

Tytuł

Autorzy

1. Wprowadzenie

W niniejszym artykule autorzy stawiają następujące hipotezy: 1) złożony model strategii inwestycyjnej o dwunastu parametrach daje lepsze wyniki niż model o mniejszej liczbie parametrów; 2) redukcja wymiarowości modelu strategii inwestycyjnej pod kątem parametrów o najmniejszej wartości kryterium opartego na odchyleniu standardowym wyrażonym w procentach spowoduje najmniejsze straty w zysku.

2. Opis badania

W badaniu strategii inwestycyjnej opartej na dwunastu parametrach dla zadanego odcinka czasowego opieraliśmy się na szeregu czasowym będącym ciągiem 4734 godzinnych świec OHCL na przestrzeni czasu od 22.10.2012r. pary walutowej EURUSD. Opisany zbiór danych podzielony został na części uczące i testujące (Tabela 1)

Lp.	świece uczące	świece testujące
1	50 – 1000	1000 – 1100
2	100 – 1100	1100 – 1200
3	200 – 1200	1200 – 1300
4	300 – 1300	1300 – 1400
...	... - - ...
33	3200 – 4200	4200 – 4300
34	3300 – 4300	4300 – 4400

Tabela 1: Podział danych na część uczącą i testującą.

2.1. Opis strategii

Przedmiotem badań była strategia inwestycyjna oparta na założeniu, że można wokół szeregu czasowego utworzyć pewną wstęgę, której przebijanie przez cenę może być sygnałem do otwarcia pozycji. Strategia oparta była na założeniu, że jeżeli w pewnych warunkach cena przebije wstęgę od środka w dół, to trend ten nie będzie kontynuowany, gdyż inwestor jest przekonany o istnieniu trendu horyzontalnego. Należy w związku z tym otworzyć pozycję do środka wstęgi – długą. Można to zachowanie rozpatrywać jako zlecenie BuyLimit z otwarciem po ponownym przekroczeniu wstęgi.

W powyższych definicjach występuje nie wyjaśnione jeszcze określenie „w pewnych warunkach”. Zdaniem autorów oznacza ono, że spełnione powinny być jakieś dodatkowe warunki, by inwestor mógł stawiać wymienione hipotezy o przypuszczalnym kierunku inwestowania. W rozpatrywanej tu strategii tym podstawowym warunkiem różnicującym przewidywane kierunki inwestowania jest, arbitralnie ustalony, wolumen i pochodne tego szeregu czasowego. Otóż, jeżeli bieżący wolumen rozpatrywanego szeregu czasowego jest mniejszy niż przeciętny (średni), to można przypuszczać (to oczywiście załedwie przypuszczenie), że statystyczny inwestor jest spokojny i nie zamierza gwałtownie kupować lub sprzedawać. Sytuację taką, uzasadnioną statystycznie, określa się jako stagnację, stabilizację lub trend horyzontalny. Wg przytoczonych definicji substrategii sytuacja wystąpienia niskiego wolumenu winna skutkować otwieraniem pozycji do środka wstęgi. Jeżeli z kolei obserwowane będzie przekraczanie przez wolumen wartości średnich, to, konsekwentnie, inwestor winien być przekonany o kontynuacji trendu (niehoryzontalnego). Wymieniony wcześniej warunek wyboru decyzji przez inwestora może więc być rozważany w kategoriach decyzji opartej

na przesłankach mierzalnych (tu – wartości wolumenu) nie zaś wg subiektywnej percepcji inwestora. Wolumen w omawianej strategii występuje jako jeden z wielu parametrów, jednak niezwykle ważny, gdyż pełniący rolę filtra wskazującego racjonalny kierunek inwestowania.

2.2. Opis parametrów strategii

- p1 - dodatkowy bufor dodawany lub odejmowany od wstęgi;
- p2 - początek okresu wyznaczania max lub min dla ustalenia wstęgi;
- p3 - koniec tego okresu; winno by $p2 > p3$;
- p4 - liczba kroków wprzód do zamknięcia pozycji;
- p5 - Stop Loss;
- p6 - Take Profit;
- p7 - dopuszczalna liczba jednocześnie otwartych pozycji;
- p8 - dopuszczalna wartość różnicy pomiędzy bieżącą wartością wolumenu a wartością średnią ostatnich w_{wst} wartości;
- p9 - liczba wartości wolumenu dla ustalenia średniej;
- p10 - liczba kroków wstecz na krzywej zysku skumulowanego dla ustalenia bieżącego obsunięcia kapitału;
- p11 - dopuszczalna wartość obsunięcia kapitału na krzywej zysku skumulowanego;
- p12 - dopuszczalna wartość skumulowanych strat na wszystkich otwartych w danej chwili pozycjach;

2.3. Warunki otwarcia i zamknięcia pozycji

2.4. Pierwszy etap badań

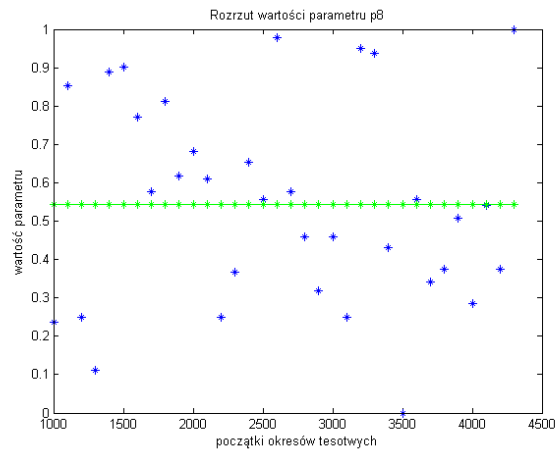
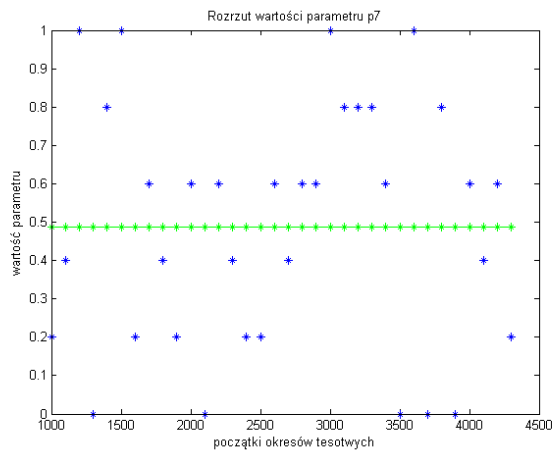
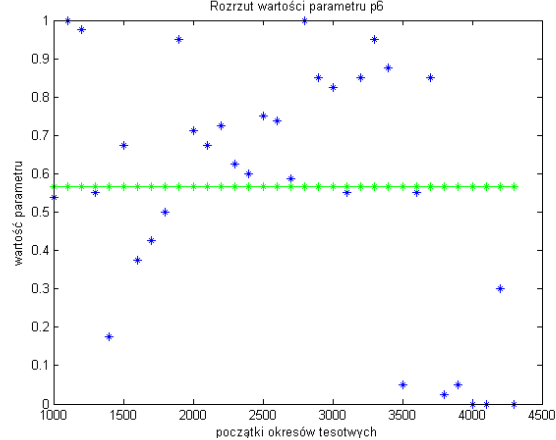
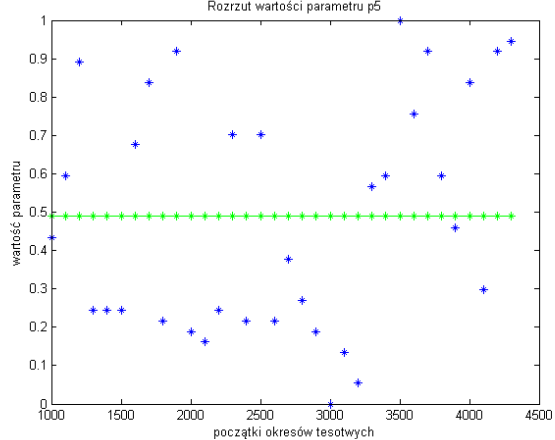
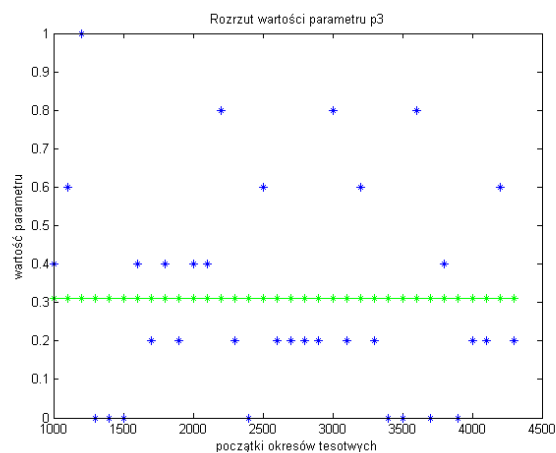
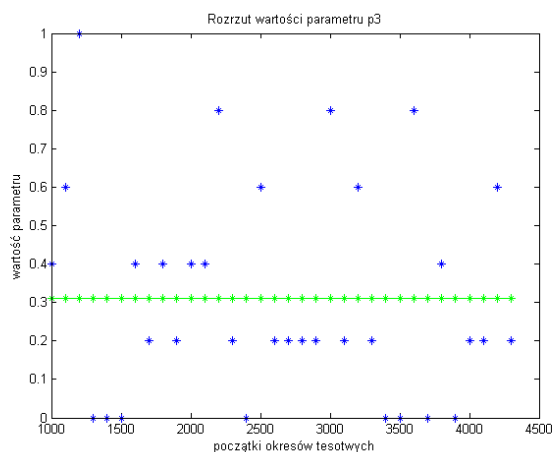
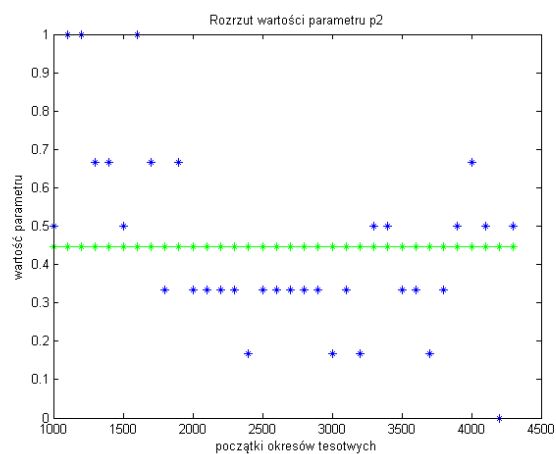
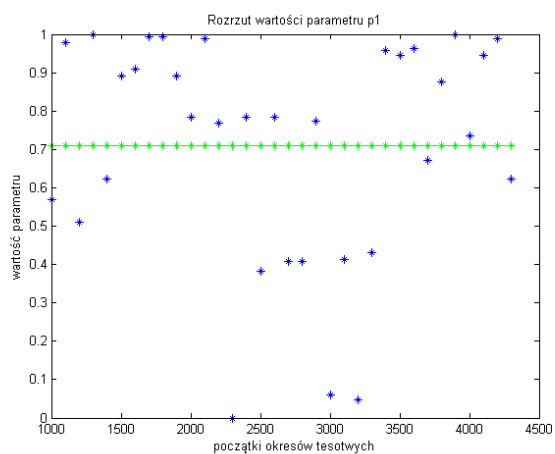
Przeprowadzone zostały badania trwałości parametrów wyuczonych na kolejnych odcinkach szeregu czasowego w następujący sposób (Tabela 1):

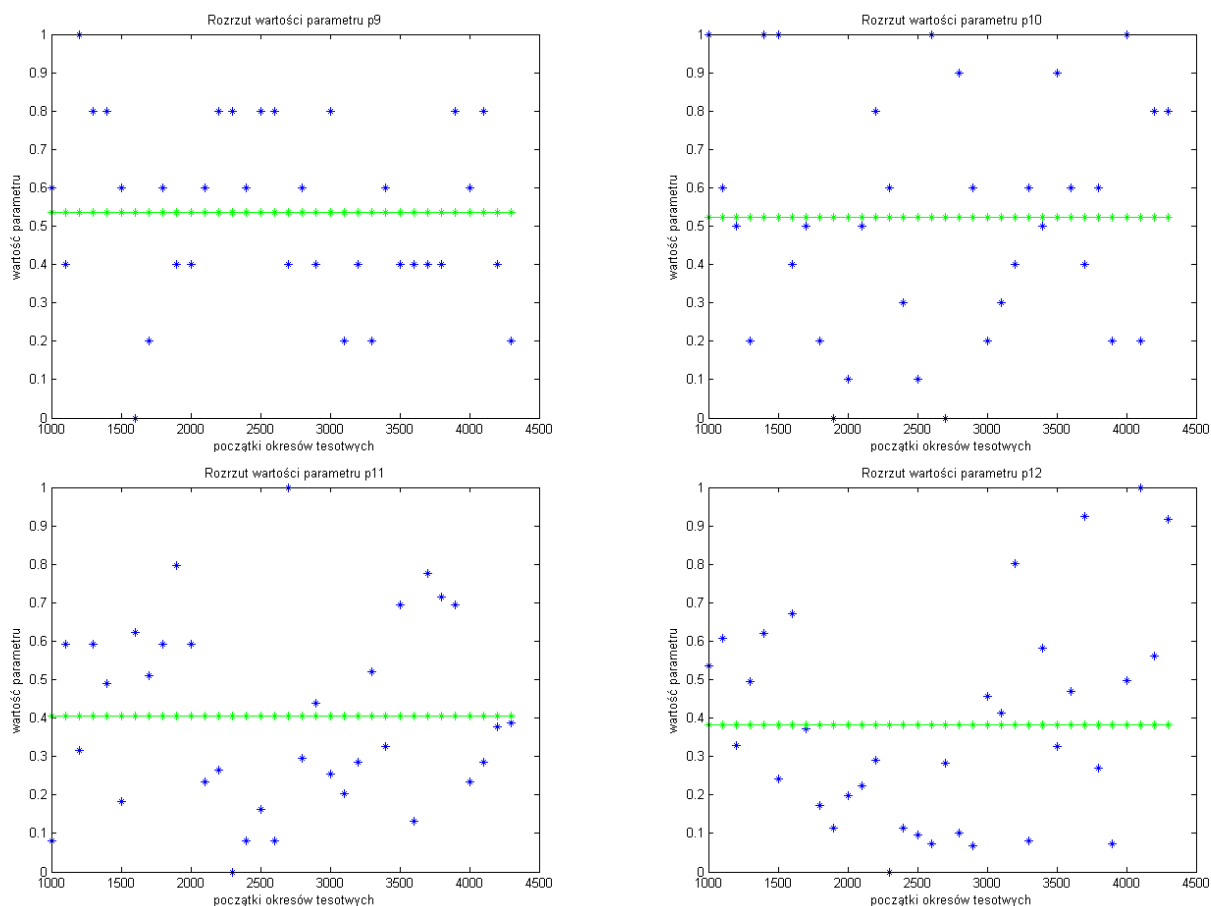
- a) Wybrany został pierwszy odcinek uczący od świecy nr 50 do 1000. Przeprowadzana została optymalizacja parametrów wg kryterium Calmara za pośrednictwem metody PSO (z ang. particle swarm optimization). Po ustaleniu parametrów optymalnych przeprowadzona została walidacja na odcinku występującym bezpośrednio po okresie uczenia dla 100 świec. Dla pierwszego testu był to odcinek 1000-1100. Utworzona została macierz wyników, w której kolejnych kolumnach zapisywane były: nr testu (w pierwszym wierszu – 1), zakres uczenia (50-1000), zysk- wynik uczenia przy parametrach optymalnych, optymalna wartość wskaźnika Calmara, liczba pozycji otwartych w fazie uczenia, wynik testowania dla odcinka pierwszych 100 świec. W innej macierzy wyników zapisywane były optymalne dla danego przedziału wartości parametrów strategii (Rysunek 1)
- b) Kolejne badania przeprowadzone zostały dla odcinków uczących 100-1100, następne dla 200-1200 i dalej kolejno do przedziału 3300-4300.

```
pocz;zyl;b;wstp;wstk;lkr;SL;TP;op;bvol;vwst;ll3;bawe;bcawe
1000;0.00570;-0.00090;20;3;34;0.00500;0.00590;7;153;7;15;0.00110;0.00190
1100;0.03978;-0.00014;23;4;20;0.00620;0.00960;8;242;6;11;0.00160;0.00207
1200;0.02750;-0.00101;23;6;45;0.00840;0.00940;11;155;9;10;0.00133;0.00141
1300;-0.01140;-0.00010;21;1;23;0.00360;0.00600;6;135;8;7;0.00160;0.00180
...
4200;0.01640;-0.00012;17;4;48;0.00860;0.00400;9;173;6;13;0.00139;0.00196
4300;0.00840;-0.00080;20;2;47;0.00880;0.00160;7;263;5;13;0.00140;0.00280
```

Rysunek 1: Fragment macierzy wyników przechowywanej w pliku tewiMiCAB.csv.

2.5. Charakterystyki zmienności parametrów





Rysunek 2: Rozrzut wartości parametrów p(1-12) z naniesioną wartością średnią.

W ten sposób otrzymaliśmy zbiór optymalnych parametrów maksymalizujących zysk na 34 okresach testowych. Posiadając tak opracowane dane mogliśmy rozpocząć właściwy eksperyment mający na celu potwierdzenie prawdziwości stawianych hipotez.

Dalsze badania wymagały pewnego przygotowania. Dla każdego z dwunastu parametrów uprzednio zbadanej strategii inwestycyjnej obliczone zostało odchylenie standardowe na przestrzeni 43 okresów testowych. W celu porównania między sobą wyliczonych wartości musiały one być poddane normalizacji:

```
% tab - macierz wyników, w której zapisywane były optymalne
% dla danego przedziału wartości parametrów strategii
paramMaxes = max(tab(:,3:end));
paramMins = min(tab(:,3:end));
paramStds = std(tab(:,3:end));
paramProcs = (paramStds./paramMaxes) * 100;
```

W następnym kroku parametry były szeregowane w ciągu niemalejącym pod względem unormowanej wartości odchylenia standardowego:

```
[val Idx] = sort(abs(paramProcs));
```

Wynikiem czego parametry ułożyły się w następującej kolejności:

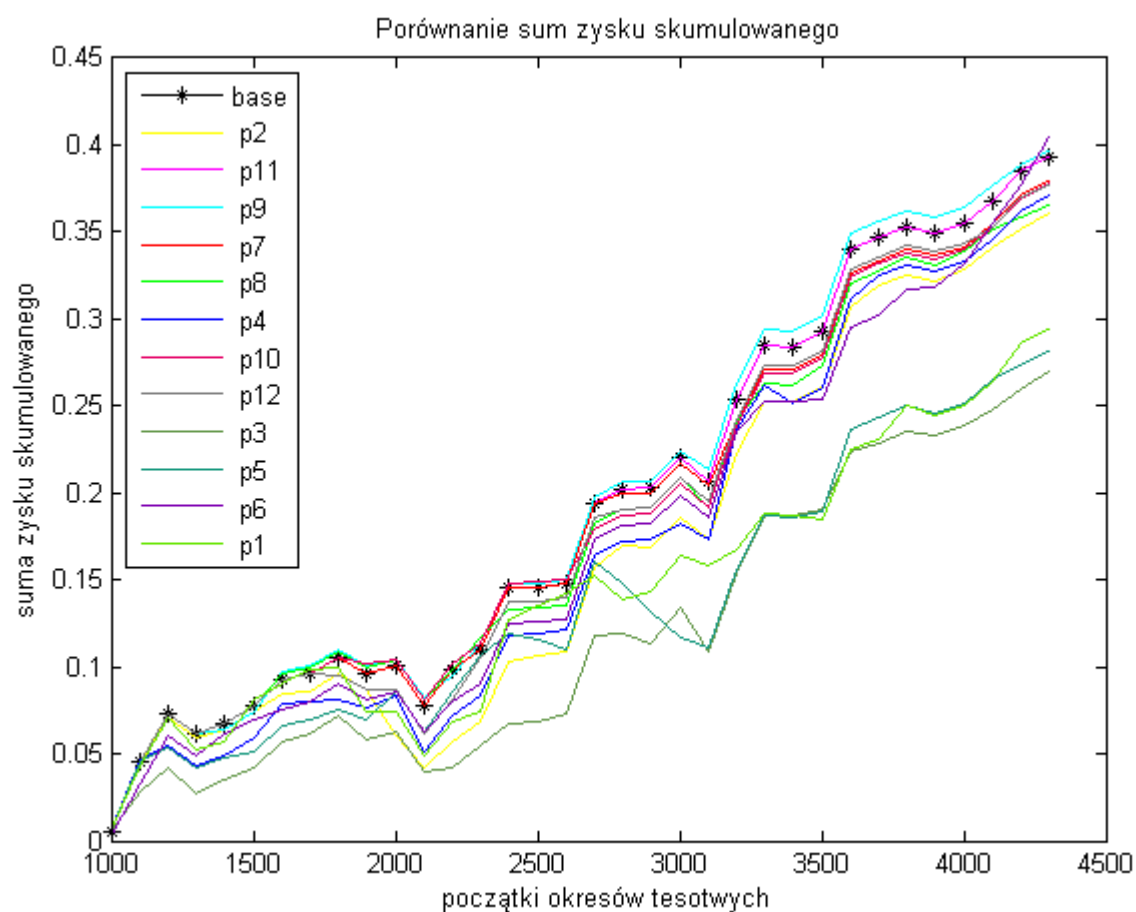
p2 (6.22%), p11 (12.01%), p9 (13.04%), p7 (14.54%), p8 (14.59%), p4 (18.24%), p10 (20.96%), p12 (21.55%), p3 (22.92%), p5 (24.55%), p6 (26.96%), p1 (546.61%)

następnym kroku dla powyższych parametrów kolejno ustawiane zostały nowe (stałe na przestrzeni 34 okresów testowych) wartości równe wartości średniej z 34 optymalnych wartości danego parametru obliczone w poprzednim etapie. Dla każdego parametru ponownie przeprowadzono badanie efektywności strategii dla każdego z 34 okresów testowym przy założeniu, że każdy okres miał własne parametry optymalne, a tylko wartość aktualnie badanego nie zmieniała się. W efekcie otrzymane zostały następujące wyniki zamieszczone w Tabeli 2:

Redukowany parametr	Zysk skumulowany		Różnica	Różnica w %
	przed wprowadzeniem uśrednionej wartości	po wprowadzeniu uśrednionej wartości		
p2	0.39292	0.36030	-0.03262	-8.30
p11	0.39292	0.39292	0.00000	0.00
p9	0.39292	0.39639	0.00347	0.88
p7	0.39292	0.37963	-0.01329	-3.38
p8	0.39292	0.36514	-0.02778	-7.07
p4	0.39292	0.37774	-0.01518	-3.86
p10	0.39292	0.37084	-0.02208	-5.62
p12	0.39292	0.28179	-0.11113	-28.28
p3	0.39292	0.37647	-0.01645	-4.19
p5	0.39292	0.40483	0.01191	3.03
p6	0.39292	0.26957	-0.12335	-31.39
p1	0.39292	0.29394	-0.09898	-25.19

Tabela 2: Wyniki uśrednienia wartości pojedynczego parametru.

Rysunek 2 przedstawia jak zmieniały się wartości zysku skumulowanego otrzymane dla poszczególnych okresów testowych przy redukcji pojedynczych parametrów.



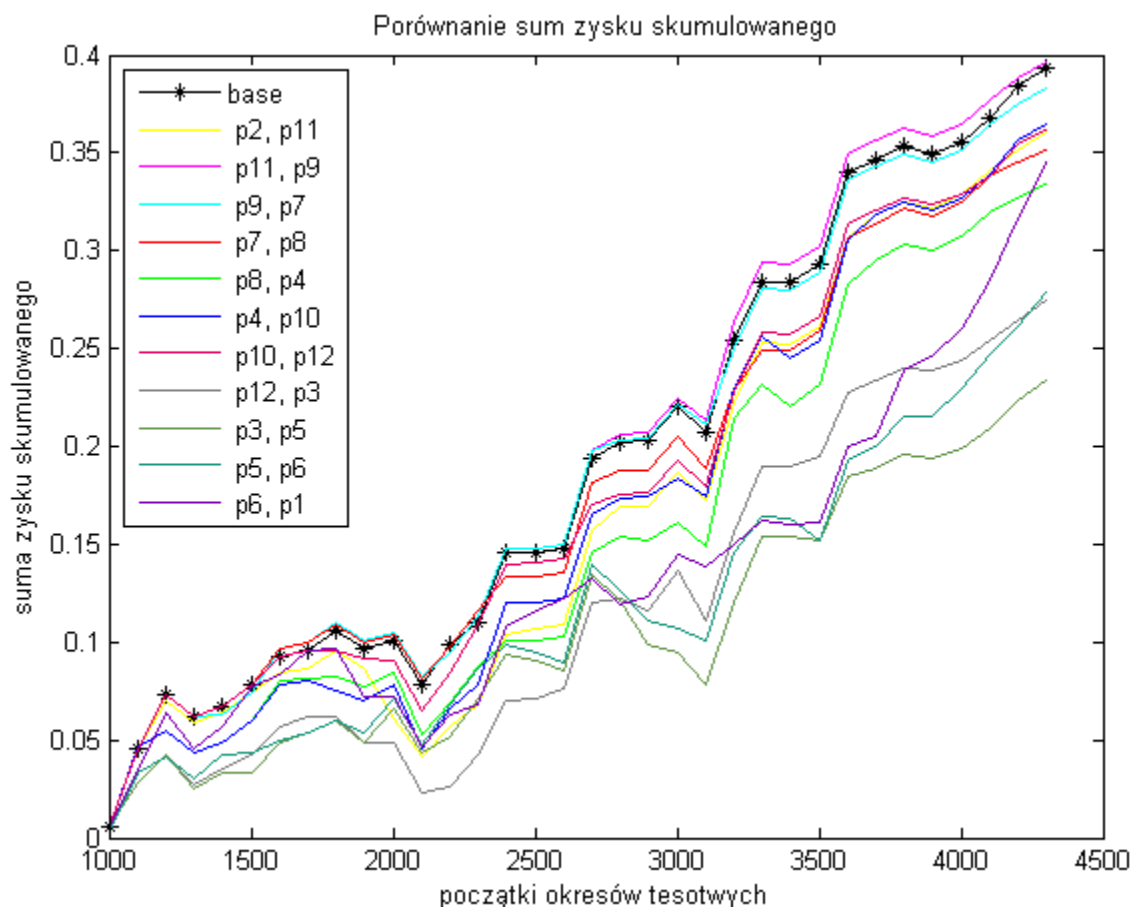
Rysunek 3: Zmiany wartości zysku skumulowanego otrzymane dla poszczególnych okresów testowych przy redukcji poszczególnych parametrów.

Kolejnym badaniem jakie zostało wykonane było sprawdzenie jak wpłynie na wynik końcowy redukcja więcej niż jednego parametru naraz. Wyniki tego eksperymentu zamieszczone są w Tabeli 3:

Redukowane parametry	Zysk skumulowany		Różnica	Różnica w %
	przed wprowadzeniem uśrednionej wartości	po wprowadzeniu uśrednionej wartości		
p2, p11	0.39292	0.3603	-0.03262	-8.30
p11, p9	0.39292	0.39639	0.00347	0.88
p9, p7	0.39292	0.38310	-0.00982	-2.50
p7, p8	0.39292	0.35185	-0.04107	-10.45
p8, p4	0.39292	0.34996	-0.04296	-10.93
p4, p10	0.39292	0.36444	-0.02848	-7.25
p10, p12	0.39292	0.25117	-0.14175	-36.08
p12, p3	0.39292	0.24479	-0.14813	-37.70
p3, p5	0.39292	0.39194	-0.00098	-0.25
p5, p6	0.39292	0.30948	-0.08345	-21.24
p6, p1	0.39292	0.19716	-0.19576	-49.82

Tabela 3: Wyniki uśrednienia wartości dwóch parametrów.

Rysunek 4 przedstawia jak zmieniały się wartości zysku skumulowanego otrzymane dla poszczególnych okresów testowych przy redukcji dwóch parametrów na raz.



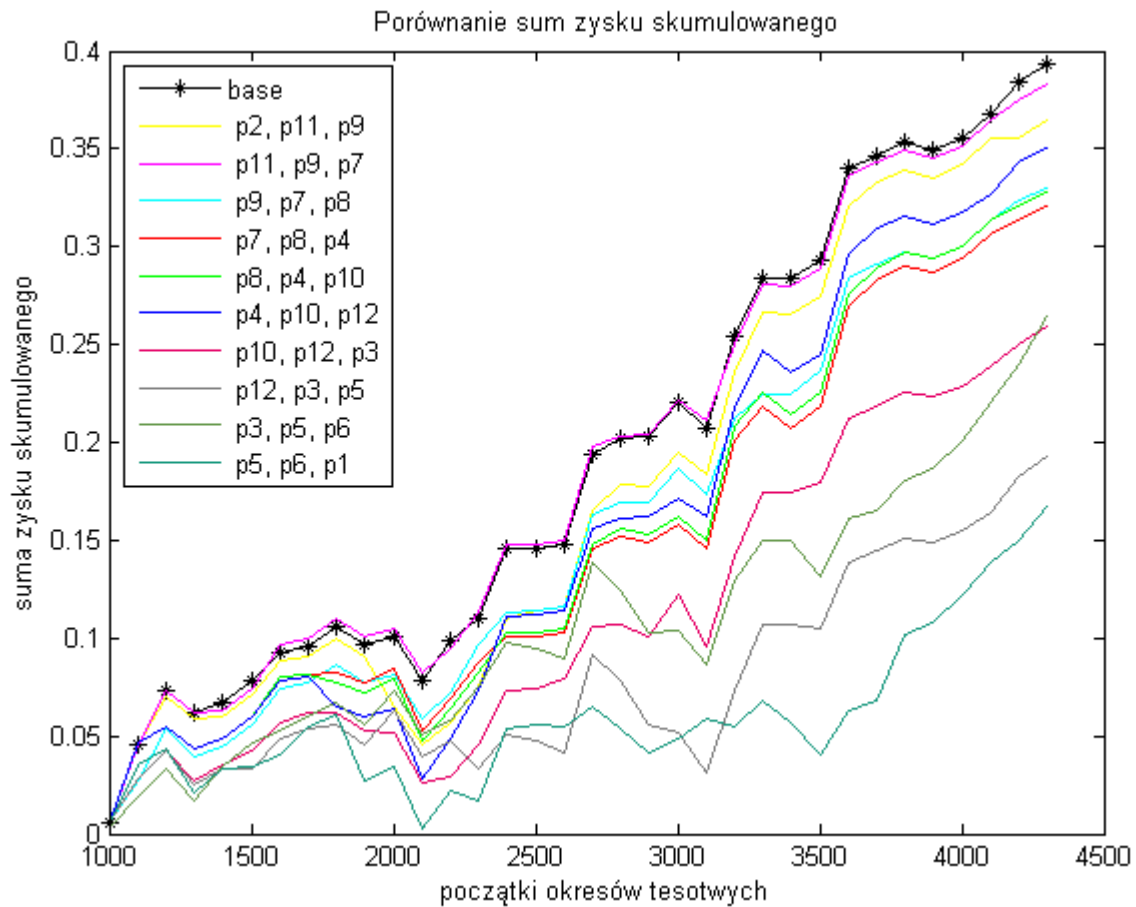
Rysunek 4: Zmiany wartości zysku skumulowanego otrzymane dla poszczególnych okresów testowych przy redukcji poszczególnych parametrów.

Kolejnym badaniem jakie zostało wykonane było sprawdzenie jak wpłynie na wynik końcowy redukcja trzech parametrów naraz. Wyniki tego eksperymentu zamieszczone są w Tabeli 4:

Redukowane parametry	Zysk skumulowany		Różnica	Różnica w %
	przed wprowadzeniem uśrednionej wartości	po wprowadzeniu uśrednionej wartości		
p2, p11, p9	0.39292	0.36432	-0.02860	-7.28
p11, p9, p7	0.39292	0.38310	-0.00982	-2.50
p9, p7, p8	0.39292	0.32980	-0.06312	-16.06
p7, p8, p4	0.39292	0.32051	-0.07241	-18.43
p8, p4, p10	0.39292	0.32740	-0.06552	-16.68
p4, p10, p12	0.39292	0.34999	-0.04293	-10.93
p10, p12, p3	0.39292	0.25953	-0.13339	-33.95
p12, p3, p5	0.39292	0.19249	-0.20043	-51.01
p3, p5, p6	0.39292	0.26428	-0.12864	-32.74
p5, p6, p1	0.39292	0.16740	-0.22552	-57.40

Tabela 4: Wyniki uśrednienia wartości trzech parametrów.

Rysunek 5 przedstawia jak zmieniały się wartości zysku skumulowanego otrzymane dla poszczególnych okresów testowych przy redukcji trzech parametrów na raz.



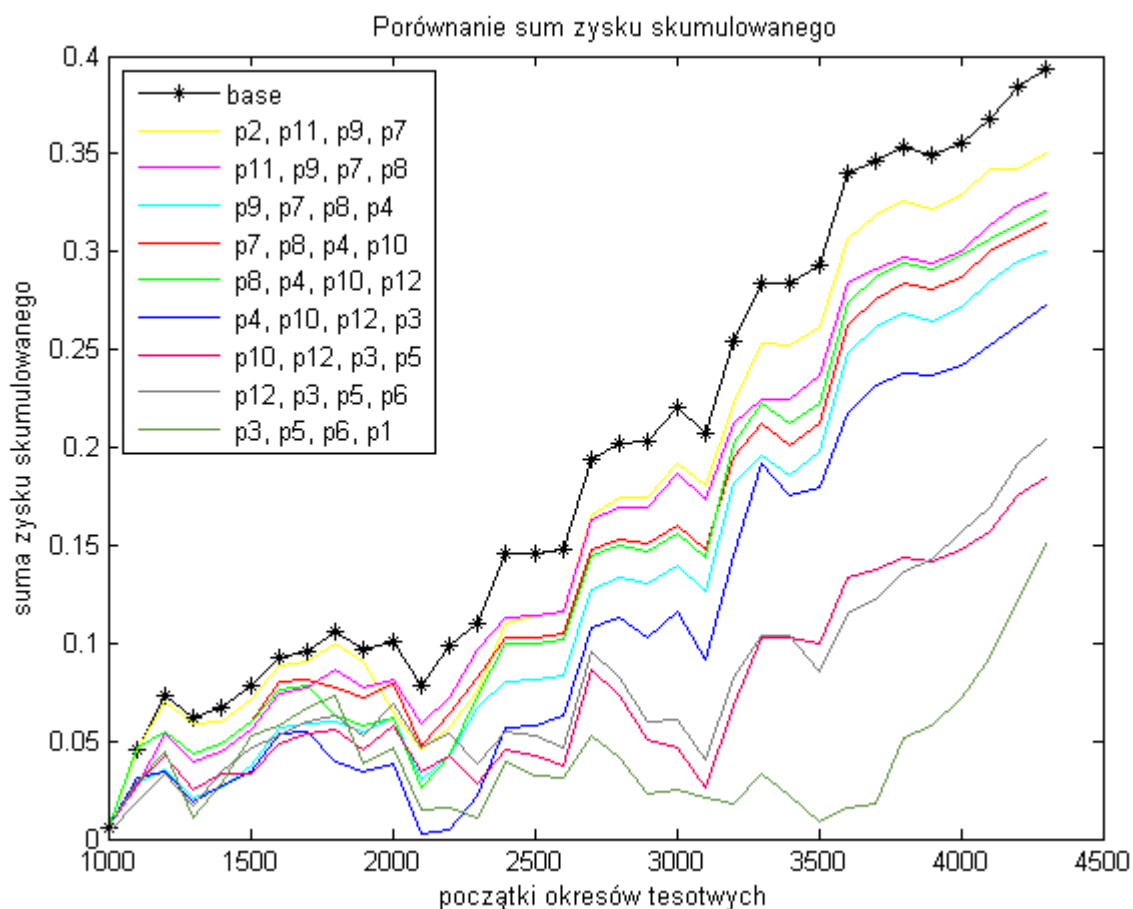
Rysunek 5: Zmiany wartości zysku skumulowanego otrzymane dla poszczególnych okresów testowych przy redukcji trzech parametrów na raz.

Kolejnym badaniem jakie zostało wykonane było sprawdzenie jak wpłynie na wynik końcowy redukcja czterech parametrów naraz. Wyniki tego eksperymentu zamieszczone są w Tabeli 5:

Redukowane parametry	Zysk skumulowany		Różnica	Różnica w %
	przed wprowadzeniem uśrednionej wartości	po wprowadzeniu uśrednionej wartości		
p2, p11, p9, p7	0.39292	0.35075	-0.04217	-10.73
p11, p9, p7, p8	0.39292	0.32980	-0.06312	-16.06
p9, p7, p8, p4	0.39292	0.30065	-0.09227	-23.48
p7, p8, p4, p10	0.39292	0.31411	-0.07881	-20.06
p8, p4, p10, p12	0.39292	0.32067	-0.07225	-18.39
p4, p10, p12, p3	0.39292	0.27262	-0.12030	-30.62
p10, p12, p3, p5	0.39292	0.18512	-0.20780	-52.89
p12, p3, p5, p6	0.39292	0.20451	-0.18841	-47.95
p3, p5, p6, p1	0.39292	0.15118	-0.24174	-61.52

Tabela 5: Wyniki uśrednienia wartości czterech parametrów.

Rysunek 6 przedstawia jak zmieniały się wartości zysku skumulowanego otrzymane dla poszczególnych okresów testowych przy redukcji czterech parametrów na raz.



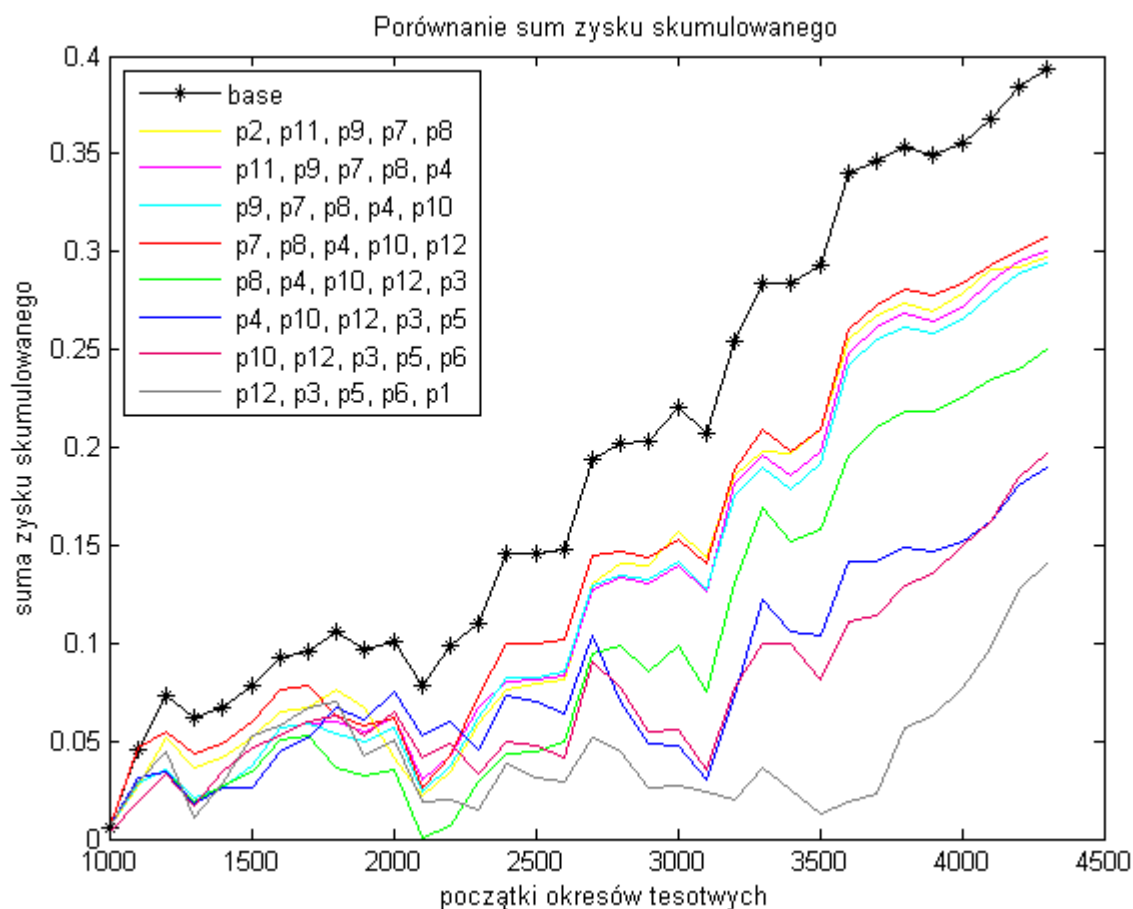
Rysunek 6: Zmiany wartości zysku skumulowanego otrzymane dla poszczególnych okresów testowych przy redukcji czterech parametrów na raz.

Kolejnym badaniem jakie zostało wykonane było sprawdzenie jak wpłynie na wynik końcowy redukcja pięciu parametrów naraz. Wyniki tego eksperymentu zamieszczone są w Tabeli 6:

Redukowane parametry	Zysk skumulowany		Różnica	Różnica w %
	przed wprowadzeniem uśrednionej wartości	po wprowadzeniu uśrednionej wartości		
p2, p11, p9, p7, p8	0.39292	0.29755	-0.09537	-24.27
p11, p9, p7, p8, p4	0.39292	0.30065	-0.09227	-23.48
p9, p7, p8, p4, p10	0.39292	0.29425	-0.09867	-25.11
p7, p8, p4, p10, p12	0.39292	0.30708	-0.08584	-21.85
p8, p4, p10, p12, p3	0.39292	0.24985	-0.14307	-36.41
p4, p10, p12, p3, p5	0.39292	0.18991	-0.20301	-51.67
p10, p12, p3, p5, p6	0.39292	0.19714	-0.19578	-49.83
p12, p3, p5, p6, p1	0.39292	0.14025	-0.25267	-64.31

Tabela 6: Wyniki uśrednienia wartości czterech parametrów.

Rysunek 7 przedstawia jak zmieniały się wartości zysku skumulowanego otrzymane dla poszczególnych okresów testowych przy redukcji pięciu parametrów na raz.



Rysunek 7: Zmiany wartości zysku skumulowanego otrzymane dla poszczególnych okresów testowych przy redukcji pięciu parametrów na raz.