

PRACE NAUKOWE

Uniwersytetu Ekonomicznego we Wrocławiu

RESEARCH PAPERS

of Wrocław University of Economics

323

Inwestycje finansowe i ubezpieczenia – tendencje światowe a rynek polski



Redaktorzy naukowi

Krzysztof Jajuga

Wanda Ronka-Chmielowiec



Wydawnictwo Uniwersytetu Ekonomicznego we Wrocławiu
Wrocław 2013

Redaktor Wydawnictwa: Agnieszka Flasińska

Redaktor techniczny: Barbara Łopusiewicz

Korektor: Barbara Cibis

Łamanie: Małgorzata Czupryńska

Projekt okładki: Beata Dębska

Publikacja jest dostępna w Internecie na stronach:

www.ibuk.pl, www.ebscohost.com,

w Dolnośląskiej Bibliotece Cyfrowej www.dbc.wroc.pl,

The Central and Eastern European Online Library www.ceeol.com,

a także w adnotowanej bibliografii zagadnień ekonomicznych BazEkon

http://kangur.uek.krakow.pl/bazy_ae/bazekon/nowy/index.php

Informacje o naborze artykułów i zasadach recenzowania znajdują się

na stronie internetowej Wydawnictwa

www.wydawnictwo.ue.wroc.pl

Kopiowanie i powielanie w jakiegokolwiek formie

wymaga pisemnej zgody Wydawcy

© Copyright by Uniwersytet Ekonomiczny we Wrocławiu

Wrocław 2013

ISSN 1899-3192

ISBN 978-83-7695-351-9

Wersja pierwotna: publikacja drukowana

Druk: Drukarnia TOTEM

Spis treści

Wstęp	11
Adam Adamczyk: Poziom wewnętrznych źródeł finansowania jako determinanta inwestycji w działalność B + R przedsiębiorstw	13
Roman Asyngier: Ekonomiczne i prawne aspekty nieprawidłowości funkcjonowania rynku NewConnect. Ocena i propozycje zmian.....	23
Jacek Bialek: Zastosowanie autorskiego indeksu wydajności pracy do analizy dynamiki cen jednostek rozrachunkowych OFE	34
Magdalena Chmielowiec-Lewczuk: Zrównoważona Karta Wyników w zakładzie ubezpieczeń.....	43
Dawid Dawidowicz: Ocena efektywności nowych i pozostałych funduszy inwestycyjnych akcji polskich w latach 2000–2012.....	53
Ewa Dziwok: Weryfikacja modeli krzywej dochodowości na podstawie metod dynamicznych.....	66
Krzysztof Echaust: Zwroty dzienne a zwroty nocne – porównanie wybranych własności na przykładzie kontraktów <i>futures</i> notowanych na GPW w Warszawie.....	75
Urszula Gierałtowska: Inwestowanie w metale szlachetne jako alternatywna forma lokowania kapitału	88
Paweł Kliber: Spread WIBOR-OIS jako miara ryzyka kredytowego i premii płynnościowej	101
Karol Marek Klimczak: Struktura autoregresyjna zysku rezydualnego spółek z Polski, Niemiec i Francji.....	112
Anna Korzeniowska: Wybrane problemy rynku finansowego wynikające z sytuacji na rynku oszczędności gospodarstw domowych.....	120
Mieczysław Kowerski: Cateringowa teoria dywidend.....	128
Marzena Krawczyk: Adekwatność oferty instytucji rynku finansowego do potrzeb kapitałowych MŚP.....	142
Paweł Kufel, Magdalena Mosionek-Schweda: Wpływ doświadczenia giełdowego na koszt pozyskiwania kapitału na rynku Catalyst	151
Robert Kurek: Ewolucja konwergencji regulacji i sposobów nadzorowania na rynku ubezpieczeniowym UE.....	161
Sebastian Majewski, Mariusz Doszyń: Efekty wpływu czynników behawioralnych na stopy zwrotu z akcji spółek sektora budowlanego notowanych na GPW w Warszawie.....	170

Sebastian Majewski: Behawioralny portfel według Masłowa – analiza symulacyjna.....	180
Marta Malecka: Metody oceny jakości prognoz ryzyka rynkowego – analiza porównawcza	192
Aleksander R. Mercik: Wykorzystanie rozkładu t -Studenta do szacowania wartości zagrożonej	202
Artur Mikulec: Znormalizowany względem czasu τ wskaźnik Calmara i jego zastosowanie w analizie efektywności inwestycji portfelowych.....	212
Wojciech Misterek: Bariery w zakresie pozyskania zewnętrznych źródeł finansowania na realizację projektów innowacyjnych przedsiębiorstw	223
Paweł Niszczota: Wpływ języka raportowania na płynność spółek zagranicznych notowanych na GPW	232
Dorota Pekasiewicz: Wyznaczanie współczynnika bezpieczeństwa na podstawie kwantyla rozkładu sumy roszczeń w portfelu ubezpieczeń komunikacyjnych.....	241
Agnieszka Perepeczo: Reakcja akcjonariuszy na decyzje o wypłacie dywidendy w spółkach publicznych – wyniki badań empirycznych.....	253
Tomasz Pisula: Metodyczne aspekty zastosowania modeli skoringowych do oceny zdolności kredytowej z wykorzystaniem metod ilościowych.....	265
Paweł Porcenaluk: Analiza wybranych miar ryzyka płynności dla akcji notowanych na GPW w Warszawie w latach 2001–2011	289
Marcin Salamaga: Zastosowanie metody średniej kroczącej do badania zyskowności inwestycji na polskim rynku kapitałowym	298
Rafał Siedlecki: Prognozowanie trudności finansowych przedsiębiorstw z wykorzystaniem miary rozwoju Hellwiga	308
Anna Sroczyńska-Baron: Możliwości aplikacyjne gier mniejszościowych na Gieldzie Papierów Wartościowych	319
Michał Stachura, Barbara Wodecka: Asymetria w ujęciu Boshnakova – propozycja metody szacowania miar asymetrii z próby.....	328
Piotr Staszkiwicz: Verification of the disclosure lemma applied to the model for reputation risk for subsidiaries of non-public group with reciprocal shareholding on the Polish broker-dealers market.....	337
Anna Szymańska: Bayesowskie szacowanie stawek składki w ubezpieczeniach komunikacyjnych z wybranymi funkcjami straty	347
Jacek Welc: Prognozowana dynamika zysków spółek a obciążenie błędów prognoz – doświadczenia polskie	357
Jerzy Węclawski: Pożyczki hybrydowe jako alternatywna forma finansowania przedsiębiorstw	366
Ryszard Węgrzyn: Analiza wrażliwości zmienności implikowanej względem instrumentu podstawowego opcji – podejście dynamiczne	375
Stanisław Wieteska: Obciążenia obiektów budowlanych śniegiem jako element ryzyka w ubezpieczeniach majątkowo-osobowych w Polskim obszarze klimatycznym	385

Zuzanna Woško: Odporność sektora bankowego w Polsce na szoki zewnętrzne w kontekście ryzyka kredytowego. Badanie zależności między zmiennymi makroekonomicznymi	397
Anna Zamojska: Wskaźnik Sharpe'a w teorii i w praktyce.....	406
Aneta Zglińska-Pietrzak: Bootstrapowe prognozy zmienności stóp zwrotu na podstawie modelu GARCH	415
Monika Zielińska-Sitkiewicz: Ocena kondycji rynku nieruchomości mieszkaniowych na podstawie badania danych z raportów finansowych firm deweloperskich.....	423

Summaries

Adam Adamczyk: The level of internal sources of finance as a determinant of investment in R & D of enterprises.....	22
Roman Asyngier: Economic and legal aspects of irregularities in the functioning of the NewConnect market. Assessment and suggestions for changes.....	33
Jacek Bialek: Application of the original index of labour productivity in the analysis of open pension funds' units dynamics.....	42
Magdalena Chmielowiec-Lewczuk: Balanced Scorecard in insurance company.....	52
Dawid Dawidowicz: Evaluation of efficiency of new Polish equity investment funds in comparison to the other investment funds in the period 2000–2012	65
Ewa Dziwok: Yield curve verification based on the correlation surface method	74
Krzysztof Echaust: Traded period returns and non-traded period returns – comparison of selected properties on the basis of futures contracts quoted on Warsaw Stock Exchange.....	87
Urszula Gieraltowska: Investing in precious metals as an alternative form of capital investment	100
Paweł Kliber: WIBOR-OIS spread as a measure of liquidity and default risk	111
Karol Marek Klimczak: Autoregressive structure of residual income of Polish, French and German firms.....	119
Anna Korzeniowska: Selected problems of financial market resulting from the situation on household savings market	127
Mieczysław Kowerski: Catering theory of dividends	141
Marzena Krawczyk: Adequacy of the offer given by financial market institution to capital needs of SMEs	150
Paweł Kufel, Magdalena Mosionek-Schweda: The impact of the stock-market experience on the cost of capital gained on the Catalyst market.....	160

Robert Kurek: The evolution in convergence of supervision regulations and methods on the European Union insurance market	169
Sebastian Majewski, Mariusz Doszyń: The effects of impact of behavioural factors on the rate of return of construction companies stocks listed on the Warsaw Stock Exchange.....	179
Sebastian Majewski: Behavioural portfolio according to Maslov – simulation analysis	191
Marta Malecka: Methods for evaluating Value-at-Risk forecasts – comparative analysis	201
Aleksander R. Mercik: Using the Student's <i>t</i> distribution in Value-at-Risk estimation.....	211
Artur Mikulec: Tau-normalized-Calmar ratio and its application in the analysis of portfolio investment efficiency	222
Wojciech Misterek: Barriers in obtaining external funding to the realization of innovative projects in companies	231
Paweł Niszczota: The language used in filings and the trading activity of foreign companies listed on the Warsaw Stock Exchange	240
Dorota Pekasiewicz: Determination of the safety factor based on quantile of the sum of claims distribution in the portfolio of automobile insurance....	252
Agnieszka Perepeczo: Market reactions to dividend announcements in public companies – empirical evidence.....	264
Tomasz Pisula: Methodological aspects of the application of credit scoring models to assess the creditworthiness with the use of quantitative methods	288
Paweł Porcenaluk: The analysis of the selected liquidity risk measures for stocks listed on the Warsaw Stock Exchange in 2001–2011 period.....	297
Marcin Salamaga: An application of moving average rules for testing the profitability of Polish stock market.....	307
Rafał Siedlecki: Forecasting financial problems of companies based on Hellwig measurement of development	318
Anna Sroczyńska-Baron: The application of the minority games and gambling on the stock exchange.....	327
Michał Stachura, Barbara Wodecka: Boshnakov's approach to asymmetry – proposal of estimation of sample asymmetry measures	336
Piotr Staszkiwicz: Weryfikacja lematu ujawnienia dla modelu ryzyka reputacji niepublicznych grup kapitałowych z powiązaniem wzajemnymi na polskim rynku firm inwestycyjnych	346
Anna Szymańska: Bayesian estimation of premium rates in motor insurance with selected loss functions	356
Jacek Welc: Forecasted earnings growth of companies and earnings forecast bias – Polish experience.....	365
Jerzy Węclawski: Hybrid loans as an alternative form of corporate finance ..	374

Ryszard Węgrzyn: Analysis of the sensitivity of implied volatility to the underlying instrument of option – a dynamic approach.....	384
Stanisław Wieteska: Overload of roofs of buildings with snow as an element of risk in property insurance in the Polish climate area.....	396
Zuzanna Wośko: Resilience of the Polish banking sector to external shocks in the context of credit risk. Analysis of the relationship between macro-economic variables	405
Anna Zamojska: Sharpe ratio – theory and practice.....	414
Aneta Zglińska-Pietrzak: Bootstrap predictions of returns for GARCH processes	422
Monika Zielińska-Sitkiewicz: Assessment of the condition of the Polish real estate market based on the data analysis from the financial statements of developers	437

Anna Sroczyńska-Baron

Uniwersytet Ekonomiczny w Katowicach

MOŻLIWOŚCI APLIKACYJNE GIER MNIejszościowych NA GIEŁDZIE PAPIERÓW WARTOŚCIOWYCH

Streszczenie: W pracy poruszono problem zastosowania gier mniejszościowych na giełdzie papierów wartościowych. Przedstawiono genezę tej klasy gier, omówiono krótko strukturę gier tego typu i ich własności oraz zasygnalizowano możliwości aplikacyjne na giełdzie z wykorzystaniem symulatora tej gry.

Słowa kluczowe: gry mniejszościowe, model rynku, problem El Farol.

1. Wstęp

Teoria gier jest ważnym narzędziem w trakcie podejmowania strategicznych decyzji, negocjacji. Wydaje się jednak, że w swej tradycyjnej postaci może być trudna do zastosowania przy próbie modelowania rynków finansowych jako całości. Zbudowanie teoriogrowego modelu rynku finansowego wymaga wprowadzenia olbrzymiej liczby graczy. Wydaje się niemożliwością skonstruowanie jednego modelu uwzględniającego możliwe zachowania wszystkich graczy i ich reakcji na każde działania pozostałych graczy. W takim przypadku wydaje się rozsądne wykorzystanie tzw. gier mniejszościowych (*minority games*). Gracze w ich przypadku nie zachowują się w tak wyrafinowany sposób. Budują uproszczony model rynku i próbują reagować optymalnie. Gracze grają nie przeciwko sobie, a przeciwko rynkowi. Mają też ograniczoną informację. Jedyne cena akcji i obrót są znane, natomiast brak jest informacji o indywidualnych ruchach graczy.

Gry mniejszościowe zostały wprowadzone w 1997 r. przez D. Challeta i Y.-Ch. Zhanga. Nazwa wywodzi się od głównej zasady obowiązującej w tej klasie gier. Celem gracza jest znalezienie się w grupie będącej w mniejszości. W wielkim uproszczeniu możemy przyjąć, iż jeżeli większość graczy pragnie kupić akcje, ich ceny idą w górę, więc wówczas oplaca się być sprzedającym, a więc znajdować się w mniejszości. Oczywiście modelowanie rynku finansowego jest zadaniem dużo bardziej złożonym. Celem tej pracy jest analiza klasy gier mniejszościowych pod

kątem możliwości modelowania rynku finansowego za ich pomocą i wykorzystania ich podczas przeprowadzania inwestycji giełdowych oraz przeprowadzenie pewnych symulacji.

2. Geneza gier mniejszościowych

Rozwój gier mniejszościowych zapoczątkował tzw. *El Farol bar problem* [Arthur 1994]. „El Farol” jest irlandzkim pubem w Santa Fe, gdzie gra muzyka na żywo w czwartki. W mieście mieszka 100 miłośników irlandzkiej muzyki, a w pubie jest tylko 60 miejsc. Zabawa jest udana, jeżeli pub nie jest zatłoczony, tzn. w pubie jest mniej niż 60 osób, w przeciwnym razie ludzie wolą zostać w domu. Jak powinni postępować, aby miło spędzać wieczór? Gracze nie komunikują się ze sobą, nie umawiają, a jedyną informacją posiadaną przez nich jest liczba gości w barze w poprzednich tygodniach.

Po pierwsze, gracze zmuszeni są do heterogoniczności, aby osiągnąć sukces. Jeżeli wszyscy myśleliby, że większość pójdzie do baru, to wszyscy zostaną w domu i odwrotnie. Upowszechnienie się jednej z prognoz powoduje, iż staje się ona błędna. Po drugie, badając liczbę gości odwiedzających pub w poprzednie czwartki, można by wykreować dużą liczbę rozsądnych modeli oczekiwań. Nie wiedząc jednak, który model zostanie wybrany przez innych graczy, dany gracz nie może wybrać swojej najlepszej odpowiedzi w dobrze określony sposób. Nie istnieje zatem rozsądne dedukcyjne rozwiązanie. Idea rozwiązania jest więc następująca – należy zbudować prosty model, w którym gracze kierują się myśleniem typu „indukcyjnego”. Mają ograniczoną liczbę strategii i, zamiast rozważać zalety strategii przed graniem, gracze będą oceniać je potem, i regulować swoje zachowanie zgodnie z uzyskanymi wynikami. Gracze opierają się więc na modelach zbudowanych na podstawie zaobserwowanych wzorców zachowań wzmacnianych lub odrzucanych w zależności od efektywności stosowania. Możemy więc mówić o „ograniczonej racjonalności” [Challet i in. 2005]. Powyższe postulaty – ograniczona racjonalność i heterogoniczność – są sprzeczne z założeniami klasycznej teorii gier, gdzie gracze dysponują pełną informacją, rozumują racjonalnie i *a priori* wybierają strategię najlepszą. Z punktu widzenia graczy można więc powiedzieć, że problem jest źle zdefiniowany w klasycznym podejściu. Gracze muszą spróbować indukcyjnego sposobu myślenia. Powstaje problem, jak kształtować się będzie obecność w barze dynamicznie w czasie? Czy będzie zbieżna, a jak tak, to z czym? Czy też będzie chaotyczna?

Problem baru „El Farol” stał się inspiracją dla D. Challeta i Y.-Ch. Zhanga, którzy zbudowali matematyczny model nazwany grą mniejszościową. Jest to gra rozwojowa, w której bierze udział N graczy (N – nieparzyste). Każdy z graczy ma do wyboru jedną z dwóch opcji A lub B . Gracz i -ty (dla $i = 1, 2, \dots, N$) podejmuje więc w czasie t jedną spośród dwóch decyzji: $a_i(t) = +1$ (co równoważne jest wyborowi opcji A) lub $a_i(t) = -1$ (co równoważne jest wyborowi opcji B). Grupa, która w czasie t pozostanie w mniejszości, wygrywa rundę. Zysk i -tego gracza przedstawia równanie

$$g_i(t) = -a_i(t)A(t), \text{ gdzie } A(t) = \sum_{i=1}^N a_i(t). \quad (1)$$

Mniejszość wygrywa więc $|A(t)$, a większość przegrywa $-|A(t)$. Decyzje podejmowane są przez wszystkich graczy równocześnie, a jedyną dostępną informacją są wyniki poprzednich gier. Pamięć graczy tworzy M -bitowy łańcuch znaków o wartościach ze zbioru $\{-1, +1\}$, w którym wartość „+1” oznacza, że gracze wybierający opcję A stworzyli mniejszość w danej partii, a wartość „-1” oznacza, że gracze wybierający opcję B stworzyli mniejszość w danej partii. Dla zadanej początkowej wartości $M \in N_+$ istnieje 2^M różnych bitowych kombinacji. Każdy z graczy może z kolei utworzyć 2^{2^M} strategii na kolejną partię. Pamięć reprezentowana jest przez zmienną $\mu(t)$ zwaną „historią”. Jej wymiar jest oczywiście równy $P = 2^M$. Zanim też gra się rozpocznie, określona zostaje także ilość strategii S , jaką każdy z graczy może posiadać do swoich analiz. Plan działania i -tego gracza na chwilę t wyznacza $s_i(t)$. Wobec tego zysk i -tego gracza wyznacza się ze wzoru

$$g_i(t) = -a_{i,s_i(t)}^{\mu(t)} A^{\mu(t)}(t),$$

gdzie $A^{\mu(t)}(t) = \sum_{i=1}^N a_{i,s_i(t)}^{\mu(t)}$.

Symbol $a_{i,s_i(t)}^{\mu(t)}$ oznacza, iż i -ty gracz, biorąc pod uwagę historię μ oraz prognozując sukces dla strategii s w chwili t podejmuje działanie $a_i(t)$. Każdemu graczowi informacji czy raczej przypuszczeń co do wyboru konkretnej strategii dostarcza natomiast wskaźnik, tzw. indeks wiarygodności nazywany także skumulowaną wirtualną wypłatą $U_{i,s}(t)$. Każda strategia ma swoją własną punktację, która się kumuluje poprzez dodawanie lub odejmowanie punktów na skutek prawidłowych lub złych predykcji na kolejną partię. Gracze mogą rangować strategie i wybierać te o najwyższych wskaźnikach wiarygodności, czyli $s_i(t) = \max U_{i,s}(t)$. Oczywiście, graczowi zależy na jak największej liczbie zdobytych realnych punktów przyznawanych, gdy w danej partii gracz znajdzie się w mniejszości. Gra wymaga nieustających zmian decyzji i dopasowywania prognoz do teraźniejszego stanu. Gracze muszą wielokrotnie zmieniać decyzje, opierając się na indywidualnych skutecznych wyborach strategii z przeszłości spośród ograniczonej ich ilości, gra ma więc charakter indukcyjny z ograniczonym dostępem do danych.

Problem El Farol i problem gier mniejszościowych mają wiele wspólnego, ale różnią się zasadniczo celem. El Farol skupia się na indukcyjnie rozsądnej drodze do równowagi, podczas gdy gry mniejszościowe głównie skupiają się na fluktuacjach dookoła stanu równowagi. Podczas gdy prawie każdy zbiór strategii pozwoli osiągnąć stan równowagi, fluktuacje będące efektem wtórnym wymagają modelu opracowanego bardziej szczegółowo. Wtórny nie oznacza tutaj mniej ważnym. Rynek finansowy charakteryzuje się przecież pozornie losowymi fluktuacjami ukry-

wającymi tak ważne informacje, czy rynek jest efektywny, jaka jest natura interakcji pomiędzy graczami z różnymi celami i horyzontami inwestycji, czy istnieje stan równowagi rynku? W takim sensie gry mniejszościowe są więc rozwinięciem problemu El Farol.

Kolejnym krokiem jest wprowadzenie symetrii. W przypadku baru zakłada się, że bar może pomieścić połowę graczy. W ten sposób dochodzimy do gier mniejszościowych zdefiniowanych formalnie przez D. Chaletta i Y.-Ch. Zhanga [1997]. Można powiedzieć, iż gry mniejszościowe to binarna symetryczna wersja problemu El Farol.

3. Właściwości gier mniejszościowych

Wraz z określeniem gier mniejszościowych pojawiło się wiele pytań i problemów. Jak pojemność informacyjna graczy reprezentowana przez długość pamięci M wpływa na uzyskane wyniki? A jak wpływa liczba posiadanych przez graczy strategii? Problemy te stają się szczególnie interesujące, jeżeli założymy, że na prawdziwym rynku mamy do czynienia z graczami o różnych umiejętnościach, motywacjach, horyzontem inwestycji.

Podobnie jak w przypadku problemu El Farol, gdzie frekwencja wahała się na poziomie 60 osób, w grach mniejszościowych wyniki zmierzają do poziomu $A(t) = 0$. Często jednak zachodzi zjawisko fluktuacji. Zatem jako miarę efektywności modelu (odwrotną) można przyjąć odchylenie standardowe σ . Im większa jego wartość, tym większe fluktuacje i gra staje się nieefektywna z powodu zbyt małej liczby wygranych. Natomiast niska wartość odchylenia oznacza, że mniejszość zawiera niewiele mniej niż 50% graczy, więc suma ich punktów będzie wysoka, przez co model stanie się efektywny. A jak wielkość pamięci, liczba graczy czy liczba strategii wpływają na efektywność modelu? Jeżeli liczba graczy jest zdecydowanie większa niż liczba strategii, pojawia się ryzyko wystąpienia efektu tłumu, ponieważ więcej graczy mogłoby się posługiwać tymi samymi lub podobnymi strategiami, przez co zabrakłoby pożądanego zróżnicowania decyzji. Jeżeli natomiast liczba graczy jest dużo mniejsza niż liczba niezależnych strategii, pojawiłaby się przypadkowość decyzji potęgująca fluktuacje. Jest tak dlatego, iż prawdopodobieństwo, że dwóch z graczy wybierze tę samą strategię, jest praktycznie równe zeru. Wtedy tak naprawdę decyzja każdego z graczy jest niezależna, stąd całkowita losowość rezultatu. Sugeruje to, iż krytycznym parametrem jest proporcja liczby graczy N i rozmiaru przestrzeni strategii 2^M . W 1999 r. Savit wprowadził decydujący parametr α zależny od proporcji $2^M/N$ pomiędzy liczbą możliwych historii a liczbą graczy N [Savit i in. 1999]. Okazuje się, iż zmienność modelu σ^2/N zależy tylko od współczynnika α i wyznacza poziom graniczny równy 1 określający losowość wyborów. Dla małych wartości parametru α zmienność przybiera wartości większe od 1 ($\sigma^2/N \in 1$). Jest to negatywne zjawisko, prowadzi do występowania wysokich fluktuacji, co związane

jest z wysoką nieefektywnością (efekt tłumy). Z kolei dla dużych wartości parametru α zmienność modelu jest bliska 1 (pełna losowość – zbyt obszerna pamięć do przeanalizowania). Natomiast dla pośrednich wartości stan gry przybiera fazę charakteryzującą się niskimi fluktuacjami, wysoką efektywnością i zarazem oczywiście większą liczbą wygrywających. Zachowanie się zmienności świadczy o istnieniu granicy efektywności modelu. Im mniejsza zmienność, tym gra jest bardziej opłacalna. Rozsądny więc jest fakt przyjęcia za granicę efektywności takiej wartości parametru a_k , dla której σ^2/N osiąga minimum. Wartość krytyczna parametru a_k wyznacza więc podział gry na dwie fazy: symetryczną dla $a < a_k$ oraz asymetryczną dla $a \geq a_k$. R. Savit udowodnił, iż rozkład prawdopodobieństwa wygrania w obu fazach jest inny. W fazie symetrycznej wynosi 0,5 (dlatego tę fazę nazywa się czasem fazą nieprzewidywalną). Natomiast w drugiej fazie prawdopodobieństwo rozkłada się niesymetrycznie (dlatego tę fazę nazywa się czasem fazą przewidywalną).

Z punktu widzenia gracza najbardziej opłacalne jest, gry gra toczy się w fazie asymetrycznej (więcej wartości α , dla których poziom zmienności jest mniejszy niż 1 w porównaniu do strony symetrycznej) blisko poziomu granicznego a_k . Jest to strefa, w której łączy się odrobina przewidywalności z pożądaną efektywnością.

4. Gry mniejszościowe a rynki

W ten sposób wprowadzone zostało pojęcie gier mniejszościowych. Powstaje więc pytanie: jak połączyć analizowany model z prawdziwymi rynkami finansowymi? Gdzie jest cena? Gdzie pieniądze? Gdzie mechanizm rynkowy? Oczywiście, gry mniejszościowe nie są w stanie opisać rynków pod kątem wszystkich obowiązujących warunków [Sroczyńska-Baron 2010]. Dlatego też należy wyszczególnić, w jakim sensie gry tej klasy mogą być rozważane jako wiarygodny obraz rynku finansowego. Kluczową obserwacją jest to, że ta klasa gier dostosowana jest do badania zjawiska fluktuacji i jej statystycznych własności. Aby połączyć gry mniejszościowe z rynkami finansowymi, niezbędne jest wprowadzenie głównego składnika: dynamiki cen. Rozważmy pojedynczą akcję i oznaczmy przez $p(t)$ jej cenę w czasie t . Zakładamy, iż cena kształtowana jest poprzez różnicę pomiędzy liczbą akcji kupowanych i sprzedawanych (nadwyżkę popytu nad podażą). Zachowanie graczy jest ograniczone do dwóch możliwych działań: kupić akcję (przyjmujemy $a_i(t) = +1$) albo sprzedać (przyjmujemy $a_i(t) = -1$). Wówczas

$$A(t) = \sum_i a_i(t) \quad (2)$$

oznacza różnicę między popytem i podażą. W literaturze proponuje się różne zasady określania zależności między nadwyżką popytu nad podażą $A(t)$ i stopą zwrotu $r(t)$. Najprostsza to zaproponowana przez J. Farmera [1999] – stopa zwrotu zależy liniowo od $A(t)$.

$$r(t) \equiv \log p(t) - \log p(t-1) = \frac{A(t)}{\lambda}, \quad (3)$$

gdzie λ często oznacza płynność.

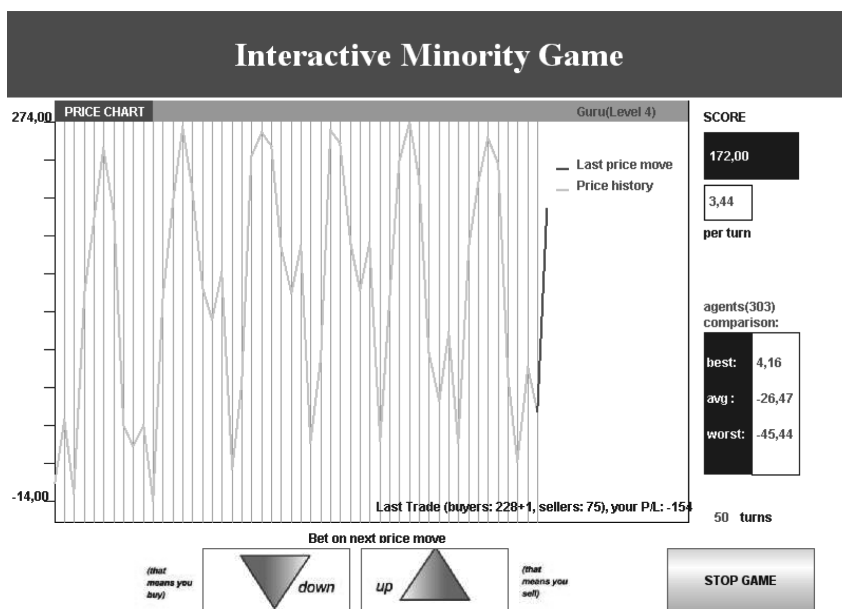
Gry mniejszościowe odzwierciedlają mechanizmy spekulacyjne, w których gracze nie potrzebują dalekich, długoterminowych odniesień. Ich celem są szybkie i częste okoliczności przynoszące korzyści bez analizy zachowań rynku w przyszłości. Do kolejnego ruchu wystarcza im znajomość aktualnej sytuacji na giełdzie, a szczególnie zainteresowanie ukierunkowują na fluktuacje cen akcji w chwili t . Swoje przewidywania opierają na wcześniejszych obserwacjach i dynamice cen. Pomijając wszelkie koszty gry na giełdzie, gra staje się typu mniejszościowego, co jest szczególnie adekwatne do przypadku spekulantów, którzy nie są zainteresowani aktywami jako takimi, ale możliwością osiągnięcia zysku z transakcji.

Giełda jest grą z wieloma graczami. Nie istnieje jednak optymalna strategia, muszą oni różnicować swoje działanie. Rynek i gry mniejszościowe mają więc wspólne cechy podstawowe. Ale poza tym, rynek jest oczywiście dużo bardziej skomplikowany. Gracze mają różny horyzont czasowy inwestycji, stopień awersji do ryzyka, oczekiwania. Nie wszystkie jednak czynniki muszą być włączone do gier mniejszościowych w celu realnego przedstawienia mechanizmów giełdowych.

5. Symulacje gier mniejszościowych

Do przeprowadzania symulacji gier mniejszościowych na podstawie ich struktury i założenia służy program symulacyjny „The Interactive Minority Game”. Jest on interaktywną aplikacją internetową. Danymi wejściowymi są: długość pamięci M , liczba strategii S oraz liczba graczy N . Na podstawie podanych parametrów powstaje symulacja prawdziwej gry, do której dołącza się nowy uczestnik. Na wykresie przedstawiana jest historia rozwoju cen akcji w ciągu ostatnich 50 notowań. Gracz za każdym razem decyduje o kupnie lub sprzedaży akcji. Zysk gracza przedstawia zależność (1), a kształtowanie się cen w historii zadane jest rekurencyjnie według wzoru $P(t+1) = P(t) + A(t)$. Pominięto logarytmiczną postać cen oraz parametr płynności, aby uprościć wizualną orientację grającego. Na rysunku 1 przedstawiono okno panelu symulacyjnego.

W trakcie badań przeprowadzono 300 symulacji, przyjmując $M = 2$, $S = 2$, $N = 303$ oraz $M = 2$, $S = 2$, $N = 5$. Przyjęto więc początkowo współczynnik $\alpha = 0,01$ (faza symetryczna), a następnie $\alpha = 0,8$ (faza asymetryczna blisko poziomu granicznego). We wszystkich przypadkach założono, iż gra toczy się w okresie 50 notowań. Dodatkowo zbadano skuteczność trzech strategii – pierwsza to zgodna z regułami gier mniejszościowych (za każdym razem przeliczano liczbę wirtualnych punktów i wybierano strategię o największym wskaźniku wiarygodności), druga strategia to decyzja podejmowana na podstawie analizy wykresu (założono dłuższą pamięć) i trzecia losowa (rzut kostką do gry). Uzyskane wyniki przedstawione zostały w tab. 1.



Rys. 1. Program symulacyjny „Interactive Minority Game”

Źródło: opracowanie własne.

Tabela 1. Wyniki symulacji dla fazy symetrycznej i asymetrycznej

		Łączny wynik wprowadzonego gracza	Średnia wprowadzonego gracza na ruch	Najlepszy średni rezultat wśród wszystkich graczy	Średni rezultat uzyskany przez wszystkich graczy	Najgorszy średni rezultat wśród wszystkich graczy
$\alpha = 0,01$	Strategia o największym wskaźniku wiarygodności	172	3,44	4,16	-26,47	-45,44
	Strategia oparta na analizie wykresu	1860	37,2	1,92	-26,6	-43,60
	Strategia losowa	-344	-6,88	4,16	-27,46	-61,12
$\alpha = 0,8$	Strategia o największym wskaźniku wiarygodności	-46	-0,9	-0,04	-0,37	-0,82
	Strategia oparta na analizie wykresu	-46	-0,92	0,04	-0,28	-0,84
	Strategia losowa	-48	-0,96	0,32	-0,29	-0,8

Źródło: opracowanie własne.

Analiza uzyskanych rezultatów pod kątem całego rynku pokazała, że istotnie w fazie symetrycznej ($\alpha = 0,01$) występowały duże fluktuacje i związana z tym wysoka nieefektywność. Średni rezultat uzyskiwany przez graczy był znacząco ujemny, co spowodowane było wystąpieniem tzw. efektu tłumu. Gracze nie potrafili wykorzystać oferowanych im możliwości. Natomiast w przypadku fazy gry asymetrycznej ($\alpha = 0,8$) pojawiające się fluktuacje były minimalne. Gra charakteryzowała się wysoką efektywnością. Uzyskiwane wyniki oscylowały dookoła poziomu $A(t) = 0$, niewiele odbiegając od tej wartości. Rynek w pełni wykorzystywał tkwiące przed nim możliwości. A jak kształtowały się wyniki uzyskane przez wprowadzonego gracza? Ciekawe, że strategia przeliczania wirtualnych punktów oraz strategia analizy wykresu pozwoliły osiągnąć lepsze rezultaty indywidualnie dla gracza, gdy gra toczyła się w fazie symetrycznej. Dodatkowo lepsze rezultaty przyniosła strategia analizy wykresu – chociaż nie stosowano w niej dokładnych obliczeń, to jednak brano pod uwagę dłuższą pamięć niż dwa okresy i nie ograniczono się jedynie do dwóch strategii tak, jak w przypadku restrykcyjnych założeń dotyczących pozostałych graczy stąd możliwość wystąpienia lepszych wyników. W fazie asymetrycznej wprowadzony gracz uzyskał natomiast gorsze rezultaty, ale należy podkreślić, iż w programie symulacyjnym wybrano poziom, w którym wszyscy pozostali gracze znają dokładnie reguły gry i postępują zgodnie z nimi, są zróżnicowani w swoich oczekiwaniach i mają głębszą wiedzę wykraczającą poza tę przedstawioną w artykule. Dlatego też trudnym zadaniem okazało się ich pokonanie. Natomiast postępowanie losowe z wykorzystaniem rzutu kostką w obu analizowanych przypadkach przyniosło najgorsze rezultaty. Można więc wyciągnąć dwa podstawowe wnioski – wiedza dotycząca gier mniejszościowych istotnie może pomóc graczom uzyskiwać lepsze rezultaty podczas inwestowania na giełdzie, a gra ta będzie najefektywniejsza, gdy rynek znajdzie się w fazie asymetrycznej blisko poziomu granicznego.

6. Podsumowanie

Wydaje się, że narzędzia klasycznej teorii gier są niewystarczające do modelowania rynków. Dlatego też gry mniejszościowe odmienne w swoich założeniach od dotychczasowych modeli klasycznej teorii gier mogą być skutecznie wykorzystywane w tym celu. Oczywiście pojawia się pytanie, czy rynek można traktować jako grę typu *minority game*? Wydaje się, iż rynek tak naprawdę może być grą typu zarówno mniejszościowego, jak i większościowego. Tak naprawdę inwestowanie na giełdzie potrzebuje strategii mix (łączącej elementy strategii większościowej i mniejszościowej). Żaden boom, żadna hossa nie trwają wiecznie, więc kluczem do sukcesu jest nie tylko podążanie za nurtem, ale i właściwy moment wyjścia. Należy tu jednak podkreślić, iż spekulanci mogą efektywnie grać również w okresie trendów, wykorzystując występujące fluktuacje. Gry mniejszościowe są klasą gier stosunkowo nową. Istnieje wiele pytań, na które odpowiedzi jeszcze nie znamy. Nie można jednak pominąć rodzącej się teorii, gdyż wzbudza ona dużą nadzieję ze względu na

swoje możliwości aplikacyjne i może stać się skuteczną alternatywą dla klasycznych metod inwestowania.

Literatura

- Arthur B., 1994, *Inductive reasoning and bounded rationality*, American Economic Review, vol. 84, no. 2, s. 406–411.
- Challet D., Zhang Y.-Ch., 1997, *Emergence of cooperation and organization in an evolutionary game*, Physica A, vol. 246, s. 407.
- Challet D., Marsili M., Zhang Y., 2005, *Minority Games: Interacting Agents in Financial Markets*, Oxford University Press, New York.
- Farmer J., 1999, *Market force, ecology and evolution*, Technical Report 98-12-117, Santa Fe Institute.
- Savit R., Manuca R., Riolo R., 1999, *Adaptive competition, market efficiency, phase transition*, Physical Review Letters, vol. 82, no. 10, s. 2203–2206.
- Sroczyńska-Baron A., 2010, *Problem El Farol oraz gier typu minority games a inwestowanie na giełdzie papierów wartościowych*, [w:] P. Chrzan, E. Dziwok (red.), *Metody matematyczne, ekonometryczne i komputerowe w finansach i ubezpieczeniach*, Prace Naukowe Akademii Ekonomicznej w Katowicach, s. 323–335.

THE APPLICATION OF THE MINORITY GAMES AND GAMBLING ON THE STOCK EXCHANGE

Summary: In the work the problem of the application of the minority games on the stock exchange is discussed. The genesis of this kind of games is presented. Then the structure of these games with some properties is briefly described. The possibilities of the application of these games while gambling on the stock exchange are also mentioned with the use of simulator of these games.

Keywords: Minority games, market model, El Farol problem.