

Dr hab. Dariusz Filar
Emerytowany profesor
Uniwersytetu Gdańskiego

RECENZJA
rozprawy doktorskiej mgr Jana Mrozowskiego zatytułowanej
Tarading strategies based on predicting prices of future contracts

Przedstawiona do recenzowania rozprawa doktorska napisana została w języku angielskim. Zbudowana jest z krótkiego wstępu (określonego jako *Abstract*) i czterech rozdziałów o łącznej objętości 174 stron (plus 4 strony zawierające złożoną z 43 pozycji literaturę przedmiotu).

Najistotniejsza część rozprawy poświęcona została rynkowi kontraktów futures w odniesieniu do złota (*Gold Futures*) oraz możliwości wykorzystania algorytmów samouczenia się maszynowego (*machine learning algorithms*) w procesie podejmowania decyzji na tym rynku. W świetle powyższej uwagi wstępnej dotyczącej treści rozprawy przychodzi uznać, iż przyjęty dla niej tytuł ma zdecydowanie zbyt ogólny charakter i nie odzwierciedla w precyzyjny sposób tego, na czym skupione zostały własne, samodzielne rozważania Doktoranta. Zdaniem recenzenta bardziej pasowałby do rozprawy tytuł *Machine learning algorithms and their applicability to trading of Gold Futures* lub jakiś zbliżony do niego. Pozwoliłoby to jednoznacznie wskazać, jakie konkretne, samodzielnie realizowane zadanie badawcze postawił przed sobą Doktorant i jaki nowy, własny wkład chciałby wnieść do wiedzy o funkcjonowaniu rynków finansowych.

Z czterech rozdziałów rozprawy trzy pierwsze (s.6-154) w przeważającej mierze stanowią ogólne wprowadzenie czy też pewnego rodzaju tło do prezentacji najistotniejszego dla rozprawy rozdziału czwartego i następującego po nim podsumowania rozważań (s.155-174). Te trzy pierwsze rozdziały zbudowane zostały z materiału, który pozostaje ogólnie dostępny w literaturze i stąd mają w znacznym stopniu charakter wiedzy wtórnej. Być może właśnie takie wewnętrzne proporcje rozprawy wpłynęły na wybrany dla niej zbyt ogólny tytuł, co zostało już zasygnalizowane wyżej.

Rozdział pierwszy rozprawy poświęcony został omówieniu istoty kontraktów futures jako jednej z form derywatów (instrumentów pochodnych) oraz ich roli w finansach. Znajdujemy w tym rozdziale przedstawienie mechanizmu działania tych kontraktów, a także zarys ich historii. Odnotowane zostało również wyzwanie, jakie zrodził wobec instrumentów tego typu kryzys finansowy lat 2007-2009 (kwestia obrotu derywatami na rynku pozagiełdowym lub giełdowym). W dalszej części rozdziału następuje prezentacja typowych derywatów wraz z syntetycznymi ich charakterystykami (Tab. 1.1.3 ze str. 14-17). Kolejny krok stanowi bardziej szczegółowa prezentacja kontraktów futures – łącznie z omówieniem zagadnienia standaryzowania kontraktów, a także składających się na nie elementów: ceny terminowej, daty rozliczenia, daty dostawy, kalkulacji wartości kontraktu, etc. Rozdział zakończony jest podpunktem dotyczącym kontraktów futures w odniesieniu do towarów (*commodities*) – w tym metali, metali szlachetnych i samego złota. Jeśli obecność tego

podpunktu nie budzi wątpliwości z punktu widzenia dalszych rozważań podjętych w rozprawie, to trudniej znaleźć uzasadnienie dla zamieszczonych wcześniej dosyć szczegółowych wywodów na temat kontraktów futures w zakresie walut (*currency futures*) czy stopy procentowej (*interest rate futures*); w dodatku w wielu fragmentach wywody te stanowią prezentację przykładów o charakterze podręcznikowym, co trudno uznać za podejście właściwie dla pracy naukowej. Ich ograniczenie pozwoliłoby na zmniejszenie rozmiarów pierwszego rozdziału i zdaniem recenzenta przyczyniłoby się do większej przejrzystości całego wywodu.

W rozdziale drugim rozprawy podjęte zostało zagadnienie prognozowania ekonomicznego czyli racjonalnego i naukowego przewidywania możliwych przyszłych zdarzeń w gospodarce. Podjęcie i rozwinięcie tego wątku jest w pełni uzasadnione ze względu na samą istotę kontraktów futures. Z samej swej istoty są one bowiem zorientowane ku przyszłości i wymagają prognostycznie ujętej kwantyfikacji (kalkulacji, szacunków) szans osiągnięcia zysku i uniknięcia straty. W rozważaniach o prognozowaniu Doktorant nie ograniczył się do jego roli w odniesieniu do rynku kontraktów futures, ale nakreślił szeroki obraz obejmujący całość gospodarki, a nawet inne aspekty współczesnego życia (od prognozowania łańcuchów dostaw po prognozowanie trzęsień ziemi i pogody). Po wskazaniu obszarów, w których współcześnie wykorzystywane jest prognozowanie, Doktorant skupia się na omówieniu modeli prognozowania ilościowego, w których wykorzystywane są szeregi czasowe i metody statystyczne. Z tego punktu widzenia za interesującą część składową rozdziału można uznać tab. 2.1.2.1. ze s.58-59 i następujące dalej rozwinięcie zawartych w niej spostrzeżeń w postaci szeregu wykresów na s.59-62. Po prezentacji modeli prognozowania ilościowego ma miejsce podobna prezentacja modeli prognozowania jakościowego. Z kolei w drugiej części rozdziału drugiego (2.2 od s.69) Doktorant przyjrzał się prognozowaniu ilościowemu i jakościowemu w kontekście typów prognoz – badawczych, ostrzegawczych i normatywnych. O ile pierwsze dwie części rozdziału drugiego zbudowane zostały w sposób uporządkowany i zmierzający stosunkowo konsekwentnie i klarownie do przedstawienia roli prognozowania w gospodarce, to od części 2.3 (s.79) z rozdziałem zaczyna się dziać coś niepokojącego. Doktorant zatytułował tę część **Forecasting methods**, by poświęcić w niej wiele miejsca najprostszym formom analizy opartej na wartościach średnich odnotowanych w przeszłości, a jedynie wspomnieć o analizie regresji i ekonometrycznych metodach prognozowania (zresztą z odwołaniem do dosyć dyskusyjnych, egzotycznych przykładów – sprzedaż gadżetów sportowych czy zużycie wody w krajach muzułmańskich w okresie Ramadanu). Jeszcze większe zaskoczenie budzi pojawiająca się dość nieoczekiwanie część 2.5.1 (nieoczekiwanie, bo części 2.4 w rozdziale w ogóle nie ma), która podejmuje zagadnienie wnioskowania bayesowskiego (**Bayesian inference**), a dokładniej – jego wykorzystania do porównania zdolności opisowych modeli STUR i GARCH w odniesieniu do procesów finansowych (zmienności cen instrumentów finansowych). Przeprowadzona w tym celu analiza empiryczna została przeprowadzona w oparciu o dane dotyczące indeksów Warszawskiej Giełdy Papierów Wartościowych oraz kursów wybranych sześciu walut w latach 2002-2005. Zarówno historyczny charakter danych, jak i brak bezpośredniego związku między przeprowadzoną analizą i głównym tematem pracy, każą traktować ten fragment pracy raczej jako wykazanie się przez

Doktoranta znajomością określonych narzędzi analitycznych niż znaczący wkład w istotę wyводу przeprowadzonego w rozprawie. Zbliżone zastrzeżenia co do spójności z całością rozdziału budzi przedstawiony w jego końcowej części model Coxa. I w tym przypadku recenzent odniósł wrażenie, że Doktorantowi bardziej zależało na wykazaniu się znajomością określonego narzędzia analitycznego niż na jego wykorzystaniu do realizacji głównego celu rozprawy. W ocenie recenzenta rozdział drugi nieźle się zapowiadał (część pierwsza i druga), ale ostatecznie w pracy nad nim zabrakło konsekwencji i wystarczającego wysiłku redakcyjnego. Taką krytyczną ocenę umacnia brak podsumowania rozdziału, który syntetycznie opisywałby znaczenie prognozowania dla rynku instrumentów pochodnych. Rozważania urywają się raptownie na prezentacji jednego z wariantów modelu Coxa (**Log-Gaussian Cox Process**) i tym samym nie mogą być traktowane jako dopracowane zamknięcie wcześniejszych rozważań.

Trzeci rozdział pracy poświęcony został strategiom w obrocie kontraktami futures, jakie stosowane są na współczesnym rynku finansowym. Z punktu widzenia głównego tematu rozprawy rozdział o takiej tematyce znajduje uzasadnienie, jednakże również w przypadku tego rozdziału – podobnie jak w rozdziale drugim – wystąpiły poważne usterki redakcyjne. Pierwsza część rozdziału – strony od 100 do 117 – w ogromnym stopniu stanowi powtórkę podstawowych informacji o rynku derywatów, które raz już były zaprezentowane w rozdziale pierwszym. Natomiast pewne nowe elementy, które pojawiają się na wskazanych stronach – np. kwestia wykorzystania lewara finansowego – stanowią odrębne zagadnienie i jeśli miało ono być ujęte w rozprawie, to wymagało bardziej wyraźnego posadowienia w jej ramach. Rozważania o strategiach rozpoczynają się w zasadzie dopiero na s. 118, gdzie Doktorant przystępuje do omówienia strategii określanej jako **scalping** – strategii związanej przede wszystkim z rynkiem walutowym i polegającej na reagowaniu nawet na minimalne zmiany ceny oraz przeprowadzaniu bardzo znacznej liczby operacji w wymiarze dziennym. Na s.118 Doktorant pisze : „*Before discussing scalping as a strategy for future contracts, it is important to establish the theoretical framework of the scalping strategy ...*”. Problem w tym, że następnie na s.118-122 wskazana strategia omówiona zostaje w odniesieniu do rynku walutowego (i rynku walutowego dotyczą zamieszczone jako ilustracja wykresy) oraz w mniejszym stopniu rynku akcji, natomiast kwestia dotycząca tego, czy strategię tę można stosować na rynku derywatów – w tym kontraktów futures – w ogóle nie zostaje bezpośrednio podniesiona! Podobny problem ma miejsce w zakresie strategii **Day Trading** (s.122-133), która zostaje omówiona stosunkowo szczegółowo, ale także bez bezpośredniego i jednoznacznego wyeksponowania jej związku z rynkiem kontraktów futures. Strategia ta w myśl zasady *One Strategy/One Market* bywa stosowana na rynku FOREX, Commodities, akcji, a także CFDs (*Contract for Differences*), ale należało ją naświetlić w powiązaniu z głównym zadaniem badawczym rozprawy. Najciekawsza wydaje się dopiero trzecia część rozdziału trzeciego (s.133-154), a zwłaszcza fragment poświęcony strategiom na rynku derywatów (s.141-147). Należy również podkreślić, że rozdział trzeci - w odróżnieniu od rozdziałów pierwszego i drugiego - otrzymał interesujące podsumowanie, w którym pokazano ogóle charakterystyki strategii na rynku finansowym.

Zgodnie z tym, co zasygnalizowane już zostało wyżej, pierwsze trzy rozdziały rozprawy stanowią jedynie wprowadzenie do tego, co zawiera kluczowy dla niej rozdział czwarty. W

tych trzech pierwszych rozdziałach Doktorant korzystał z istniejącej, dostępnej literatury dostosowując zawartą w niej wiedzę do własnych celów. Niestety, w niektórych fragmentach tego studium literaturowego (zwłaszcza w końcowej części rozdziału drugiego i na początku rozdziału trzeciego) zabrakło solidnego dopracowania redakcyjnego, co pociąga za sobą ujemny wpływ na ogólną ocenę rozprawy.

Na szczególne znaczenie, jakie ma dla rozprawy jej czwarty rozdział, wskazuje wiele czynników. Po pierwsze – punktem wyjścia rozumowania jest strategia powszechnie stosowana na rynku złota, a polegająca na zajmowaniu długich pozycji w oparciu o wzajemną relację ruchomych średnich cen z okresów 4-dniowych i 9-dniowych. Po drugie – celem Doktoranta jest zbudowanie probabilistycznego modelu, który dostarczałby doskonalszych wskazówek w momencie zajmowania pozycji. Zgodnie z celem badania zaprezentowanym na s. 156, Doktorant pragnął ustalić, czy zmienne odnoszące się do derywatów (*derivatives variables*) pozwolą na lepsze przewidywanie trendu wzrostowego i osiągnięcie wyższej rentowności dokonywanych inwestycji. Cel ten powtórzony zostaje na s.156 wraz z hipotezą, że modelowo wygenerowane dane mogłyby pozwolić na identyfikację 90% udanych transakcji z dokładnością przewyższającą 50%. Po trzecie wreszcie – *last but not least* – Doktorant sygnalizuje, że podjęty przezeń wysiłek badawczy związany jest z osobistym 15-letnim doświadczeniem na rynku złota i kontraktów futures. Tym samym postawione zdanie badawcze można traktować jako próbę analitycznego zweryfikowania własnych doświadczeń praktycznych. Zadanie, jakie postawił przed sobą Doktorant, jak i zaplanowany sposób jego realizacji, są interesujące. Wątpliwości budzi natomiast fakt, że wszystko to pojawiło się dopiero na s. 155-157 rozprawy. Zdaniem recenzenta cel rozprawy i jej hipoteza **powinny otwierać cały wywód** przeprowadzony w rozprawie. Zaburzony porządek rozprawy wywarł negatywny wpływ zarówno na brak precyzji w jej tytule, jak i na niedostatki redakcyjne rozdziałów drugiego i trzeciego, które to mankamenty dokładniej omówione zostały we wcześniejszej części recenzji.

Dalsza część rozdziału czwartego została poświęcona prezentacji pracy, jaka została wykonana w procesie modelowania – od wyboru źródła historycznych danych, poprzez ich opracowanie, określenie zmiennych zależnych i niezależnych, zbadanie zjawisk korelacji, aż po zbudowanie szeregu modeli korzystających z różnych technik uczenia się maszynowego wraz z przeprowadzeniem walidacji, testowania i trenowania modeli. Wyniki uzyskane w powyższym procesie pozwoliły na stwierdzenie, że historyczne dane posiadają właściwości prognostyczne wobec nowych trendów i mogą służyć jako wskazówka przy alokacji kapitału. Jednocześnie wyniki uzyskane z modelu wskazały 33% trafnych przewidywań z dokładnością 43% - w ten sposób dokonana została weryfikacja postawionej hipotezy i umożliwione zostało jej uwiarygodnione odrzucenie.

Zakończenie rozprawy stanowią rekomendacje dotyczące wykorzystania modeli samouczenia się maszynowego w decyzjach inwestycyjnych – nie tylko w odniesieniu do Gold Futures – i wskazanie kierunków dalszych prac badawczych (przede wszystkim w zakresie Neutral Networks NN).

Rozprawa doktorska pana mgr Jana Mrozowskiego jest stosunkowo trudna do jednoznacznej oceny. Wynika to z faktu, że wysiłek włożony przez Doktoranta w pracę nad

rozdziałem czwartym nie znajduje równorzędnego oparcia w trzech rozdziałach wcześniejszych. Wątpliwości budzi także sygnalizowana od samego początku recenzji nieadekwatność tytułu rozprawy do zawartych w niej faktycznych treści. A formułując końcową ocenę należy brać pod uwagę wszystkie aspekty zaprezentowanego dzieła.

Przyjmując powyższy punkt widzenia stwierdzam, że rozprawa pana mgr Jana Mrozowskiego spełnia wymogi stawiane rozprawom doktorskim w stopniu, który może być określony jako dostateczny. Na tej podstawie rekomenduję Radzie Akademickiej Wyższej Szkoły Bankowej we Wrocławiu przyjęcie tej pracy i dopuszczenie do przeprowadzenia jej publicznej obrony.

(-) Dariusz Filar

Gdynia, 8 kwietnia 2021 r.