



Bollinger Breakout v.1

Podsumowanie testów strategii inwestycyjnej

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

Optymalizacja tej strategii wykazała, że **najlepsze wyniki osiąga się przy zastosowaniu:**

- **Średnia krocząca:** 275 dni
- **Górna/dolna wstęga Bollingera:** 2,00
- **Środkowa wstęga Bollingera:** 0,50
- **Wielkość pozycji odpowiadająca ryzyku:** 1,5% wartości kapitałów
- **Początkowe zlecenia stop loss na poziomie zlecenia exit**
- **Maksymalna ilość pozycji otwartych w mocno skorelowanych instrumentach:** 3 pozycje
- **Maksymalna ilość pozycji otwartych w średnio skorelowanych instrumentach:** 6 pozycje
- **Maksymalna ilość pozycji otwartych w jednym kierunku:** 12 pozycje

Testy Walk-Forward zostały zaliczone, a **optymalne okno optymalizacji** wynosi **1918/548 dni**. Wyniki analizy **WFA** za okres **01.01.1995 – 31.12.2024** wyniosły:

- **Wielkość pozycji:** 1,5% Fixed Fractional
- **CAGR:** 18,7%
- **MAR:** 0,51
- **Maksymalny drawdown:** 36,9%

Należy zwrócić uwagę, że przy wielkości pozycji wynoszącej 1,5% wartości kapitałów, **utrata kapitału w 95% symulacji Monte Carlo wynosiła 62% lub mniej**. Jest to stosunkowo wysoki poziom, dlatego **należy rozważyć dostosowanie wielkości pozycji, aby osiągnąć akceptowalny poziom drawdown** zgodny z indywidualnym profilem ryzyka.

Strategia osiągnęła **dobre wyniki we wszystkich testach**, co oznacza, że może być **rozważana jako jedna z strategii trend-following**, która może zostać **dodana do portfela inwestycyjnego**, o ile zostanie wdrożona w sposób konsekwentny i zgodny z zasadami zarządzania ryzykiem.



Spis treści

Podsumowanie testów strategii inwestycyjnej	1
Krok 1: Sformułowanie strategii inwestycyjnej	3
Krok 2: Określenie zasad inwestycyjnych.....	4
Krok 3: Przeprowadzenie wstępnego testu strategii inwestycyjnej.....	5
Krok 4: Optymalizacja strategii inwestycyjnej.....	8
1. Test elementu otwarcia pozycji (Entry) w krótkim horyzoncie czasowym	8
2. Testy prostego elementu exit.....	15
3. Filtr trendu/braku trendu	24
4. Sposób otwarcia pozycji, formacje świecowe, wielkość ostatniej świecy.....	24
5. Stop loss (zarządzanie ryzykiem pozycji)	26
6. Piramidowanie pozycji.....	30
7. Zarządzanie zyskami	31
8. Money Management (Position Sizing)	31
9. Strategy Risk Management.....	32
Krok 5: Ocena stabilności strategii inwestycyjnej.....	37
1. Testowanie stabilności parametrów	37
2. Testowanie strategii na różnych skalach czasowych.....	37
3. Testowanie na ruchomym oknie	38
4. Monte Carlo.....	39
5. Long/short bias.....	41
6. Walk-Forward Analysis	42
Krok 6: Wykorzystanie strategii w czasie rzeczywistym	58



Krok 1: Sformułowanie strategii inwestycyjnej

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

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

Podstawowe założenia strategii:

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

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

Charakterystyka strategii oraz jej silne i słabe strony:

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

Strategia Bollinger Breakout, mimo swoich wad, oferuje solidne narzędzie do identyfikacji potencjalnych momentów rozpoczęcia nowego trendu. Jej sukces zależy jednak od umiejętności inwestora w zarządzaniu ryzykiem oraz w odpowiednim dostosowaniu jej do warunków rynkowych.



Krok 2: Określenie zasad inwestycyjnych

Oto pseudokod dla strategii Bollinger Breakout na danych dziennych:

1. Oblicz wstęgi Bollingera:

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

2. Sprawdź sygnał kupna:

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

3. Sprawdź sygnał sprzedaży:

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

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

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

Powyższe zasady zostały opisane w sposób, który umożliwia bezpośrednie tłumaczenie na skrypt w wybranej platformie testowej, zapewniając dokładność symulacji historycznej i wiarygodność wyników testów.

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



Krok 3: Przeprowadzenie wstępnego testu strategii inwestycyjnej

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

- **Poprawność generowanych sygnałów;**
- **Kierunek otwarcia pozycji;**
- **Moment otwarcia pozycji;**
- **Cenę otwarcia pozycji;**
- **Moment zamknięcia pozycji;**
- **Cenę zamknięcia pozycji;**
- **Zgodność transakcji z teoretycznymi założeniami strategii inwestycyjnej.**

Na tym etapie **nie ma znaczenia**, czy transakcje są **zyskowe**, jaki **instrument został wykorzystany** ani czy miały miejsce **niedawno** czy **w odległej przeszłości**. Kluczowe jest **sprawdzenie, czy transakcje są generowane poprawnie** i zgodnie z założeniami opisanymi w poprzednim kroku.

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

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

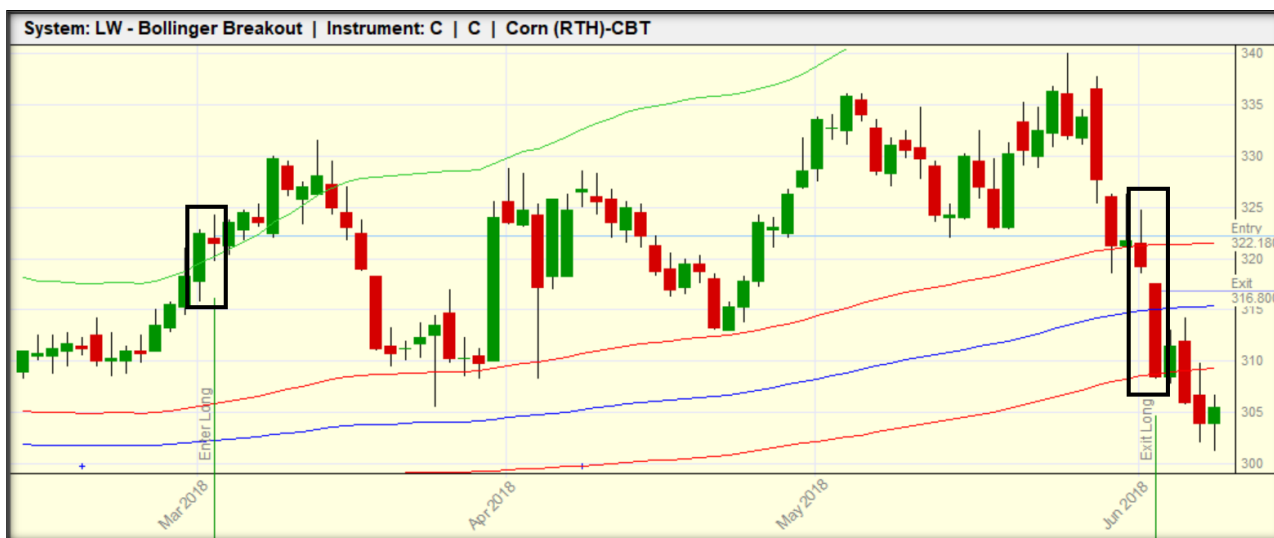
Przeanalizujmy teraz działanie sygnału kupna przy innych parametrach i na innym instrumencie.





Kolejna transakcja to zakup kontraktu futures na **kukurydzę**. Na początku marca 2018 roku wygenerowano sygnał kupna – cena zamknięcia znalazła się powyżej górnej wstęgi Bollingera (w tym przypadku górna wstęga była oddalona od średniej o 2,5 odchylenia standardowe). W prostokącie po lewej stronie wykresu zaznaczono dwie świece – pierwsza generuje sygnał, a druga oznacza dzień otwarcia pozycji (pozycję zajmujemy na otwarciu kolejnej sesji). System zadziałał prawidłowo.

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



Gdy upewnimy się, że transakcje są generowane prawidłowo, możemy przejść do pierwszego testu strategii na pełnym zbiorze danych **in-sample**. Testy te przeprowadzane są na **bazowych parametrach**, które – zgodnie z moją oceną – powinny odpowiadać założonym celom strategii.

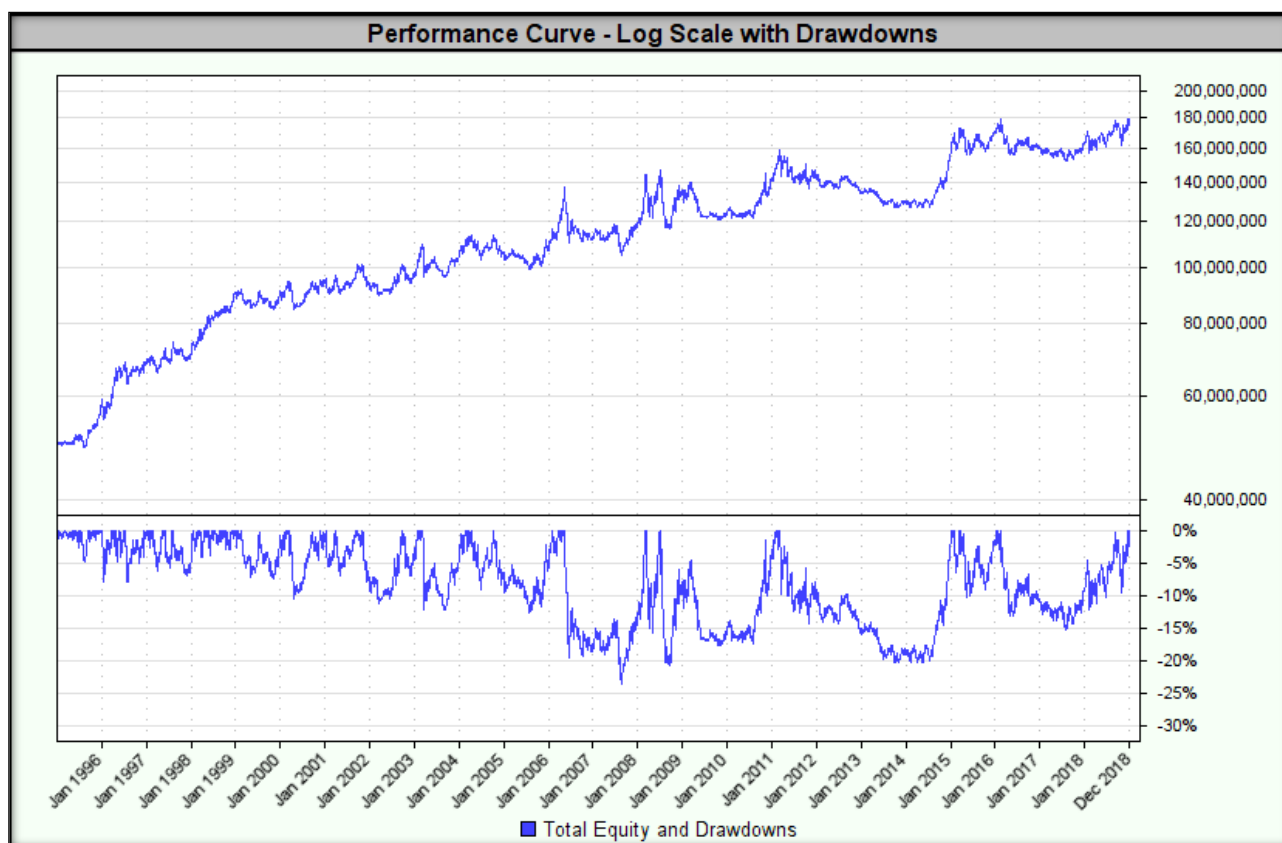
W pierwszej kolejności **odrzucaamy strategie, które liniowo tracą kapitał**. Jeśli strategia wykazuje taki schemat, jest to wyraźny sygnał, że jakakolwiek optymalizacja parametrów nie ma sensu.

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

Testowane parametry bazowe:

- Średnia krocząca: 200;
- Górna/dolna wstęga Bollingera: 2,50;
- Środkowa wstęga Bollingera: 0,00;
- Wielkość pozycji: odpowiadająca ryzyku **1% wartości kapitału**;
- Otwarcie pozycji: po cenie otwarcia kolejnego dnia.

Poniżej przedstawiono wynik testu.



Wskaźniki/Miary	Zawarcie transakcji po cenie otwarcia
CAGR%	5,6%
MAR Ratio	0,23
RAR%	4,3%
R-Cubed	0,09
Robust Sharpe Ratio	0,39
Max Drawdown	23,6%
Wins	42,4%
Losses	57,6%
Average Win%	1,67%
Average Loss%	0,69%
Win/Loss Ratio	2,41
Average Trade Duration (days)	206
Percent Profit Factor	1,78
SQN	0,70
Ilość transakcji	443

Podsumowując, system działa prawidłowo i generuje sygnały zgodnie z oczekiwaniami. Dodatkowo, testy na bazowych parametrach przyniosły zadowalające wyniki. Możemy więc przejść do najciekawszego etapu tworzenia strategii inwestycyjnej – **optymalizacji**.



Krok 4: Optymalizacja strategii inwestycyjnej

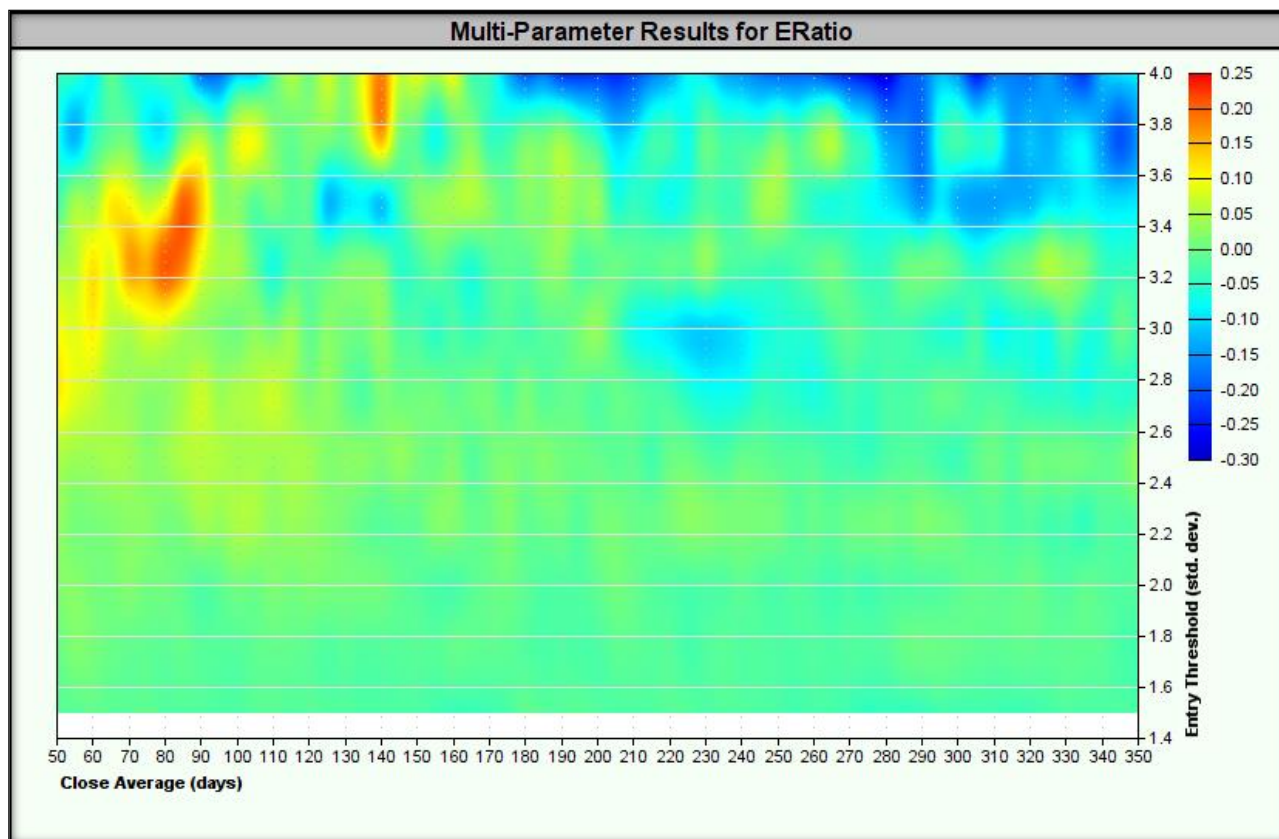
1. Test elementu otwarcia pozycji (Entry) w krótkim horyzoncie czasowym

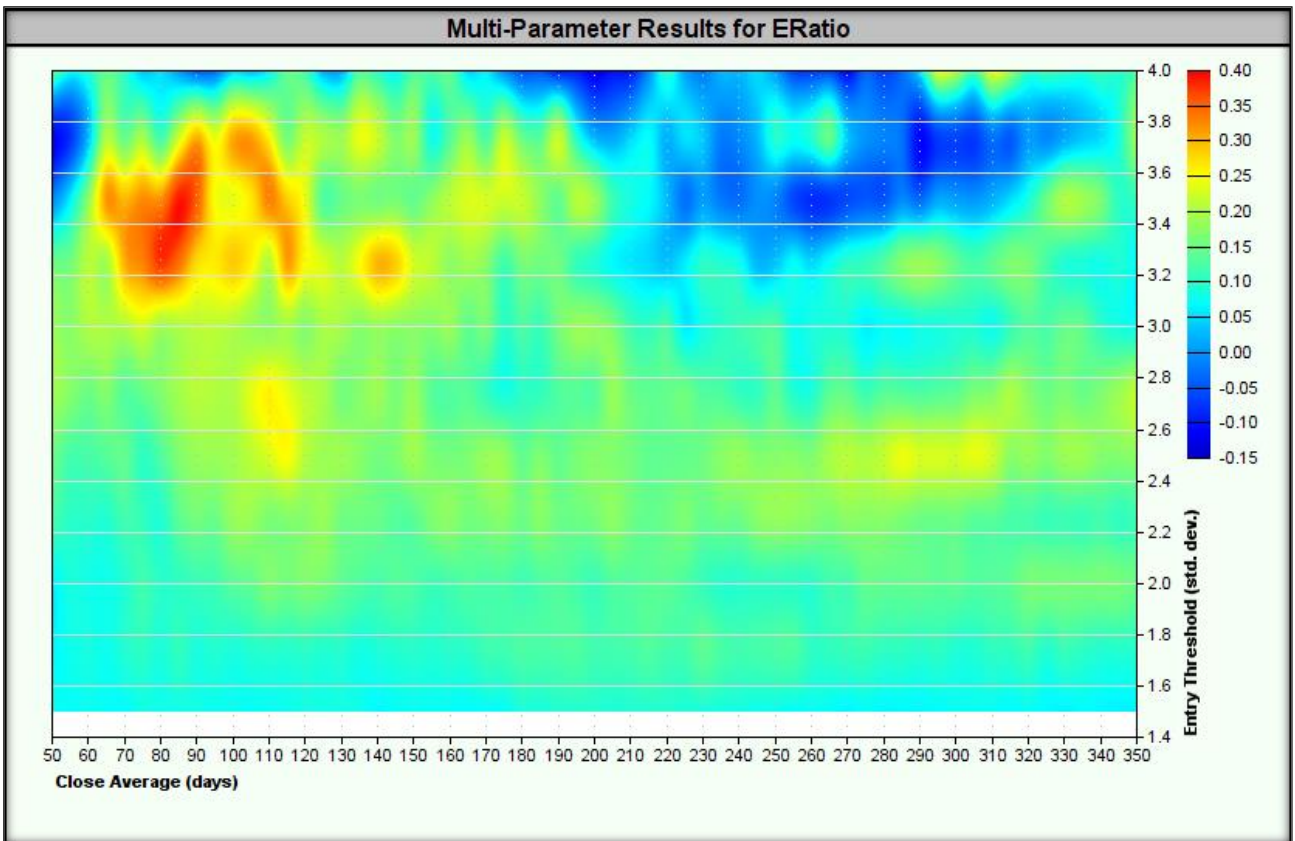
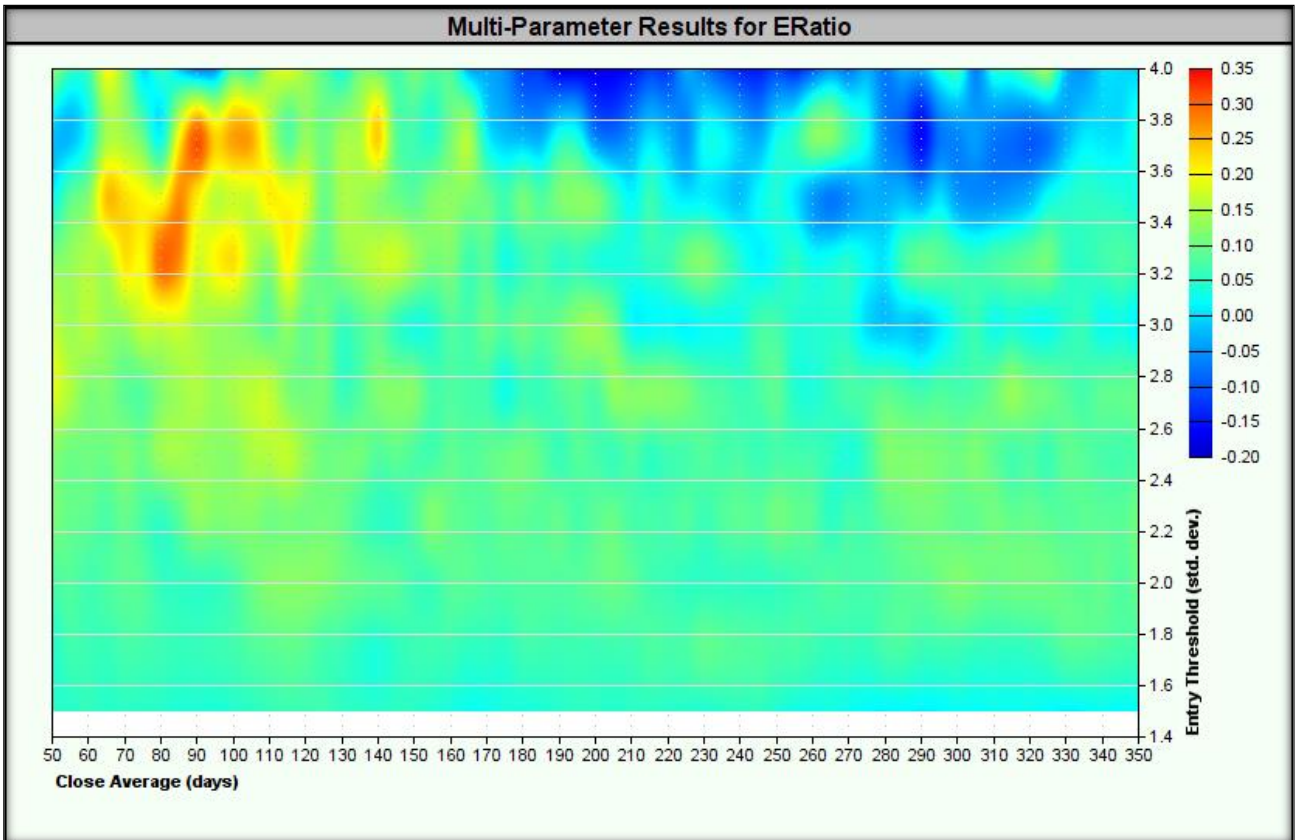
Sygnał otwarcia **pozycji długiej** jest generowany w momencie przecięcia **górnej wstęgi Bollingera**, natomiast **pozycji krótkiej** – w momencie przecięcia **dolnej wstęgi Bollingera**.

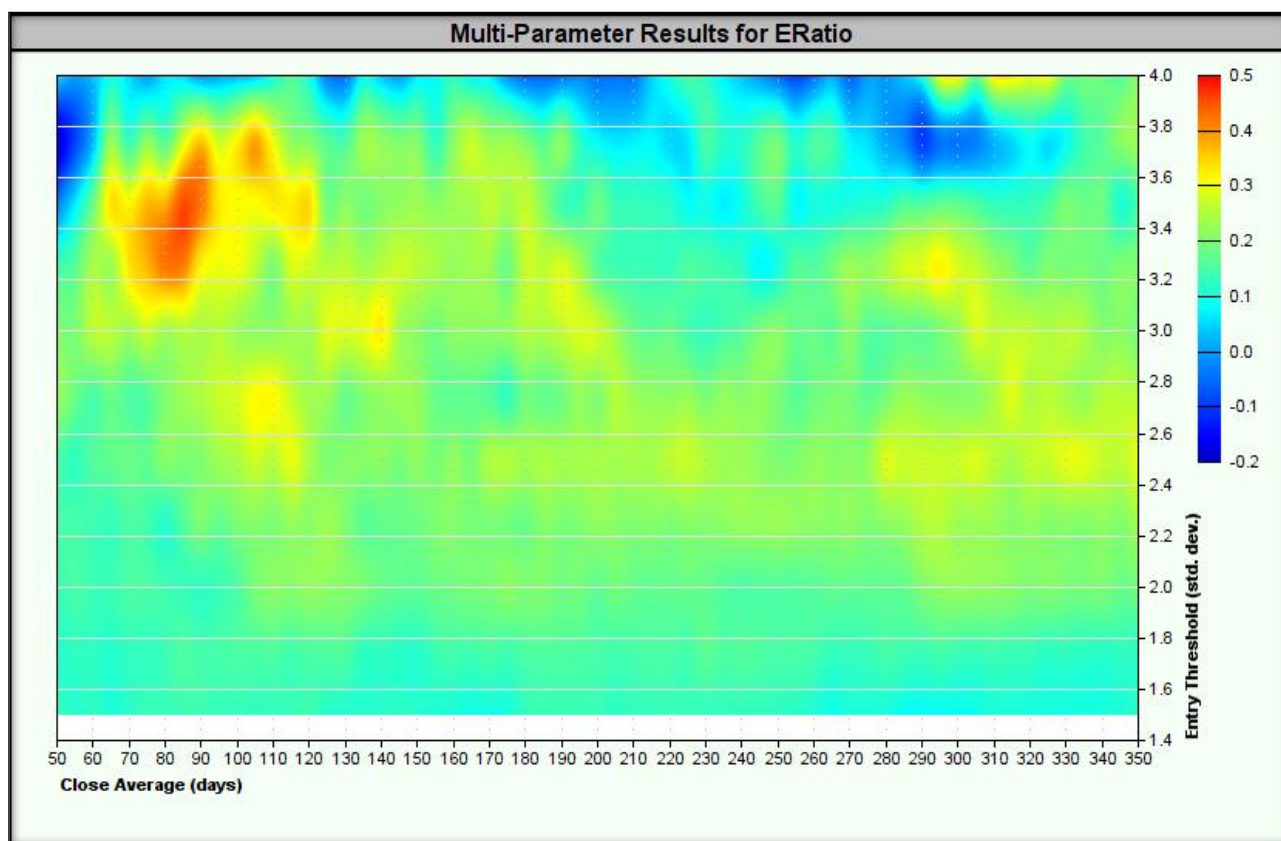
Przeanalizujemy, jaka kombinacja **górnej/dolnej wstęgi Bollingera** oraz **długości średniej kroczącej** generuje **najlepsze sygnały otwarcia pozycji** w okresach **5, 10, 15 i 20 dni**. Do oceny skuteczności wykorzystamy **wskaźnik E-ratio**.

Poniżej przedstawiono **heatmapy** dla utrzymywania pozycji przez **5, 10, 15 i 20 dni**, przy:

- Średniej kroczącej od **50 do 350 dni** (z krokiem **5 dni**).
- Górnej/dolnej wstędze Bollingera oddalonej od średniej o **1,5 do 4,0 odchylenia standardowego** (z krokiem **0,25**).



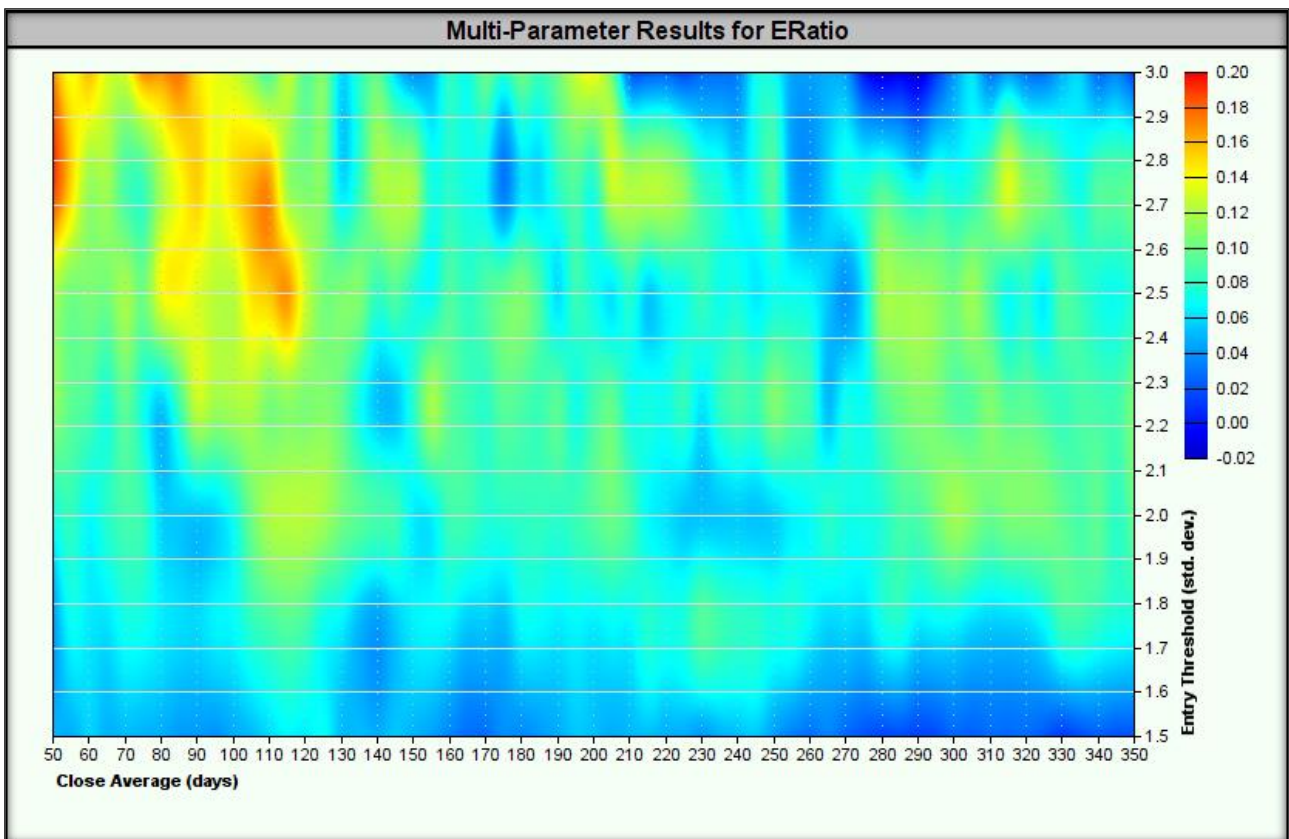
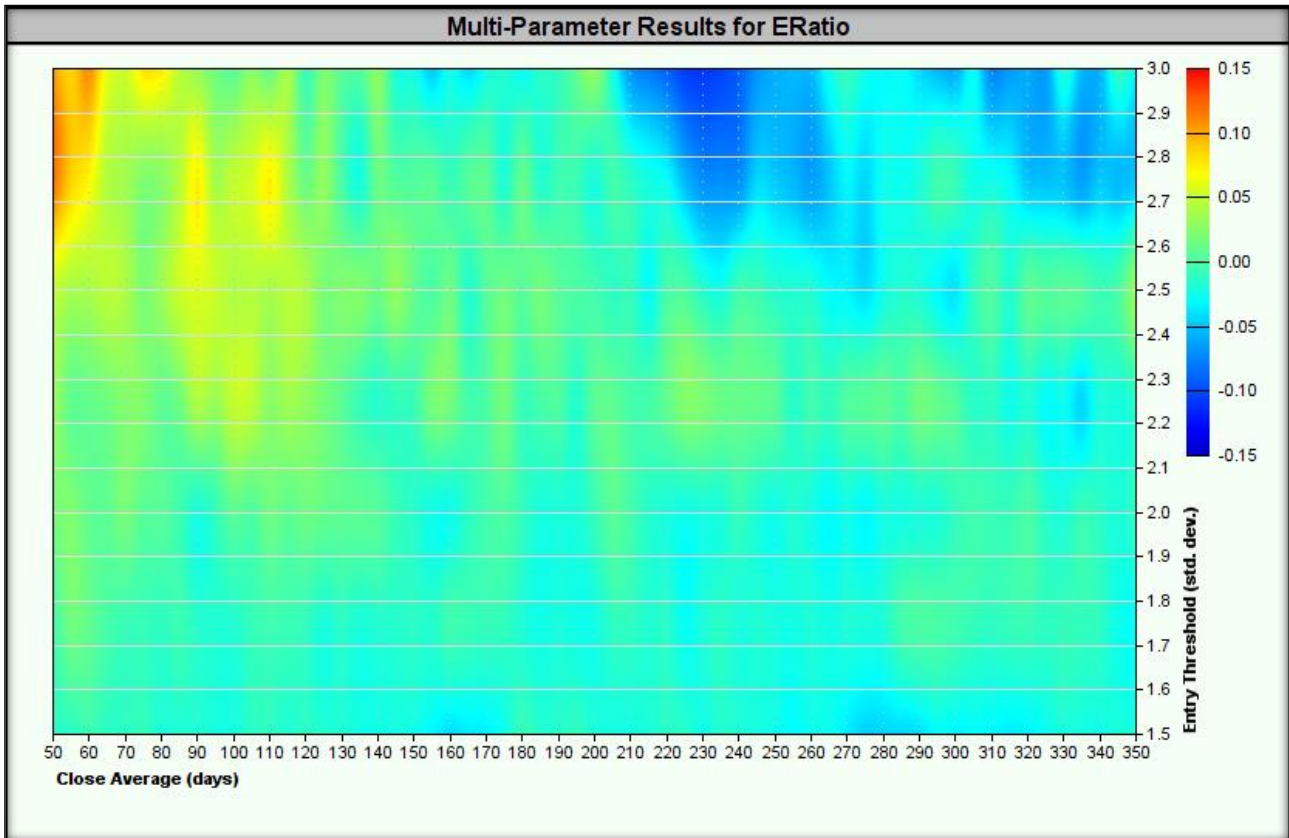


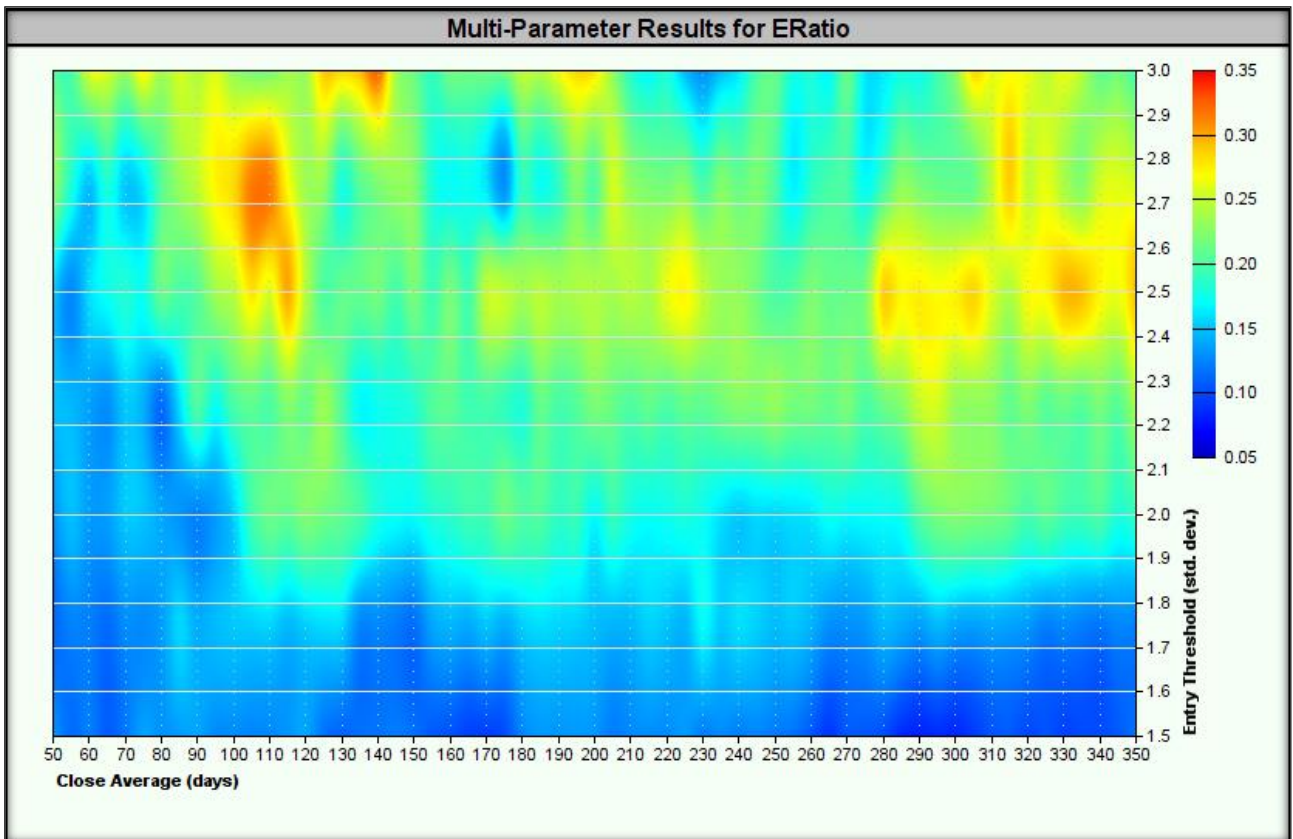
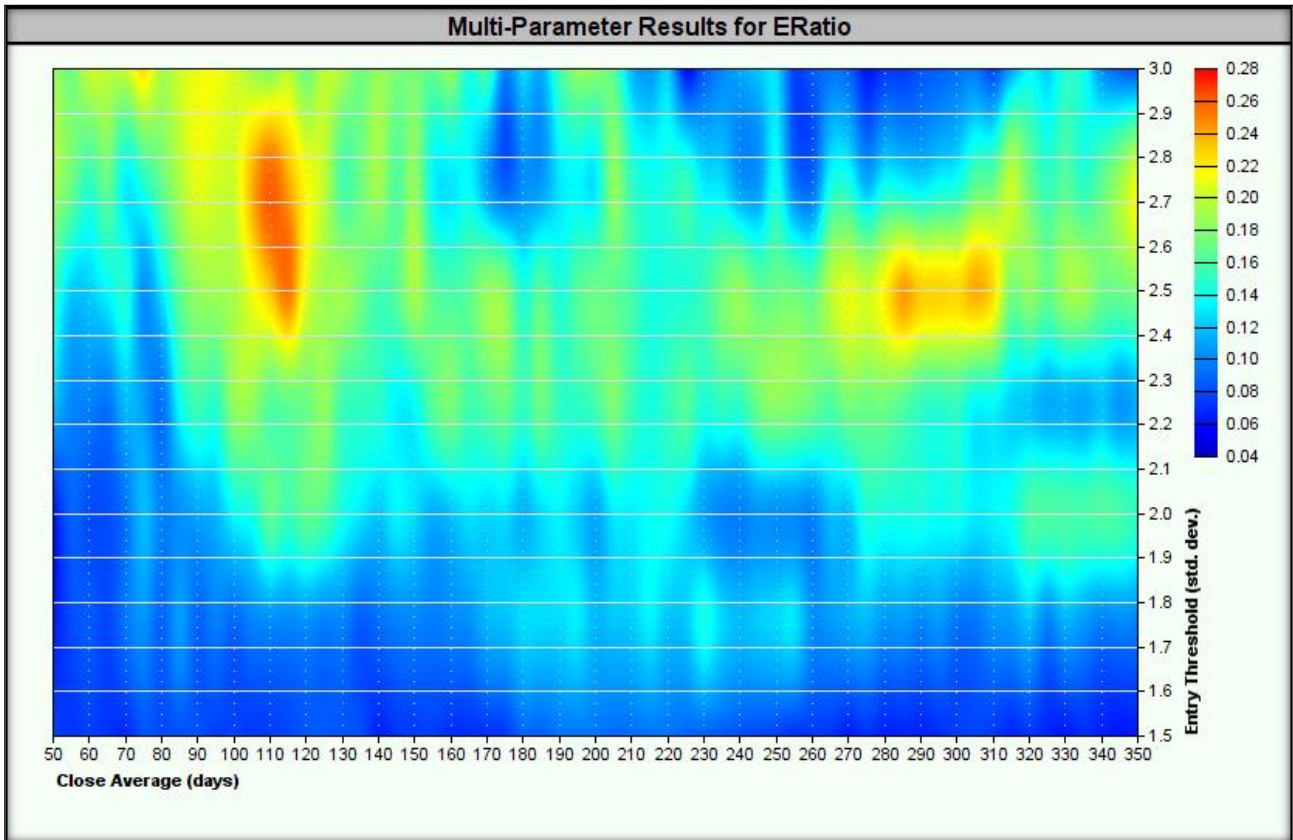


Analiza wyników jednoznacznie pokazuje, że niezależnie od okresu utrzymywania pozycji (**5, 10, 15 czy 20 dni**), **najwyższy wskaźnik E-ratio** jest osiągnięty przy **średniej kroczącej wynoszącej 100 dni** oraz **górnjej/dolnej wstędze Bollingera oddalonej od średniej o 3,5 odchylenia standardowego**.

Jednakże, problemem jest **niewielka liczba transakcji (około 250)**, co oznacza, że wyniki mogą nie być w pełni wiarygodne i stabilne w czasie. W związku z tym **zakres wartości dla górnej/dolnej wstęgi Bollingera został ograniczony do 3,0 odchylenia standardowych** (zakres: **1,5–3,0**) i przeprowadzono ponowne testy.

Poniżej przedstawiono **heatmapy** dla utrzymywania pozycji przez **5, 10, 15 i 20 dni**.





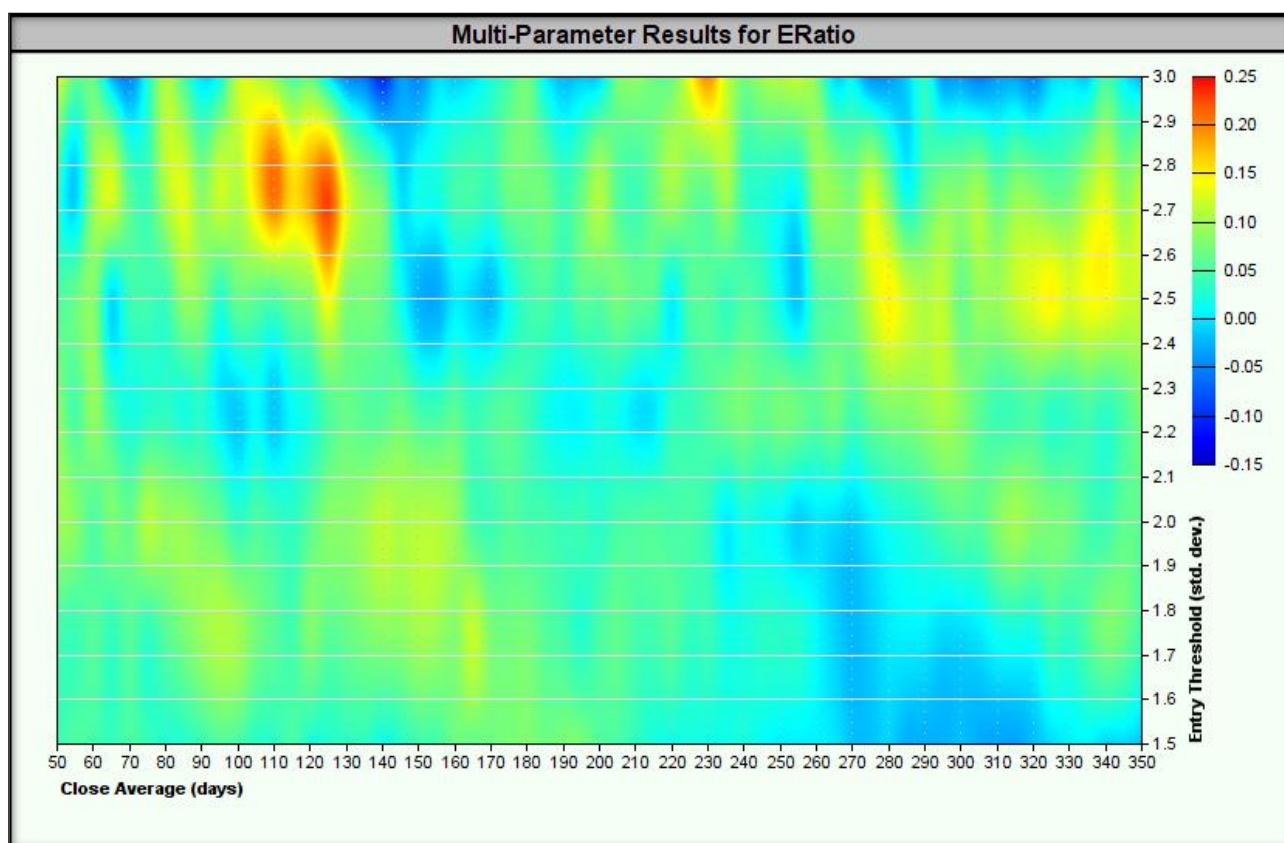


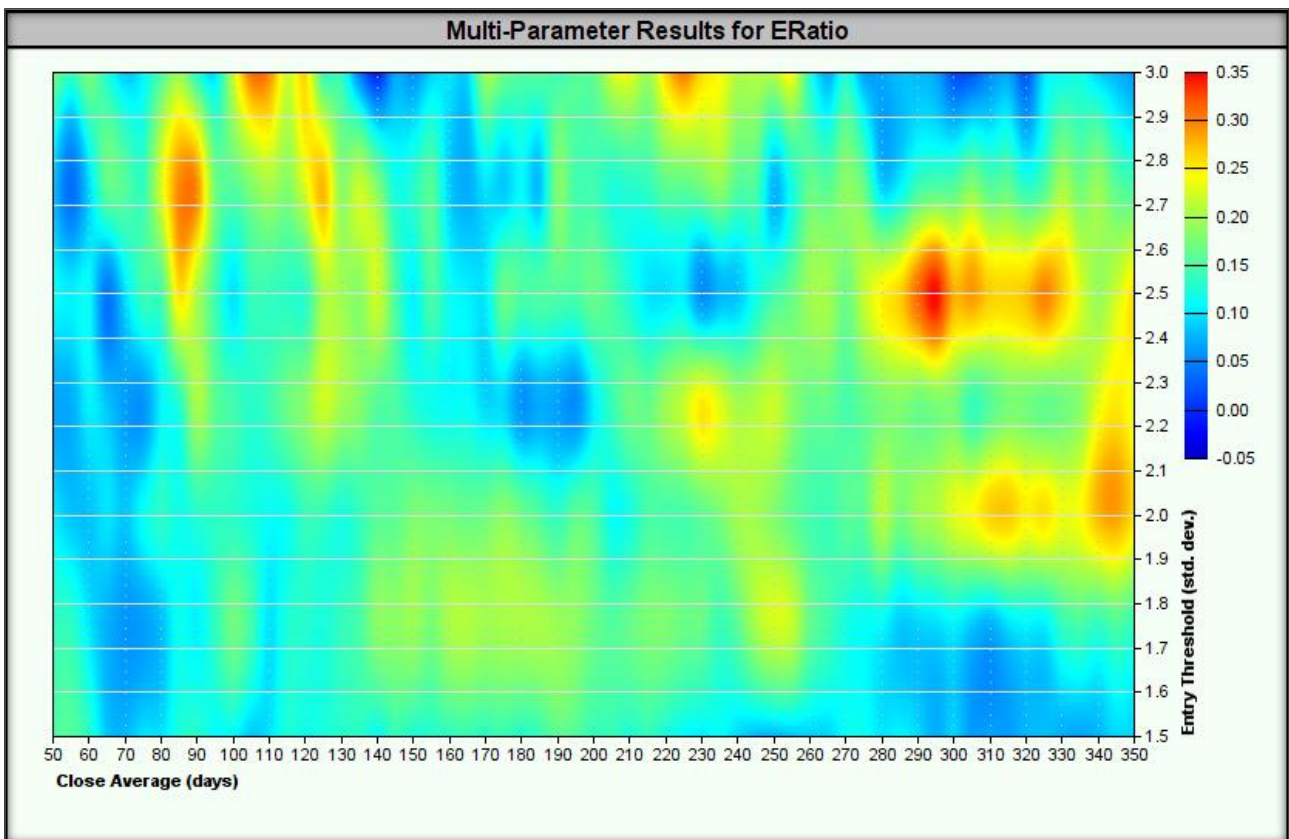
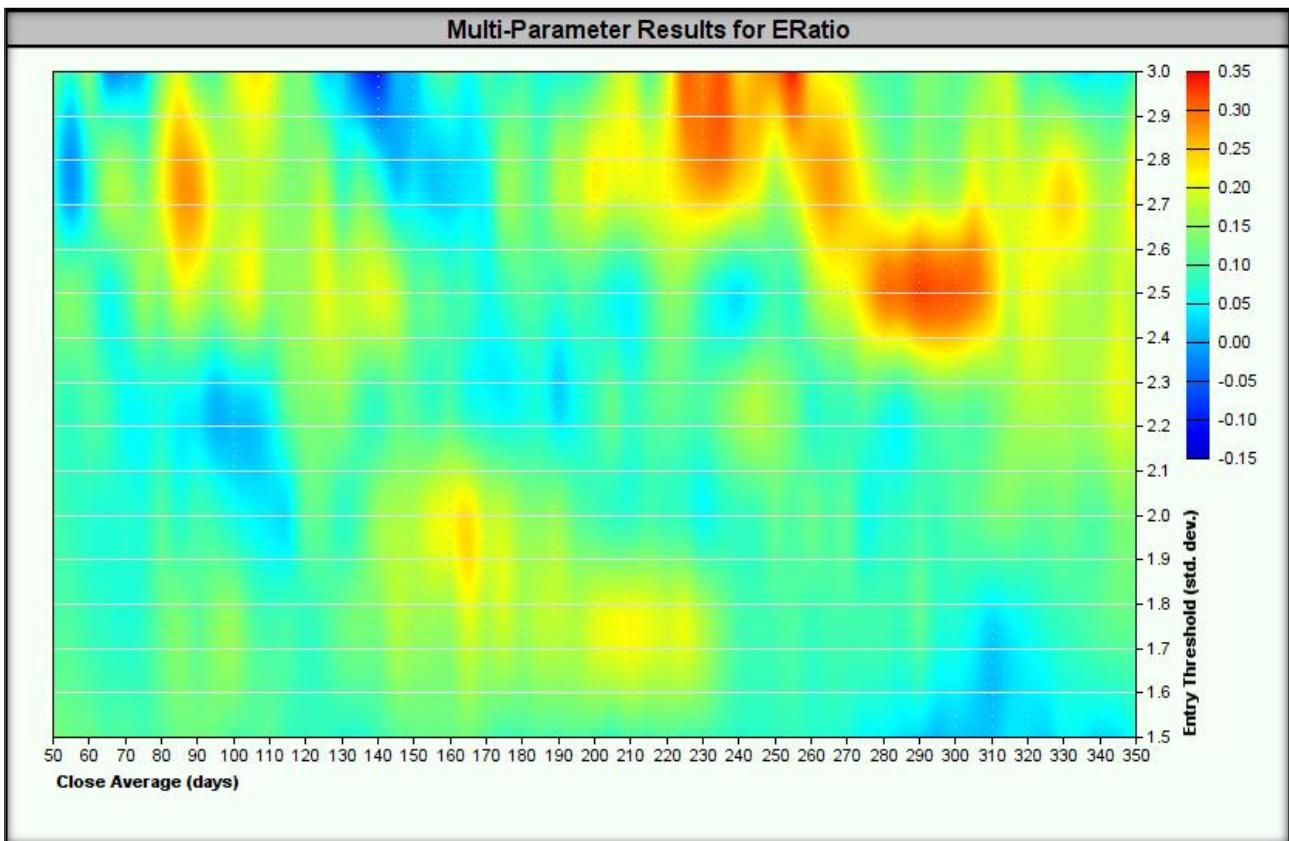
Analiza powyższych **heatmap** wskazuje na dwa potencjalne obszary kombinacji **średniej kroczącej** i **górnego/dolnego wstęgi Bollingera**, które zapewniają przewagę od momentu otwarcia pozycji:

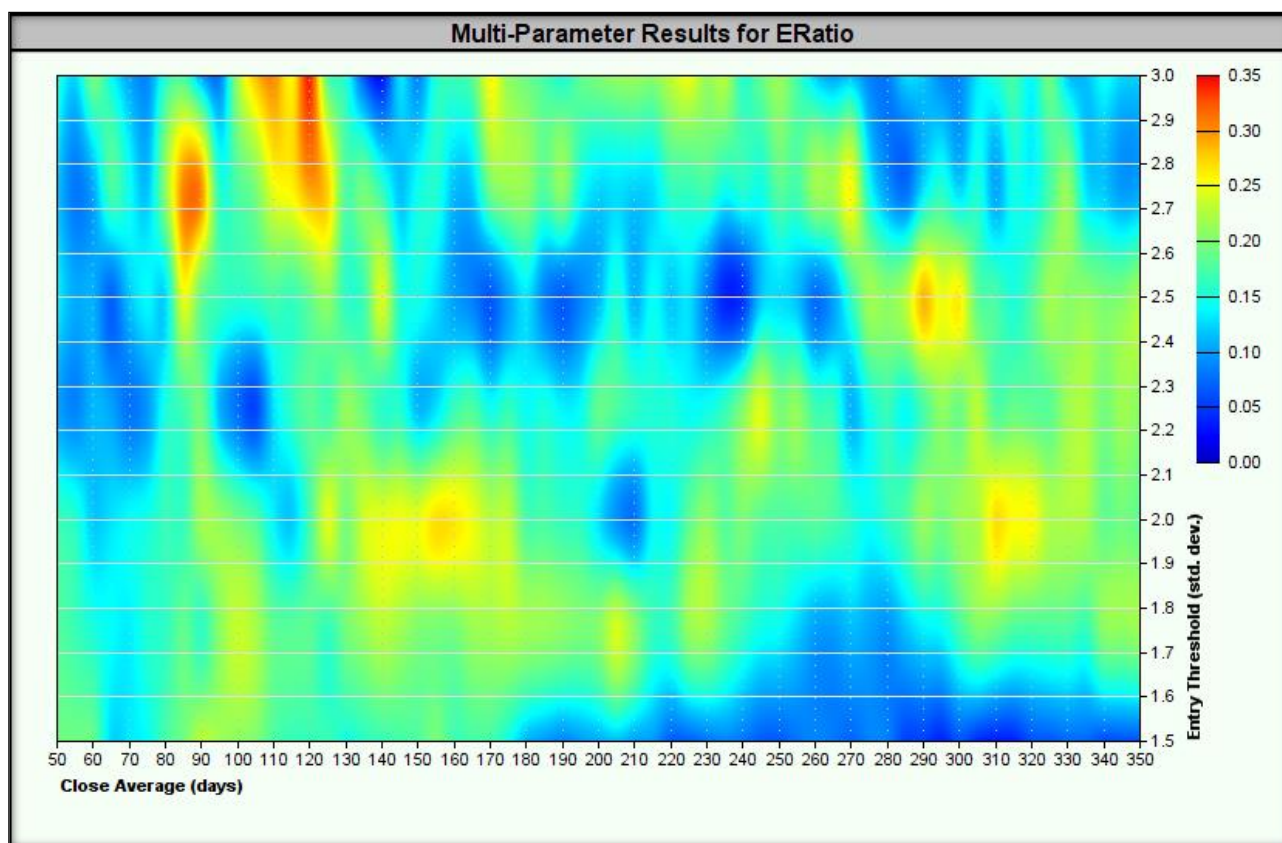
- **Średnia krocząca: 90–120, górna/dolna wstęga Bollingera: 2,25–3,00;**
- **Średnia krocząca: 270–350, górna/dolna wstęga Bollingera: 2,25–3,00.**

Ponieważ powyższe wyniki uzyskano na danych **in-sample**, konieczne jest sprawdzenie, jak **wskaźnik E-ratio** kształtuje się na danych **out-of-sample (OOS)**, aby określić, który zakres parametrów finalnie wybrać.

Poniżej przedstawiono **heatmapy** dla utrzymywania pozycji przez **5, 10, 15 i 20 dni** na danych **OOS**.







Powyższe **heatmapy** nie dają jednoznacznej odpowiedzi na pytanie, który zakres parametrów jest lepszy. Jednak bardziej skłaniam się ku konfiguracji:

- Średnia krocząca: 270–350;
- Górna/dolna wstęga Bollingera: 2,25–3,00.

Obszar ten generuje **większą liczbę transakcji testowych** i wydaje się **bardziej zrównoważony** pod względem wyników. Drugi zestaw parametrów został przetestowany w innej wersji strategii.

2. Testy prostego elementu exit

W strategii **Bollinger Breakout**, poziom **stop-loss** wyznacza **środkowa wstęga Bollingera**, która jest odsunięta od **średniej kroczącej** o określoną liczbę **odchyleń standardowych**. W rezultacie **stop-loss jest kroczącym zleceniem obronnym**, dostosowującym się do zmieniającej się średniej i odchylenia standardowego.

Znając już **optymalny zakres średniej kroczącej (270–350)** oraz **górnej/dolnej wstęgi Bollingera (2,25–3,00)** dla otwarcia pozycji, możemy przetestować, **jaki zakres parametrów dla środkowej wstęgi Bollingera (pełniącej funkcję stop-loss)** generuje najlepsze wyniki.

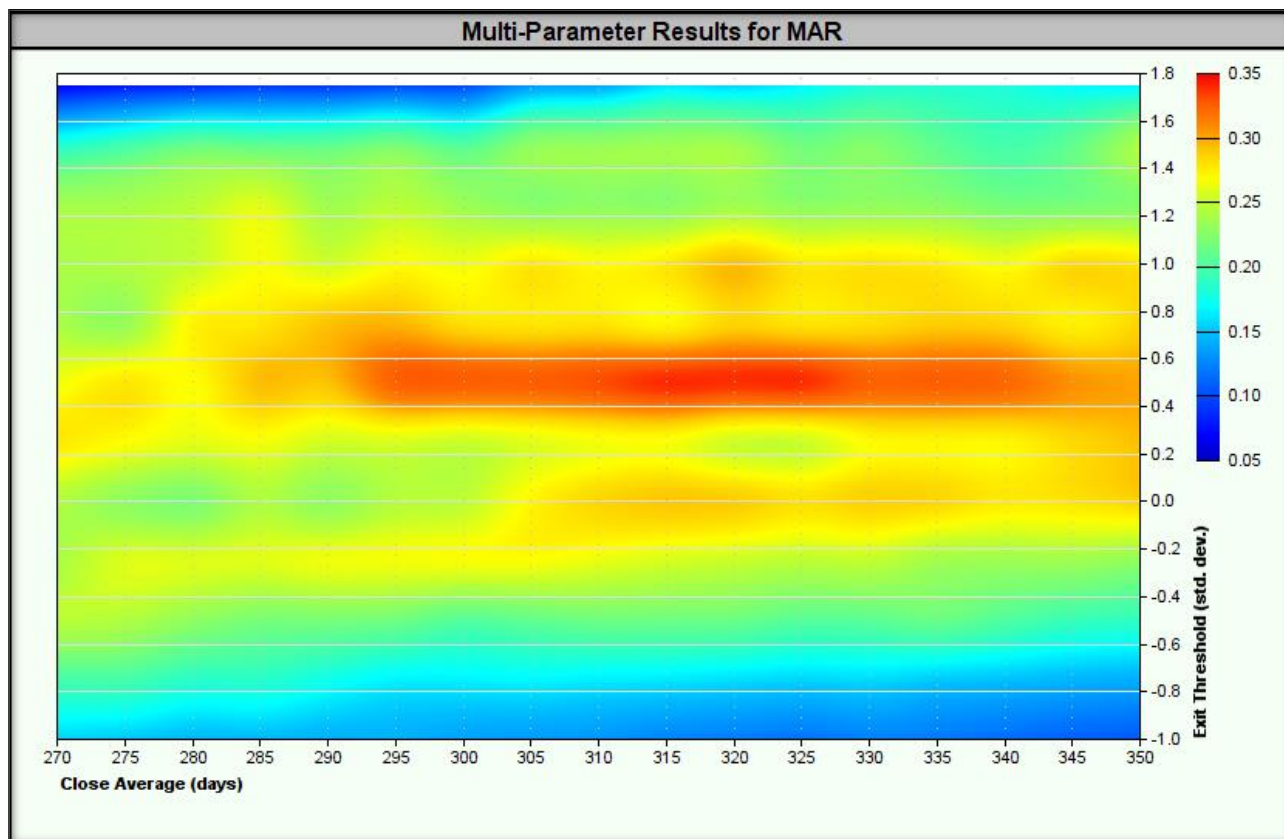
W tym celu przeprowadzono testy historyczne dla następujących zakresów parametrów:

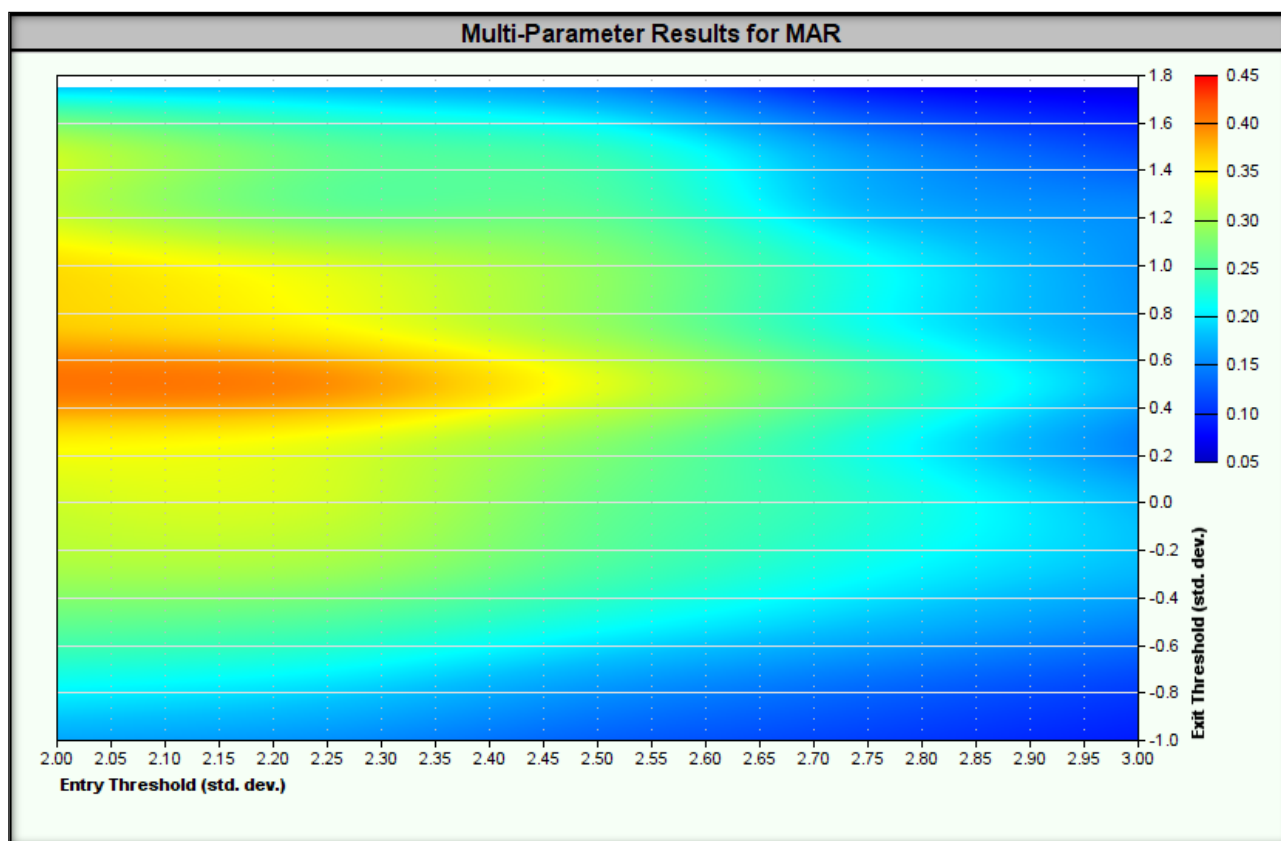
- Średnia krocząca: 270–350 (krok: 5)
- Górna/dolna wstęga Bollingera: 2,25–3,00 (krok: 0,25)



- **Środkowa wstęga Bollingera:** -1,00 do 1,75 (krok: 0,25; wartość ujemna oznacza, że środkowa wstęga znajduje się **poniżej średniej kroczącej** dla pozycji długiej i **powyżej średniej kroczącej** dla pozycji krótkiej)

Poniżej przedstawiono **heatmapy z wynikami testów**.





Analiza powyższych grafik pokazuje, że **najlepsze wyniki strategia osiąga, gdy środkowa wstęga Bollingera, pełniąca funkcję zlecenia obronnego, jest oddalona od średniej kroczącej o 0,5 odchylenia standardowego.**

Zestaw parametrów, który generuje **najwyższą wartość funkcji celu (MAR)**, przedstawia się następująco:

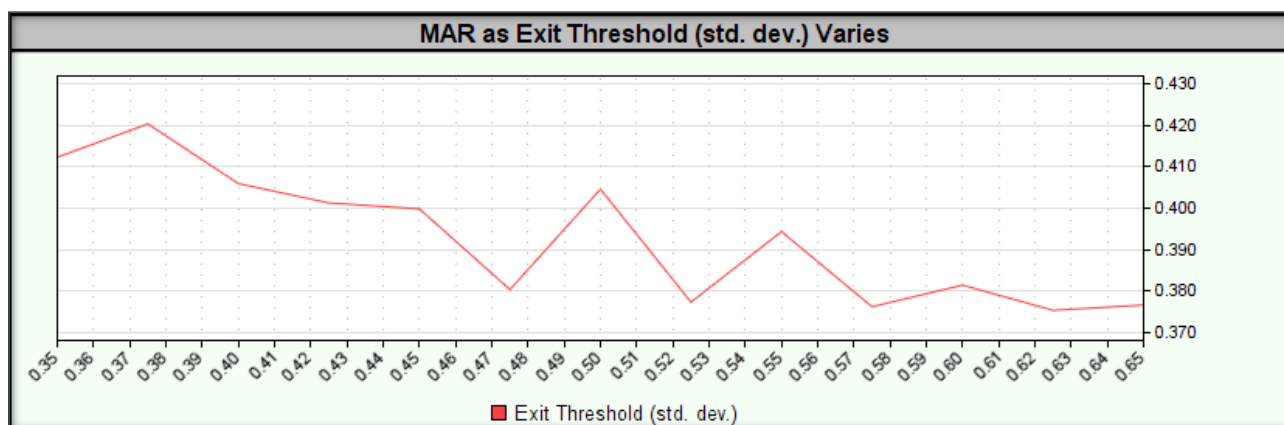
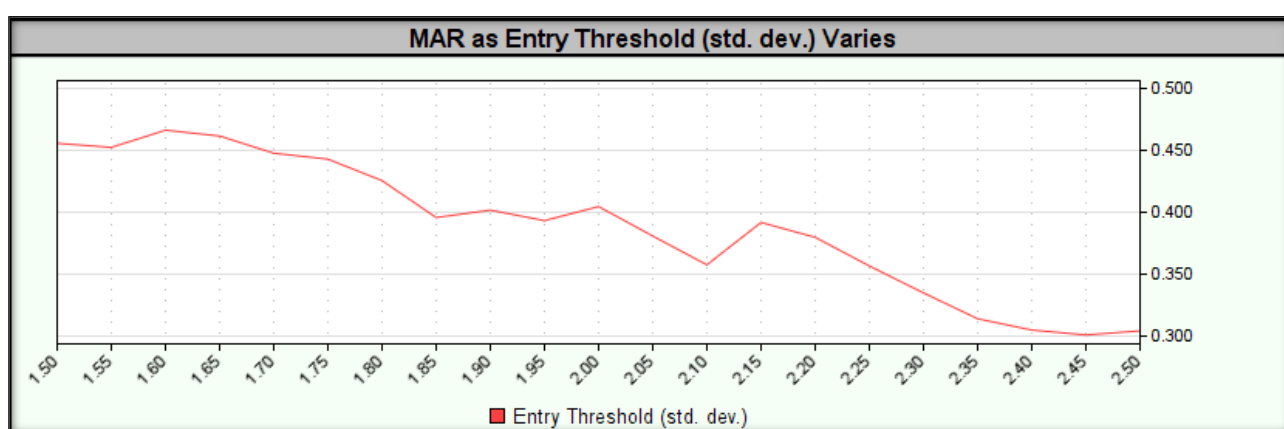
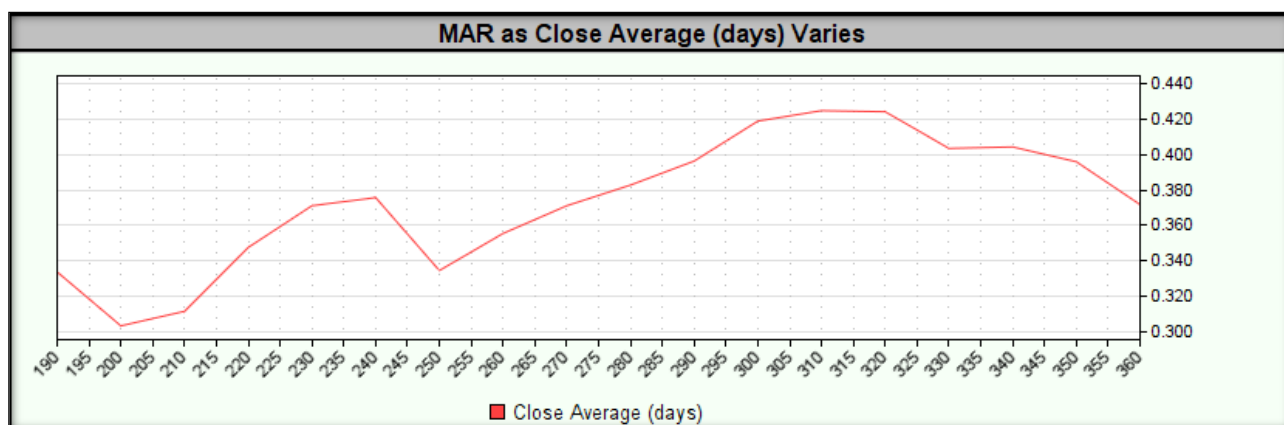
- Średnia krocząca: 275
- Górna/dolna wstęga Bollingera: 2,00
- Środkowa wstęga Bollingera: 0,50

Zanim jednak przejdziemy do szczegółowej analizy wyników strategii, musimy sprawdzić, **czy strategia jest stabilna (robust)** dla tych parametrów.

W tym celu testujemy **stabilność MAR w przedziale $\pm 30\%$** , osobno dla każdego optymalizowanego parametru:

- Średnia krocząca: zakres **190–360 (krok: 10)** – przy pozostałych parametrach bez zmian.
- Górna/dolna wstęga Bollingera: zakres **1,50–2,50 (krok: 0,05)** – przy pozostałych parametrach bez zmian.
- Środkowa wstęga Bollingera: zakres **0,35–0,65 (krok: 0,025)** – przy pozostałych parametrach bez zmian.

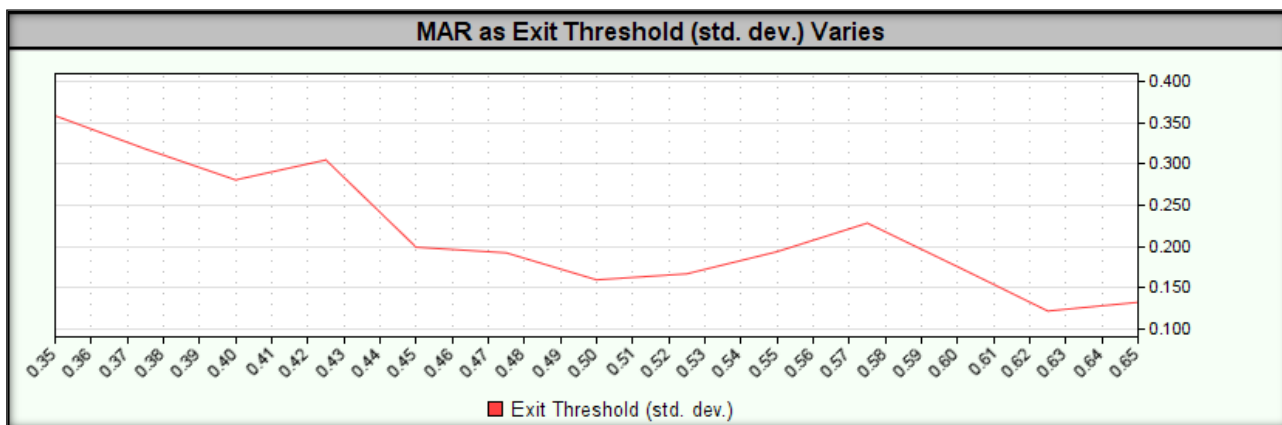
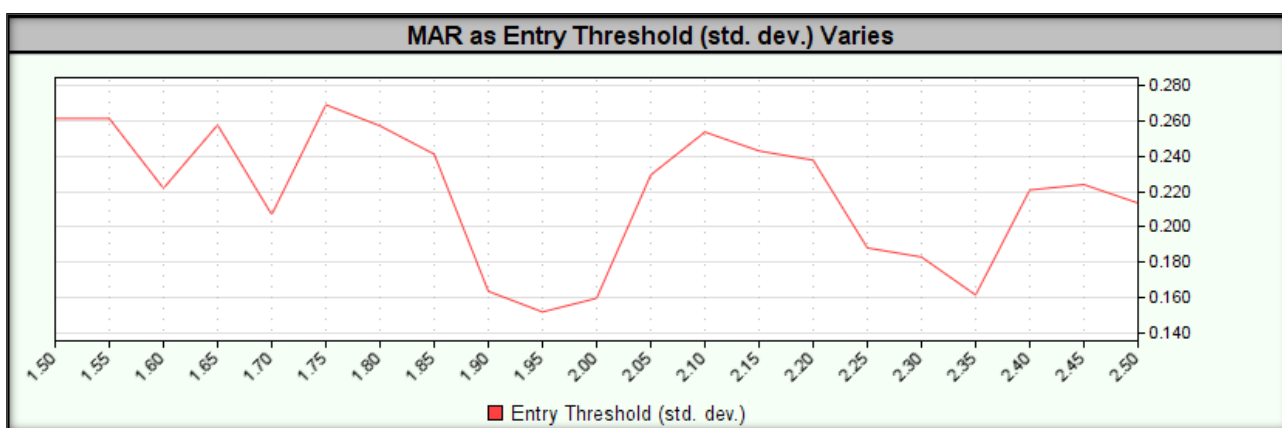
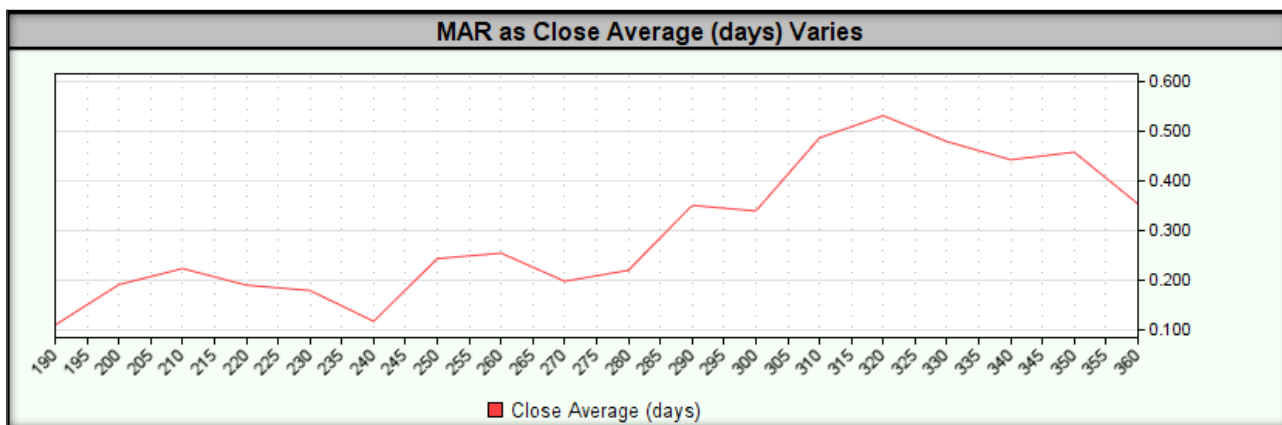
Poniżej przedstawiono wyniki testów stabilności strategii.



Analiza powyższych grafik wskazuje, że strategia jest **umiarkowanie stabilna**.

- **Długość średniej kroczącej** poniżej optymalnej wartości powoduje **wyraźny spadek** wskaźnika **MAR**.
- **Górna/dolna wstęga Bollingera** powyżej optymalnej wartości również prowadzi do zauważalnego pogorszenia wyników.

Sprawdźmy zatem, **jak stabilne (robust) są te parametry na danych out-of-sample (OOS)**.



Na danych **out-of-sample (OOS)** widzimy, że w wielu przypadkach **wskaźnik MAR osiąga najniższe wartości dla parametrów zoptymalizowanych na danych in-sample (IS)**.

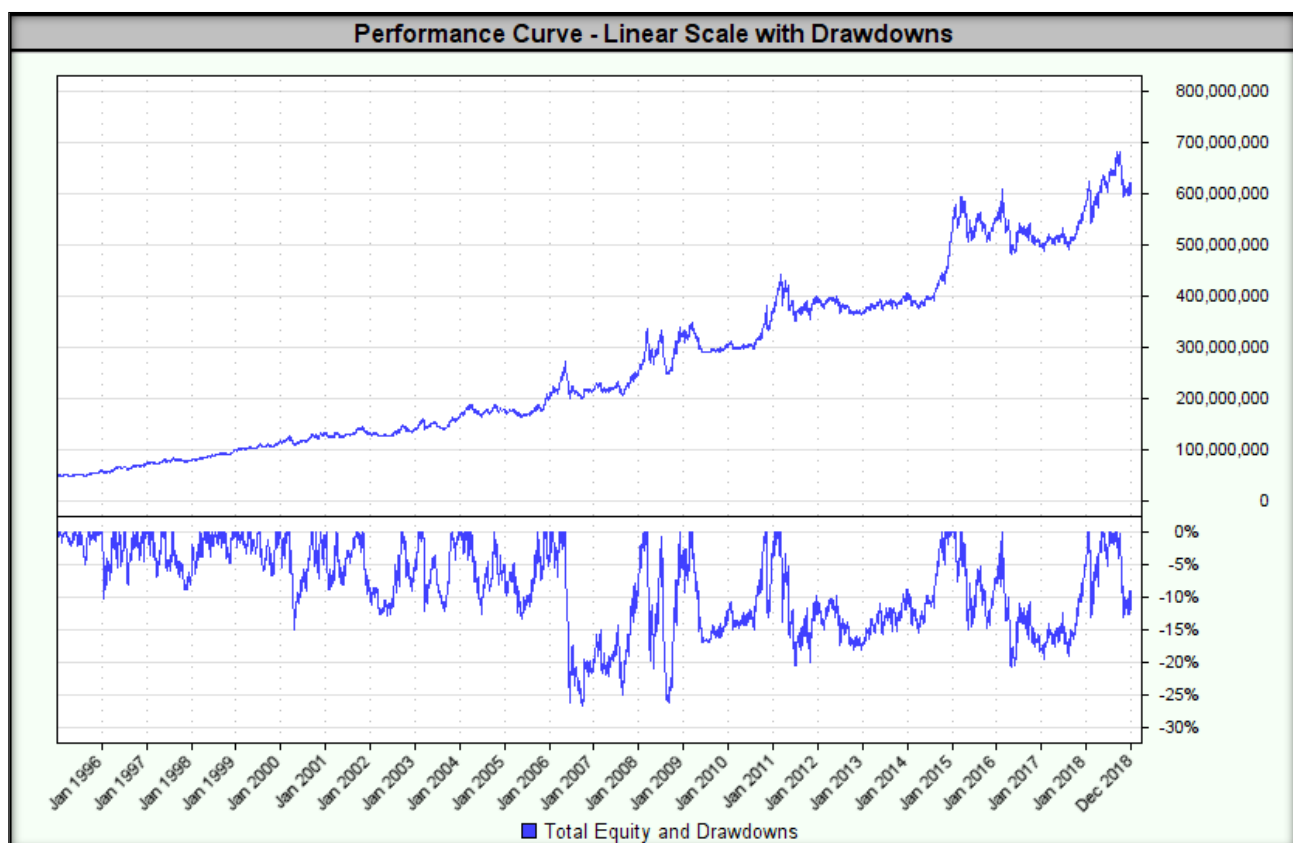
Jednak **stabilność strategii jest zadowalająca**, ponieważ nie obserwujemy **istotnego spadku wartości MAR**, co sugeruje, że strategia nie jest nadmiernie dopasowana do danych historycznych.

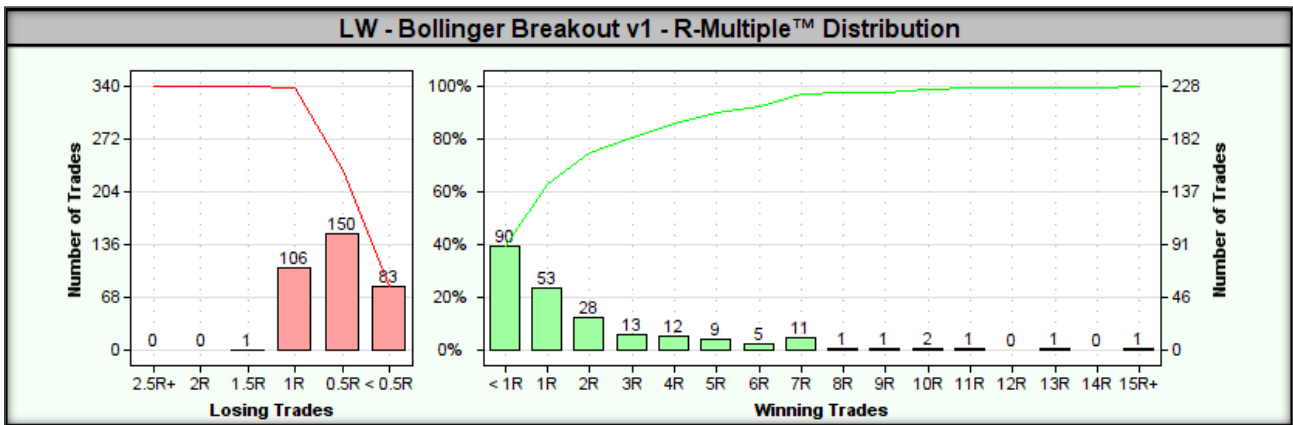
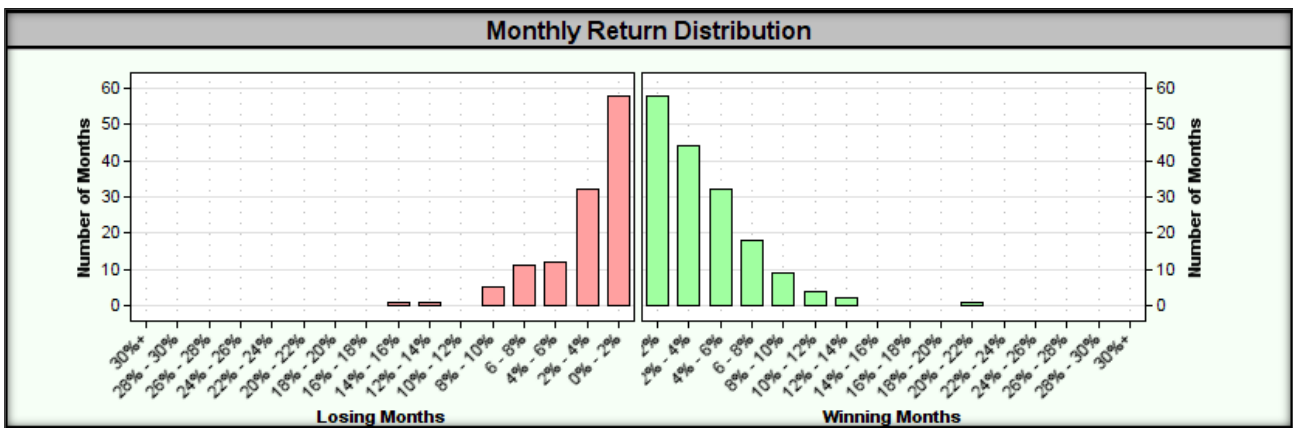
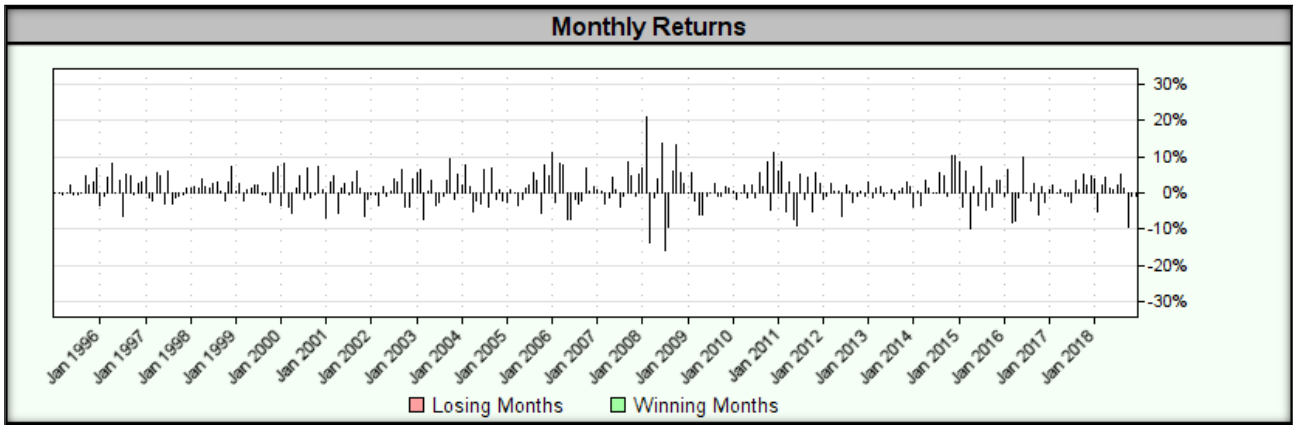
W związku z tym pozostaje nam **bezpośrednia analiza wyników**, jakie strategia generuje na danych **in-sample (IS) oraz out-of-sample (OOS)** przy **optymalnych parametrach**.

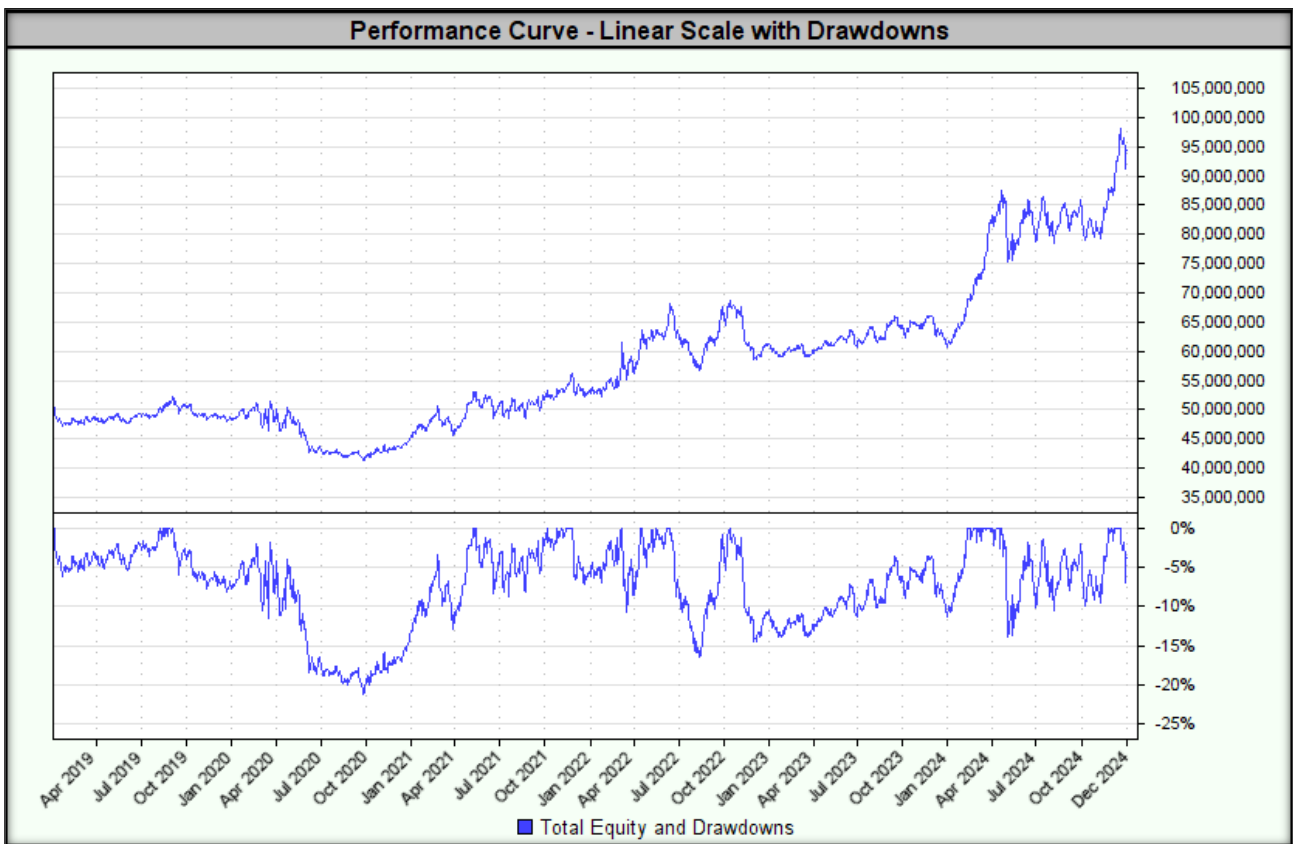
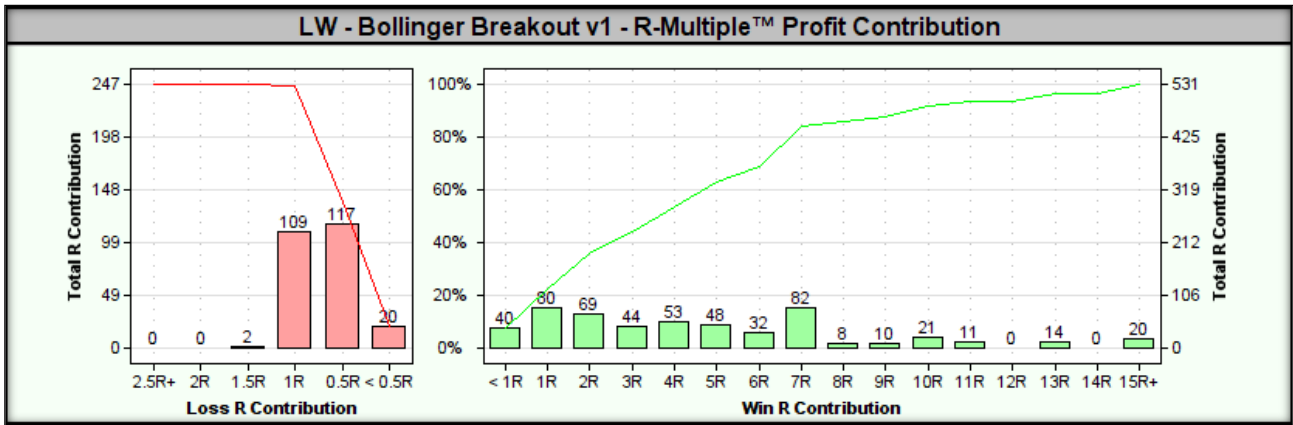
Poniżej przedstawiono wyniki, przy **wielkości pozycji odpowiadającej ryzyku 1% wartości kapitału**.

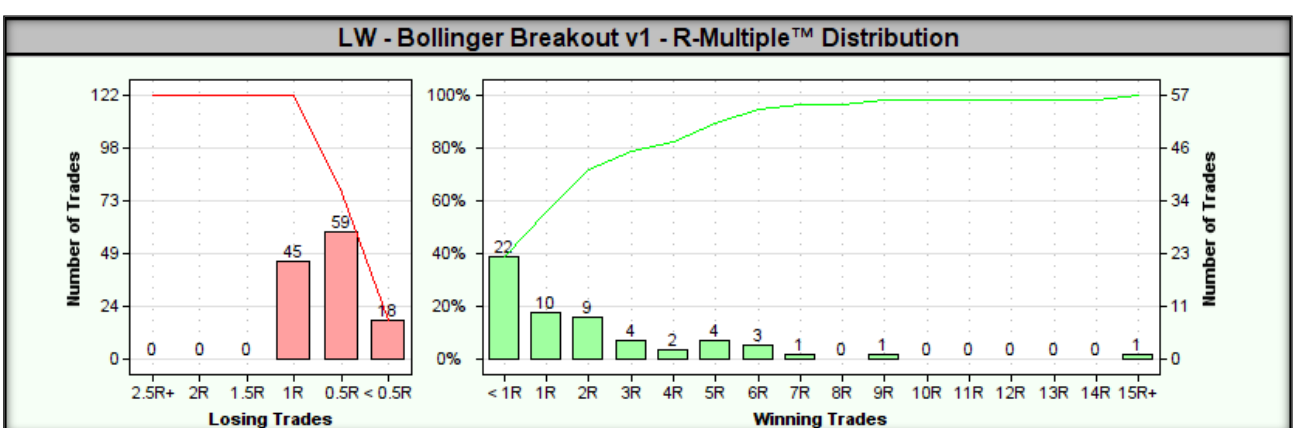
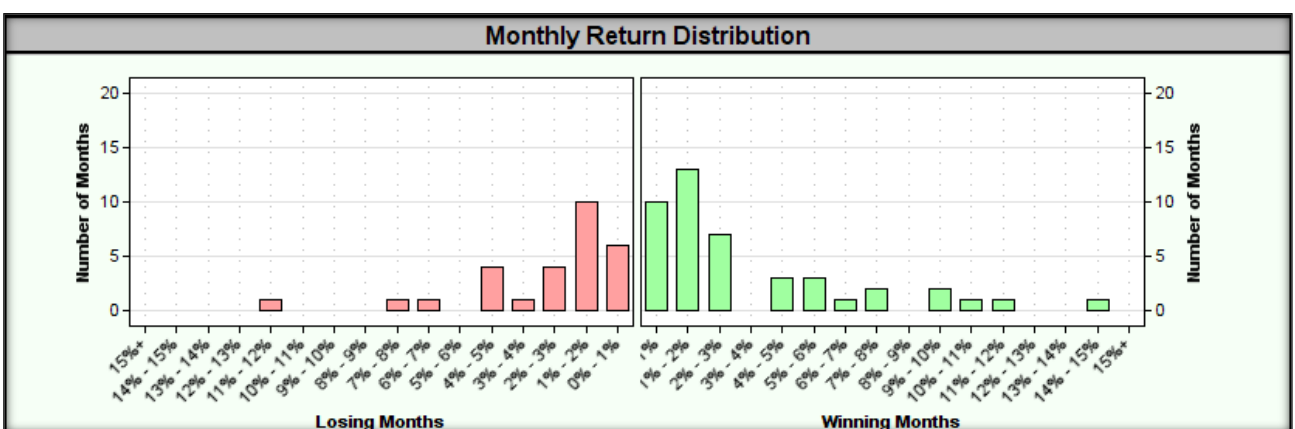
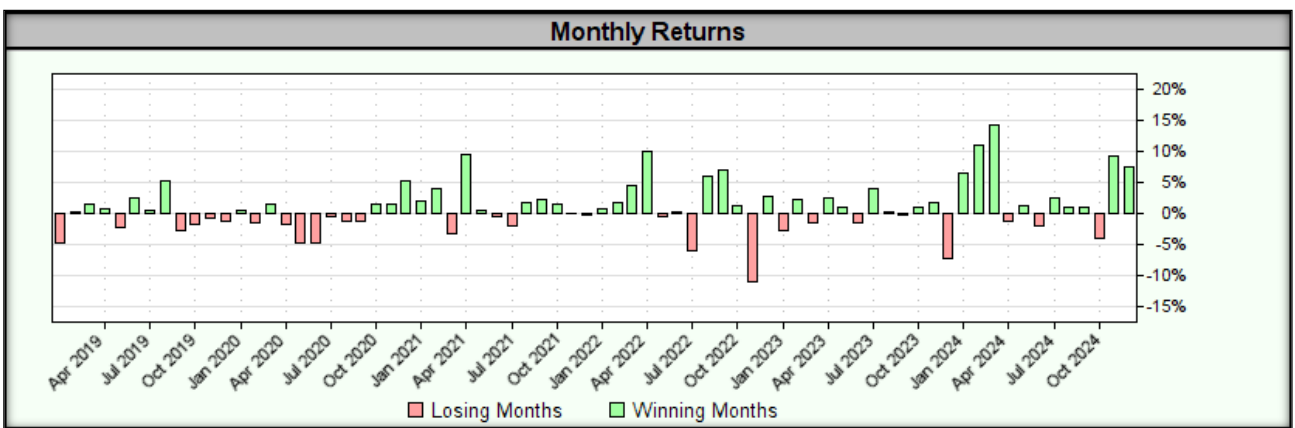


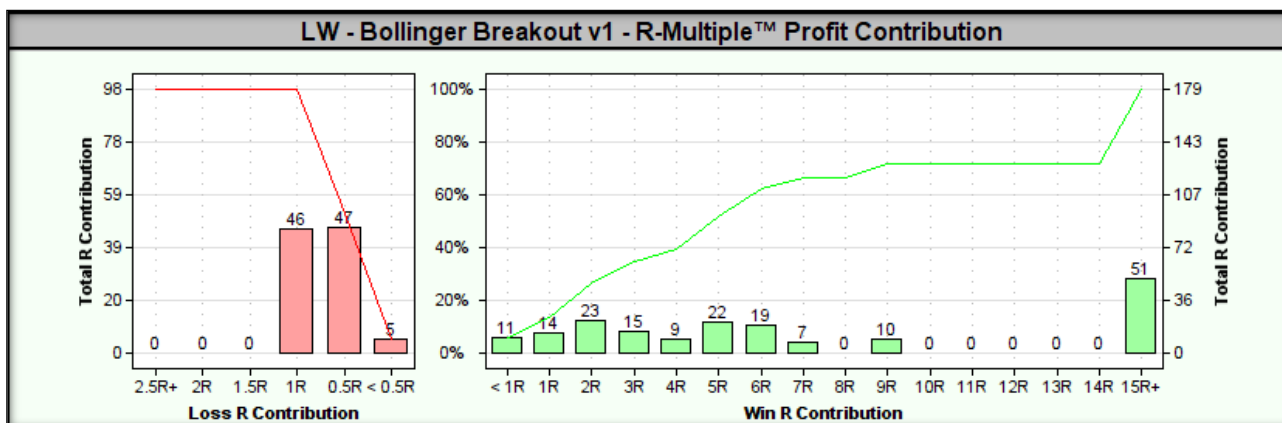
Wskaźniki/Miary	In-sample	Out-of-sample
CAGR%	10,9%	11,2%
MAR Ratio	0,41	0,53
RAR%	10,7%	9,8%
R-Cubed	0,36	0,90
Robust Sharpe Ratio	0,68	0,68
Max Drawdown	26,6%	21,2%
Wins	40,1%	31,8%
Losses	59,9%	68,2%
Average Win%	2,35%	3,16%
Average Loss%	0,74%	0,80%
Win/Loss Ratio	3,19	3,95
Average Trade Duration (days)	184	151
Percent Profit Factor	2,14	1,84
SQN	1,04	0,59
Ilość transakcji	568	179











Analiza wyników jednoznacznie pokazuje, że rezultaty na danych out-of-sample (OOS) są bardzo zbliżone do tych z in-sample (IS):

- Drawdown nieznacznie spadł, co w połączeniu ze zbliżonym CAGR% wskazuje na stabilną stopę zwrotu ważoną ryzykiem maksymalnego obsunięcia kapitału (MAR).
- Skuteczność strategii nieco zmalała – 30% zyskowych transakcji na OOS w porównaniu do 40% na IS, co nadal jest relatywnie wysoką wartością.

Wyniki w OOS pozostają bardzo dobre, choć znaczną część pozytywnego wyniku przypisujemy 2024 roku, kiedy strategii trend-following osiągały wyjątkowo dobre rezultaty.

Ostatecznie zoptymalizowane parametry strategii:

- Średnia krocząca: 275;
- Górna/dolna wstęga Bollingera: 2,00;
- Środkowa wstęga Bollingera: 0,50;
- Wielkości pozycji: odpowiadająca ryzyku 1% wartości kapitałów.

3. Filtr trendu/braku trendu

Ponieważ strategia należy do kategorii trend-following, nie dodajemy dodatkowych filtrów trendu – same sygnały kupna i sprzedaży naturalnie wskazują kierunek ruchu rynku.

4. Sposób otwarcia pozycji, formacje świecowe, wielkość ostatniej świecy

Obecna strategia zakłada otwieranie pozycji po cenie otwarcia następnego dnia. Przeanalizujemy dwa alternatywne sposoby otwierania pozycji:

- Buy/Sell Stop – kupno/sprzedaż po wybiciu high/low świecy generującej sygnał.
- Buy/Sell Limit – kupno/sprzedaż z limitem oddalonym o 0,5 ATR(40) od high/low świecy generującej sygnał.

Sposób realizacji zleceń:

- Buy Stop (pozycja długa) – zlecenie buy stop ustawiamy jeden tick powyżej high świecy generującej sygnał kupna.



- **Buy Limit (pozycja długa)** – zlecenie **buy limit** ustawiamy **0,5 ATR(40)** poniżej high świecy generującej sygnał kupna.
- **Sell Stop (pozycja krótka)** – zlecenie **sell stop** ustawiamy jeden tick poniżej low świecy generującej sygnał sprzedaży.
- **Sell Limit (pozycja krótka)** – zlecenie **sell limit** ustawiamy **0,5 ATR(40)** powyżej low świecy generującej sygnał sprzedaży.

Poniżej przedstawiono porównanie wyników strategii dla różnych metod otwierania pozycji:

Wskaźniki/Miary	Enter-On-Open	Enter-On-Stop	Enter-On-Limit
CAGR%	10,9%	9,7%	11,8%
MAR Ratio	0,41	0,38	0,44
RAR%	10,7%	9,2%	11,4%
R-Cubed	0,36	0,20	0,23
Robust Sharpe Ratio	0,68	0,63	0,71
Max Drawdown	26,6%	25,4%	26,8%
Wins	40,1%	39,4%	40,7%
Losses	59,9%	60,6%	59,3%
Average Win%	2,35%	2,32%	2,42%
Average Loss%	0,74%	0,73%	0,75%
Win/Loss Ratio	3,19	3,19	3,25
Average Trade Duration (days)	184	191	185
Percent Profit Factor	2,14	2,07	2,23
SQN	1,04	1,02	1,06

Wyniki pokazują, że w przypadku **strategii Enter-On-Limit** najważniejsze wskaźniki uległy poprawie.

Sprawdźmy teraz, czy podobna **poprawa** wystąpiła również na danych **out-of-sample (OOS)**.

Wskaźniki/Miary	Out-of-sample Enter-On-Open	Out-of-sample Enter-On-Limit
CAGR%	11,2%	11,5%
MAR Ratio	0,53	0,53
RAR%	9,8%	10,3%
R-Cubed	0,90	1,04
Robust Sharpe Ratio	0,68	0,66
Max Drawdown	21,2%	21,6%
Wins	31,8%	29,8%
Losses	68,2%	70,2%
Average Win%	3,16%	3,45%
Average Loss%	0,80%	0,78%
Win/Loss Ratio	3,95	4,46
Average Trade Duration (days)	151	150
Percent Profit Factor	1,84	1,89
SQN	0,59	0,56

Poprawa wyników w stosunku do dotychczasowej metody **Enter-On-Open** jest **nieznaczna**, dlatego **pozostajemy przy oryginalnej metodzie otwierania pozycji oraz zoptymalizowanych parametrach strategii**.



- Średnia krocząca: 275;
- Górna/dolna wstęga Bollingera: 2,00;
- Środkowa wstęga Bollingera: 0,50;
- Wielkości pozycji: odpowiadająca ryzyku 1% wartości kapitałów.

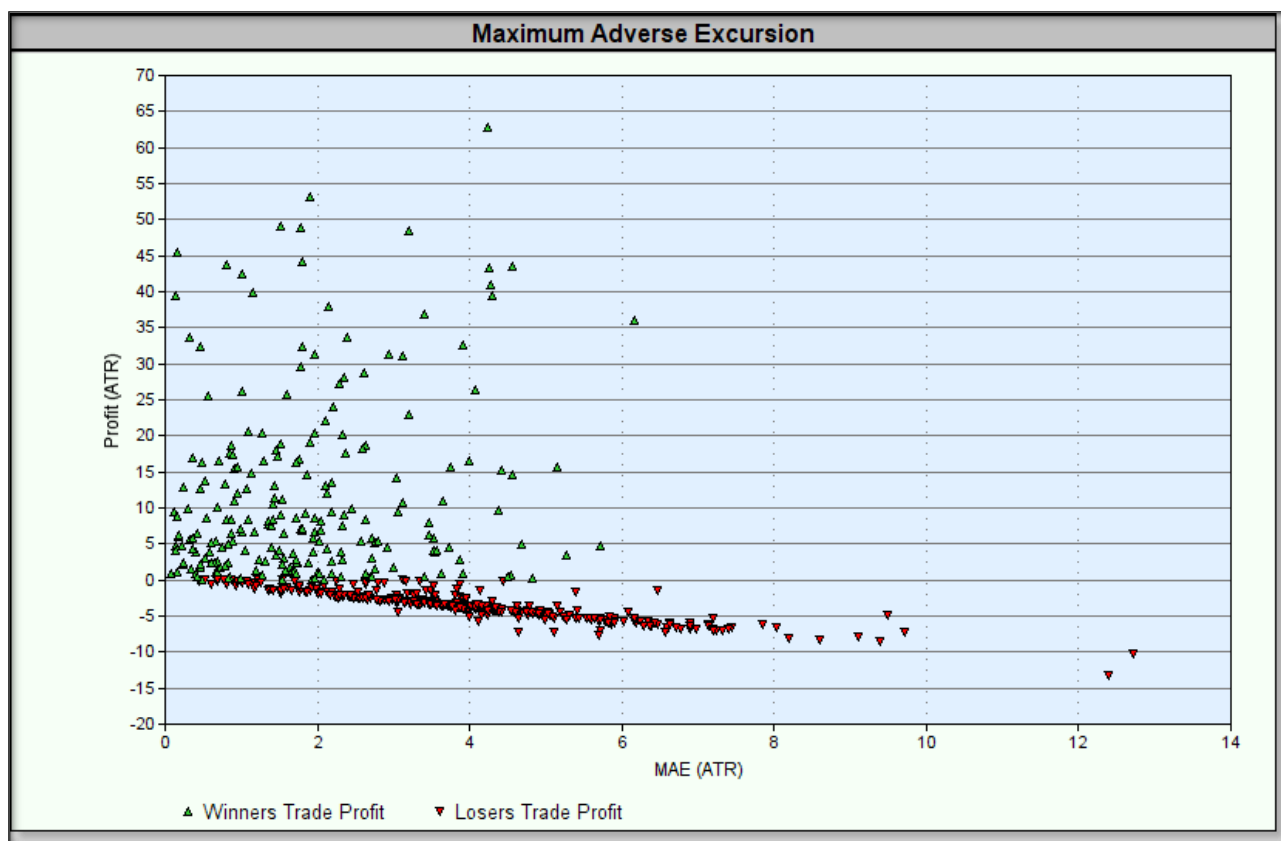
5. Stop loss (zarządzanie ryzykiem pozycji)

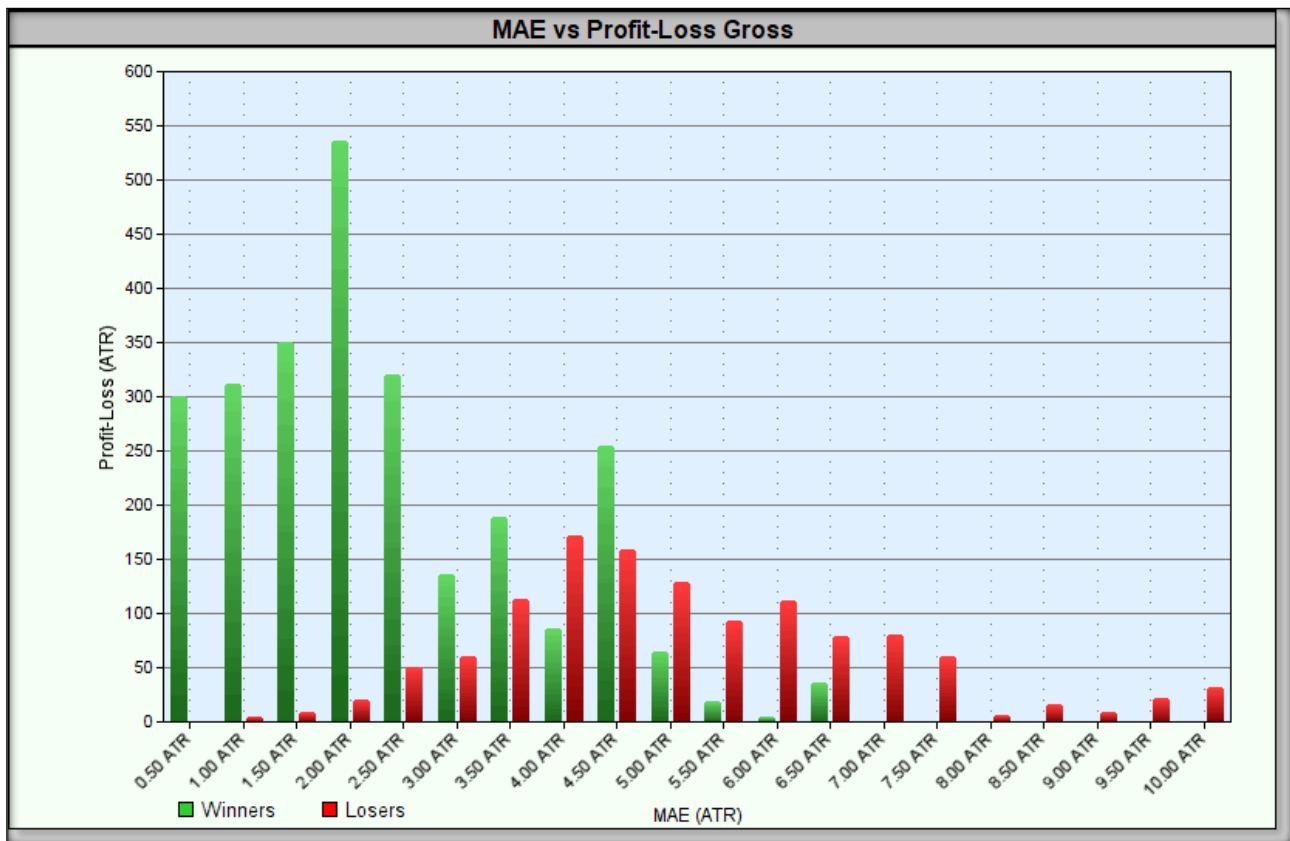
Obecna strategia zakłada **otwieranie pozycji po cenie otwarcia następnego dnia** oraz **zastosowanie zlecenia stop-loss** na poziomie **środkowej wstęgi Bollingera**.

Wstęga ta pełni jednocześnie funkcję **kroczącego stop-lossu**, który **dynamicznie przesuwa się wraz z rynkiem**, dostosowując się do zmian zmienności i kierunku trendu.

Analiza poniższej grafiki sugeruje, że **ustawienie początkowego zlecenia stop-loss** w przedziale **4,0x–6,0x ATR** może poprawić **zyskowność strategii** w porównaniu do stop-lossu ustawionego na poziomie **środkowej wstęgi Bollingera**.

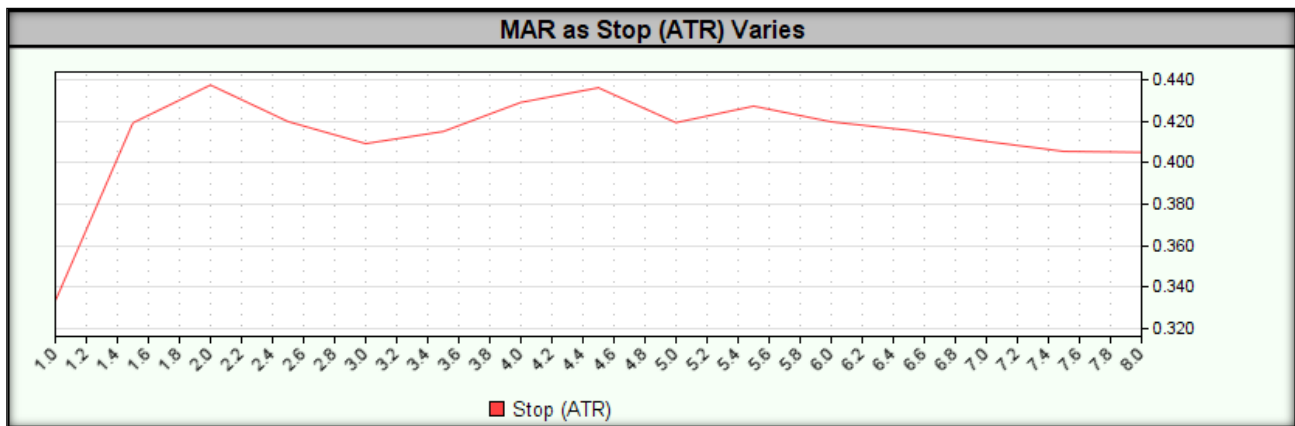
Główną zaletą tego podejścia jest **eliminacja wielu transakcji z wysokim MAE (Maximum Adverse Excursion)**, które ostatecznie kończą się stratą.





Poniżej przedstawiono wyniki testów dla **początkowego stop-lossu** oddalonego od miejsca otwarcia pozycji o **od 1 do 8 ATR** (z krokiem **0,5 ATR**). Zgodnie z oczekiwaniami, **optymalna wartość stop-loss** wypada w **odległości 4,5 ATR** od miejsca otwarcia pozycji.

#	Stop (ATR)	CAGR%	MAR	Sharpe	Ann. Sharpe	Max TE DD	Longest DD	Trades	R3	RAR [%]	%PF	Expectancy	win/total [%]
1	1.0	15.58%	0.33	0.61	0.55	46.8%	45.6	855	0.14	16.56	1.68	0.52	23.39
2	1.5	17.70%	0.43	0.73	0.71	41.4%	45.6	722	0.22	19.14	1.92	0.64	28.39
3	2.0	15.78%	0.44	0.74	0.75	36.1%	44.6	658	0.24	17.12	1.97	0.61	31.46
4	2.5	13.96%	0.42	0.74	0.80	33.2%	44.8	620	0.23	14.65	1.99	0.57	34.03
5	3.0	12.18%	0.41	0.72	0.78	29.7%	45.1	597	0.22	12.70	1.98	0.52	35.85
6	3.5	11.35%	0.42	0.74	0.86	27.3%	44.8	580	0.23	11.72	2.02	0.49	37.59
7	4.0	10.88%	0.43	0.77	0.91	25.4%	44.3	564	0.23	10.91	2.11	0.48	38.83
8	4.5	10.28%	0.44	0.78	0.92	23.6%	43.4	557	0.24	10.09	2.16	0.46	39.68
9	5.0	9.21%	0.42	0.76	0.92	22.0%	44.1	556	0.23	9.08	2.11	0.41	39.75
10	5.5	8.80%	0.43	0.77	0.91	20.6%	44.3	552	0.23	8.48	2.16	0.39	40.04
11	6.0	8.12%	0.42	0.77	0.92	19.4%	44.8	551	0.22	7.81	2.15	0.36	40.11
12	6.5	7.60%	0.42	0.77	0.91	18.3%	44.8	550	0.21	7.28	2.15	0.34	40.18
13	7.0	7.10%	0.41	0.76	0.91	17.3%	44.8	550	0.20	6.81	2.14	0.32	40.18
14	7.5	6.67%	0.41	0.76	0.91	16.4%	44.8	550	0.20	6.40	2.14	0.30	40.18
15	8.0	6.33%	0.41	0.76	0.91	15.6%	44.8	550	0.20	6.08	2.15	0.28	40.18



Wyniki pokazują, że **wskaźnik MAR pozostaje relatywnie stabilny w całym zakresie testowania zlecenia stop-loss**, co stanowi pozytywny sygnał dla strategii.

Teraz **porównajmy wyniki naszej dotychczasowej strategii z wersją strategii, w której zastosowano zlecenie stop-loss**:

Wskaźniki/Miary	Strategia bez stop loss	Strategia z stop loss
CAGR%	10,9%	10,3%
MAR Ratio	0,41	0,44
RAR%	10,7%	10,0%
R-Cubed	0,36	0,24
Robust Sharpe Ratio	0,68	0,73
Max Drawdown	26,6%	23,6%
Wins	40,1%	39,7%
Losses	59,9%	60,3%
Average Win%	2,35%	2,17%
Average Loss%	0,74%	0,66%
Win/Loss Ratio	3,19	3,28
Average Trade Duration (days)	184	182
Percent Profit Factor	2,14	2,16
SQN	1,04	1,11

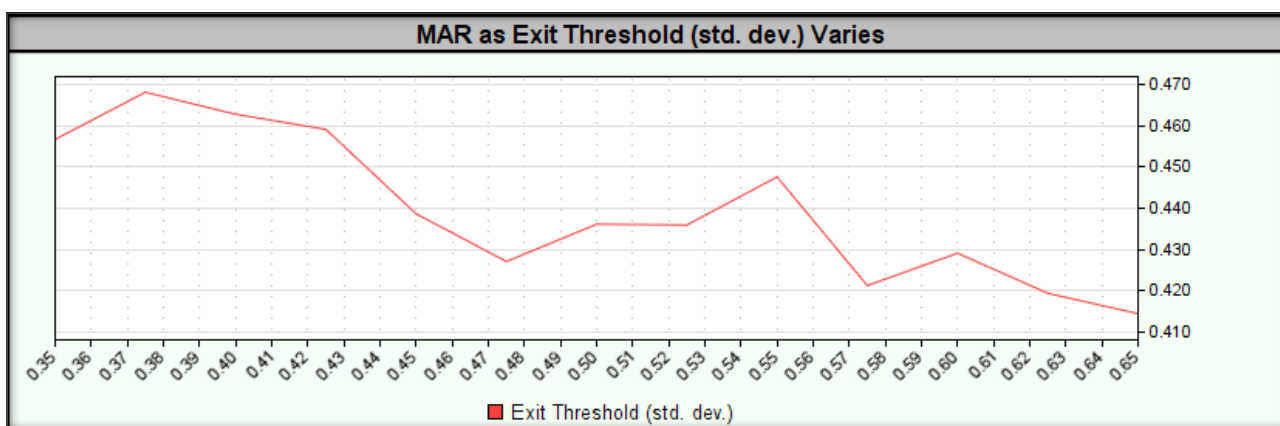
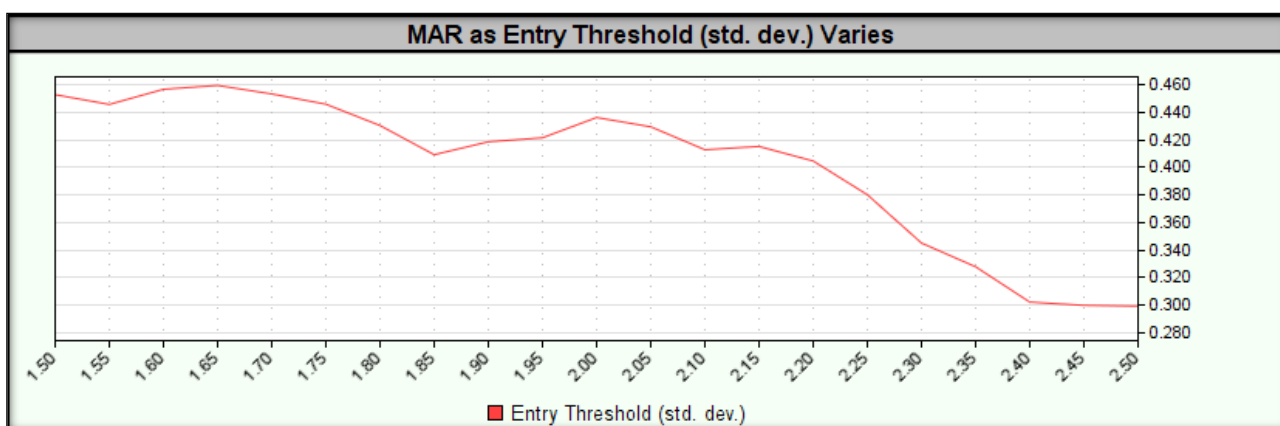
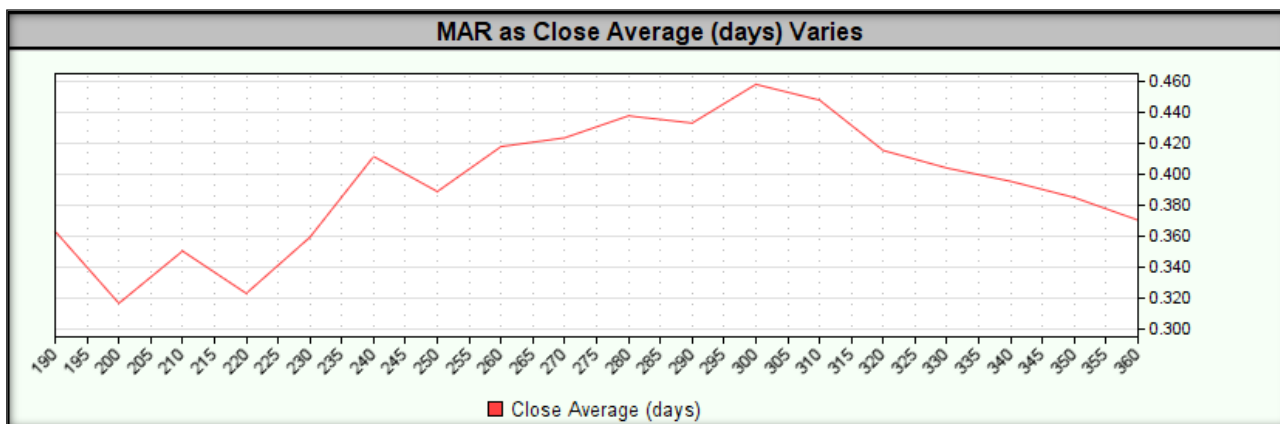
Choć **zyskowność strategii**, mierzona wskaźnikiem **CAGR%**, nie uległa poprawie, to **miara zysku ważone ryzykiem – MAR** – wykazały nieznaczną poprawę.

Aby upewnić się, że **stabilność pozostałych parametrów nie uległa istotnym zmianom**, przeprowadzamy ponowną analizę stabilności wskaźnika **MAR** w przedziale $\pm 30\%$, osobno dla każdego optymalizowanego parametru:

- **Średnia krocząca**: zakres **190–355 (krok: 10)** – przy pozostałych parametrach bez zmian.
- **Górna/dolna wstęga Bollingera**: zakres **1,50–2,50 (krok: 0,05)** – przy pozostałych parametrach bez zmian.
- **Środkowa wstęga Bollingera**: zakres **0,35–0,65 (krok: 0,025)** – przy pozostałych parametrach bez zmian.



Wyniki należy porównać z wcześniejszym testem stabilności, przeprowadzonym w sekcji „Testy prostego elementu exit”.



Stabilność wskaźnika **MAR** jest zbliżona do tej obserwowanej w testach **bez zlecenia obronnego**, jednak zauważalna **poprawa** nastąpiła w przypadku **Exit Threshold (środkowej wstęgi Bollingera)**.

Najistotniejsze jest teraz sprawdzenie, **czy zastosowanie zlecenia stop-loss przekłada się na lepsze wyniki na danych OOS**.

Poniżej przedstawiono **porównanie wyników na danych OOS dla dotychczasowej strategii oraz strategii uwzględniającej zlecenie stop-loss**:



Wskaźniki/Miary	Strategia bez stop loss	Strategia z stop loss
CAGR%	11,2%	10,1%
MAR Ratio	0,53	0,50
RAR%	9,8%	9,7%
R-Cubed	0,90	0,90
Robust Sharpe Ratio	0,68	0,76
Max Drawdown	21,2%	20,4%
Wins	31,8%	31,3%
Losses	68,2%	68,7%
Average Win%	3,16%	2,68%
Average Loss%	0,80%	0,65%
Win/Loss Ratio	3,95	4,14
Average Trade Duration (days)	151	148
Percent Profit Factor	1,84	1,89
SQN	0,59	0,65

Analiza wyników pokazuje, że **dodanie zlecenia stop-loss opartego na ATR nie poprawiło** kluczowych miar i wskaźników strategii na danych **out-of-sample (OOS)**. W związku z tym **nie wprowadzamy** do strategii **stop-lossu bazującego na ATR**.

Pozostajemy przy **dotychczasowym rozwiązaniu** , w którym zlecenie **stop-loss** jest ustawiane na **poziomie środkowej wstęgi Bollingera**.

Na obecny moment **strategia została zoptymalizowana do następujących parametrów**:

- **Średnia krocząca: 275;**
- **Górna/dolna wstęga Bollingera: 2,00;**
- **Środkowa wstęga Bollingera: 0,50;**
- **Wielkości pozycji: odpowiadająca ryzyku 1% wartości kapitałów.**

6. Piramidowanie pozycji

W tym kroku sprawdzimy, czy **dodawanie kolejnych jednostek do pozycji** , które poruszają się zgodnie z naszymi oczekiwaniami, **poprawia wskaźniki strategii** . W strategiach **trend-following** takie podejście często jest skuteczne, jednak zamiast opierać się na przypuszczeniach, **przeprowadziliśmy testy empiryczne**.

Założenia testu piramidowania:

- Dodawanie kolejnych jednostek pozycji następuje po **ruchu ceny w oczekiwanym kierunku**.
- Ruch mierzono wskaźnikiem **ATR(40)** w zakresie **0,5–3,0 ATR** (z krokiem **0,5 ATR**).
- **Maksymalna liczba jednostek pozycji: 4.**
- **Pozostałe elementy strategii pozostają bez zmian.**

Aby zapewnić **równe porównanie wyników strategii bez piramidowania i z piramidowaniem** , dostosowaliśmy **ryzyko na pojedynczą jednostkę pozycji**:

- Wcześniej każda pozycja miała **ryzyko równe 1% wartości kapitału**.



- W przypadku maksymalnie 4 jednostek pozycji, ryzyko pojedynczej jednostki wynosi ¼ wartości standardowej pozycji (0,25% wartości kapitału zamiast 1%).

Dzięki temu strategia z piramidowaniem **nie zwiększa całkowitego ryzyka** w porównaniu do strategii bez piramidowania.

Sprawdzamy, czy piramidowanie pozycji poprawia wyniki strategii, a w szczególności wpływa na funkcję celu MAR.

	Max Instrument Units	Unit Add (ATR)	End Balance	CAGR%	MAR	Sharpe	Ann. Sharpe	Max TE DD	Longest DD	Trades	R3	RAR (%)	%PF
1	2	0.5	\$502,631,036.13	10.10%	0.40	0.73	1.00	25.5%	44.8	1061	0.32	9.74	2.14
2	2	1.0	\$461,852,394.88	9.71%	0.40	0.73	0.99	24.3%	44.8	1028	0.33	9.38	2.16
3	2	1.5	\$431,225,586.38	9.40%	0.39	0.73	1.01	23.9%	44.3	996	0.34	9.03	2.17
4	2	2.0	\$390,022,065.66	8.94%	0.38	0.72	0.99	23.4%	44.3	968	0.32	8.62	2.15
5	2	2.5	\$371,396,440.95	8.72%	0.38	0.72	1.00	22.7%	44.3	945	0.33	8.42	2.16
6	2	3.0	\$351,563,493.68	8.47%	0.38	0.71	1.00	22.3%	44.3	921	0.33	8.13	2.17
7	3	0.5	\$435,831,913.50	9.44%	0.39	0.72	0.98	24.4%	44.8	1484	0.32	9.04	2.18
8	3	1.0	\$369,597,892.29	8.69%	0.38	0.71	0.97	23.1%	44.8	1411	0.32	8.37	2.16
9	3	1.5	\$325,855,572.87	8.13%	0.37	0.69	0.94	22.1%	44.8	1340	0.33	7.75	2.17
10	3	2.0	\$292,948,838.58	7.65%	0.36	0.70	0.97	21.3%	44.3	1272	0.30	7.33	2.18
11	3	2.5	\$265,357,210.53	7.20%	0.35	0.69	0.98	20.6%	44.7	1218	0.31	6.88	2.17
12	3	3.0	\$240,301,967.67	6.76%	0.35	0.67	0.99	19.6%	44.8	1163	0.31	6.43	2.14
13	4	0.5	\$379,914,120.93	8.82%	0.37	0.71	0.98	23.6%	44.8	1867	0.31	8.39	2.19
14	4	1.0	\$310,350,128.27	7.91%	0.36	0.70	0.96	21.9%	44.8	1745	0.31	7.56	2.18
15	4	1.5	\$282,136,327.50	7.15%	0.35	0.67	0.94	20.7%	44.8	1621	0.31	6.81	2.17
16	4	2.0	\$226,798,518.55	6.50%	0.33	0.66	0.97	19.5%	44.8	1506	0.29	6.20	2.15
17	4	2.5	\$201,841,415.28	5.99%	0.32	0.65	0.94	18.6%	44.8	1422	0.28	5.68	2.13
18	4	3.0	\$185,094,909.83	5.61%	0.32	0.65	0.95	17.6%	44.8	1328	0.29	5.28	2.14

Analiza wyników pokazuje, że **najwyższą wartość funkcji celu (MAR)** osiągnięto w **teście numer 1**, gdzie **po każdym ruchu rynku o 0,5 ATR w oczekiwanym kierunku dodawano jedną pozycję**, aż do maksymalnie dwóch pozycji.

Jednakże, **MAR nie uległo poprawie względem strategii pierwotnej bez piramidowania**, dla której wynosi **0,41**. W związku z tym **decydujemy się pominąć piramidowanie** w naszej strategii inwestycyjnej i pozostajemy przy pierwotnym modelu zarządzania pozycją.

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

- **Średnia krocząca: 275;**
- **Górna/dolna wstęga Bollingera: 2,00;**
- **Środkowa wstęga Bollingera: 0,50;**
- **Wielkości pozycji: odpowiadająca ryzyku 1% wartości kapitałów.**

7. Zarządzanie zyskami

Element **exit** jest już **wbudowany** w naszą strategię inwestycyjną i został **zoptymalizowany** na **początkowym etapie jej tworzenia**. W związku z tym nie wymaga dodatkowych modyfikacji.

8. Money Management (Position Sizing)

Nasza strategia inwestycyjna optymalizowana była przy założeniu, że ryzyko jednej pozycji wynosi 1% całkowitego kapitału. Niemniej wskaźniki i miary zmieniają się wraz ze zmianą wielkości pozycji. Na poniższym zestawieniu widzimy, jakie wyniki generuje strategia w zależności od wielkości pozycji. Najwyższe wartości wskaźnika MAR uzyskujemy dla ryzyka pozycji powyżej 4,0%. Wówczas też strategia generuje ponad 35% zysku rocznie. Jednak to tylko jedna strona medalu, gdyż z taką stopą zwrotu wiąże się minimalny drawdown sięgający 60%. A trzeba pamiętać, że największy drawdown jest prawdopodobnie dopiero przed nami. Zatem nikt nie będzie w stanie trzymać się strategii, gdy wygeneruje drawdown na poziomie 80%-90%. **Dlatego w**



dalszych rozważaniach ustalamy pozycją wyjściową wynoszącą 1,5% ryzyka kapitału na jedną pozycję. Jednak ostateczna wielkość pozycji jest pochodną apetytu na ryzyka każdego inwestora

	Order Risk Per Trade (%)	End Balance	CAGR%	MAR	Sharpe	Ann. Sharpe	Max TE DD	Longest DD	Trades	R3	RAR [%]	%PF	Expectancy
1	0.5%	\$187,908,460.14	5.67%	0.36	0.70	1.06	15.9%	44.1	568	0.33	5.54	2.14	0.50
2	1.0%	\$601,474,012.26	10.92%	0.41	0.74	1.03	26.6%	43.4	568	0.36	10.68	2.14	0.50
3	1.5%	\$1,679,832,485.50	15.77%	0.45	0.78	1.00	34.8%	43.4	568	0.33	15.42	2.14	0.50
4	2.0%	\$4,189,799,229.17	20.27%	0.49	0.80	0.98	41.2%	43.0	568	0.33	19.82	2.14	0.50
5	2.5%	\$9,511,414,634.09	24.45%	0.52	0.82	0.95	46.9%	43.0	568	0.34	23.89	2.14	0.50
6	3.0%	\$19,859,988,536.53	28.33%	0.55	0.83	0.92	51.7%	42.9	568	0.34	27.67	2.14	0.50
7	3.5%	\$38,332,847,407.11	31.89%	0.57	0.85	0.90	56.0%	43.0	568	0.34	31.15	2.14	0.50
8	4.0%	\$71,215,638,502.96	35.34%	0.59	0.86	0.87	59.9%	43.0	567	0.32	34.33	2.15	0.50
9	4.5%	\$120,839,156,910.06	38.36%	0.59	0.87	0.85	64.8%	43.4	567	0.32	37.20	2.15	0.50
10	5.0%	\$197,480,573,426.51	41.22%	0.59	0.87	0.82	69.6%	43.4	566	0.31	39.74	2.15	0.50
11	5.5%	\$333,781,569,780.57	44.34%	0.60	0.88	0.80	74.0%	43.4	564	0.32	42.84	2.17	0.50
12	6.0%	\$454,305,363,163.42	46.21%	0.59	0.88	0.77	78.1%	44.1	564	0.31	44.64	2.15	0.50
13	6.5%	\$655,241,864,189.79	48.46%	0.59	0.88	0.75	81.9%	45.5	562	0.31	46.80	2.16	0.50
14	7.0%	\$1,009,631,523,049.99	51.16%	0.60	0.88	0.75	85.4%	45.5	560	0.31	49.50	2.17	0.50
15	7.5%	\$1,073,427,606,339.68	51.54%	0.58	0.86	0.72	88.6%	45.5	560	0.30	50.05	2.14	0.49
16	8.0%	\$2,075,970,931,865.94	55.77%	0.63	0.89	0.73	88.0%	45.5	556	0.32	53.60	2.18	0.51
17	8.5%	\$2,293,284,730,361.70	56.41%	0.62	0.86	0.70	91.1%	45.5	553	0.30	53.87	2.19	0.50
18	9.0%	\$2,217,309,746,827.38	56.19%	0.61	0.87	0.67	92.3%	45.5	555	0.29	53.55	2.16	0.49
19	9.5%	\$2,561,505,590,707.04	57.14%	0.60	0.85	0.65	94.5%	45.5	553	0.28	54.08	2.16	0.50
20	10.0%	\$2,298,076,240,348.69	56.43%	0.59	0.81	0.60	96.1%	45.5	552	0.28	54.38	2.15	0.49

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

- **Średnia krocząca: 275;**
- **Górna/dolna wstęga Bollingera: 2,00;**
- **Środkowa wstęga Bollingera: 0,50;**
- **Wielkości pozycji: odpowiadająca ryzyku 1,5% wartości kapitałów.**

9. Strategy Risk Management

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

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

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

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

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

Dlatego też **przyjmując bez optymalizacji następujące limity koncentracji:**

- **Maksymalna liczba pozycji otwartych w mocno skorelowanych instrumentach: 3 pozycje,**



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

Sprawdźmy zatem, jak kształtują się wyniki nowych strategii na danych **in-sample (IS)** oraz **out-of-sample (OOS)**.

Poniżej przedstawiono wyniki testów na danych **in-sample**, uwzględniające wprowadzone modyfikacje w strategii:

Wskaźniki/Miary	In-sample bez limitów alokacji	In-sample z limitami alokacji
CAGR%	15,8%	16,4%
MAR Ratio	0,45	0,47
RAR%	15,4%	16,0%
R-Cubed	0,33	0,44
Robust Sharpe Ratio	0,70	0,75
Max Drawdown	34,8%	34,8%
Wins	40,1%	41,0%
Losses	59,9%	59,0%
Average Win%	3,53%	3,55%
Average Loss%	1,52%	1,52%
Win/Loss Ratio	3,19	3,21
Average Trade Duration (days)	184	186
Percent Profit Factor	2,14	2,24
SQN	1,04	1,08
Ilość transakcji	568	546

Poniżej przedstawiono wyniki testów na danych **out-of-sample**, uwzględniające wprowadzone modyfikacje w strategii.

Wskaźniki/Miary	Out-of-sample bez limitów alokacji	Out-of-sample z limitami koncentracji
CAGR%	15,4%	15,9%
MAR Ratio	0,51	0,54
RAR%	13,9%	14,4%
R-Cubed	0,89	0,95
Robust Sharpe Ratio	0,68	0,71
Max Drawdown	30,3%	29,1%
Wins	31,8%	32,6%
Losses	68,2%	67,4%
Average Win%	4,75%	4,71%
Average Loss%	1,21%	1,51%
Win/Loss Ratio	3,93	3,94
Average Trade Duration (days)	151	153
Percent Profit Factor	1,84	1,90
SQN	0,59	0,60
Ilość transakcji	179	172

Wyniki pokazują, że zarówno w testach **in-sample (IS)**, jak i **out-of-sample (OOS)**, poprawa jest kosmetyczna.



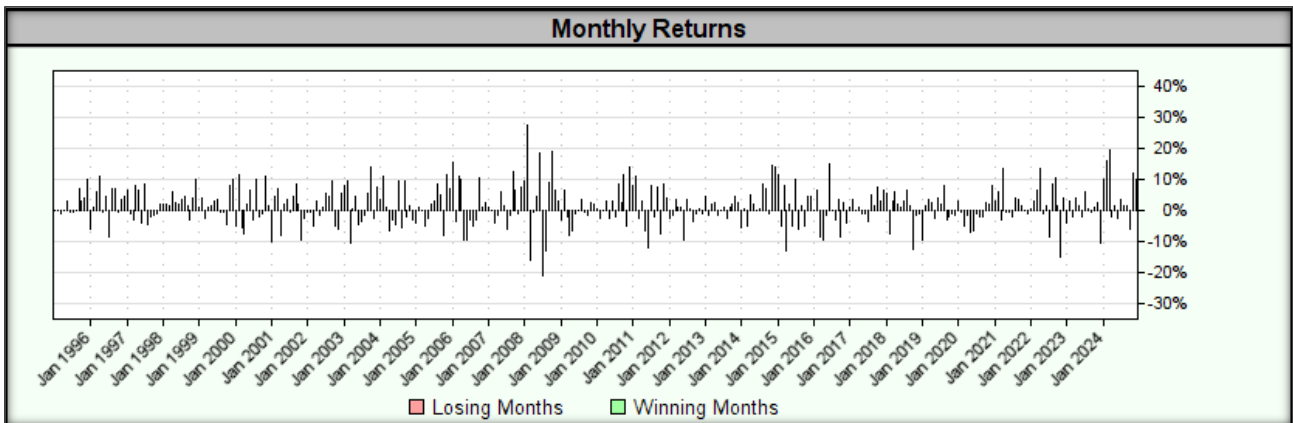
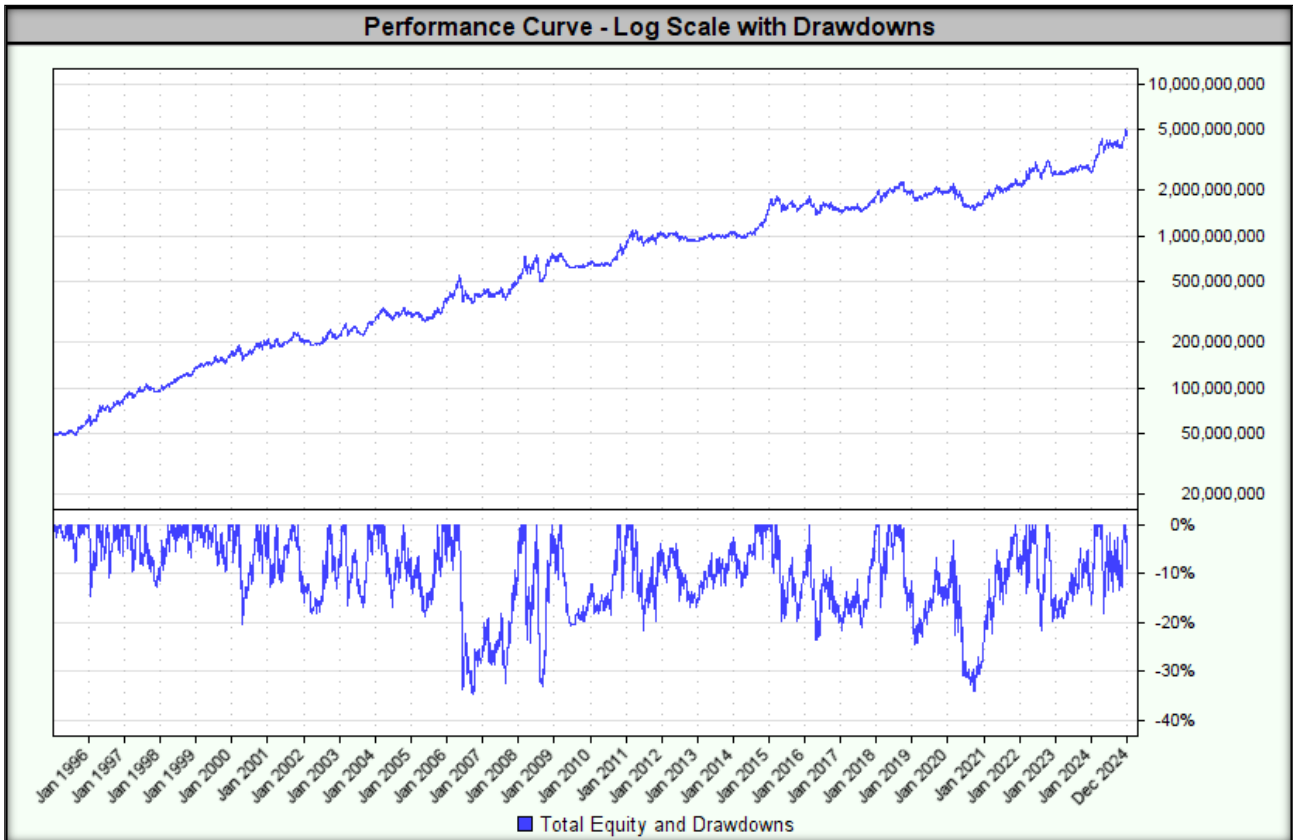
Jednak kluczowym wnioskiem jest **brak negatywnego wpływu** wprowadzonych ograniczeń na **zyskowność strategii**, co należy ocenić **pozytywnie**.

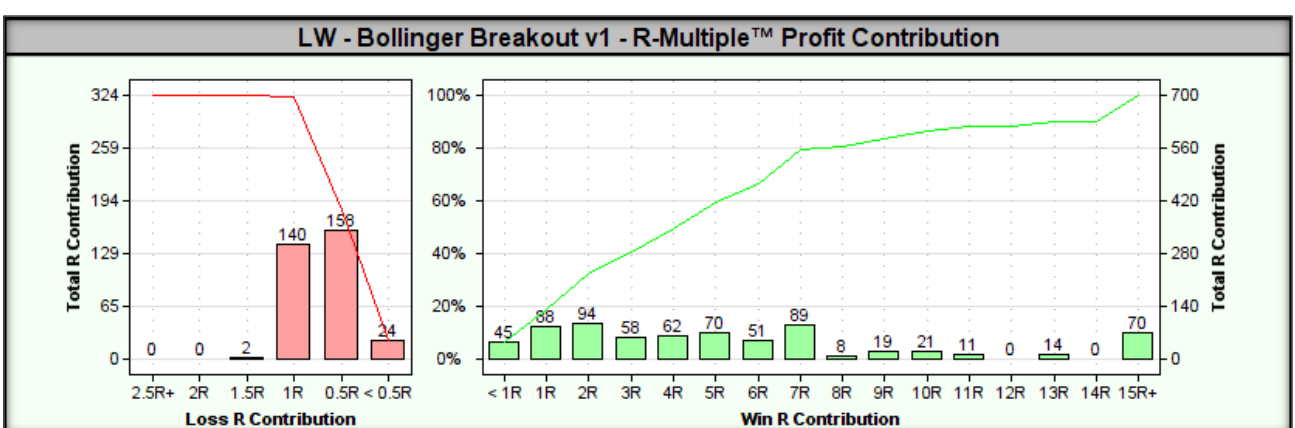
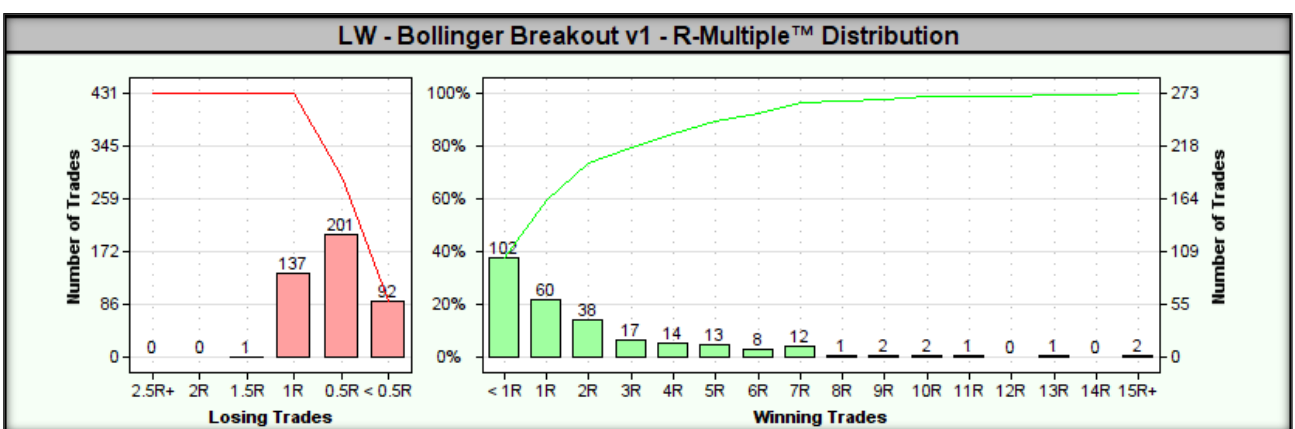
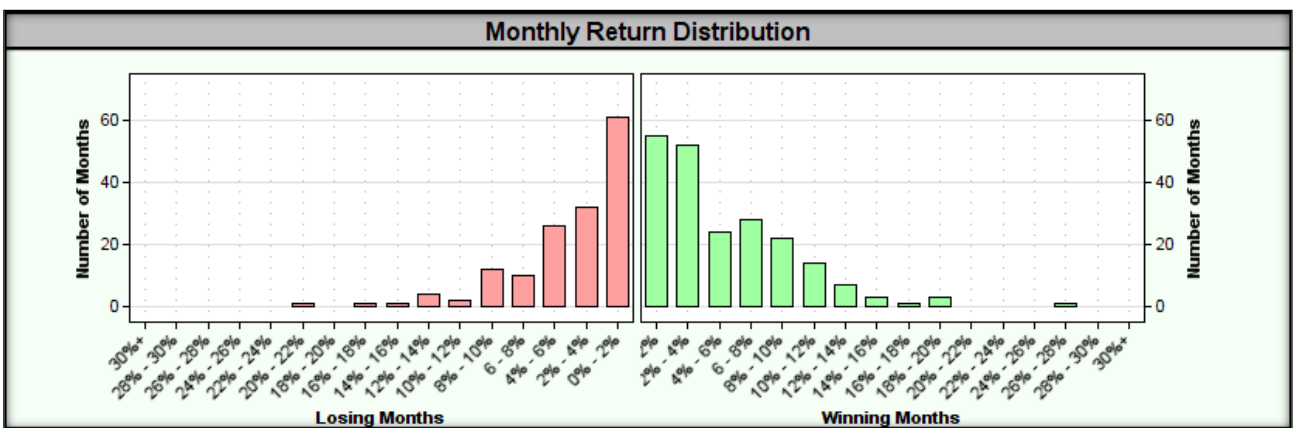
Podsumowując, na ten moment **strategia została zoptymalizowana do następujących parametrów:**

- **Średnia krocząca: 275;**
- **Górna/dolna wstęga Bollingera: 2,00;**
- **Środkowa wstęga Bollingera: 0,50;**
- **Wielkości pozycji: odpowiadająca ryzyku 1,5% wartości kapitałów;**
- **Maksymalna liczba pozycji otwartych w mocno skorelowanych instrumentach: 3 pozycje;**
- **Maksymalna liczba pozycji otwartych w średnio skorelowanych instrumentach: 6 pozycji;**
- **Maksymalna liczba pozycji otwartych w jednym kierunku: 12 pozycji.**

Teraz, gdy zoptymalizowaliśmy parametry strategii inwestycyjnej, przechodzimy do ostatniego etapu testów – całościowej oceny stabilności strategii. Zanim to jednak zrobimy, **podsumujemy wyniki** na danych **in-sample** oraz połączonych **danych in-sample oraz out-of-sample**.

Wskaźniki/Miary	In-sample	In-sample & Out-of-sample
CAGR%	16,4%	16,4%
MAR Ratio	0,47	0,47
RAR%	16,0%	14,3%
R-Cubed	0,44	0,33
Robust Sharpe Ratio	0,75	0,67
Max Drawdown	34,8%	34,8%
Wins	41,0%	38,8%
Losses	59,0%	61,2%
Average Win%	3,55%	3,89%
Average Loss%	1,52%	1,14%
Win/Loss Ratio	3,21	3,40
Average Trade Duration (days)	186	183
Percent Profit Factor	2,24	2,16
SQN	1,08	0,87
Ilość transakcji	546	704







Krok 5: Ocena stabilności strategii inwestycyjnej

1. Testowanie stabilności parametrów

Test stabilności parametrów polega na wykonaniu **pełnej analizy wszystkich możliwych kombinacji parametrów** w zakresie $\pm 20\%$ dla każdego z nich, wykorzystując zarówno dane **in-sample**, jak i **out-of-sample**.

Kluczowe kryteria oceny:

- **Wszystkie wyniki testów** muszą wykazywać **dodatnią wartość wskaźnika MAR**.
- **Maksymalny drawdown** nie może przekraczać **200% wartości drawdown z testów in-sample**.

Poniżej przedstawiono **wyniki testu stabilności strategii**, przeprowadzonego dla zakresu parametrów:

- **Średnia krocząca: 220–330 (krok: 5);**
- **Górna/dolna wstęga Bollingera: 1,60–2,40 (krok: 0,1);**
- **Środkowa wstęga Bollingera: 0,40–0,60 (krok: 0,05).**

Test	Close Average (days)	Entry Threshold (std. dev.)	Exit Threshold (std. dev.)	End Balance	CAGR%	MAR	Sharpe	Ann. Sharpe	Max TE DD	Longest DD	Trades
359	255	2.4	0.55	\$544,102,382.45	8.28%	0.22	0.56	0.63	38.3%	97.2	579
360	255	2.4	0.60	\$602,080,502.56	8.65%	0.23	0.58	0.65	37.1%	75.9	584
450	265	2.4	0.60	\$613,040,535.41	8.71%	0.24	0.59	0.66	36.9%	75.9	563
405	260	2.4	0.60	\$659,038,380.22	8.98%	0.24	0.60	0.67	37.6%	75.9	571
45	220	2.4	0.60	\$752,289,070.95	9.46%	0.24	0.60	0.70	39.4%	86.7	670
358	255	2.4	0.50	\$746,563,191.15	9.43%	0.24	0.62	0.62	39.3%	96.3	567
90	225	2.4	0.60	\$786,381,093.35	9.62%	0.24	0.61	0.70	39.5%	86.7	654
404	260	2.4	0.55	\$771,369,514.53	9.55%	0.25	0.63	0.60	38.8%	97.0	564
314	250	2.4	0.55	\$668,295,716.42	9.03%	0.25	0.60	0.68	36.5%	75.9	587
132	230	2.4	0.45	\$604,392,040.46	8.66%	0.25	0.57	0.69	34.8%	45.0	619
448	265	2.4	0.50	\$860,567,791.52	9.95%	0.25	0.66	0.64	40.0%	90.7	542
449	265	2.4	0.55	\$790,234,836.90	9.64%	0.25	0.64	0.64	38.1%	79.5	554
41	220	2.4	0.40	\$705,168,494.29	9.22%	0.25	0.60	0.70	36.2%	45.1	633

Test	Close Average (days)	Entry Threshold (std. dev.)	Exit Threshold (std. dev.)	End Balance	CAGR%	MAR	Sharpe	Ann. Sharpe	Max T...	Longest DD	Trades
95	230	1.6	0.60	\$16,276,211,358.38	21.27%	0.45	0.81	0.84	47.7%	57.7	1228
5	220	1.6	0.60	\$12,576,096,587.52	20.27%	0.43	0.76	0.77	47.0%	70.2	1292
50	225	1.6	0.60	\$14,182,323,492.92	20.72%	0.44	0.78	0.77	46.7%	59.1	1269
49	225	1.6	0.55	\$12,829,841,848.19	20.31%	0.44	0.78	0.83	46.6%	38.9	1236
94	230	1.6	0.55	\$14,115,181,680.99	20.70%	0.45	0.80	0.86	46.4%	38.8	1194
60	225	1.8	0.60	\$8,190,692,439.28	18.53%	0.41	0.78	0.79	45.6%	60.0	1066
54	225	1.7	0.55	\$15,275,915,132.86	21.02%	0.46	0.84	0.86	45.6%	33.0	1117
100	230	1.7	0.60	\$18,934,092,701.05	21.89%	0.48	0.87	0.86	45.5%	40.8	1108
15	220	1.8	0.60	\$7,496,510,856.96	18.18%	0.40	0.76	0.81	45.1%	60.0	1094
55	225	1.7	0.60	\$13,605,598,891.59	20.55%	0.46	0.81	0.79	45.1%	42.0	1148
80	225	2.2	0.60	\$1,336,788,271.92	11.58%	0.26	0.64	0.70	44.9%	85.9	778
105	230	1.8	0.60	\$11,379,041,267.94	19.83%	0.44	0.83	0.83	44.7%	53.1	1032
4	220	1.6	0.55	\$14,681,796,180.38	20.86%	0.47	0.80	0.84	44.5%	40.8	1243

Najniższa wartość wskaźnika **MAR** uzyskana w testach wyniosła **0,22**, a **najwyższa wartość drawdown** osiągnęła **47,7%**.

Tym samym **oba kryteria stabilności parametrów zostały spełnione**, co potwierdza odporność strategii na niewielkie zmiany parametrów oraz jej potencjalną skuteczność w różnych warunkach rynkowych.

2. Testowanie strategii na różnych skalach czasowych

Test na różnych skalach czasowych **został pominięty**, ponieważ strategia opiera się na **bardzo długiej średniej kroczącej (ponad 200 dni)**.

Wykorzystanie tej strategii na **interwale tygodniowym zmieniłoby jej charakter**, co sprawia, że analiza w różnych skalach czasowych **nie ma praktycznego zastosowania**.



3. Testowanie na ruchomym oknie

Dla danych obejmujących okres od **01.01.1995** 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
19950101	\$64,145,654.64	28.40%	3.76	2.11	2.00	7.5%	2.4	26	24.44	11.93	3.18	0.69
19960101	\$58,480,622.52	16.97%	1.84	1.23	NA	9.2%	3.2	30	29.99	16.39	1.94	0.36
19970101	\$56,909,921.85	13.83%	1.03	0.89	2.00	13.5%	4.9	26	19.52	11.52	1.86	0.37
19980101	\$66,977,607.30	33.98%	5.66	2.99	2.00	6.0%	1.7	27	118.06	23.57	3.94	0.81
19990101	\$59,797,877.61	19.67%	1.75	1.57	NA	11.2%	5.1	29	9.72	5.21	2.55	0.44
20000101	\$59,611,257.11	19.47%	1.80	1.33	NA	10.8%	4.9	30	15.82	12.53	2.07	0.44
20010101	\$53,860,597.76	7.73%	0.58	0.50	2.00	13.4%	4.4	27	20.88	12.50	1.46	0.20
20020101	\$56,350,336.52	12.71%	1.02	0.86	2.00	12.4%	4.9	28	16.22	6.29	1.97	0.31
20030101	\$57,621,552.42	15.25%	0.86	0.72	2.00	17.8%	8.0	24	-3.89	-2.45	2.35	0.46
20040101	\$54,788,001.79	9.58%	0.77	0.65	NA	12.4%	5.9	35	10.22	7.05	1.50	0.18
20050101	\$58,489,976.24	17.20%	1.43	1.00	NA	12.0%	6.4	34	1.75	1.02	1.85	0.37
20060101	\$51,973,894.81	3.96%	0.15	0.29	2.00	27.1%	7.7	35	-9.75	-9.05	1.22	0.10
20070101	\$61,732,352.25	23.48%	1.44	1.24	2.00	16.3%	3.7	33	11.46	4.73	2.31	0.48
20080101	\$65,847,708.36	31.72%	1.08	0.87	NA	29.3%	8.6	41	0.90	0.93	2.62	0.51
20090101	\$49,739,265.97	-0.52%	-0.06	-0.04	-2.04	8.7%	10.4	18	-18.03	-4.85	0.99	-0.01
20100101	\$67,801,241.60	35.74%	2.39	1.71	NA	14.9%	3.1	29	56.40	27.98	3.28	0.75
20110101	\$56,924,088.74	14.02%	0.91	0.71	NA	15.4%	6.8	32	-0.48	-0.29	2.04	0.30
20120101	\$44,949,827.73	-10.13%	-0.62	-1.17	NA	16.2%	8.9	24	-24.03	-15.18	0.35	-0.28
20130101	\$56,081,148.53	12.17%	1.70	1.40	2.00	7.2%	6.0	26	5.94	3.04	1.75	0.30
20140101	\$75,607,901.80	51.26%	7.69	2.14	2.00	6.7%	4.6	36	37.06	24.08	3.94	0.96
20150101	\$45,581,643.72	-8.84%	-0.44	-0.56	-2.00	20.0%	9.5	35	-16.79	-14.46	0.58	-0.17
20160101	\$47,371,939.37	-5.27%	-0.25	-0.13	NA	21.4%	10.6	41	-13.57	-8.44	0.80	-0.08
20170101	\$59,287,417.24	18.64%	1.74	1.51	2.00	10.7%	3.7	29	8.10	2.67	2.44	0.44
20180101	\$50,271,084.42	0.54%	0.04	0.11	1.93	15.4%	3.7	44	-1.82	-1.39	1.02	0.01
20190101	\$47,569,809.11	-4.86%	-0.41	-0.31	-2.00	11.8%	7.1	33	4.30	4.35	0.78	-0.12
20200101	\$47,662,359.98	-4.68%	-0.19	-0.24	NA	25.0%	9.5	46	-12.00	-15.35	0.90	-0.06
20210101	\$57,474,371.85	15.00%	1.20	1.09	NA	12.5%	4.4	30	20.82	11.73	1.91	0.33
20220101	\$61,946,972.10	24.21%	1.11	0.99	NA	21.8%	3.9	35	32.01	25.53	2.14	0.47
20230101	\$48,994,213.13	-2.02%	-0.16	-0.12	-2.02	12.8%	3.6	32	6.50	5.23	0.96	-0.02
20240101	\$63,692,407.26	27.41%	2.86	2.07	NA	9.6%	4.8	30	12.43	7.75	2.59	0.60

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
19950101	\$96,686,057.16	24.63%	1.70	1.48	3.07	14.5%	4.9	62	15.36	32.18	2.98	0.82
19960101	\$97,015,615.01	24.74%	1.96	1.68	1.99	12.9%	7.2	68	11.63	22.62	2.87	0.78
19970101	\$103,301,182.34	27.41%	2.03	1.89	2.15	13.5%	8.5	65	13.46	24.25	3.29	0.89
19980101	\$100,003,306.70	26.07%	1.27	1.53	4.02	20.5%	6.0	69	10.42	24.08	2.96	0.77
19990101	\$72,297,440.36	13.09%	0.72	0.76	1.34	18.3%	5.5	71	4.63	15.12	1.83	0.37
20000101	\$64,742,330.51	9.02%	0.50	0.58	1.11	18.2%	10.2	75	1.74	7.41	1.60	0.25
20010101	\$75,043,071.30	14.50%	0.83	0.80	1.49	17.4%	10.1	65	2.29	9.12	2.28	0.48
20020101	\$78,548,915.57	16.26%	0.96	0.86	2.22	16.9%	7.4	69	4.74	20.42	2.37	0.50
20030101	\$74,910,691.86	14.45%	0.77	0.76	5.03	18.7%	11.6	78	1.93	10.39	1.95	0.41
20040101	\$73,406,366.19	13.69%	0.39	0.70	3.94	34.7%	11.2	87	2.81	13.86	1.76	0.36
20050101	\$80,648,757.37	17.32%	0.50	0.84	2.14	34.6%	19.7	85	3.22	14.53	2.01	0.46
20060101	\$90,112,337.34	21.73%	0.66	0.78	1.41	32.9%	18.4	90	3.28	18.28	2.26	0.51
20070101	\$80,007,546.24	16.98%	0.51	0.65	0.81	33.0%	9.8	71	4.48	24.10	2.36	0.50
20080101	\$80,612,493.68	17.27%	0.59	0.70	0.89	29.3%	19.0	74	1.42	8.09	2.36	0.46
20090101	\$78,315,660.41	16.18%	0.76	0.88	1.15	21.4%	10.6	61	5.16	19.71	2.55	0.53
20100101	\$71,769,315.92	12.81%	0.59	0.70	0.69	21.6%	21.9	67	4.74	17.39	1.96	0.39
20110101	\$59,001,552.02	5.69%	0.37	0.44	0.50	15.4%	17.9	73	0.26	0.77	1.40	0.17
20120101	\$75,723,384.22	14.86%	0.92	0.98	0.67	16.2%	28.3	77	1.33	3.52	2.11	0.45
20130101	\$85,814,405.25	19.74%	1.00	0.99	1.11	19.7%	9.5	80	6.69	25.29	2.35	0.60
20140101	\$71,303,981.87	12.58%	0.53	0.63	0.48	23.6%	21.5	92	3.37	17.51	1.87	0.39
20150101	\$52,719,135.87	1.79%	0.06	0.19	0.12	28.1%	33.4	88	-1.65	-5.77	1.16	0.07
20160101	\$61,985,291.38	7.43%	0.35	0.48	0.60	21.4%	21.9	91	2.13	8.72	1.52	0.19
20170101	\$62,607,013.62	7.80%	0.32	0.57	1.04	24.0%	15.7	79	1.95	9.30	1.50	0.21
20180101	\$45,561,519.88	-3.05%	-0.09	-0.13	-0.60	32.2%	27.7	102	-0.45	-3.61	0.90	-0.05
20190101	\$54,963,635.95	3.21%	0.11	0.29	0.22	29.1%	20.0	92	0.02	0.11	1.21	0.11
20200101	\$73,165,161.79	13.55%	0.54	0.74	1.00	25.0%	11.2	95	2.99	19.15	1.63	0.32
20210101	\$71,320,802.18	12.58%	0.57	0.70	1.08	22.1%	14.7	88	4.15	18.72	1.68	0.32
20220101	\$110,890,033.29	30.50%	1.40	1.24	0.86	21.8%	15.9	86	4.39	20.54	2.73	0.85

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): 23 na 30 okresów zakończyło się dodatnią stopą zwrotu (77%).
- W przypadku trzyletniego okna testowego (1095/365): 27 na 28 okresów zakończyło się dodatnią stopą zwrotu (96%).

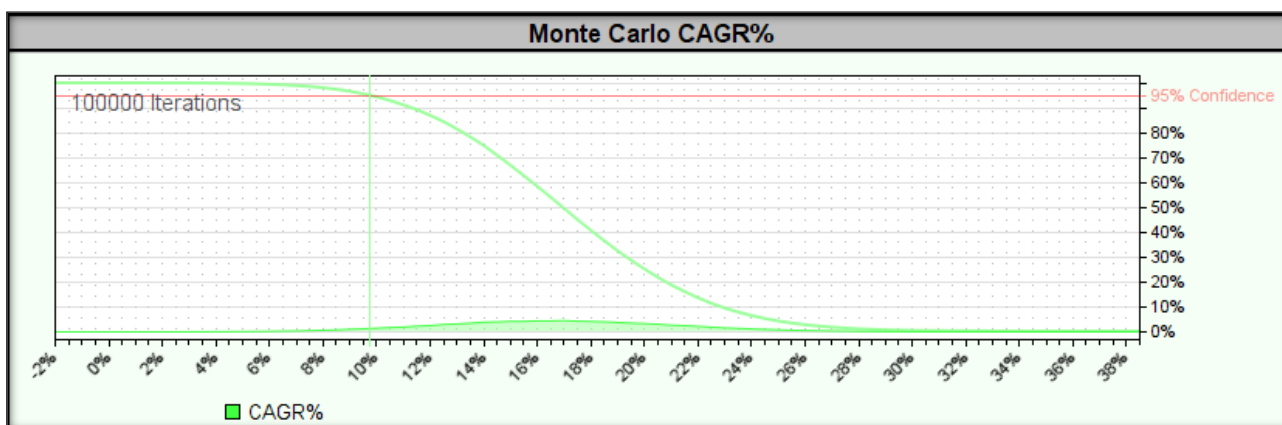
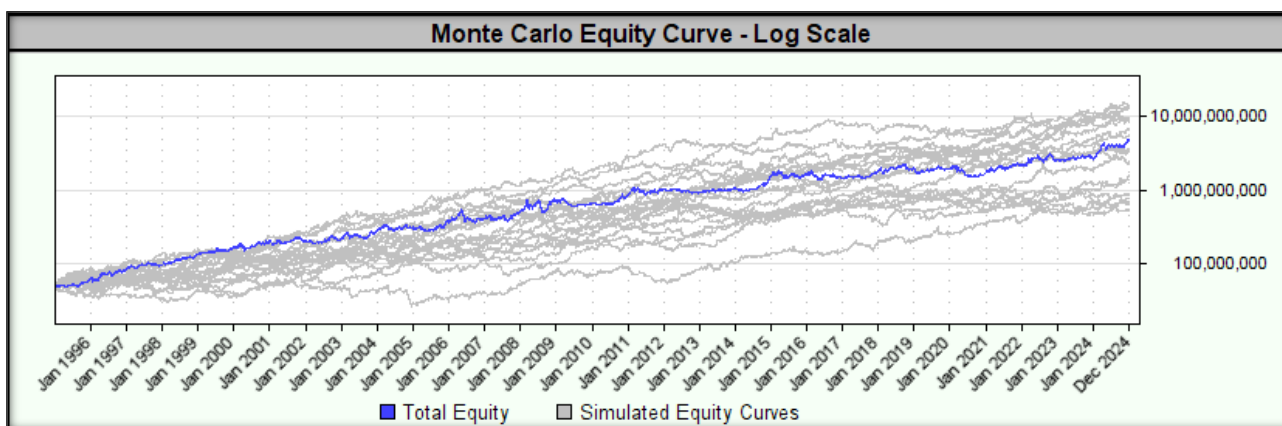
Tym samym test stabilności strategii na ruchomym oknie danych został zaliczony.

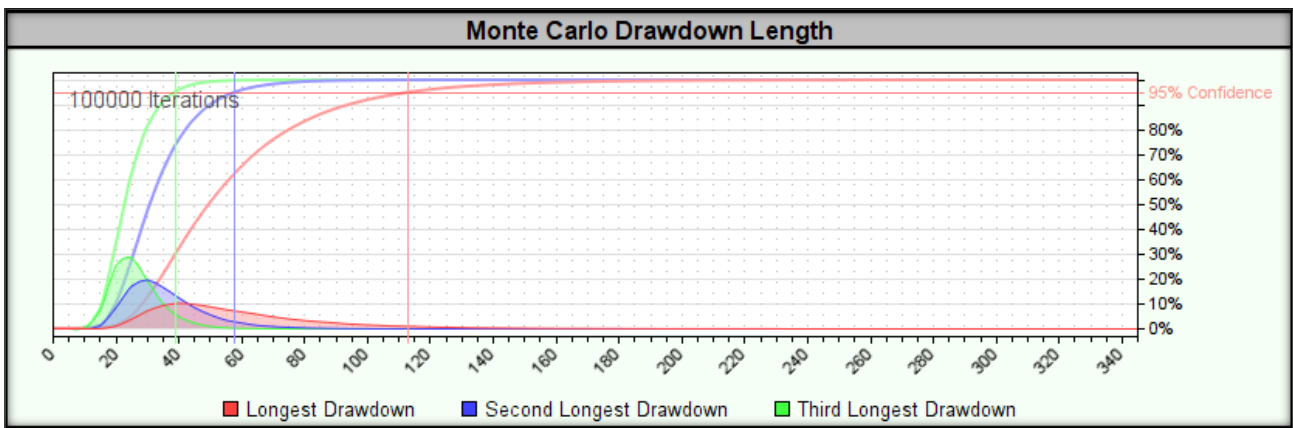
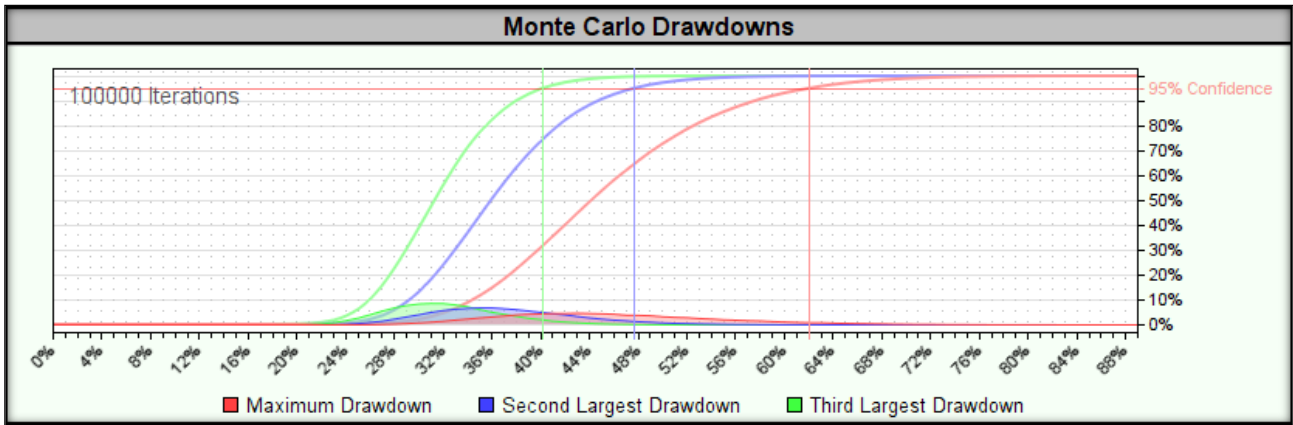
4. Monte Carlo

Dla danych obejmujących okres od 01.01.1995 do 31.12.2024 przeprowadzono symulację Monte Carlo na optymalnych parametrach strategii.

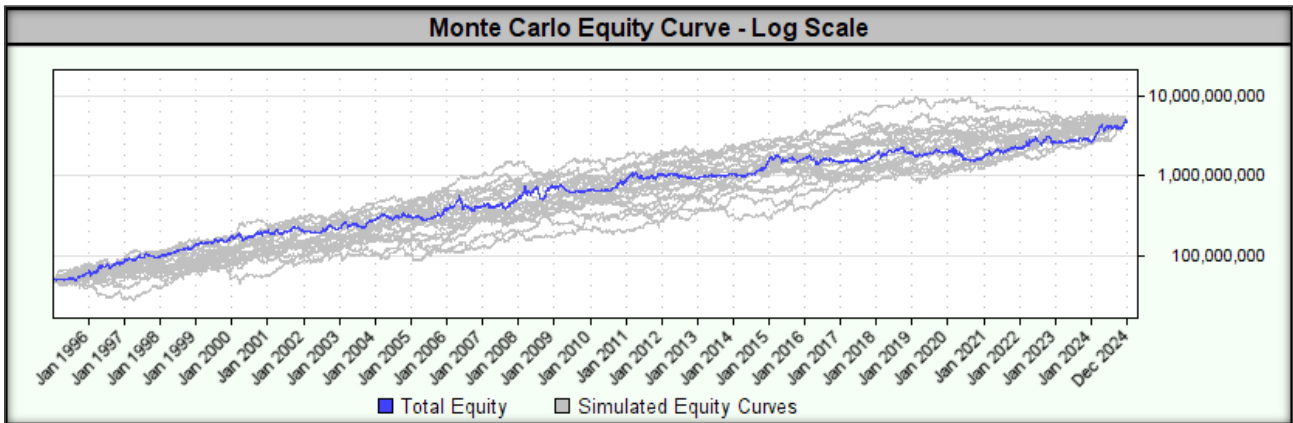
Symulację Monte Carlo wykonano 100 000 razy, testując zarówno wariant ze zwracaniem, jak i bez zwracania próbek, a przedział ufności został ustawiony na 95%.

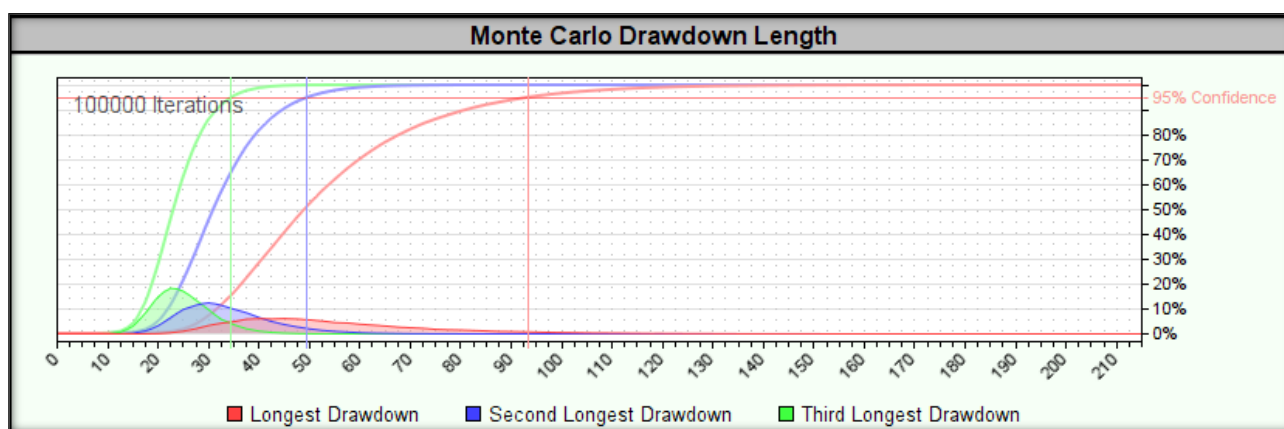
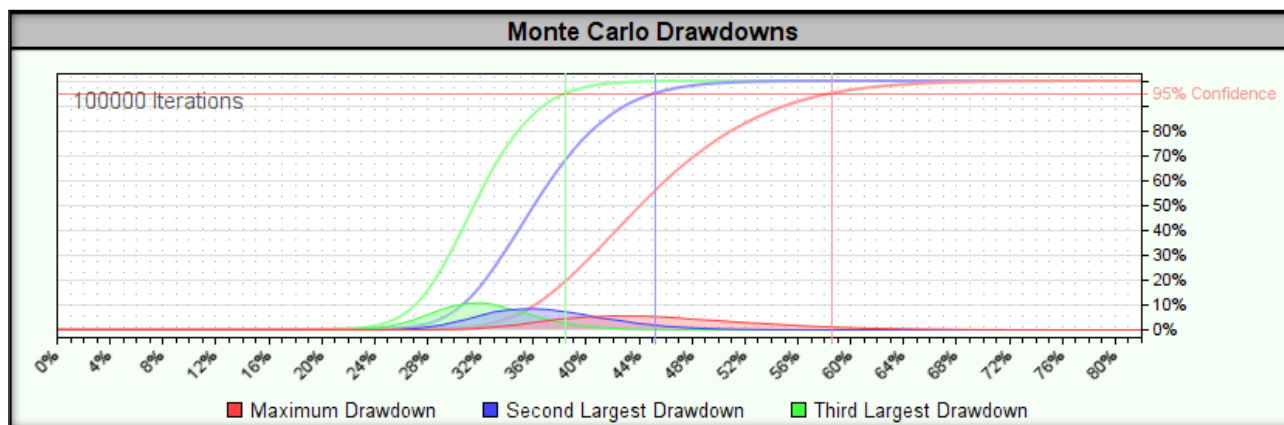
Poniżej przedstawiono rezultaty testów dla symulacji ze zwracaniem próbek.





Poniżej przedstawiono rezultaty testów dla **symulacji bez zwracania próbek**.





Symulacja Monte Carlo ze zwracaniem daje bardziej konserwatywne wyniki, dlatego to na nich skupiamy się podczas oceny:

- **CAGR%** – w 95% symulacji osiągnięto **stopę zwrotu równą lub wyższą niż ~10%**. W porównaniu do danych in-sample, stopa ta jest **o około 6,4 p.p. niższa**, co jest przyzwoitym wynikiem (należy pamiętać, że operujemy na przedziale ufności **95%**).
- **Drawdown** – w 95% symulacji osiągnięto **drawdown równy lub niższy niż 62%**. W porównaniu do danych in-sample, drawdown wzrósł o **około 27 p.p.**
- **Kryterium stabilności strategii spełnione** – strategia uznawana za **stabilną (robust)** powinna osiągać **drawdown nieprzekraczający 200% wartości drawdown z testów in-sample**, co w tym przypadku zostało spełnione (**34,8% vs. 62,0%**).

5. Long/short bias

W tej sekcji dokonujemy analizy, czy strategia wykazuje „**Long bias**” lub „**Short bias**”, porównując **liczbę transakcji kupna i sprzedaży** w całym okresie testowym. W **idealnych warunkach** rozkład transakcji powinien wynosić **50%/50%**, jednak w praktyce rzadko się to zdarza.

Najważniejsze jest **wyeliminowanie sytuacji, w której strategia nadmiernie preferuje jedną stronę rynku** (np. **70%/30%**), ponieważ może to wpłynąć negatywnie na **stabilność strategii w realnym środowisku**.

Dlatego też, w naszym przypadku za **kryterium stabilności strategii** przyjmujemy **maksymalnie 60% skłonności (bias) w jednym kierunku**.



Wyniki dla strategii Bollinger Breakout (1995-2024):

- Łączna liczba transakcji: 704
- Transakcje długie: 397 (56,4%)
- Transakcje krótkie: 307 (43,6%)

Rozkład transakcji wynosi 56,4%/43,6%, co mieści się w akceptowalnym zakresie, co oznacza, że strategia nie wykazuje nadmiernego biasu i może być uznana za stabilną w różnych warunkach rynkowych.

6. 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 zawiąza 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 nieznanym danych)

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

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



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

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

Parametry **Walk-Forward Optimization (WFO)**:

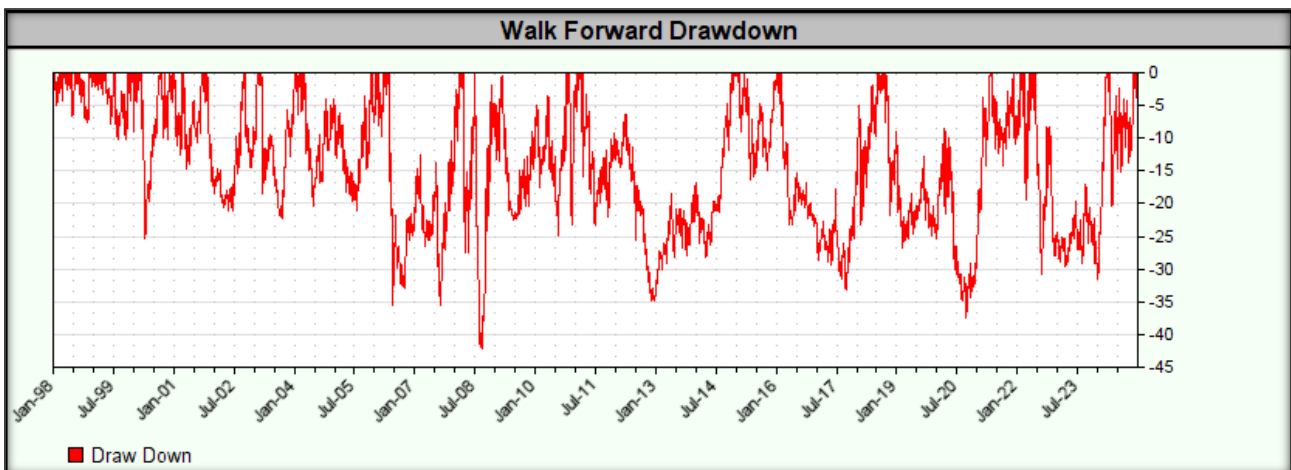
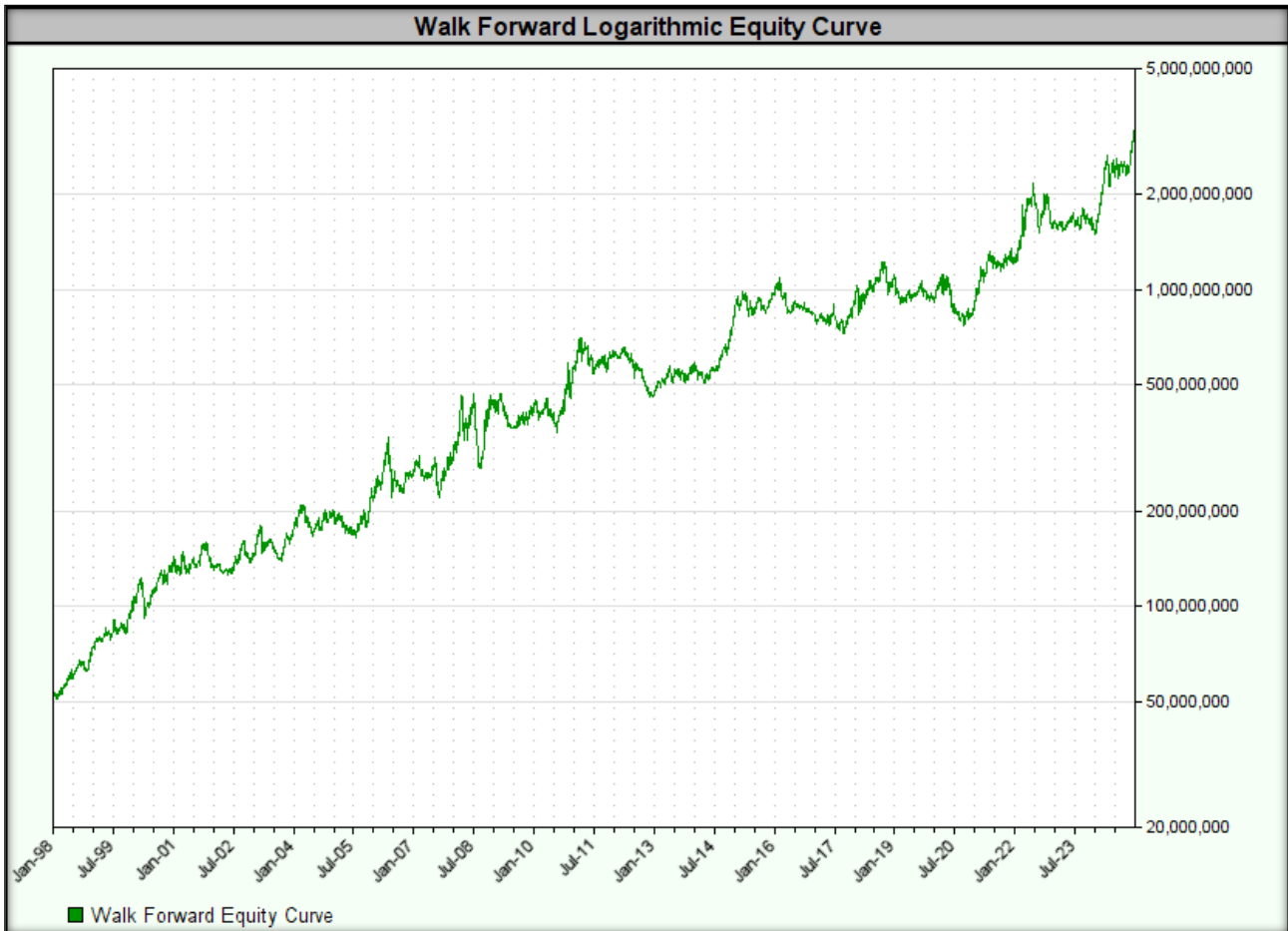
- **Funkcja celu: MAR**
- **Wielkość pozycji: 1,5% Fixed Fractional**
- **Zakres optymalizowanych parametrów:**
 - **Średnia krocząca (SMA): 220–330 (krok: 10)**
 - **Górna/dolna wstęga Bollingera: 1,60–2,40 (krok: 0,1)**
 - **Środkowa wstęga Bollingera: 0,40–0,60 (krok: 0,025)**
- **Maksymalna liczba pozycji otwartych w różnych kategoriach:**
 - **Mocno skorelowane instrumenty: 3 pozycje**
 - **Średnio skorelowane instrumenty: 6 pozycji**
 - **Maksymalna liczba pozycji w jednym kierunku: 12 pozycji**
- **Okres danych: 01.01.1995 – 31.12.2024**

Poniżej wyniki testów dla różnych okien.

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

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

Walk Forward Summary Performance						
Ending Balance	CAGR%	MAR	Annual Sharpe	Max Total Equity DD	Longest Drawdown	# Trades
2,999,902,227	16.37%	0.39	0.57	42.09%	44.78	828



Optymalizacja:	1095	CAGR%		Max DD		MAR	
WFA:	365	Projections	Real	Projections	Real	Projections	Real
19971231	19981230	38,3%	49,1%	13,9%	7,7%	2,76	6,40
19981231	19991230	42,8%	41,8%	11,2%	10,2%	3,82	4,11
19991231	20001229	44,4%	30,4%	11,3%	25,4%	3,93	1,20
20010101	20011228	44,7%	-3,4%	23,8%	17,3%	1,88	- 0,20

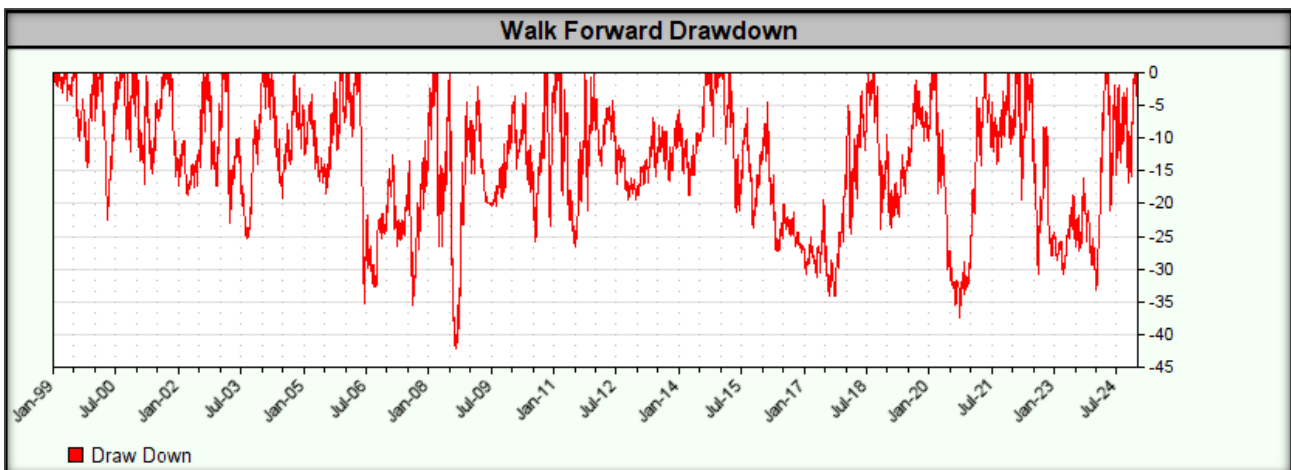
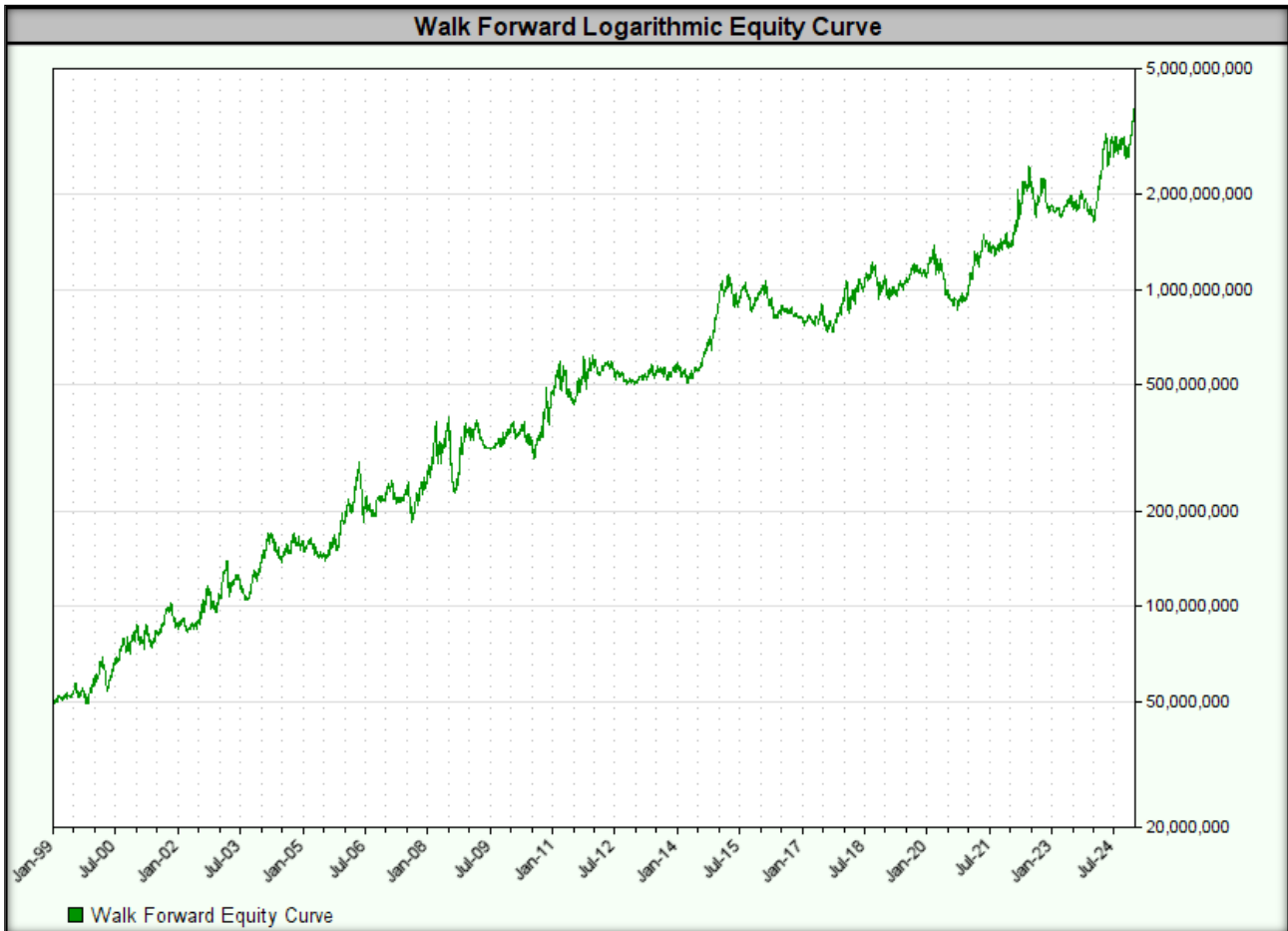


20011231	20021227	19,1%	11,2%	17,8%	14,5%	1,07	0,77
20021230	20031229	19,6%	17,4%	17,4%	22,2%	1,12	0,79
20031230	20041228	20,3%	16,0%	20,7%	20,3%	0,98	0,79
20041229	20051228	24,1%	10,4%	20,3%	17,6%	1,19	0,59
20051229	20061228	19,9%	21,2%	18,3%	35,4%	1,08	0,60
20061229	20071228	21,0%	11,4%	33,5%	26,4%	0,63	0,43
20071231	20081226	24,6%	50,1%	35,2%	42,1%	0,70	1,19
20081229	20091225	38,1%	-6,0%	33,2%	22,1%	1,14	- 0,27
20091228	20101227	27,4%	34,8%	33,1%	23,1%	0,83	1,51
20101228	20111227	20,8%	8,6%	22,7%	23,3%	0,92	0,37
20111228	20121226	21,1%	-24,3%	23,6%	30,3%	0,89	- 0,80
20121227	20131226	13,4%	25,5%	21,2%	11,8%	0,63	2,16
20131227	20141226	8,2%	41,2%	14,0%	13,6%	0,59	3,02
20141229	20151225	11,7%	17,9%	9,1%	16,3%	1,29	1,10
20151228	20161223	22,2%	-13,1%	13,7%	23,3%	1,62	- 0,56
20161226	20171225	26,9%	7,5%	26,9%	18,8%	1,00	0,40
20171226	20181225	7,8%	23,2%	19,6%	21,7%	0,40	1,07
20181226	20191225	21,0%	-16,9%	22,2%	19,4%	0,94	- 0,87
20191226	20201224	18,6%	-5,2%	18,8%	31,6%	0,99	- 0,16
20201225	20211224	10,9%	39,0%	31,7%	14,2%	0,34	2,75
20211227	20221223	20,5%	35,3%	30,9%	30,8%	0,66	1,14
20221226	20231222	28,2%	-6,3%	30,2%	14,7%	0,93	- 0,43
20231225	20241223	18,6%	98,8%	18,7%	20,4%	1,00	4,84
Mediana		21,0%	17,4%	20,7%	20,4%	0,60	0,41
		WFE:	81,3%	WFE:	98,5%	WFE:	69,5%

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

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

Walk Forward Summary Performance						
Ending Balance	CAGR%	MAR	Annual Sharpe	Max Total Equity DD	Longest Drawdown	# Trades
3,534,578,366	17.79%	0.42	0.58	42.13%	39.79	830



Optymalizacja:	1460	CAGR%		Max DD		MAR	
WFA:	365	Projections	Real	Projections	Real	Projections	Real
19981231	19991230	45,8%	19,9%	13,9%	14,4%	3,30	1,38
19991231	20001229	42,2%	42,6%	11,7%	22,4%	3,61	1,90
20010101	20011228	43,1%	2,4%	24,0%	17,1%	1,79	0,14
20011231	20021227	32,7%	26,2%	24,5%	17,3%	1,33	1,51

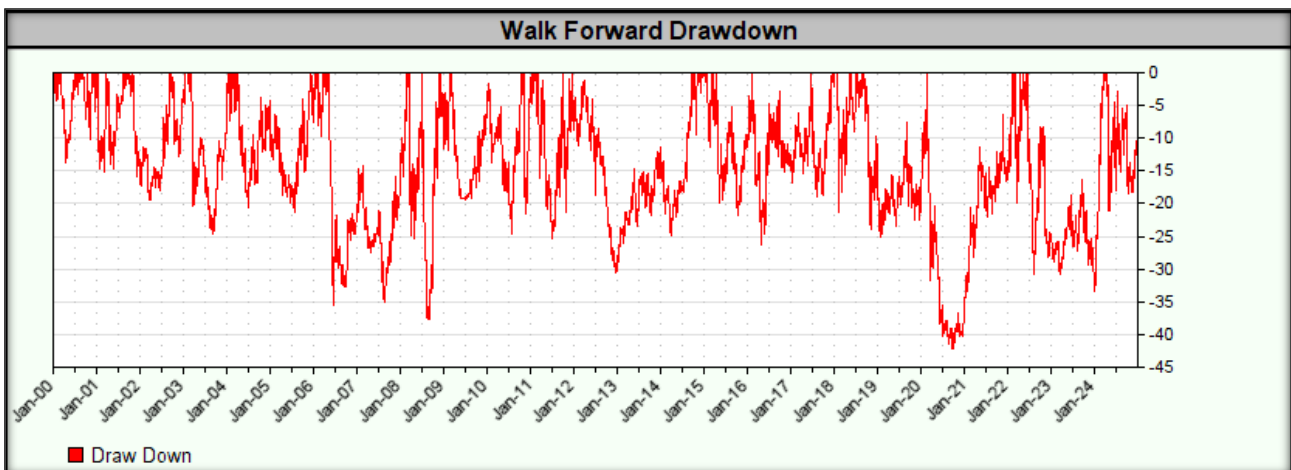
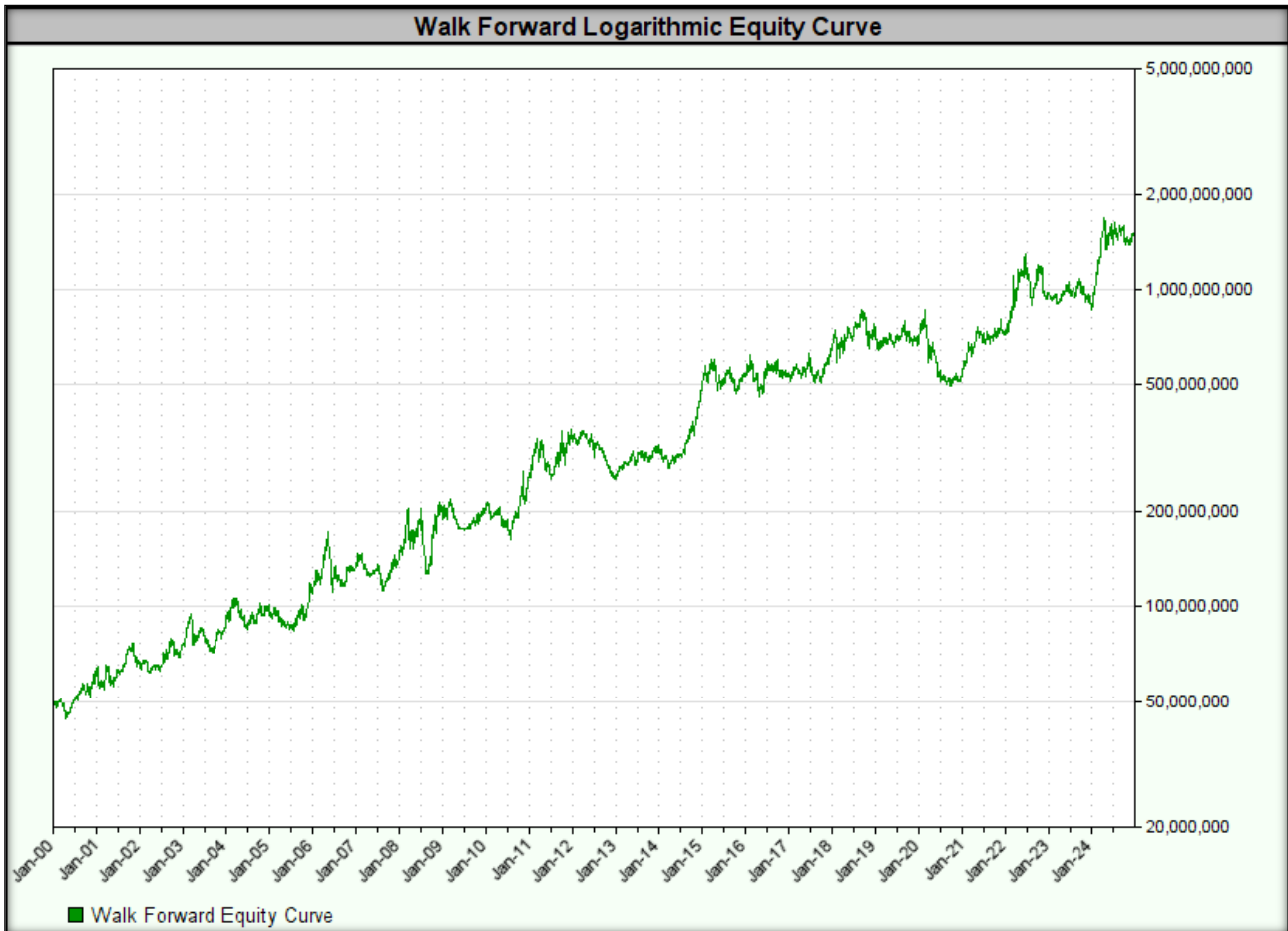


20021230	20031229	23,4%	23,3%	21,5%	25,3%	1,09	0,92
20031230	20041228	15,4%	19,3%	17,2%	19,2%	0,90	1,00
20041229	20051228	19,8%	15,2%	20,0%	15,8%	0,99	0,96
20051229	20061228	22,0%	21,0%	20,3%	35,3%	1,09	0,59
20061229	20071228	20,8%	11,4%	33,5%	26,4%	0,62	0,43
20071231	20081226	20,1%	45,7%	33,0%	42,1%	0,61	1,08
20081229	20091225	31,3%	-0,6%	34,7%	18,7%	0,90	- 0,03
20091228	20101227	25,7%	30,7%	33,2%	23,6%	0,77	1,30
20101228	20111227	29,3%	21,0%	33,1%	26,6%	0,88	0,79
20111228	20121226	19,1%	-11,3%	22,7%	16,2%	0,84	- 0,70
20121227	20131226	10,2%	15,6%	21,0%	10,5%	0,48	1,49
20131227	20141226	15,0%	55,1%	21,2%	13,8%	0,71	4,00
20141229	20151225	19,6%	6,9%	16,1%	23,7%	1,22	0,29
20151228	20161223	14,1%	-15,8%	13,7%	24,2%	1,03	- 0,65
20161226	20171225	23,5%	13,1%	26,5%	18,3%	0,89	0,72
20171226	20181225	23,8%	20,3%	26,8%	23,8%	0,89	0,85
20181226	20191225	9,1%	0,2%	16,5%	15,7%	0,55	0,01
20191226	20201224	13,1%	-11,4%	21,6%	37,4%	0,60	- 0,30
20201225	20211224	14,2%	39,3%	31,6%	14,0%	0,45	2,79
20211227	20221223	18,0%	35,2%	31,7%	30,8%	0,57	1,14
20221226	20231222	23,6%	-7,5%	30,9%	16,7%	0,76	- 0,45
20231225	20241223	21,8%	110,8%	30,4%	21,1%	0,72	5,25
Mediana		21,3%	19,6%	23,4%	20,2%	0,61	0,47
		WFE:	88,6%	WFE:	86,4%	WFE:	75,8%

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

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

Walk Forward Summary Performance						
Ending Balance	CAGR%	MAR	Annual Sharpe	Max Total Equity DD	Longest Drawdown	# Trades
1,462,901,996	14.46%	0.34	0.48	42.19%	33.51	829



Optymalizacja:	1825	CAGR%		Max DD		MAR	
		Projections	Real	Projections	Real	Projections	Real
19991231	20001229	43,7%	26,0%	13,6%	13,8%	3,23	1,89
20010101	20011228	42,2%	4,1%	24,0%	15,8%	1,75	0,26
20011231	20021227	27,9%	17,4%	20,0%	12,7%	1,39	1,38
20021230	20031229	31,3%	15,6%	24,5%	24,6%	1,28	0,63

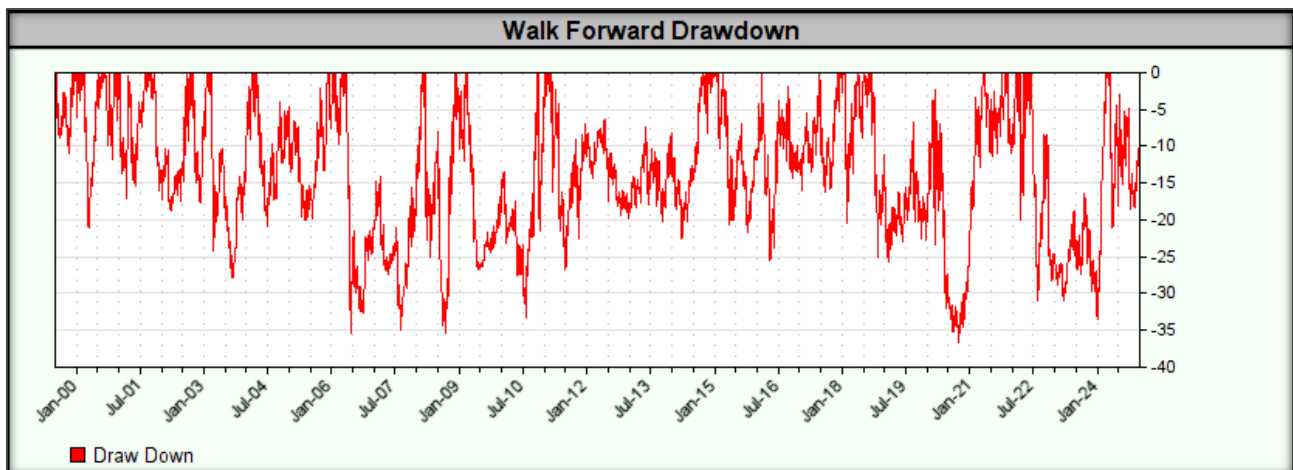
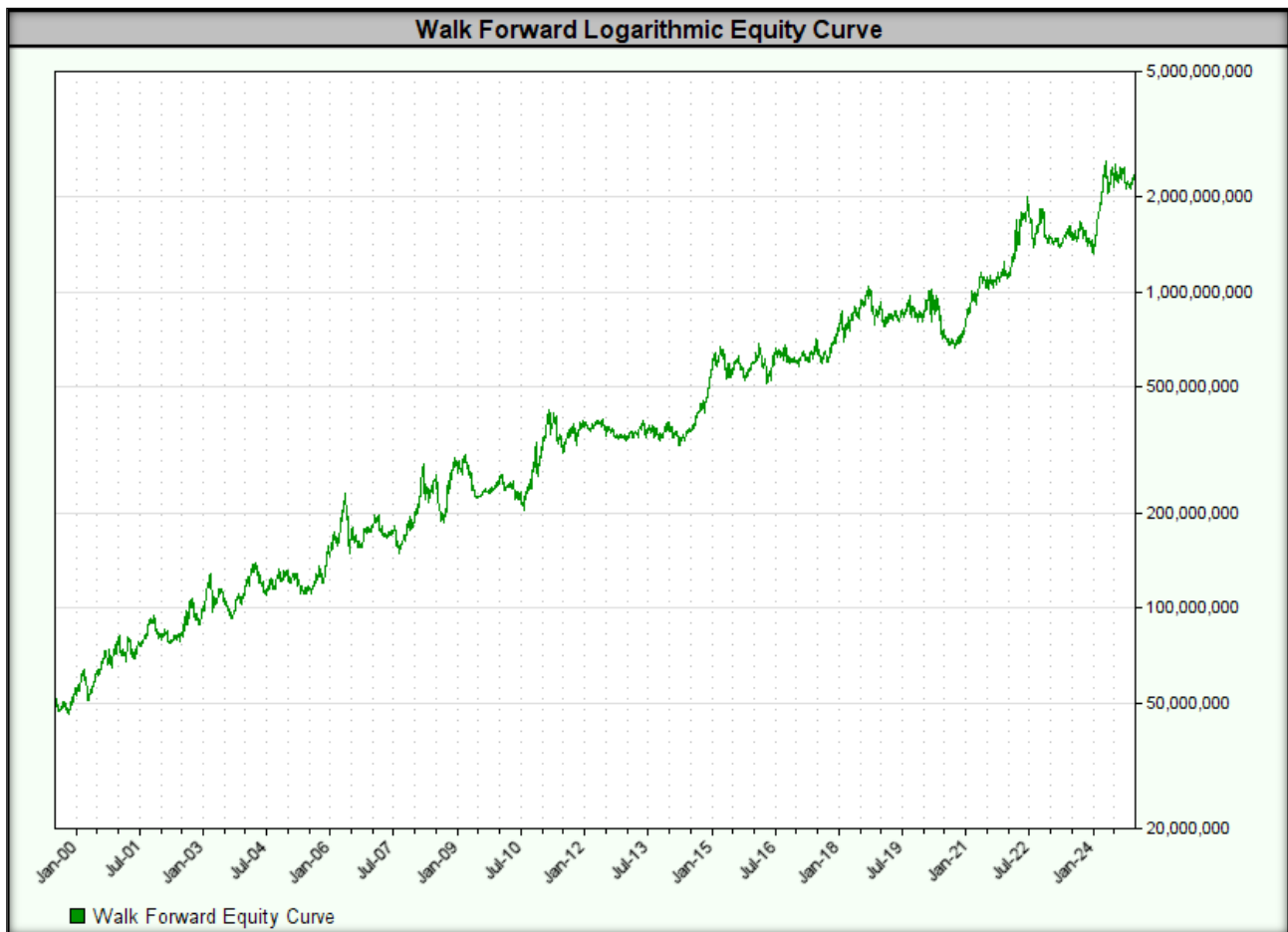


20031230	20041228	20,9%	14,3%	21,1%	20,6%	0,99	0,69
20041229	20051228	18,2%	10,2%	20,0%	17,7%	0,91	0,58
20051229	20061228	19,1%	21,2%	20,0%	35,4%	0,95	0,60
20061229	20071228	18,6%	4,8%	28,6%	24,3%	0,65	0,20
20071231	20081226	21,5%	46,2%	35,4%	37,8%	0,61	1,22
20081229	20091225	26,4%	-1,9%	35,0%	19,4%	0,76	- 0,10
20091228	20101227	23,9%	27,2%	34,7%	23,4%	0,69	1,16
20101228	20111227	27,3%	29,4%	33,1%	25,2%	0,82	1,17
20111228	20121226	27,6%	-23,7%	33,1%	29,7%	0,83	- 0,80
20121227	20131226	13,5%	26,2%	24,3%	10,3%	0,56	2,54
20131227	20141226	12,1%	51,3%	21,0%	15,3%	0,57	3,35
20141229	20151225	23,6%	10,7%	22,4%	21,8%	1,05	0,49
20151228	20161223	18,8%	-0,4%	21,3%	26,3%	0,88	- 0,01
20161226	20171225	15,8%	20,9%	26,5%	18,8%	0,60	1,11
20171226	20181225	23,8%	20,4%	26,9%	24,0%	0,89	0,85
20181226	20191225	24,7%	-12,8%	27,3%	17,0%	0,90	- 0,75
20191226	20201224	8,0%	-21,5%	21,2%	42,2%	0,38	- 0,51
20201225	20211224	12,8%	36,4%	31,6%	12,0%	0,41	3,03
20211227	20221223	19,4%	35,5%	31,6%	30,9%	0,61	1,15
20221226	20231222	20,9%	-7,5%	31,7%	16,7%	0,66	- 0,45
20231225	20241223	16,7%	66,1%	30,9%	21,1%	0,54	3,13
Mediana		20,9%	17,4%	26,5%	21,1%	0,59	0,41
		WFE:	74,5%	WFE:	79,6%	WFE:	69,8%

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

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

Walk Forward Summary Performance						
Ending Balance	CAGR%	MAR	Annual Sharpe	Max Total Equity DD	Longest Drawdown	# Trades
2,266,118,796	16.14%	0.44	0.54	36.63%	42.48	834



Optymalizacja:	1644	CAGR%		Max DD		MAR	
WFA:	548	Projections	Real	Projections	Real	Projections	Real
19990705	20001229	43,4%	36,1%	13,6%	21,0%	3,20	1,72
20010101	20020702	43,6%	3,3%	24,0%	18,7%	1,81	0,18
20020703	20040101	29,3%	26,1%	24,5%	27,9%	1,19	0,93
20040102	20050701	20,6%	-1,5%	21,0%	20,9%	0,98	- 0,07

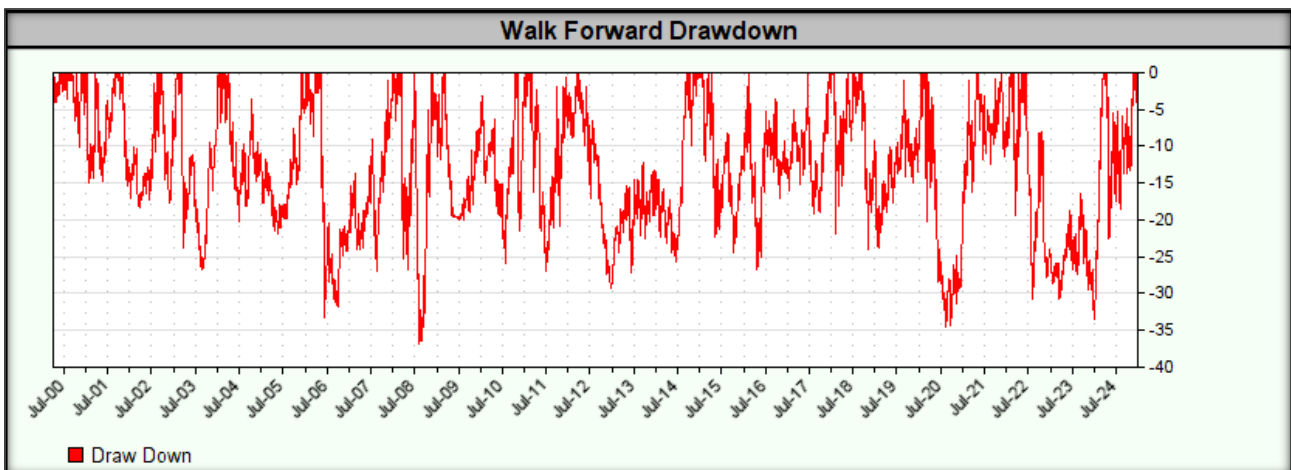
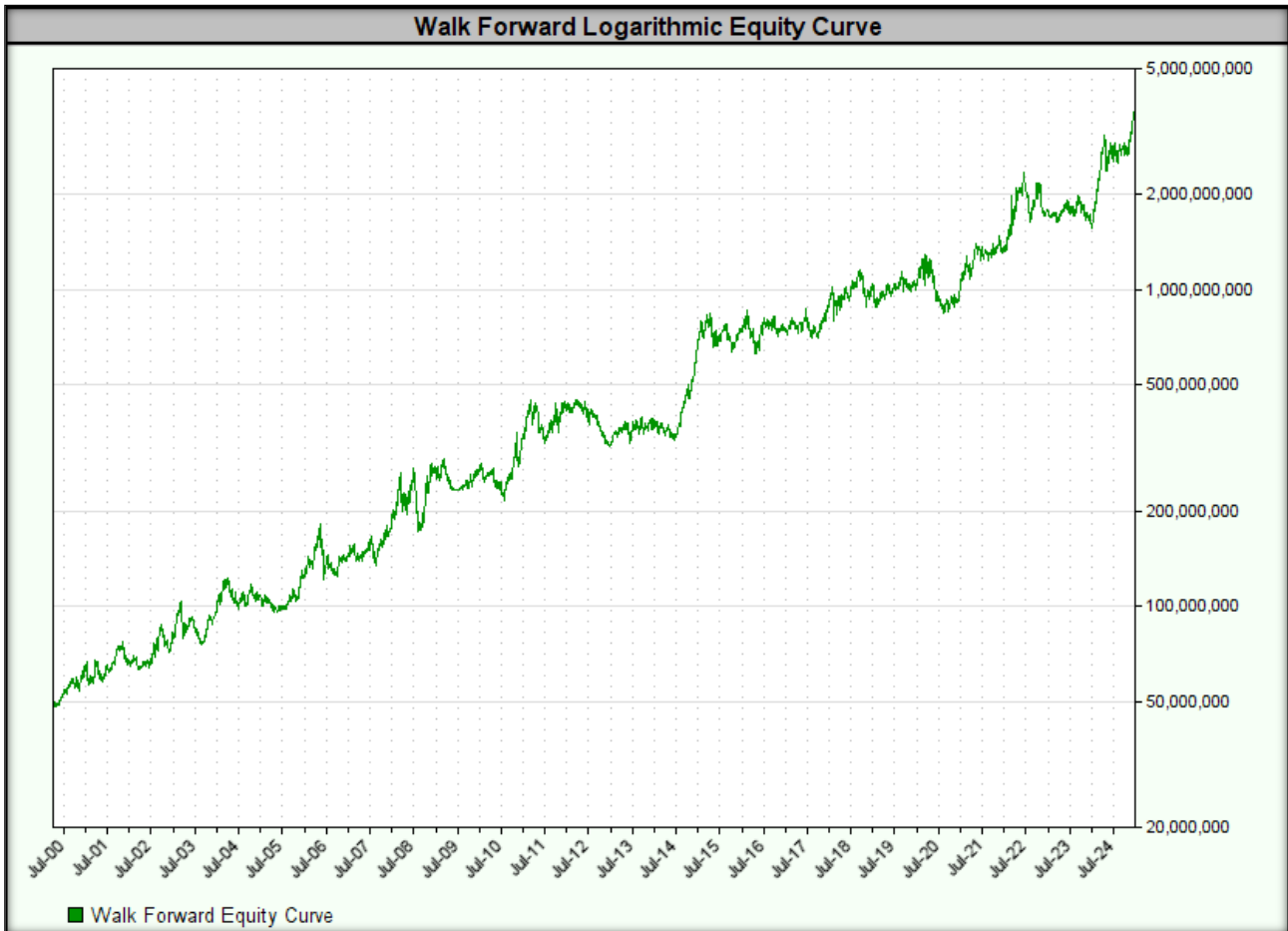


20050704	20070101	14,7%	35,6%	20,0%	35,3%	0,74	1,01
20070102	20080702	19,2%	28,6%	28,6%	25,0%	0,67	1,14
20080703	20100101	29,0%	-3,4%	33,6%	29,6%	0,86	- 0,12
20100104	20110701	32,1%	15,4%	34,8%	26,8%	0,92	0,58
20110704	20130101	20,2%	8,2%	28,6%	14,8%	0,71	0,55
20130102	20140703	14,4%	3,0%	23,3%	16,5%	0,62	0,18
20140704	20160101	12,5%	39,0%	21,5%	21,6%	0,58	1,81
20160104	20170703	21,9%	4,6%	21,3%	25,6%	1,03	0,18
20170704	20190102	21,3%	25,6%	26,9%	25,0%	0,79	1,02
20190103	20200703	28,1%	-14,3%	27,5%	30,3%	1,02	- 0,47
20200706	20211231	13,1%	35,4%	26,4%	11,4%	0,50	3,11
20220103	20230704	22,8%	23,7%	31,6%	31,0%	0,72	0,77
20230705	20241231	18,3%	29,7%	31,0%	21,1%	0,59	1,41
Mediana		21,3%	23,7%	26,4%	25,0%	0,61	0,67
		WFE:	72,9%	WFE:	94,5%	WFE:	109,8%

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

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

Walk Forward Summary Performance						
Ending Balance	CAGR%	MAR	Annual Sharpe	Max Total Equity DD	Longest Drawdown	# Trades
3,472,766,209	18.69%	0.51	0.58	36.89%	29.50	847



Optymalizacja:	1918	CAGR%		Max DD		MAR	
		Projections	Real	Projections	Real	Projections	Real
20000403	20011001	42,4%	30,6%	13,6%	14,9%	3,13	2,06
20011002	20030402	39,6%	8,6%	24,0%	23,8%	1,65	0,36
20030403	20041001	30,1%	20,1%	24,6%	20,2%	1,22	1,00
20041004	20060331	16,4%	22,5%	17,2%	18,9%	0,96	1,19

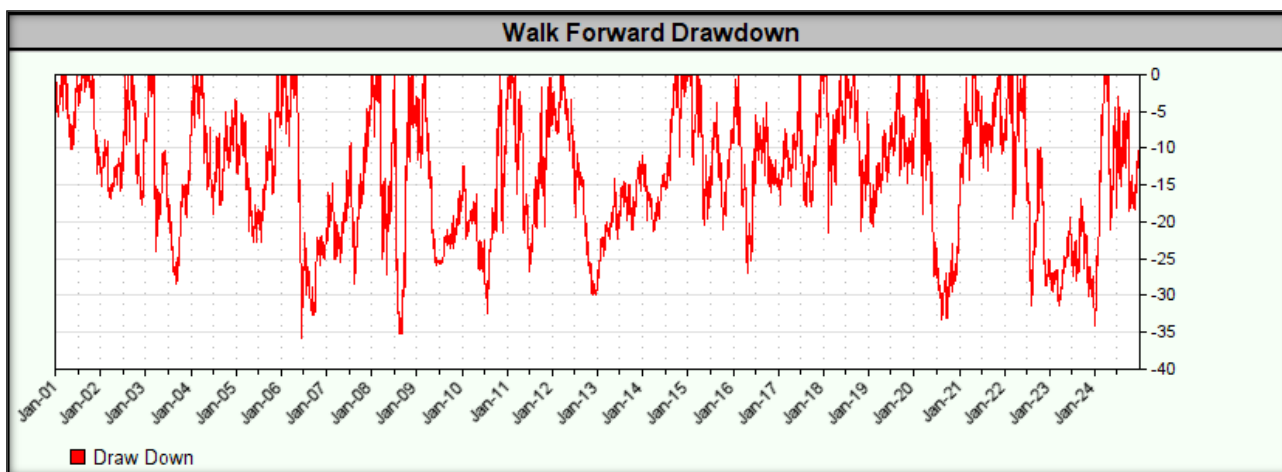
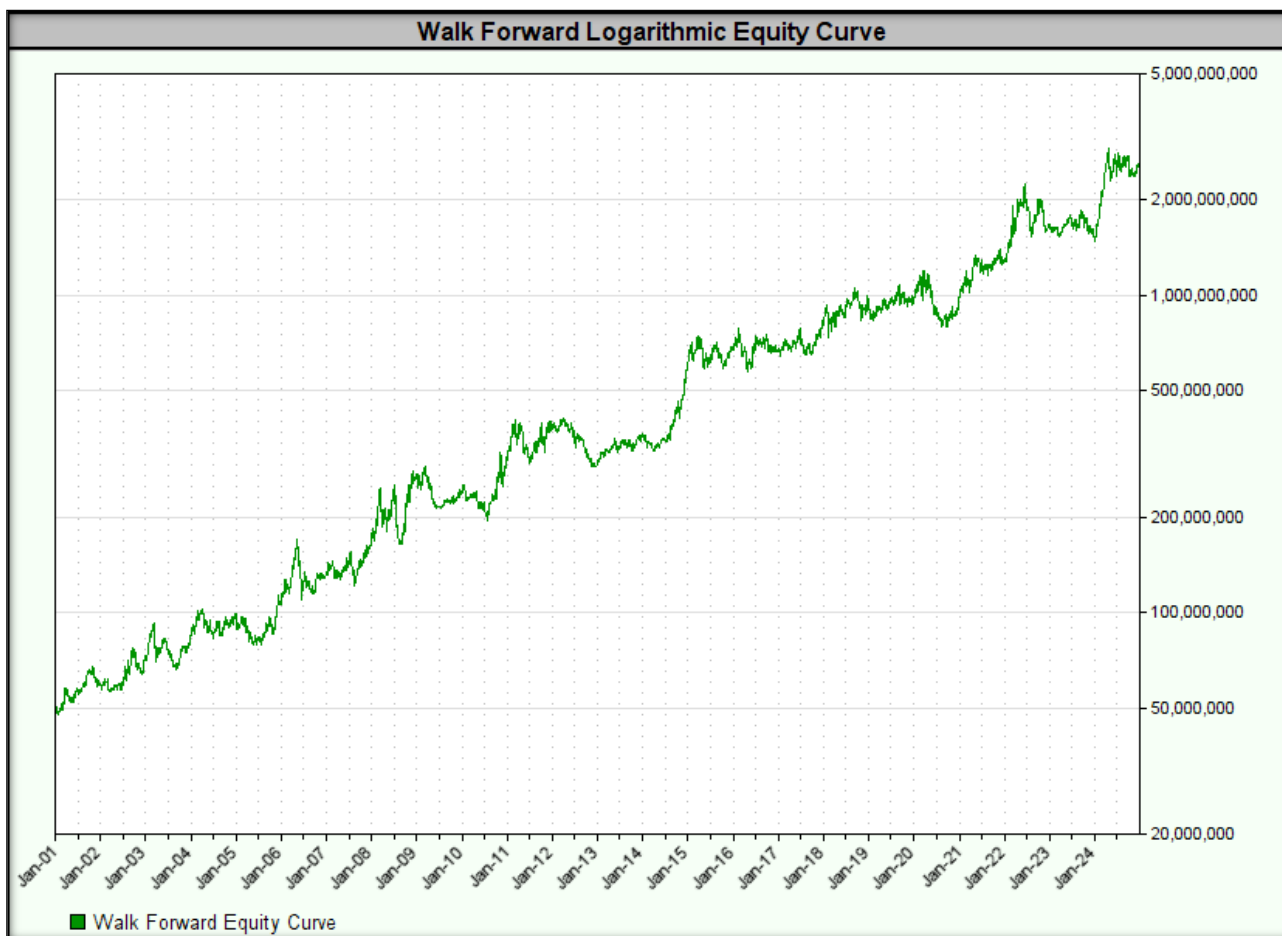


20060403	20071002	22,9%	3,4%	20,0%	33,3%	1,15	0,10
20071003	20090402	19,1%	38,5%	35,3%	36,9%	0,54	1,04
20090403	20101001	23,5%	-1,3%	35,0%	23,6%	0,67	- 0,05
20101004	20120402	25,6%	47,4%	34,8%	26,8%	0,73	1,76
20120403	20131002	27,7%	-13,4%	33,1%	29,2%	0,84	- 0,46
20131003	20150403	16,9%	66,8%	28,2%	14,3%	0,60	4,69
20150406	20160930	25,8%	2,4%	22,4%	26,8%	1,15	0,09
20161003	20180403	20,8%	6,5%	26,5%	21,9%	0,79	0,30
20180404	20191003	22,5%	13,0%	26,9%	24,0%	0,84	0,54
20191004	20210402	23,6%	4,2%	26,9%	34,5%	0,88	0,12
20210405	20221003	17,6%	47,9%	31,6%	30,7%	0,56	1,56
20221004	20240403	29,3%	22,4%	31,6%	27,7%	0,93	0,81
20240404	20241231	18,7%	36,3%	22,7%	22,6%	0,82	1,60
Mediana		23,5%	20,1%	26,9%	24,0%	0,67	0,55
		WFE:	84,2%	WFE:	89,5%	WFE:	82,0%

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

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

Walk Forward Summary Performance						
Ending Balance	CAGR%	MAR	Annual Sharpe	Max Total Equity DD	Longest Drawdown	# Trades
2,517,770,486	17.74%	0.50	0.56	35.78%	29.50	798



Optymalizacja:	2192	CAGR%		Max DD		MAR		
		WFA:	548	Projections	Real	Projections	Real	Projections
20010101	20020702		44,0%	13,1%	24,1%	16,9%	1,83	0,78
20020703	20040101		31,8%	25,7%	24,0%	28,3%	1,32	0,91
20040102	20050701		29,1%	-2,0%	24,6%	22,8%	1,18	- 0,09
20050704	20070101		15,9%	38,4%	20,0%	35,8%	0,79	1,07

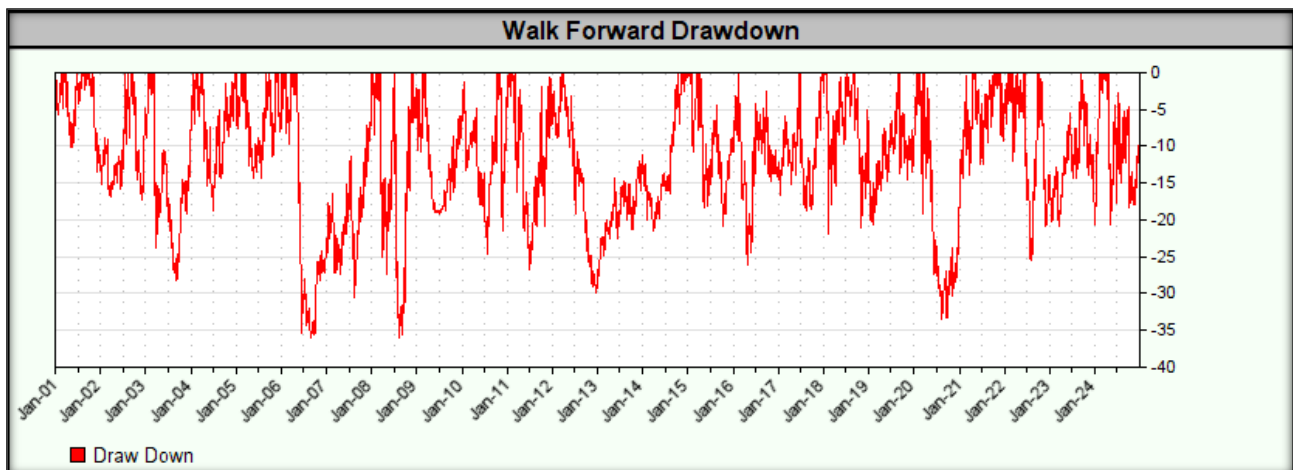
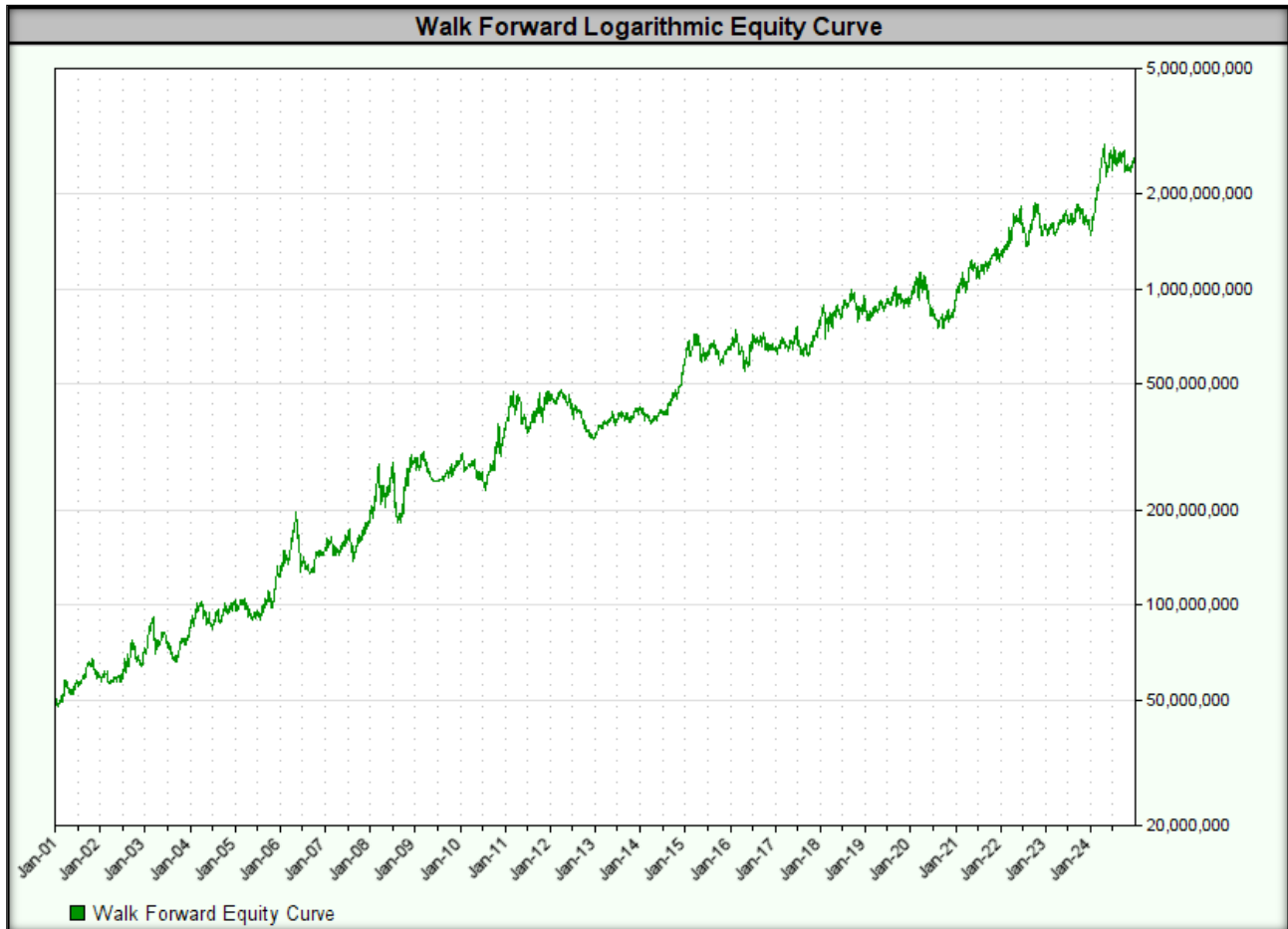


20070102	20080702	19,4%	53,0%	33,6%	27,2%	0,58	1,95
20080703	20100101	27,8%	-3,5%	35,4%	35,1%	0,79	- 0,10
20100104	20110701	21,1%	15,3%	35,0%	26,8%	0,60	0,57
20110704	20130101	28,7%	-0,5%	36,1%	29,9%	0,79	- 0,02
20130102	20140703	16,1%	12,5%	30,3%	11,7%	0,53	1,07
20140704	20160101	14,0%	55,4%	24,3%	21,0%	0,58	2,64
20160104	20170703	21,5%	3,1%	22,4%	27,0%	0,96	0,12
20170704	20190102	16,9%	22,5%	26,5%	21,5%	0,64	1,04
20190103	20200703	22,3%	-6,7%	26,9%	27,6%	0,83	- 0,24
20200706	20211231	17,5%	29,8%	27,1%	13,9%	0,65	2,14
20220103	20230704	17,8%	21,5%	31,6%	31,4%	0,56	0,68
20230705	20241231	22,9%	29,7%	31,6%	21,1%	0,73	1,41
Mediana		21,3%	18,4%	27,0%	26,9%	0,59	0,51
		WFE:	83,8%	WFE:	99,5%	WFE:	87,2%

- **Walk Forward Optimization: 2190 dni; Walk Forward Out-of-sample: 730 dni**

Poniżej przedstawiono **wyniki Walk-Forward Analysis (WFA)** dla kombinacji **2190/730 dni**.

Walk Forward Summary Performance						
Ending Balance	CAGR%	MAR	Annual Sharpe	Max Total Equity DD	Longest Drawdown	# Trades
2,508,171,753	17.72%	0.49	0.57	36.00%	30.39	770



Optymalizacja:	2190	CAGR%		Max DD		MAR	
		Projections	Real	Projections	Real	Projections	Real
20010101	20021227	44,0%	21,1%	24,1%	17,2%	1,83	1,22
20021230	20041228	31,9%	18,7%	24,0%	28,3%	1,33	0,66
20041229	20061228	20,2%	21,0%	21,2%	35,9%	0,95	0,59
20061229	20081226	19,5%	39,0%	33,6%	36,0%	0,58	1,08



20081229	20101227	25,6%	11,6%	35,0%	24,6%	0,73	0,47
20101228	20121226	24,4%	-3,2%	34,7%	29,9%	0,70	- 0,11
20121227	20141226	15,9%	32,0%	30,3%	11,6%	0,53	2,75
20141229	20161223	19,8%	4,8%	22,2%	26,2%	0,89	0,18
20161226	20181225	15,8%	21,3%	26,5%	21,9%	0,60	0,97
20181226	20201224	23,5%	-3,8%	26,9%	33,5%	0,88	- 0,11
20201225	20221223	7,1%	35,1%	31,1%	25,5%	0,23	1,38
20221226	20241223	21,6%	26,5%	31,6%	20,7%	0,68	1,28
Mediana		20,9%	21,1%	28,6%	25,8%	0,60	0,59
		WFE:	83,2%	WFE:	90,4%	WFE:	97,9%

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

- **WFE dla CAGR% przekracza 80%**, co wskazuje na wysoką skuteczność strategii w warunkach rzeczywistych.
- **WFE dla drawdown pozostaje poniżej 100%**, co oznacza, że strategia nie traci znacząco stabilności poza okresem optymalizacji.

Biorąc pod uwagę zarówno **MAR**, jak i **WFE**, najlepsze wyniki osiągnięto dla **kombinacji 1918/548 dni** (1918 dni optymalizacji, 548 dni testowania). W związku z tym, **w przyszłości będziemy wykorzystywać te wartości do optymalizacji strategii**.

Poniżej przedstawiono **porównanie wyników testów WFA dla kombinacji 1918/548 z wynikami strategii wykorzystującej zoptymalizowane parametry z kroku 4**:

	WFA	Zoptymalizowane
CAGR%	18,7%	16,4%
MAR Ratio	0,51	0,47
Max Drawdown	36,9%	34,8%

Wyniki są bardzo zbliżone, co jest pozytywnym sygnałem – oznacza to, że strategia pozostaje **stabilna i niezależna od nadmiernego dopasowania do historycznych danych (overfittingu)**.



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.