

Politechnika Warszawska
Wydział Elektroniki i Technik Informacyjnych

Warszawa, 3 stycznia 2017 r.

D z i e k a n a t

Uprzejmie informuję, że na Wydziale Elektroniki i Technik Informacyjnych Politechniki Warszawskiej odbędzie się w dniu 17 stycznia 2017 r. publiczna obrona rozprawy doktorskiej

mgr inż. Mariusza Podsiadło

temat: Forecasting Financial Time Series Movements with Rough Sets and Fuzzy Rough Sets”

promotor – prof. dr hab. inż. Henryk Rybiński z Politechniki Warszawskiej

recenzenci:

prof. dr hab. inż. Andrzej Skowron z Uniwersytetu Warszawskiego

prof.dr hab. inż. Alicja Wakulicz-Deja z Uniwersytetu Śląskiego

Obrona odbędzie się w dniu 17 stycznia 2017 r. w sali 116 na Wydziale Elektroniki i Technik Informacyjnych – Gmach im. Janusza Groszkowskiego, Warszawa, ul. Nowowiejska 15/19; początek godz. 11.00 .

Po adresem: www.elka.pw.edu.pl/Wydzial/Rada-Wydzialu/Harmonogram-obron-doktorskich-streszczenia-i-recenzje zapewniony jest na stronie Wydziału dostęp do tekstów streszczenia rozprawy i recenzji, jak również do tekstu rozprawy umieszczonej w Bazie Wiedzy Politechniki Warszawskiej.

Dziekan



prof. dr hab. inż. Krzysztof Zaremba

Warsaw University of Technology
**Faculty of Electronics and Information
Technology**

Ph.D. Thesis

Mariusz Podsiadło, M.Sc.

**Forecasting Financial Time Series Movements with
Rough Sets and Fuzzy Rough Sets**

Supervisor
Professor Henryk Rybiński, Ph.D., D.Sc.

Warsaw 2016

Streszczenie

Celem pracy jest eksperymentalna weryfikacja stosowalności *zbiorów przybliżonych* i *rozmytych zbiorów przybliżonych* do generowania modeli prognozujących kierunek ruchu finansowych szeregów czasowych. Zaproponowano także adaptacyjną czasowo-zależną metodę wyboru reguł decyzyjnych, gdzie waga reguły zależy od wieku danych ją wspierających. Skuteczność zaproponowanych modeli bazujących na zbiorach przybliżonych i zaproponowanej metodzie wyboru reguł decyzyjnych została zweryfikowana i porównana z efektywnością modeli zbiorów przybliżonych używających standardowej metody wyboru reguł decyzyjnych (tzn. bez brania pod uwagę wieku danych wspierających), jak również modeli opartych na teorii *maszyn wektorów nośnych* (ang. *support vector machines*). Oprócz weryfikacji dokładności klasyfikacji, zbadano także wydajność w/w modeli z punktu widzenia wygenerowanego profitu finansowego. Zastosowano do tego celu symulację strategii inwestycyjnej arbitrażu czasowego (ang. *market timing*), której wydajność została porównana z wynikami uzyskanymi przez referencyjną strategię inwestycyjną *kup i trzymaj*. Eksperymenty zostały oparte na danych rynkowych indeksów giełdowych S&P500, DAX i HSI. Wyniki eksperymentów pokazały, że zaproponowane modele oparte na zbiorach przybliżonych wykorzystujących czasowo-zależną metodę wyboru reguł decyzyjnych, jak również na rozmytych zbiorach przybliżonych, są w stanie dostarczyć dokładność klasyfikacji i wyniki finansowe porównywalne lub lepsze niż zastosowane modele referencyjne i strategia inwestycyjna *kup i trzymaj*.

Słowa kluczowe: *sztuczna inteligencja, zbiory przybliżone, rozmyte zbiory przybliżone, prognozowanie finansowych szeregów czasowych.*

Abstract

The feasibility of *rough sets* and *fuzzy rough sets* in building trend prediction models for financial time series is experimentally investigated. An adaptive time-weighted rule voting method is proposed, where the rule voting weight depends from the age of supporting data. The efficiency of the proposed models is verified and compared with the one of rough sets with equal-weighted rule voting algorithm, as well as *support vector machines* models. Aside of the standard classification accuracy measures, financial profit and loss backtesting using a sample market timing strategy was performed, and compared with the performance of the *buy and hold* strategy based on market data of multiple well known indices S&P500, DAX, and HSI. The experiments show that the proposed models using rough sets enhanced with the adaptive time-weighted rule voting, as well as fuzzy rough sets, delivered on pair or better performance than the used benchmark models, and the *buy and hold* strategy.

Keywords: *artificial intelligence, rough sets, fuzzy rough sets, financial time series prediction.*

prof.dr hab. inż.Andrzej Skowron
tytuł, stopień, imię i nazwisko

03.10.2016
data

Uniwersytet Warszawski
miejsce pracy

***KWESTIONARIUSZ - RECENZJA ROZPRAWY DOKTORSKIEJ DLA RADY
WYDZIAŁU ELEKTRONIKI I TECHNIK INFORMACYJNYCH
POLITECHNIKI WARSZAWSKIEJ***

Tytuł rozprawy: Forecasting Financial Time Series Movements with Rough Sets and Fuzzy Rough Sets

Autor rozprawy: mgr inż. Mariusz Podsiadło

1. Jakie zagadnienie naukowe jest rozpatrzone w pracy /teza rozprawy/ i czy zostało ono dostatecznie jasno sformułowane przez autora? Jaki charakter ma rozprawa (teoretyczny, doświadczalny, inny)?

Opiniowana rozprawa poświęcona jest predykcyjnym modelom dla danych pochodzących z rynków finansowych. Jest to bardzo ważne, trudne i aktualne zagadnienie. Badania nad tym zagadnieniem prowadzone były i dalej są prowadzone w licznych, znanych ośrodkach badawczych oraz firmach na świecie.

Celem rozprawy jest opracowanie wysokiej jakości metod bazujących na zbiorach przybliżonych w prognozowaniu strumieni danych, szczególnie dla danych pochodzących z rynków finansowych. W szczególności, celem było uwzględnienie w modelach predykcyjnych wpływu starzenia się informacji na predykcję.

Cel rozprawy został jasno sformułowany, jest dobrze umotywowany i może z pewnością być uznany jako ambitny cel rozprawy doktorskiej. Dotyczy on aktualnych i trudnych zagadnień badawczych.

Rozprawa liczy 125 stron i została opublikowana w Wydawnictwach Politechniki Warszawskiej w serii rozpraw doktorskich. Składa się ona z sześciu rozdziałów (w tym wstępu i podsumowania), spisów rysunków i tabel oraz bibliografii. Wstęp zawiera wprowadzenie z uwzględnieniem motywacji do podjętych badań w rozprawie, sformułowanie tezy rozprawy oraz zasadniczych celów na drodze do zrealizowania tezy

rozprawy. Rozdział 2 zawiera przegląd podstawowych pojęć dotyczących zbiorów przybliżonych. Związki z innymi badaniami dotyczącymi tematyki rozprawy przedstawione zostały w rozdziale 3. Główne wyniki rozprawy zawarte są w rozdziałach 4 i 5. W szczególności, w rozdziale 4 przedstawiono modele predykcyjne bazujące na zbiorach przybliżonych, w szczególności na tzw. modelach zbiorów przybliżonych zmiennej precyzji (ang. *variable precision rough set models*, VPRS) rozszerzonych o nową regułę głosowania, uwzględniającą za pomocą wag starzenie się informacji. Rozdział ten zawiera również omówienie przeprowadzonych eksperymentów i porównanie uzyskanych wyników predykcji z metodą wektorów wspierających (ang. *support vector machines*, SVM). Modele predykcyjne otrzymane w wyniku kombinacji zbiorów przybliżonych i zbiorów rozmytych stanowią treść rozdziału 5. W rozdziale tym przedstawiono również porównanie wyników predykcji uzyskanych za pomocą tych modeli z modelami bazującym na zbiorach przybliżonych oraz za pomocą metody SVM. Rozdział 6 stanowi podsumowanie rozprawy i zawiera dyskusje o możliwych kierunkach dalszych badań.

2. Czy w rozprawie przeprowadzono w sposób właściwy analizę źródeł / w tym literatury światowej, stanu wiedzy i zastosowań w przemyśle /świadczący o dostatecznej wiedzy autora. Czy wnioski z przeglądu źródeł sformułowano w sposób jasny i przekonujący?

Rozprawa zawiera bardzo dobrze przygotowany przegląd stanu wiedzy na temat analizy danych strumieniowych, w szczególności dotyczących aspektów rynków finansowych z zastosowaniem zbiorów przybliżonych i ich kombinacji, w szczególności ze zbiorami rozmytymi. Przedstawiony materiał wskazuje, że autor rozprawy dogłębnie przestudiował literaturę związaną z rozprawą i biegle porusza się w tematyce obejmującej zagadnienia dyskutowane w rozprawie.

3. Czy autor rozwiązał postawione zagadnienia, czy użył właściwej do tego metody i czy przyjęte założenia są uzasadnione?

Główne wyniki rozprawy zawarte są w rozdziałach 4 i 5 rozprawy. W rozdziale 4 przedstawiono analizę skuteczności metod zbiorów przybliżonych (podejścia klasycznego i rozszerzeń takich jak VPRS) w prognozowaniu dla szeregów czasowych dotyczących zagadnień finansowych. Zaletami przeprowadzonej analizy jest to, że zastosowano ją do dużych rzeczywistych zbiorów danych indeksów giełdowych (U.S. S&P500, German DAX i Hong Kong HSI) oraz zastosowano odpowiednio zmodyfikowaną na potrzeby szeregów czasowych metodę krzyżowej walidacji danych (ang. *roll-over time window cross validation method*). Pozwoliło to na uzyskanie wiarygodnych wyników dotyczących klasyfikacji i zachowania metryk

finansowych dla zastosowanych metod wykorzystujących zbiory przybliżone oraz na porównanie uzyskanych wyników z uzyskanymi z zastosowaniem metody SVM. Ważnym wkładem autora jest tu zaproponowanie odpowiedniej metody głosowania (ang. *adaptive time-weighted rules voting*) uwzględniającej fakt starzenia się informacji w dostępnych danych. Ta metoda przyczyniła się do wyraźnej poprawy jakości uzyskiwanych wyników w porównaniu z metodami klasycznymi oraz metodą SVM.

W rozdziale 5 przedstawiono modele wykorzystujące zbiory przybliżone w połączeniu ze zbiorami rozmytymi w metodzie najbliższych sąsiadów. Pozwoliło to na dalsze zwiększenie jakości tych modeli w większości przeprowadzonych eksperymentów.

Do głównych osiągnięć rozprawy należy stworzenie odpowiedniego środowiska eksperymentalnego do przeprowadzenia licznych eksperymentów pozwalających, wraz z odpowiednią analizą statystyczną, na wiarygodną ocenę opracowanych metod i ich porównanie z metodą SVM.

Wyniki licznych eksperymentów wykazały, że badane modele bazujące na zbiorach przybliżonych pozwoliły na osiągnięcie jakości porównywalnej z metodą SVM w przypadku indeksu DAX oraz lepszych niż w przypadku metody SVM w przypadkach indeksów S&P500 oraz HSI. Metody prowadzące do odpowiednio dostosowanych modeli VPRS w przypadku indeksu HSI wykazały lepszą jakość niż strategia *buy and hold* i porównywalną z tą strategią, przy niższym ryzyku, w przypadku innych analizowanych indeksów. Zastosowanie nowej metody EVPRS z adaptacyjnym głosowaniem reguł przyniosło dalszą poprawę jakości modeli.

Istotną poprawę jakości modeli uzyskano poprzez kombinację zbiorów przybliżonych i rozmytych, w szczególności w metodzie najbliższych sąsiadów. Eksperymenty przeprowadzone w ramach rozprawy wykazały, że modele te charakteryzują się szczególnie wysoką jakością w przypadku silnych trendów. Warto dodać, że istotna jest prostota tych modeli połączona z tym, że nie jest konieczne dokonywanie dyskretyzacji co wraz z jakością tych modeli czyni je atrakcyjnymi.

Niewątpliwie zaproponowane w rozprawie metody oraz przeprowadzone liczne eksperymenty wskazują, że autor rozprawy osiągnął w pełni rozprawę.

4. Na czym polega oryginalność rozprawy, co stanowi samodzielny i oryginalny dorobek autora, jaka jest pozycja rozprawy w stosunku do stanu wiedzy czy poziomu techniki reprezentowanych przez literaturę światową?

Głównymi osiągnięciami rozprawy są:

(i) stworzenie odpowiedniego środowiska eksperymentalnego do przeprowadzenia liczych eksperymentów pozwalających, wraz z odpowiednią analizą statystyczną, na wiarygodną ocenę stosowanych metod bazujących na zbiorach przybliżonych lub ich kombinacji ze zbiorami rozmytymi i porównanie opracowanych modeli z metodą SVM; zaimplementowanie odpowiedniej dla szeregów czasowych metody walidacji krzyżowej;

(ii) opracowanie nowej metody głosowania (ang. *adaptive time-weighted rules voting*) uwzględniającej fakt starzenia się informacji w dostępnych danych, która przyczyniła się do podniesienia jakości analizowanych modeli;

(iii) bardzo dobry przegląd dotychczasowych wyników analizy danych finansowych metodami zbiorów przybliżonych oraz ich kombinacji ze zbiorami rozmytymi.

Uzyskane wyniki przynoszą istotny postęp w analizie danych finansowych.

5. Czy autor wykazał umiejętność poprawnego i przekonującego przedstawienia uzyskanych przez siebie wyników /zwięzłość, jasność, poprawność redakcyjna rozprawy/?

Rozprawa napisana jest starannie. Nie zauważyłem w niej istotnych błędów merytorycznych. Zauważyłem jedynie nieliczne usterki redakcyjne. Załączam kilka z nich poniżej.

W rozprawie można znaleźć nieprecyzyjne sformułowania przy cytowaniu pojęć wprowadzanych przez innych autorów. Na przykład:

W sekcji 2.3.4 nie podano jakie parametry specyfikują kwantyfikatory 'dla pewnych' dla prawie wszystkich'. Wprawdzie cytowana jest praca skąd zaczerpnięto to określenie ale należałoby to wyjaśnienie dodać.

We wzorze (2.4) inkluzja $B \subseteq C$ powinna być na zewnątrz.

Strona 32 linia 2 od góry:

jest: $NN \in$

powinno być: $NN \subseteq$

We wzorze (2.41) pominięto wskaźnik przy POS. Ponadto we wzorze (2.4) $POS_B(x)$ jest określone jako zbiór obiektów a we wzorze $POS(x)$ powinno być liczbą aby ten wzór miał sens. W tym równaniu po prawej stronie równości powinno być wyrażenie $\min I(R_B(x,y), R_C(x,y))$ z dopiskiem gdzie min jest po wszystkich $y \in NN$ oraz B jest podzbiorem C.

6. Jakie są słabe strony rozprawy i jej główne wady?

1. Z pewnością obszerniejsze komentarze dotyczące przedstawionych wykresów związanych z eksperymentami ułatwiłyby czytelnikowi zrozumienie przedstawionych na nich wyników.
2. Pewną wadą rozprawy jest to, że jej autor nie podjął dyskusji nad ograniczeniami stosowanych metod. Brak tej refleksji nie pozwala na podjęcie próby poszukiwania odpowiedzi na szereg pytań, które są istotne dla szerszego zastosowania wyników rozprawy. Oto niektóre z nich:
 - a. W jakich sytuacjach proponowane podejście i opracowane metody mogą zawodzić?
 - b. Jak zarządzać analizą danych w warunkach charakteryzujących dużym ryzykiem niepowodzenia?
 - c. Jak skutecznie wykorzystywać nadarzające się 'okazje' by zwiększyć zyski?
 - d. Czy problemy skalowalności nie stanowią bariery dla zastosowań zaproponowanego podejścia?
 - e. Czy wiedza dziedzinowa pozyskiwana np. z Internetu może przyczynić się do poprawienia jakości metod?

Recenzent tej rozprawy zdaje sobie sprawę, że nie jest możliwe udzielenie wyczerpującej odpowiedzi na te pytania w ramach jednej rozprawy. Pytania te mogą być wykorzystane jako sugestie przy dalszych badaniach.

7. Jaka jest przydatność rozprawy dla nauk technicznych?

Recenzowana rozprawa przedstawia metodologię, która może być z powodzeniem użyta, po odpowiednich modyfikacjach, w innych zastosowaniach niż analiza danych finansowych. Dotyczy to tych licznych zastosowań, w których mamy do czynienia z szeregami czasowymi.

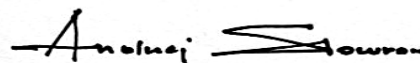
**8. Do której z następujących kategorii Recenzent zalicza rozprawę:
(spełniająca wymagania z pewnym nadmiarem)**

Reasumując uważam, że opiniowana rozprawa doktorska
mgr inż. Mariusza Podsiadło

"Forecasting Financial Time Series Movements with Rough Sets and Fuzzy Rough Sets"

spełnia z wyraźnym nadmiarem wymagania stawiane rozprawom doktorskim przez odpowiednie przepisy i wnoszę do Rady Wydziału Elektroniki i Technik Informatycznych Politechniki Warszawskiej o dopuszczenie mgr inż. Mariusz Podsiadło do dalszych etapów przewodu doktorskiego. Warto dodać, że wybrane wyniki rozprawy zostały już opublikowane w czasopiśmie *Expert Systems with Applications* (impact factor 2.98).

Powyższe pytania mają charakter pomocniczy. Wskazane jest takie formułowanie treści recenzji, by można ją było odczytywać bez przeczytania pytań.



.....

podpis

Prof. dr hab. inż. Alicja Wakulicz – Deja
Uniwersytet Śląski
Wydział Informatyki i Nauki o Materiałach
Instytut Informatyki

Dnia, 01.09.2016 r.

*KWESTIONARIUSZ RECENZJI ROZPRAWY DOKTORSKIEJ DLA RADY
WYDZIAŁU ELEKTRONIKI I TECHNIK INFORMACYJNYCH
POLITECHNIKI WARSZAWSKIEJ*

Tytuł rozprawy:

“Forecasting Financial Time Series Movements with Rough Sets and Fuzzy Rough Sets”

“Prognozowanie ruchu finansowych szeregów czasowych z wykorzystaniem zbiorów przybliżonych i rozmytych zbiorów przybliżonych”

Autor rozprawy: Mariusz Podsiadło

1. Jakie zagadnienie naukowe jest rozpatrzone w pracy /teza rozprawy/ i czy zostało ono dostatecznie jasno sformułowane przez autora? Jaki charakter ma rozprawa (teoretyczny, doświadczalny, inny) ?

Praca dotyczy badań związanych z metodami sztucznej inteligencji a w szczególności dotyczy zachowań rynku finansowego prognozowanych z wykorzystaniem szeregów czasowych. Autor proponuje wykorzystanie w procesie prognozowania zbiorów przybliżonych lub rozmytych zbiorów przybliżonych. Celem pracy jest wykazanie skuteczności takiego podejścia w stosunku do innych metod np. metod eksploracji danych czy metod uczenia maszynowego. Kolejnym celem prezentowanej pracy było opracowanie i weryfikacja własnej metody selekcji reguł decyzyjnych z uwzględnieniem historii informacji wspierającej reguły decyzyjne. Teza pracy została sformułowana jasno i uzasadniona potrzebami rynków finansowych oraz charakterem informacji analizowanych w procesie prognozowania tych rynków (niespójność, niepełność, zależność).

Praca przedstawia podejście teoretyczne prezentowane przez autora z weryfikacją eksperymentalną takiego podejścia.

2. Czy w rozprawie przeprowadzono w sposób właściwy analizę źródeł / w tym literatury światowej, stanu wiedzy i zastosowań w przemyśle /świadczący o dostatecznej wiedzy autora. Czy wnioski z przeglądu źródeł sformułowano w sposób jasny i przekonujący?

Autor zamieścił obszerną bibliografię (330 POZYCJI) z których niektóre pozycje są dość luźno związane z tematyką rozprawy. Rozdział III przedstawionej monografii zawiera dość szerokie omówienie literatury ściśle związanej z rozprawą, głównie literatury prezentującej inne metody

prognozowania, nie tylko dotyczące rynków finansowych. Przegląd literatury ograniczony został do rozwiązań problemu w oparciu o teorię klasyfikatorów, w szczególności budowanych z zastosowaniem teorii zbiorów przybliżonych.

Autor dostatecznie szczegółowo omawia przedstawione źródła, choć można znaleźć podejścia do problemu prognozowania nie omawiane przez autora (sieci kognitywne, rozmyte sieci kognitywne). Trzeba jednak zwrócić uwagę, że literatura dotycząca w/w zagadnienia jest bardzo obszerna.

3. Czy autor rozwiązał postawione zagadnienia, czy użył właściwej do tego metody i czy przyjęte założenia są uzasadnione ?

Autor przedstawił możliwości zastosowania zbiorów przybliżonych i rozmytych zbiorów przybliżonych do prognozowania ruchów finansowych szeregów czasowych. W procesie generowania reguł decyzyjnych zaproponował własną czasowo zależną metodę doboru reguł decyzyjnych. Skuteczność zaproponowanych modeli prognozowania została zweryfikowana eksperymentalnie. Wyniki zostały porównane z modelami opartymi na teorii wektorów wspomagających. Zbadana została również wydajność modeli z punktu widzenia wygenerowanego profilu finansowego. Autor zastosował do tego celu strategię arbitrażu czasowego a wyniki porównał ze strategią „kup i trzymaj”. Uzyskane wyniki według autora rozprawy potwierdzają celowość proponowanego rozwiązania. Należy jednak zauważyć, że proponowany wskaźnik jakości predykcji jest tak naprawdę wskaźnikiem jakości klasyfikacji dla binarnego atrybutu decyzyjnego (tylko dwie klasy: „wzrost”, „spadek”). Przy takim założeniu, dokładność klasyfikacji na poziomie 50-55% jest dość niska.

4. Na czym polega oryginalność rozprawy, co stanowi samodzielny i oryginalny dorobek autora, jaka jest pozycja rozprawy w stosunku do stanu wiedzy czy poziomu techniki reprezentowanych przez literaturę światową?

Oryginalność rozprawy polega na zastosowaniu nowego podejścia do procesu prognozowania ruchu na rynkach finansowych (może być zresztą zastosowane do prognozowania w innych dziedzinach gdzie wykorzystywane są szeregi czasowe). Oryginalny dorobek autora to jego propozycja związana z selekcją reguł w procesie klasyfikacji oraz propozycje rozwiązania sytuacji konfliktowych. Należy też zwrócić uwagę na przeprowadzone badania eksperymentalne wskazujące, że propozycja autora zastosowania zbiorów przybliżonych i rozmytych zbiorów przybliżonych daje wyniki porównywalne lub lepsze niż inne porównywane, znane z literatury podejścia.

5. Czy autor wykazał umiejętność poprawnego i przekonującego przedstawienia uzyskanych przez siebie wyników /zwięzłość, jasność, poprawność redakcyjna rozprawy/?

Wyniki uzyskane przez autora zostały przedstawione w postaci szeregu tabel i wykresów i dość szczegółowo omówione. Eksperymenty zostały oparte na danych rynkowych indeksów giełdowych S&P500, DAX i HSI, czyli na danych rzeczywistych, co jest istotne dla wyników. Praca jest napisana w języku angielskim poprawnym, zredagowana w sposób przejrzysty.

6. Jakie są słabe strony rozprawy i jej główne wady ?

Słabą stroną części eksperymentalnej jest uwzględnienie w badaniach porównawczych tylko dwóch klasyfikatorów. Proponowanego, czyli regulowego zbudowanego z wykorzystaniem teorii zbiorów przybliżonych oraz klasyfikatora SVM. W oparciu o zbudowaną tablicę można konstruować wiele klasyfikatorów (wg. pracy F.Delgado, Why do we need hundreds of classifiers ?, może ich być ponad 100). Znaczną liczbę tych klasyfikatorów zaimplementowano w pakiecie R, w pracy uwzględniono tylko dwa.

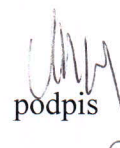
Podczas dyskretyzacji atrybutów warunkowych ustalono stałą liczbę przedziałów dyskretyzacji na 3. Jest to bardzo istotny parametr, wpływający na jakość klasyfikacji i tym samym na jakość uzyskanej predykcji. Należało by zbadać wpływ tego parametru na uzyskane wyniki. Wydaje się, że interesujące byłoby zbadanie alternatywnych metod dyskretyzacji, o nierównej długości przedziałów.

7. Jaka jest przydatność rozprawy dla nauk technicznych ?

Praca jest przyczynkiem do badań związanych z metodami sztucznej inteligencji. W szczególności dotyczy ona zagadnień związanych z prognozowaniem, które to zagadnienia są niezwykle istotne i szeroko analizowane w ostatnich latach. Szczególnie ważne jest prognozowanie rynków finansowych do których nawiązuje przedstawiona rozprawa.

8. Do której z następujących kategorii Recenzent zalicza rozprawę:

- a/ nie spełniająca wymagań stawianych rozprawom doktorskim przez obowiązujące przepisy
- b/ wymagająca wprowadzenia poprawek i ponownego recenzowania
- c/ spełniająca wymagania
- d/ spełniająca wymagania z wyraźnym nadmiarem
- e/ wybitnie dobra, zasługująca na wyróżnienie


podpis