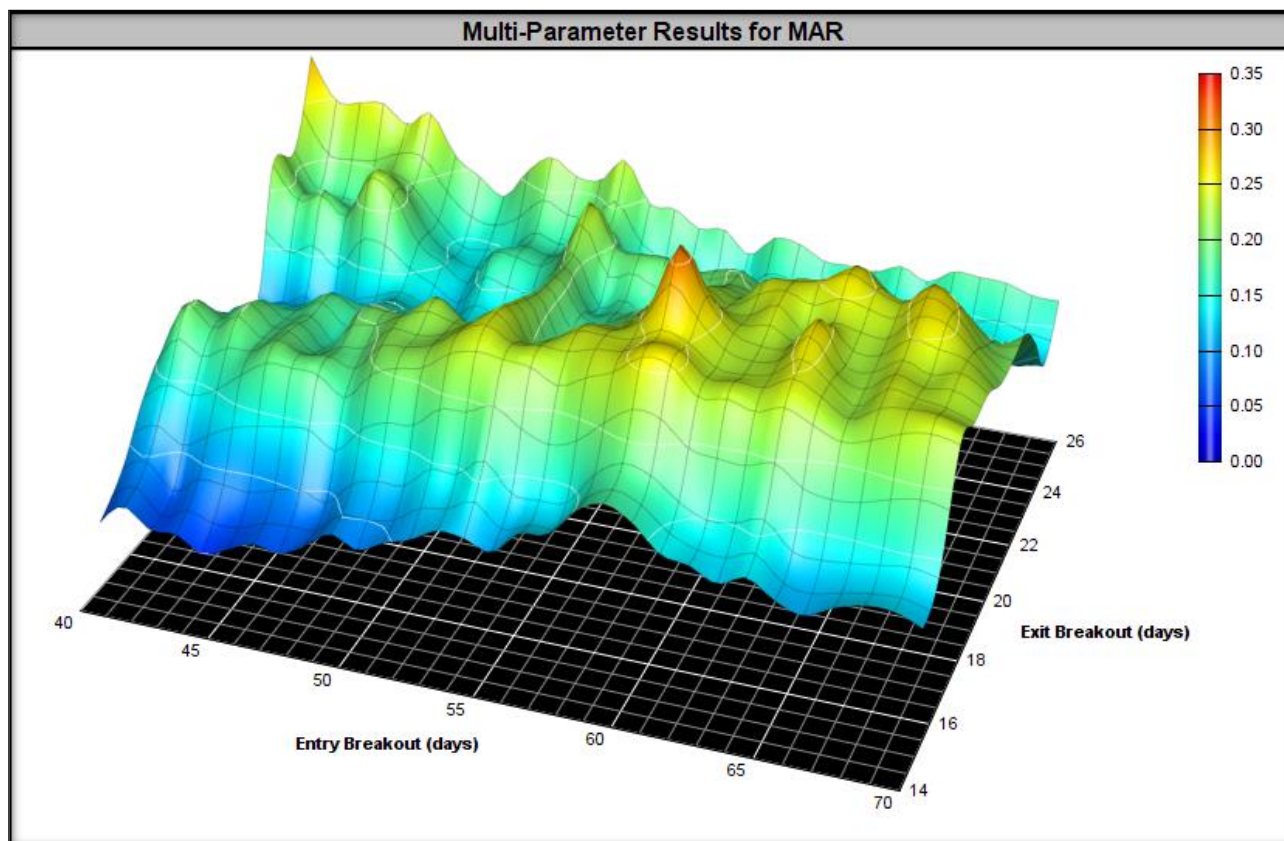


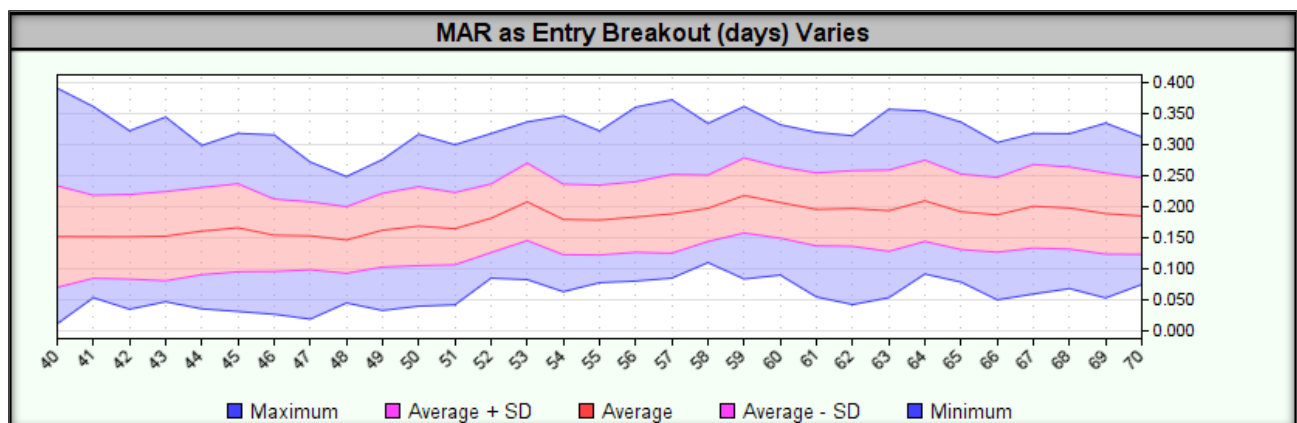
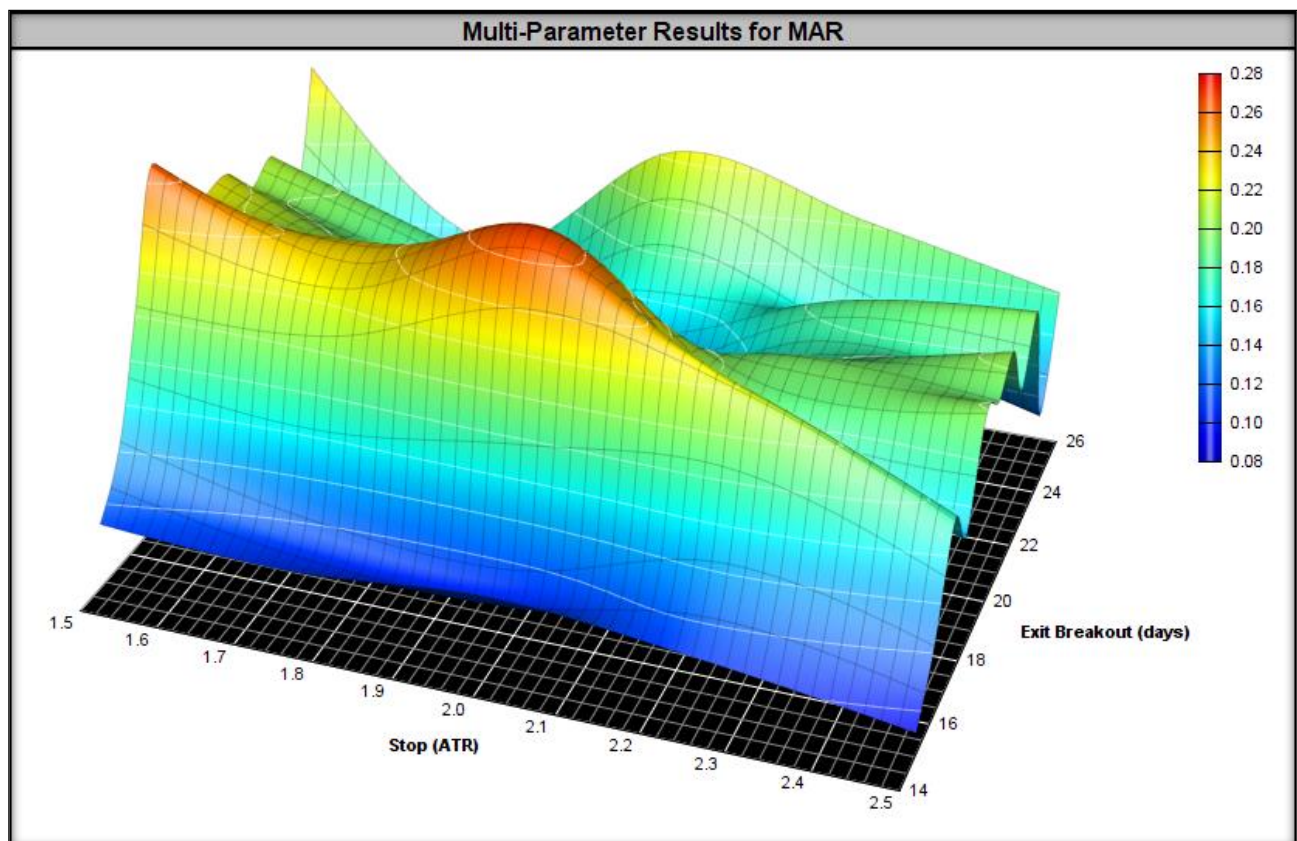
- **Maksymalny drawdown nie przekroczył 150% wartości drawdown dla wyniku z najwyższym MAR (72,5% vs. 49,0%)** – co oznacza akceptowalne ryzyko głębokich obsunięć kapitału.

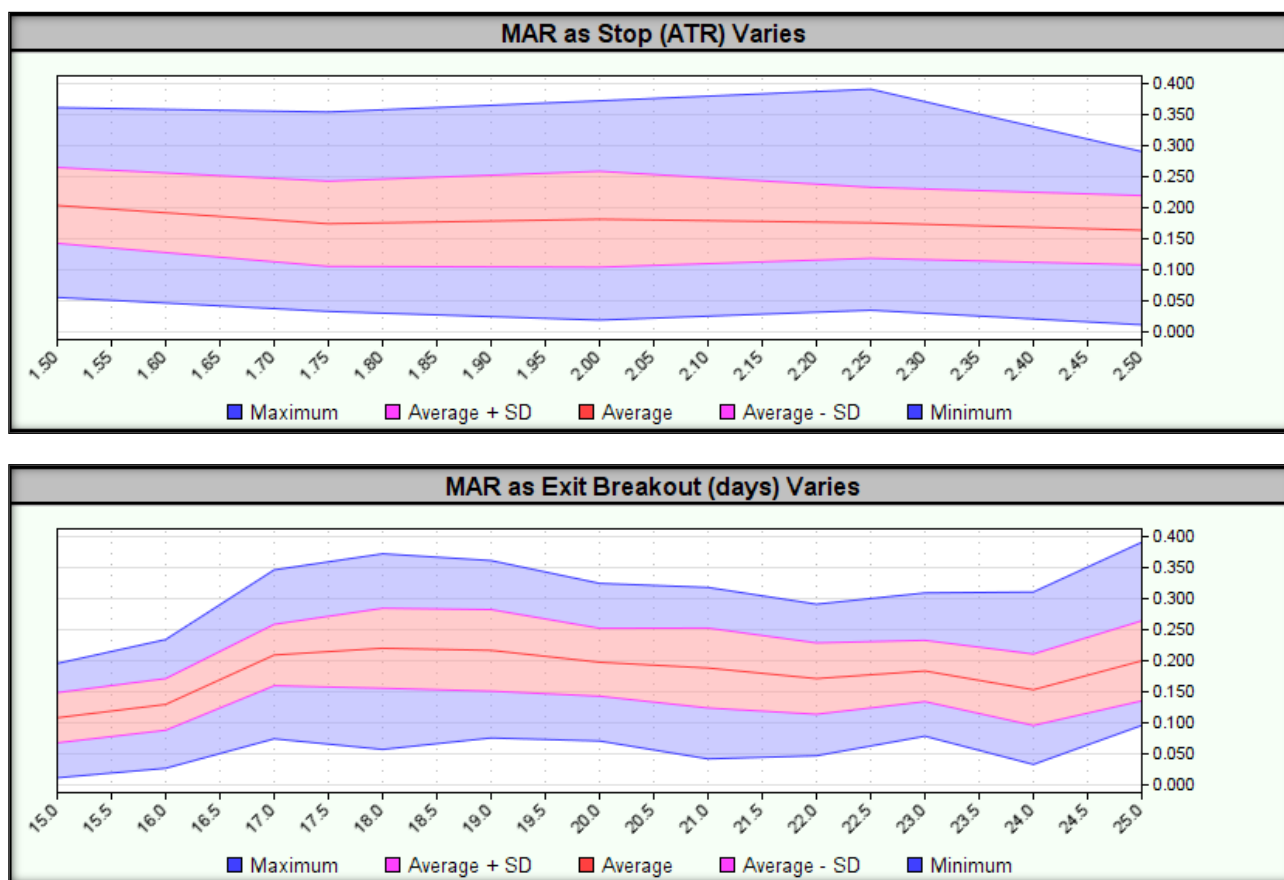
Poniżej przedstawiono **heatmapy dla testowanych zakresów**.











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 40–70 (krok: 1);
- **Exit Breakout (dni):** zakres 15–25 (krok: 1);
- **Stop (ATR):** zakres 1,5–2,5 (krok: 0,25).

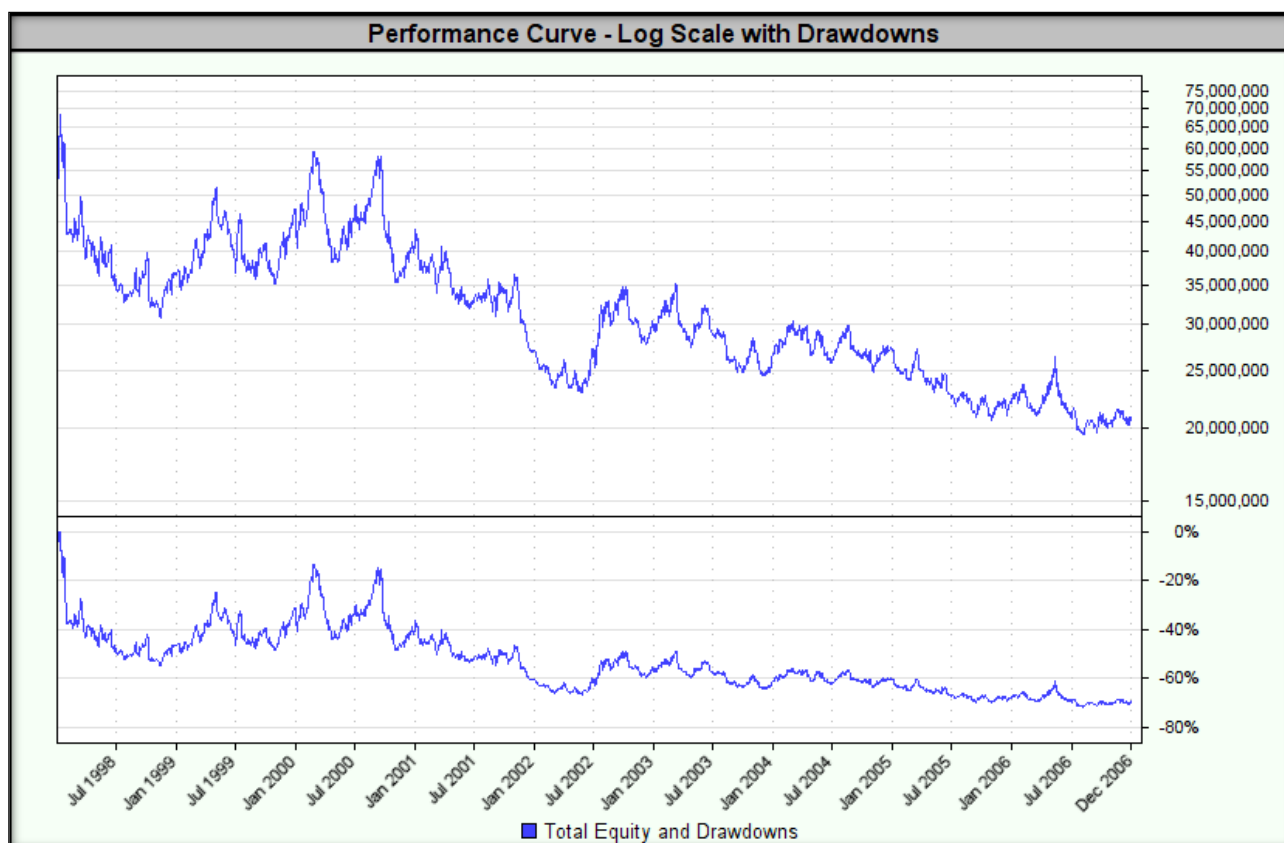
Pozostałe parametry pozostają bez zmian.

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

- **Entry Breakout (dni):** 57;
- **Exit Breakout (dni):** 16;
- **Stop (ATR):** 1,5.

Test	Entry Breakout (days)	Stop (ATR)	Exit Breakout (days)	End Balance	CAGR%	MAR	Sharpe	Ann. Sharpe	Max TE DD	Longest DD	Trades	R3	RAR [%]	%PF
937	57	1.50	16	\$20,649,442.87	-9.37%	-0.13	-0.16	-0.53	71.5%	107.5	2885	-0.31	-8.27	0.93
772	54	1.50	16	\$20,861,894.41	-9.26%	-0.13	-0.17	-0.55	71.2%	107.5	2889	-0.30	-8.05	0.93
827	55	1.50	16	\$20,970,381.48	-9.21%	-0.13	-0.17	-0.53	71.0%	107.5	2887	-0.29	-7.81	0.93
717	53	1.50	16	\$20,683,084.65	-9.35%	-0.13	-0.18	-0.52	72.2%	107.5	2912	-0.31	-8.48	0.93
552	50	1.50	16	\$21,075,271.46	-9.16%	-0.13	-0.16	-0.49	71.9%	107.5	2923	-0.31	-8.53	0.94
830	55	1.50	19	\$19,978,007.90	-9.70%	-0.13	-0.17	-0.47	76.6%	75.3	2686	-0.16	-10.41	0.94
829	55	1.50	18	\$21,215,642.48	-9.09%	-0.13	-0.15	-0.45	72.6%	107.5	2759	-0.32	-8.80	0.93
774	54	1.50	18	\$21,350,265.28	-9.03%	-0.12	-0.15	-0.46	72.6%	107.5	2755	-0.33	-8.94	0.94
1047	59	1.50	16	\$22,052,898.50	-8.70%	-0.12	-0.12	-0.49	70.3%	107.5	2821	-0.30	-8.02	0.95
992	58	1.50	16	\$22,152,161.43	-8.66%	-0.12	-0.14	-0.47	70.1%	107.5	2840	-0.29	-7.62	0.94
662	52	1.50	16	\$21,995,082.37	-8.73%	-0.12	-0.16	-0.46	70.9%	107.5	2894	-0.29	-7.71	0.94

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



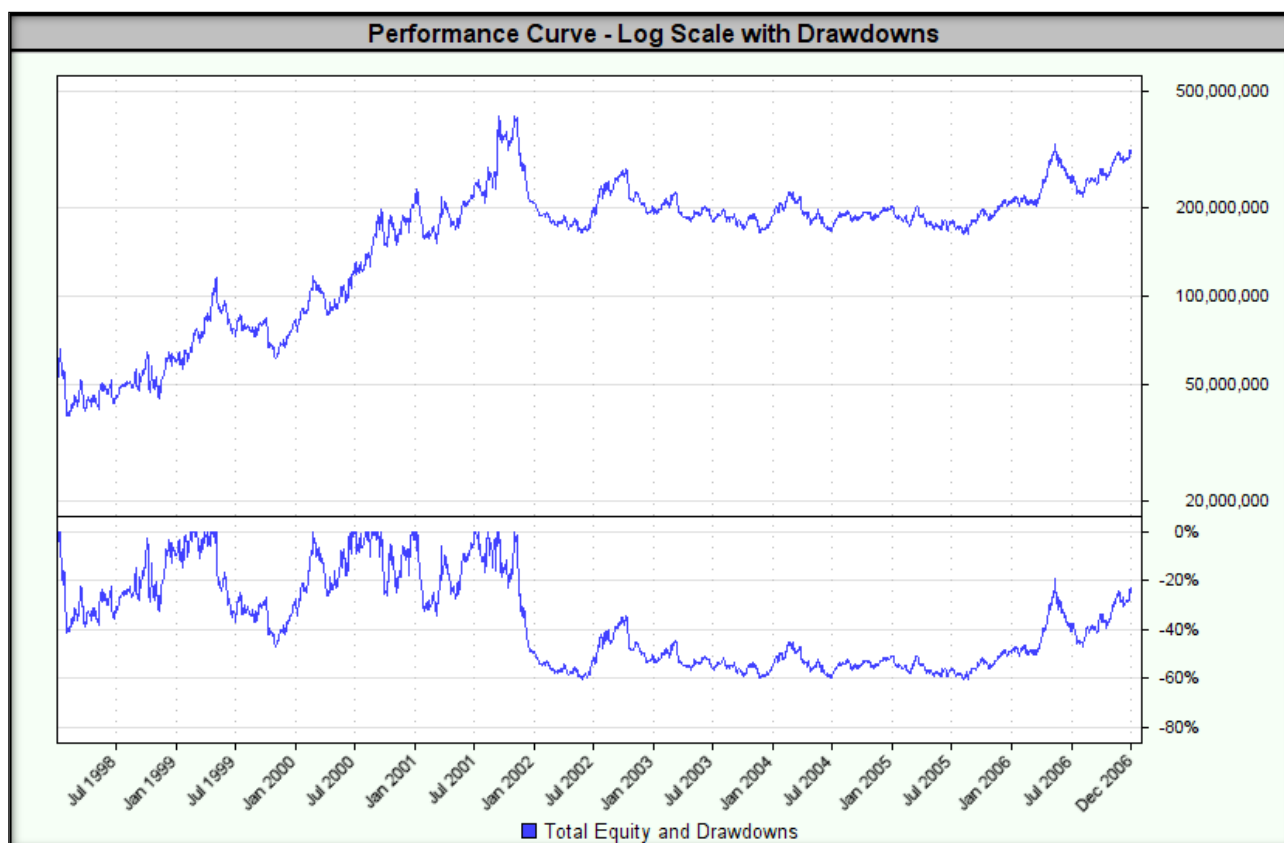
Natomiast najwyższa wartość MAR, w wysokości 0,37, została osiągnięta dla parametrów:

- Entry Breakout (dni): 45;
- Exit Breakout (dni): 25;
- Stop (ATR): 1,75.

Najwyższej wartości MAR towarzyszył drawdown na poziomie 60,3%.

Test	Entry Breakout (days)	Stop (ATR)	Exit Breakout (days)	End Balance	CAGR%	MAR	Sharpe	Ann. Sharpe	Max TE DD	Longest DD	Trades	R3	RAR [%]	%PF
297	45	1.75	25	\$308,095,333.17	22.41%	0.37	0.69	0.46	60.3%	61.9	2005	0.27	17.93	1.42
242	44	1.75	25	\$259,227,108.68	20.09%	0.33	0.65	0.55	60.7%	63.5	2020	0.21	14.99	1.38
231	44	1.50	25	\$217,088,039.76	17.74%	0.30	0.59	0.62	58.7%	61.9	2264	0.19	12.91	1.31
187	43	1.75	25	\$218,603,549.02	17.83%	0.29	0.61	0.51	60.7%	63.5	2067	0.19	13.52	1.34
230	44	1.50	24	\$197,699,757.06	16.52%	0.27	0.57	0.51	61.3%	54.0	2307	0.14	9.73	1.29
1232	62	1.75	25	\$187,647,692.22	15.85%	0.27	0.56	0.59	59.4%	54.0	1944	0.10	7.02	1.33
1287	63	1.75	25	\$165,089,704.12	14.21%	0.25	0.53	0.49	57.8%	67.3	1937	0.06	4.73	1.30
407	47	1.75	25	\$172,309,110.44	14.75%	0.24	0.54	0.33	61.2%	61.9	2039	0.16	11.26	1.31
352	46	1.75	25	\$167,903,501.15	14.42%	0.24	0.54	0.48	60.0%	61.9	2042	0.15	10.40	1.30
319	45	2.25	25	\$151,118,744.76	13.09%	0.23	0.52	0.41	56.2%	61.9	1755	0.12	7.33	1.28
176	43	1.50	25	\$158,082,438.32	13.66%	0.23	0.51	0.60	59.3%	61.9	2312	0.10	7.56	1.27

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



Dla wszystkich kombinacji testowanych zakresów parametrów, **najwyższy drawdown wyniósł 76,6%**.

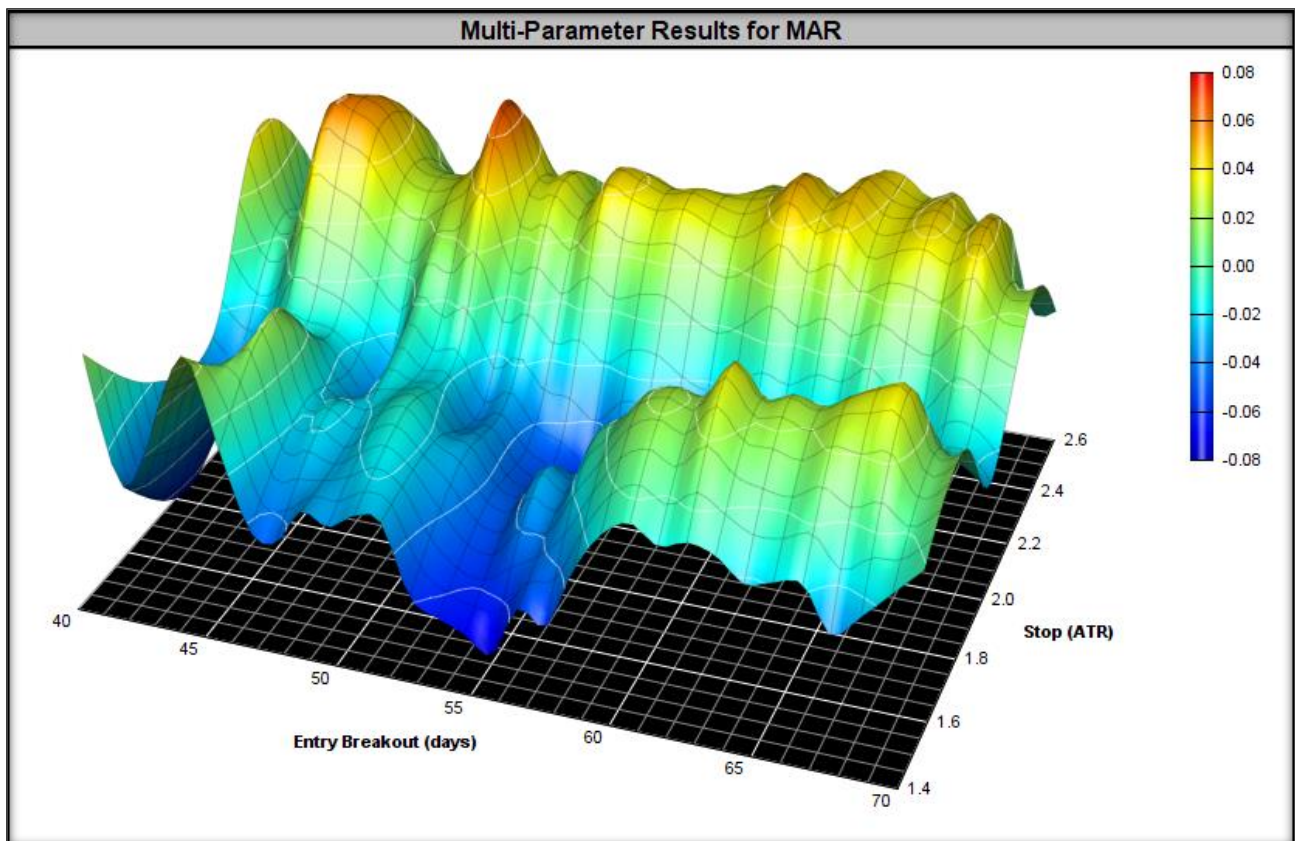
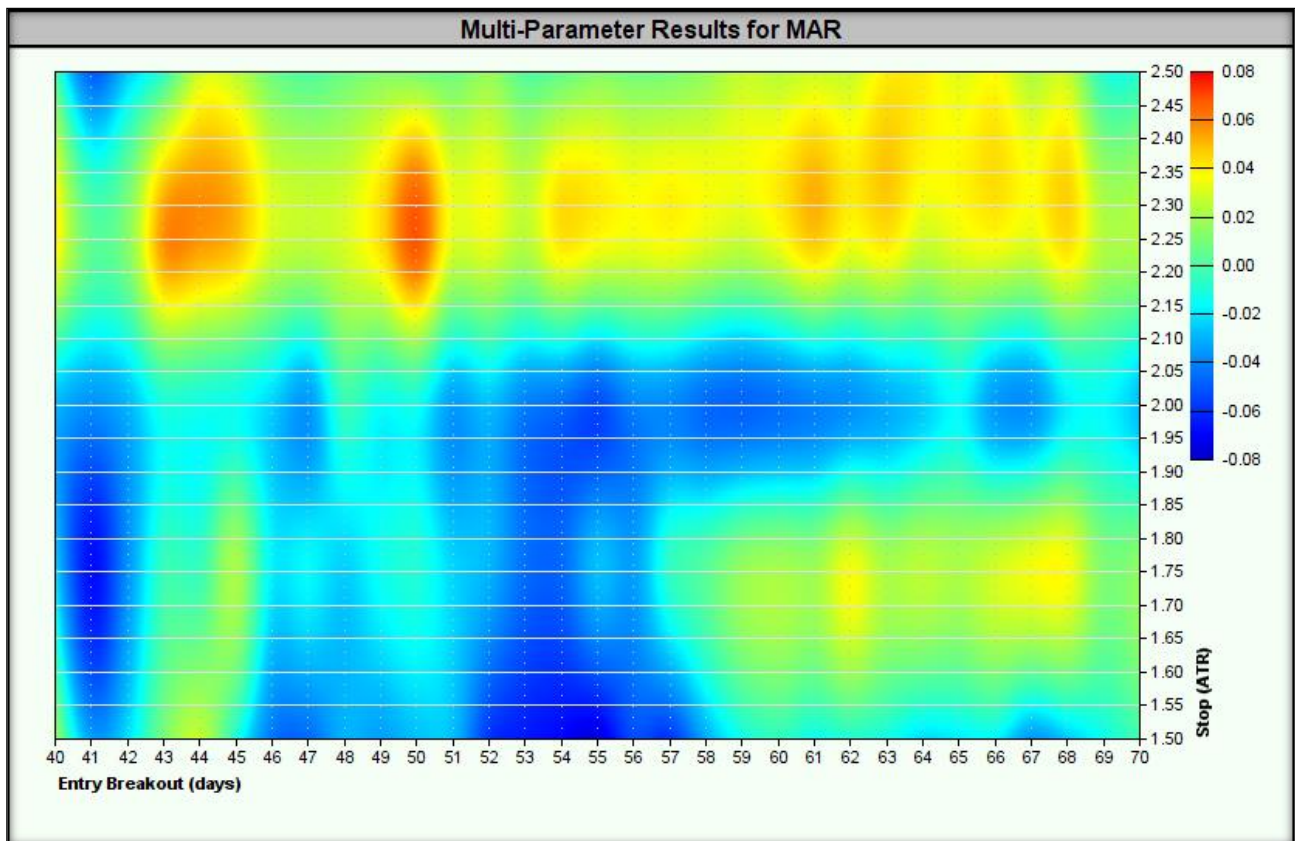
Test	Entry Breakout (days)	Stop (ATR)	Exit Breakout (days)	End Balance	CAGR%	MAR	Sharpe	Ann. Sharpe	Max TE DD	Longest DD	Trades	R3	RAR [%]	%PF
830	55	1.50	19	\$19,978,007.90	-9.70%	-0.13	-0.17	-0.47	76.6%	75.3	2686	-0.16	-10.41	0.94
553	50	1.50	17	\$21,567,497.55	-8.93%	-0.12	-0.15	-0.50	73.9%	75.3	2863	-0.21	-9.90	0.95
555	50	1.50	19	\$29,996,029.42	-5.52%	-0.07	-0.01	-0.28	73.8%	75.3	2720	-0.12	-6.71	1.01
775	54	1.50	19	\$26,356,890.91	-6.87%	-0.09	-0.04	-0.32	73.8%	75.3	2685	-0.10	-6.85	0.99
554	50	1.50	18	\$22,432,699.95	-8.53%	-0.12	-0.14	-0.45	73.5%	107.5	2817	-0.35	-9.63	0.95
716	53	1.50	15	\$23,367,690.64	-8.11%	-0.11	-0.14	-0.40	73.2%	107.5	2983	-0.32	-8.93	0.94
940	57	1.50	19	\$28,322,418.96	-6.13%	-0.08	-0.01	-0.29	73.2%	75.6	2642	-0.09	-6.19	1.00
498	49	1.50	17	\$21,427,091.02	-8.99%	-0.12	-0.16	-0.56	73.1%	107.5	2852	-0.34	-9.29	0.94
936	57	1.50	15	\$22,961,135.40	-8.29%	-0.11	-0.14	-0.44	73.0%	107.5	2939	-0.32	-8.89	0.93
71	41	1.75	19	\$21,685,433.83	-8.87%	-0.12	-0.26	-0.54	72.7%	107.5	2523	-0.29	-7.87	0.90
829	55	1.50	18	\$21,215,642.48	-9.09%	-0.13	-0.15	-0.45	72.6%	107.5	2759	-0.32	-8.80	0.93

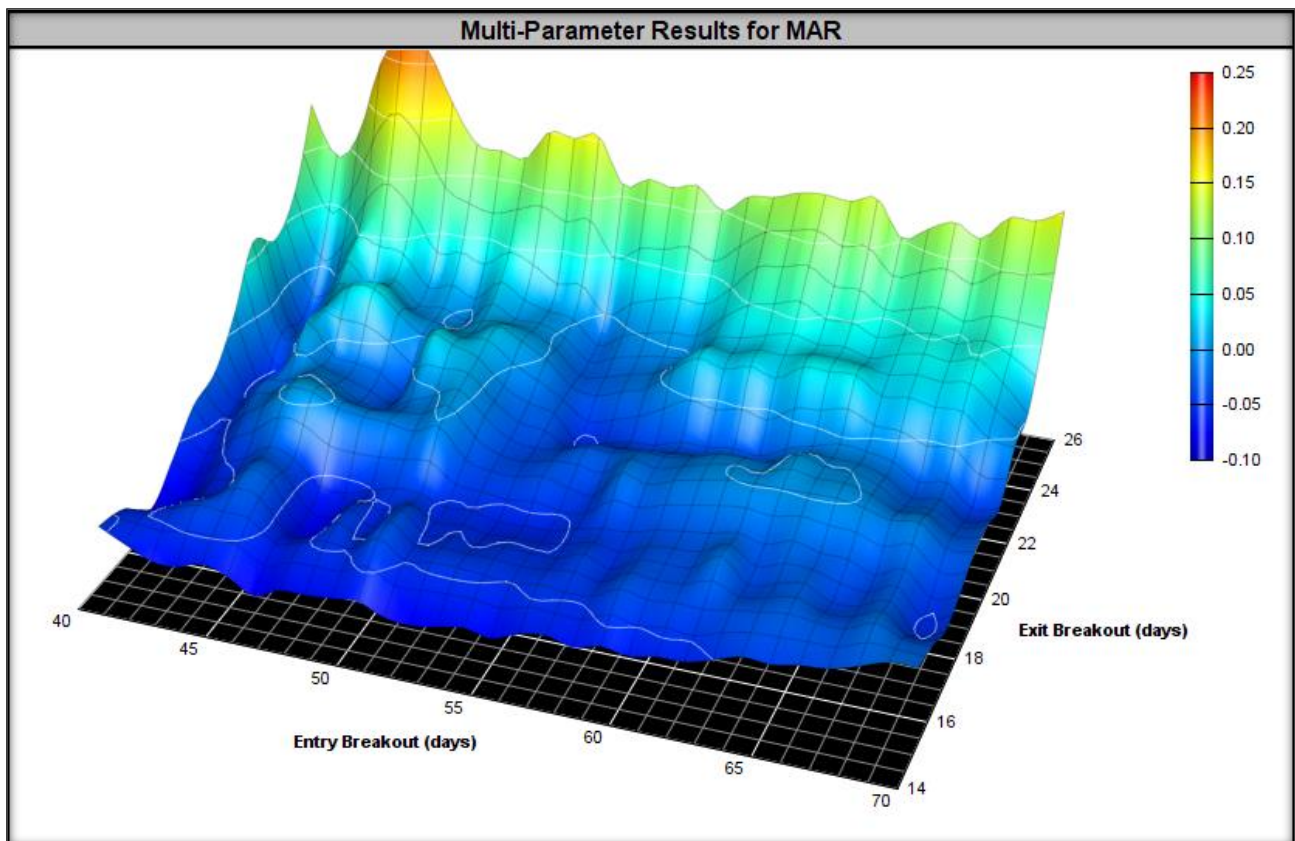
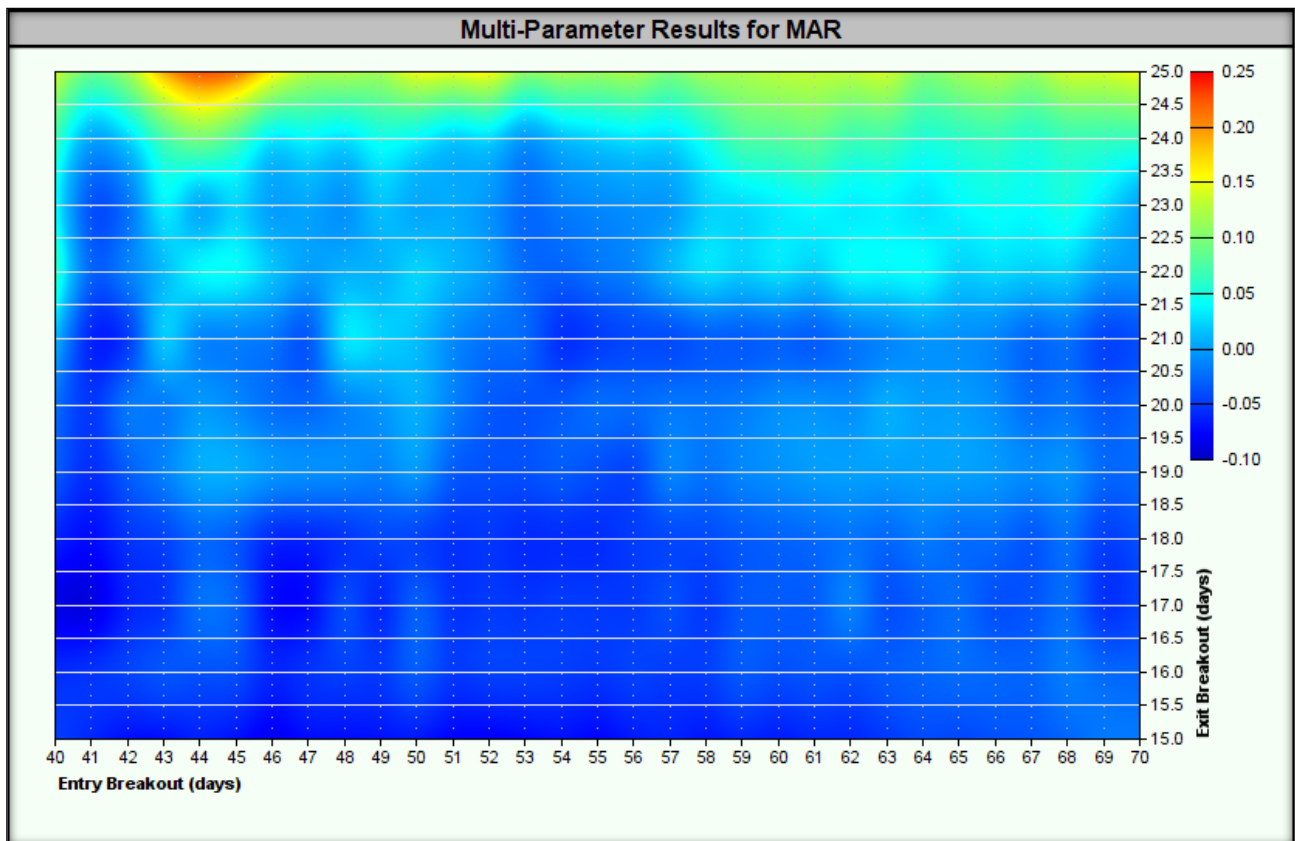
Podsumowując, strategia **nie przeszła testu stabilności** w szerokim zakresie optymalizowanych parametrów, ponieważ:

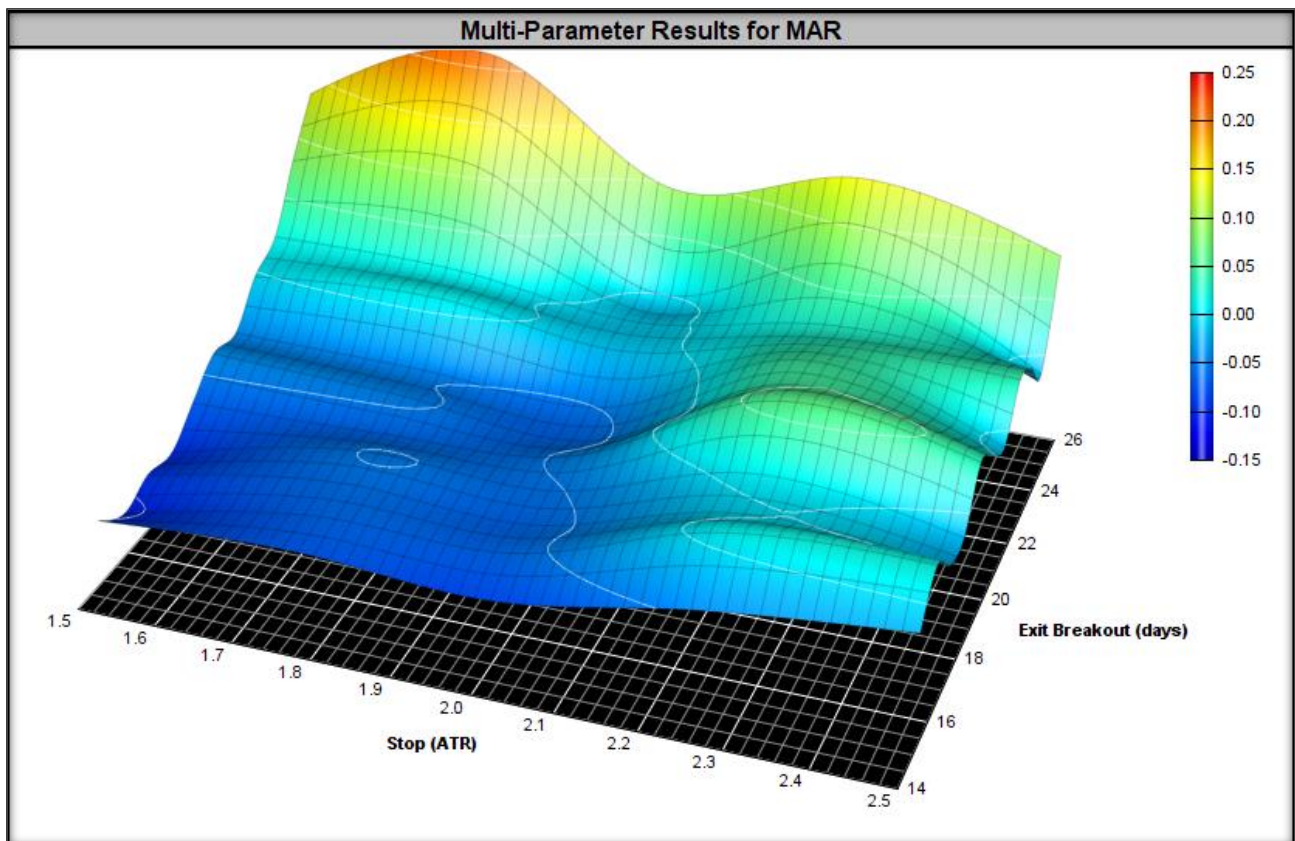
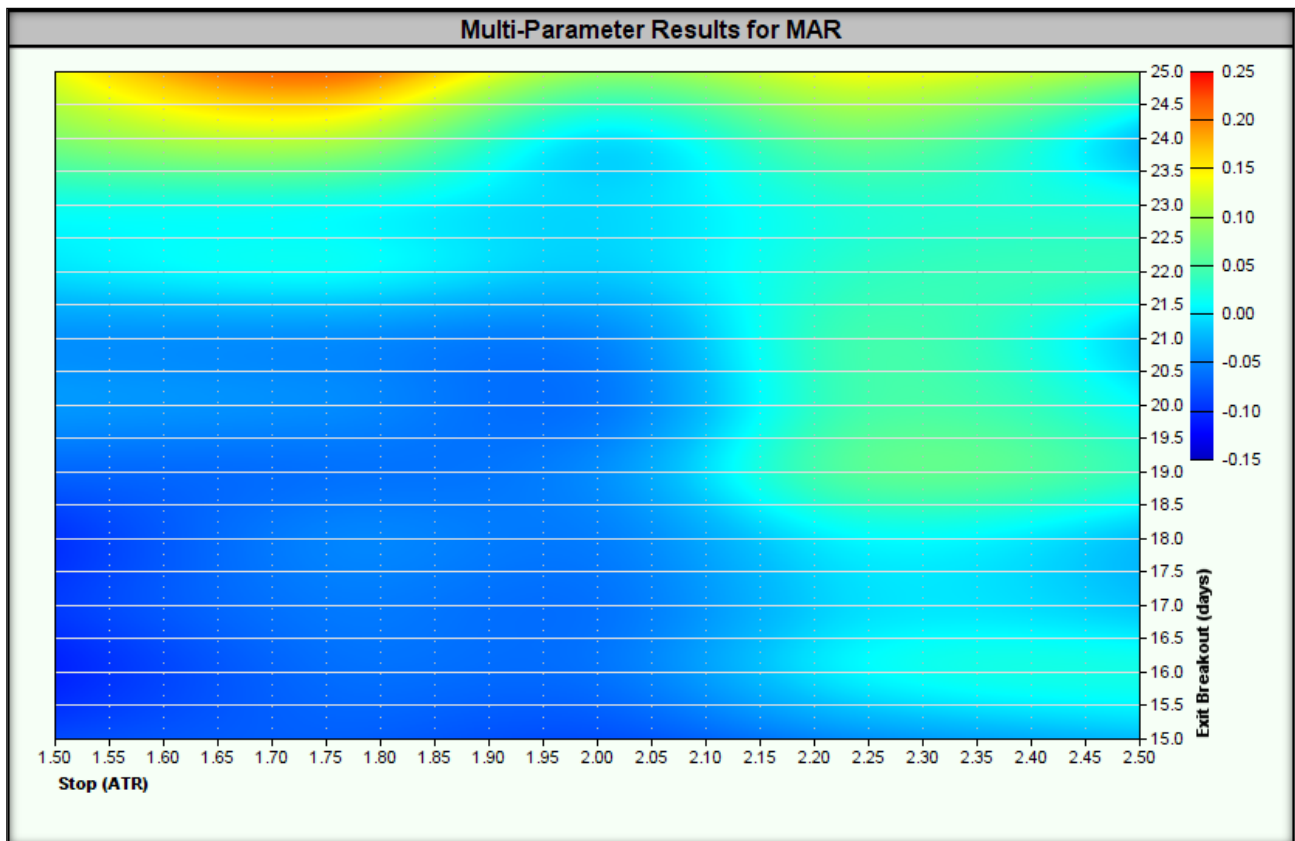
- Nie wszystkie wyniki testów wykazywały dodatnią wartość wskaźnika MAR – co wskazuje na niską stabilność strategii w różnych warunkach rynkowych.

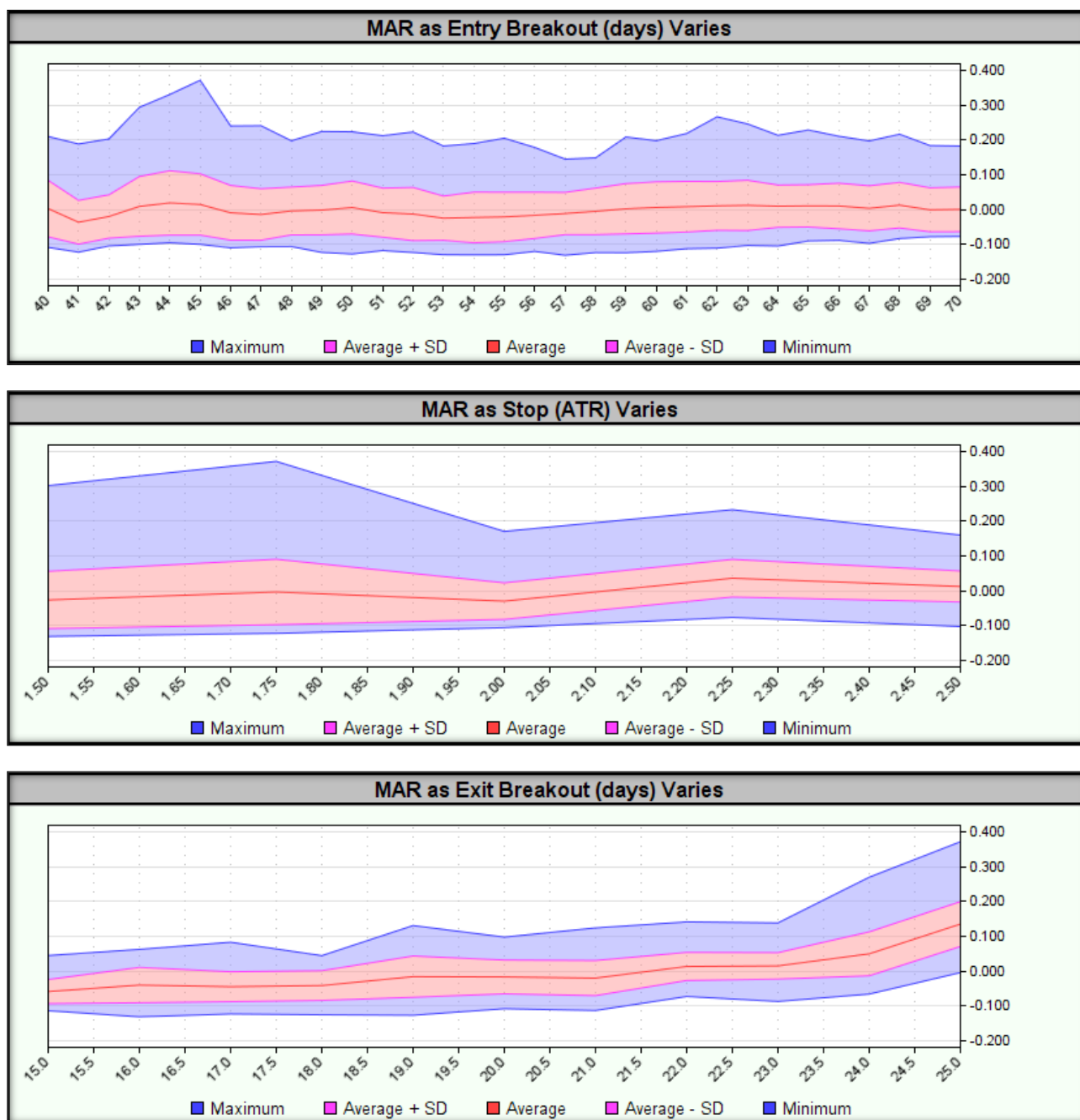
Tym samym dalsze testowanie strategii nie jest zasadne, ponieważ jej wykorzystanie w realnych transakcjach **jest wysoce wątpliwe**.

Poniżej przedstawiono heatmapy dla testowanych zakresów.









2. Symulacja Monte Carlo

Krok został pominięty z uwagi na niezaliczenie wcześniejszych testów stabilności.

3. Stabilność na ruchomym oknie czasowym

Krok został pominięty z uwagi na niezaliczenie wcześniejszych testów stabilności.

4. Stabilność long/short

Krok został pominięty z uwagi na niezaliczenie wcześniejszych testów stabilności.



5. Stabilność na portfelu instrumentów finansowych

Krok został pominięty z uwagi na niezaliczenie wcześniejszych testów stabilności.

6. Money Management (Position Sizing)

Krok został pominięty z uwagi na niezaliczenie wcześniejszych testów stabilności.

7. Strategy Risk Management

Krok został pominięty z uwagi na niezaliczenie wcześniejszych testów stabilności.



Krok 5: Walk-Forward Analysis

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

1. Jakiej stopy zwrotu można oczekiwać od strategii?

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

2. Jaki zestaw parametrów zastosować w kolejnym okresie?

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

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

1. Optymalizacja (In-Sample):

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

2. Testowanie (Out-of-Sample):

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

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

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

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

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

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

Krok został pominięty z uwagi na niezaliczenie wcześniejszych testów stabilności.



Krok 6: Wykorzystanie strategii w czasie rzeczywistym

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

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

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

Kluczowe kryteria oceny strategii przed wdrożeniem:

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

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

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

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

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

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



Dzięki temu:

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

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