

Ryszard Szupiluk<sup>1</sup>

## 11. Wzorce na rynkach finansowych

### Preludium

*Nasz krytycyzm jednak nie dotyczy tego, że podstawowe założenia współczesnego podejścia są nierealistyczne. Pożyteczne modele naukowe to takie, które abstrahują od rzeczywistości. Mamy nadzieję, że pominięte rozważania są naprawdę nieistotne dla zrozumienia zjawiska. Fatalna wada współczesnych modeli ekonomicznych polega na pomijaniu przez nie spraw odgrywających kluczową rolę w kształtowaniu rezultatów, których wyjaśnienia poszukują. /R. Frydman, M. Goldberg, Mechaniczne rynki/*

### Streszczenie

Niniejsze opracowanie poświęcone jest problemowi odkrywania wzorców na rynkach finansowych. Jest to zagadnienie wzbudzające gorące dyskusje metodologiczne oraz epistemologiczne. Dla praktyków oraz zwolenników eksploracji danych finansowych istnienie wzorców w danych finansowych jest zasadniczo oczywiste. Z kolei dla przeciwników możliwości identyfikacji wzorców rynkowych ich istnienie oznacza ekonomiczny „darmowy obiad”. Tak przeciwstawne stanowiska są motywacją dla rozważań z praktycznego, akademickiego i technicznego punktu widzenia.

**Słowa kluczowe:** wzorce na rynkach finansowych, eksploracja danych finansowych, systemy inwestycyjne

### Patterns in financial markets

#### Abstract

This paper is addressed for problem with financial market patterns exploration. The financial pattern phenomena rise the hot methodological and epistemological discussions. For practitioners and adherents of financial Data Mining their existence is natural and assumed as default. On other hand opponents say that existing of visible patterns directly provide to economic “free lunch”. Such opposite standpoints are motivations to practical, academic and technical considerations from different point of view.

**Keywords:** financial market patterns, financial Data Mining, trading systems

---

<sup>1</sup> Szkoła Główna Handlowa w Warszawie, Instytut Informatyki i Gospodarki Cyfrowej

## Wprowadzenie

Mechaniczne rynki to pojęcie występujące w dwóch znaczeniach - związanych z diametralnie różnymi stanowiskami wobec funkcjonowania rynków finansowych. W pierwszym rozumieniu, typowym dla wieku technologii i informacji, jako mechaniczne rynki określane są rynki zdominowane przez automatyczne systemy inwestycyjne. Systemy takie działają z reguły na bazie technik rozpoznawania wzorców co z założenia oznacza, że ich twórcy i użytkownicy, co do istnienia takich wzorców są przekonani.

Drugi sposób rozumienia „mechanicznych rynków” został określony przez R. Frydmana i M. Goldberga w ich fundamentalnej krytyce dominujących teorii ekonomicznych opartych o hipotezy/teorie racjonalnych oczekiwań oraz rynków efektywnych<sup>2</sup>. Ich ujęcie tytułowego określenia odnosi się do rynków opisywanych przez mechaniczne prawa, wg których zachowanie podmiotów rynkowych, jest z góry określone przez optymalne strategie przyjmowane w warunkach pełnej informacji. Są to rynki na których wzorce nie mogą istnieć, a zatem wszelkie strategie inwestycyjne na nich oparte sensu nie mają. Jest to jednocześnie zasadniczy pogląd dominujących teorii rynków finansowych.

W efekcie mamy do czynienia z sytuacją w której pojęcie mechaniczne rynki wykorzystywane jest jako reprezentacja dwóch wykluczających się stanowisk, co można sprowadzić do stwierdzenia: mechaniczne rynki w rozumieniu technologicznym mają sens o ile mechaniczne rynki w rozumieniu Frydmana i Goldberga nie istnieją.

W obecnym artykule przedyskutujemy pierwszy aspekt, jakim jest kwestia istnienia wzorców na rynkach finansowych. Drugi aspekt rozważony zostanie w kolejnym opracowaniu. Należy przy tym nadmienić, że autor w powyższych względach zajmuje stanowisko zgodne ze stanowiskiem zwolenników istnienia wzorców, a zatem niniejsze opracowanie jest raczej określonym głosem w dyskusji, niż próbą „wyważonego” przeglądu stanowisk.

---

<sup>2</sup> Frydman R., Goldberg M.D., *Mechaniczne rynki*, Wydawnictwo Krytyki Politycznej, Warszawa 2013.

## 1. Wzorce i rynki finansowe

Konsekwencje rozwoju technologii informacyjnych na rynkach finansowych mają wiele oblicz, często o niejednoznacznym wyrazie. Jednym z zagadnień budzących szczególne kontrowersje jest możliwość eksploracji wzorców zawartych w danych generowanych przez rynki finansowe. Rynkowe zjawisko rozpoznawania odnosi się zarówno do prostych metod analizy technicznej (AT)<sup>3</sup>, jak również zaawansowanych technik bazujących na metodach Data Mining<sup>4</sup>.

Choć problematykę poszukiwania wzorców rynkowych ukazują już wykresy cen na glinianych tabliczkach w starożytnym Babilonie<sup>5</sup>, to współczesne upowszechnianiem technologii informatycznych nadaje zagadnieniu szczególne znaczenie. Rosnąca wielkość i ilość transakcji automatycznych, zmienia charakter zachowań rynkowych, stanowiąc także coraz bardziej znaczący element systemu makroekonomicznego. Jednak mimo dużej skali zjawiska, czemu sprzyja rozwój systemów rozpoznawania wzorców, zjawisko eksploracji wzorców rynkowych opisywane jest w sposób wysoce niejednoznaczny. Przede wszystkim widzimy zasadniczo różniące się stanowiska, od entuzjazmu i bezkrytycznej wiary w możliwość odkrycia rynkowego świętego Grała<sup>6</sup> do całkowitej negacji i potępienia.

Linie tego sporu przebiegają na wielu płaszczyznach, z których zasadniczo można wyróżnić świat praktyki rynkowej oraz teorii akademickich. Z jednej strony rzesze praktyków rynkowych stosują, poszukują i rozwijają techniki analizy wzorców, a z drugiej strony dominujące nurty teorii ekonomicznych negują możliwość istnienia takich wzorców, w konsekwencji kwestionując sens stosowania technik Data Mining na rynkach finansowych. Podstawowym orężem krytyki istnienia wzorców są koncepcje racjonalnych i efektywnych rynków<sup>7</sup>, dające pojęciową i opisową bazę dla probabilistycznych modeli przypadkowego błędzenia rynków finansowych.

Należy jednocześnie zauważyć, że powyższy podział stanowisk choć najbardziej wyraźny nie wyczerpuje zagadnienia, ponieważ także na niwie akademickiej, równoległe do teorii rynków efektywnych oraz czysto losowych modeli, w standard-

---

<sup>3</sup> Murphy J.J., *Analiza techniczna rynków finansowych*, WIG-Press, Warszawa 1999.

<sup>4</sup> Dla uproszczenia, w ramach niniejszych rozważań, pod pojęciem Data Mining będziemy rozumieć szeroki wachlarz podejść, metod i technik klasyfikowanych lub określanych jako: uczenie maszynowe, sztuczna inteligencja, uczenie z danych, modelowanie predykcyjne, inteligencja obliczeniowa.

<sup>5</sup> Chancellor E., *Historia spekulacji finansowych*, MUZA, Warszawa 2001.

<sup>6</sup> Rynkowy św. Grał, idealna metoda prognozy giełdy

<sup>7</sup> Fama E., *Efficient Capital Markets: A Review of Theory and Empirical Work*, „Journal of Finance” 1970, vol. 25, no. 2.

owych kursach akademickich znajdujemy przedmioty poświęcone analizie technicznej, projektowaniu mechanicznych systemów inwestycyjnych, strategiom inwestycyjnym, czy też eksploracji danych na rynkach finansowych. W ramach dominujących nurtów znajdujemy także szereg stanowisk pośrednich dopuszczających tzw. lokalne lub chwilowe nieefektywności rynku a co za tym idzie modele bazujące na innych założeniach niż idealne białe szумы, czyste błędzenie przypadkowe czy rygorystyczne założenia gaussowskie<sup>8</sup>. Co więcej jeżeli spojrzymy na autorytety świata ekonomii to znajdziemy wiele przypadków znaczących postaci, z noblistami włącznie, którym nie przeszkadza na gruncie teorii ekonomicznej być są zagorzałymi zwolennikami, zaś na gruncie praktyki gospodarczej stosować lub wspierać podejścia z tą efektywnością sprzeczne<sup>9</sup>.

Kolejną odstoną niezgodności w kwestii wzorców, już w łonie samej teorii ekonomii, są spory między jej poszczególnymi nurtami<sup>10</sup>. Istnienie wzorców zakłada istnienie pewnych regularności, schematów lub korelacji w zachowaniach rynkowych, co oznacza, iż obraz (model) rynku nie jest całkowicie przypadkowy. O ile nurty akceptujące racjonalne oczekiwania oraz efektywność rynku (w sensie informacyjnym Famy) negują istnienie wzorców rynkowych, to już szkoły i podejścia zajmujące się cyklem koniunkturalnym istnienie pewnych wzorców i regularności niejako z założenia przyjmują<sup>11</sup>. W końcu należy wspomnieć o nurtach radykalnie kwestionujących fundamenty dominujących nurtów jak ekonomia wiedzy niedoskonałej<sup>12</sup>.

## 2. Rozpoznawanie wzorców – fundamentalne spory

Podstawowym zarzutem wobec eksploracji wzorców na rynkach finansowych jest brak ich jednoznaczności, co w konsekwencji można potraktować jako zakwestionowanie ich predykcyjnej wartości. Zarzut ten niejako mimochodem wiąże się z założeniem, że wzorce, o ile istnieją, powinny być „oczywiste”. Inaczej mówiąc,

---

<sup>8</sup> Shiryaev A.N., *Essentials of stochastic finance: facts, models, theory*, World Scientific, Singapore 1999.

Peters E., *Fractal market analysis*, Wiley, 1996.

<sup>9</sup> Bernstein P., *Intelektualna historia*, Wall Street, WIG-Press, 2000.

<sup>10</sup> Obstfeld M. i Rogoff K., *Foundations of International Macroeconomics*, MIT Press 1996.  
Blaug M., *Teoria ekonomii: ujęcie retrospektywne*, Wydawnictwo Naukowe PWN, Warszawa 2000.

<sup>11</sup> Jakimowicz A., *Od Keynesa do teorii chaosu: ewolucja teorii wahań koniunkturalnych*, Wydawnictwo Naukowe PWN, Warszawa 2003.

<sup>12</sup> Frydman R., Goldberg M.D., *Ekonomia wiedzy niedoskonałej*, Wydawnictwo Krytyki Politycznej, Warszawa 2009.

powinniśmy móc jednoznacznie je zidentyfikować a następnie zweryfikować poprawność ich interpretacji. W efekcie oczekuję się w zasadzie deterministycznego lub wysoce trafnego statystycznego prawa opisującego zachowanie instrumentów finansowych. Prawa na kształt nowożytnych praw fizyki. Aktualny brak owego dobrze potwierzonego prawa, prowadzi krytyków eksploracji wzorców (analizy technicznej) do wniosku, że w gruncie rzeczy żadne wzorce nie istnieją, zaś wizualny obraz zmian ceny jest efektem błędzenia przypadkowego i nie daje żadnych podstaw do wnioskowania o przyszłości.

Zarówno zwolennicy jak i krytycy wzorców rynkowych odwołują się do doświadczeń empirycznych, przy czym krytycy wzorców powołują się z reguły na ich weryfikację formalnymi testami statystycznymi, zwolennicy podają przykłady wybitnych inwestorów odnoszących długotrwałe sukcesy lub wskazują na eksperymenty w których losowo wybrane osoby po treningu pod okiem doświadczonych traderów osiągają zdecydowanie lepsze wyniki rynkowe od przeciętnych<sup>13</sup>.

W przypadku zwolenników istnienia wzorców najliczniejszą grupę stanowią praktycy analizy technicznej (AT). Na nich i stosowanych przez nich metodach koncentruje się także ostrze krytyki, co ułatwia a czasem uzasadnia fakt, że AT jest dziedziną o mało określonych granicach, zaś napędzane giełdową gorączką poszukiwania zwycięskiej metody przyciągają uwagę licznych amatorów i pasjonatów o „zróżnicowanej” wiedzy ekonomicznej i matematycznej. Owocuje to szeregiem metod egzotycznych, matematycznie nieracjonalnych lub czasem wręcz ezoterycznych, egzystujących razem ze stosunkowo dobrze uzasadnionymi i inter-pretowalnymi matematycznie technikami. Sporu nie łagodzi także podejście samych użytkowników AT mających często zwyczaj wysoce doktrynalnego traktowania preferowanych przez siebie technik - na kształt mechanistycznych praw Newtona. W zasadzie nie dziwi więc, że dla akademickich sceptyków, wobec tego barwnego pejzażu poszukiwaczy wzorców, przypadki regularnie wygrywających graczy skłaniają do interpretacji w kategoriach długiej serii wygranych.

Także w społeczności praktyków rynkowych znajdziemy znaczące gremia krytyków technik eksploracji wzorców. Spotkamy ich szczególnie wielu w szeregach zwolenników analizy fundamentalnej, którzy podnoszą dwie zasadnicze kwestie. Po pierwsze wskazują na niejednoznaczność wzorców technicznych, co w ich opinii oznacza w istocie ich brak - jest to ocena zasadniczo analogiczna do negatywnego stanowiska akademickiego. Jednak ów zarzut, wydaje się, można postawić także analizie

---

<sup>13</sup> Schwager J., *Mistrzowie rynków finansowych: rozmowy z najlepszymi amerykańskimi inwestorami i graczami giełdowymi*, Oficyna Wolters Kluwer business, 2007.

fundamentalnej, wg której istnieje pewien jednoznaczny wzorzec parametrów ekonomicznych pozwalających odkryć ukrytą wartość wewnętrzną co gwarantuje przyszły wzrost kursu rynkowego. W istocie więc analiza fundamentalna także jest metodą eksploracji wzorców, choć jej użytkownicy raczej nie są skłonni zaakceptować taką klasyfikację. Drugi argument fundamentalistów wydaje się bardziej zasadniczy, przynajmniej z punktu widzenia praktyki rynkowej. Odnosi się on do kwestii płynności rynkowej i mówi, że w momencie wygenerowania technicznych sygnałów, jest zbyt późno na dokonanie zakupów w dużej skali po atrakcyjnych cenach. W efekcie ogranicza to analizę techniczną do określonych rynków i odpowiedniej skali wielkości zawieranych transakcji.

Z kolei zwolennicy eksploracji wzorców odrzucają powyższą krytykę formułując szereg zarzutów wobec stanowisk krytycznych, w szczególności akademickich. Przywoływana jest tu przede wszystkim, pochodząca z opozycyjnych do dominującego nurtów, krytyka samych fundamentów teorii głównego nurtu<sup>14</sup>. W szczególności akcentowane jest oderwanie modeli rynkowych i ich założeń od rzeczywistości rynkowej, błędne rozumienie i interpretacja mechanizmów rynkowych oraz ogólne pomijanie wszelkich faktów i danych świadczących przeciwko ortodoksyjnym apriorycznym tezom<sup>15</sup>. Wychodząc z ortodoksyjnego przekonania o racjonalnych i efektywnych rynkach, przyjąwszy modele błędzenia przypadkowego, zwolennicy tych teorii nie są skłonni do weryfikacji swego stanowiska mimo licznej i przekonującej argumentacji przeciwników<sup>16</sup>. W odpowiedzi na zarzuty wskazujące na dowody nieefektywności rynku lub nieadekwatność modeli martyngałowych, zdaniem „techników rynkowych” widzimy bezpośrednią realizację koncepcji pasów ochronnych Lakatosa, mających zachować twardy rdzeń dominującego programu badawczego (paradygmatu)<sup>17</sup>.

Należy także zauważyć, że znaczące rzesze praktyków rynkowych stosujących eksplorację wzorców nie tylko odrzuca ww. krytykę lub się nią nie przejmuje, ale uważa hipotezy błędzenia przypadkowego rynków jako teoretyczne poglądy co najmniej sprzeczne ze zdrowym rozsądkiem. Co więcej, wielu praktyków stosujących (czasem

---

<sup>14</sup> Snowdon B., Vane H., Wynarczyk P., *Współczesne nurty teorii makroekonomii*, Wydawnictwo Naukowe PWN, Warszawa 1998.

<sup>15</sup> Soros G., *Nowy paradygmat rynków finansowych*, MT Biznes, Warszawa 2008.

<sup>16</sup> Huerta de Soto J., *Pieniądz, kredyt bankowy i cykle koniunkturalne*, Instytut Ludwiga von Misesa, Warszawa 2009.

<sup>17</sup> Lakatos I., *Pisma z filozofii nauk empirycznych*, Wydawnictwo Naukowe PWN, Warszawa 1995.

bardzo zaawansowane) systemy eksploracji wzorców, nawet nie jest świadoma istnienia owej krytyki.

### 3. Techniczne problemy rozpoznawania wzorców

Mówiąc o trudnościach rozpoznawania wzorców, nasuwającym się już na wstępie pytaniem jest: „czy jest możliwym, aby przy obecnym rozwoju naukowo technologicznym, zagadnienie rozpoznawania wzorców rynkowych było rzeczywistym problemem?”. Odpowiedź na to pytanie, płynąca z dyscyplin takich jak rozpoznawanie wzorców, uczenie maszynowe, uczenie statystyczne czy też sztuczna inteligencja jest jak najbardziej twierdząca<sup>18</sup>. Rozwój systemów automatycznego wnioskowania, rozpoznawania wzorców, separacji i identyfikacji obiektów, mimo wielu dotychczasowych sukcesów i znaczących zastosowań, nadal jest zagadnieniem otwartym, pełnym wyzwania<sup>19</sup>.

Trudności występujące w procesie tworzenia systemów rozpoznawania wzorców, jak i testach weryfikujących ich istnienie, pojawiają się już na etapie sposobu określenia i wyodrębnienia wzorców jako materiału badawczego. Eksploracja wzorców jest domeną indywidualnej aktywności graczy rynkowych, a książkowe formacje nie sposób traktować jako jednoznaczne prototypy rzeczywistych wzorców. Mimo, że wielu, szczególnie początkowych graczy traktuje dość doktrynalnie przyjęty przez siebie zestaw reguł AT, często oparty na wybranym źródle literaturowym, to w praktyce nie ma ogólnej zgodności jak daną formację zakwalifikować oraz jak ją interpretować w kategoriach przyszłego zachowania rynku. Stąd podejście eksperckie, w ramach którego praktyk AT wskazuje określone predykcyjne formacje, jako naznaczone piętnem indywidualnego subiektywizmu i retrospektywnej interpretacji - już na wstępie wydaje się niespójne z ideą obiektywnego badania statystycznego. Dla badania statystycznego koniecznym wydaje się zastosowanie podejścia systemowego.

Identyfikacja wzorców rynkowych w podejściu systemowym może być przedstawiona jako problem klasyfikacji lub grupowania. W przypadku klasyfikacji ponownie jednak stajemy przed kwestią określenia prototypowych wzorców. Kolejnymi problemami dotyczącymi obydwu podejść systemowych jest określenie długości wektora danych (reprezentującego formację) oraz kryteriów porównania (podobieństwa) i na tym się obecnie skoncentrujemy. O ile w klasycznych problemach

---

<sup>18</sup> Kecman V., *Learning and Soft Computing: Support Vector Machines, Neural Networks, and Fuzzy Logic Models (Complex Adaptive Systems)*, A Bradford Book, 2001.

<sup>19</sup> Kisielewicz A., *Sztuczna inteligencja i logika. Podsumowanie przedsięwzięcia naukowego*, WNT, Warszawa 2011.

rozpoznawania wzorców możemy ustalić ilość punktów reprezentujących obraz, to w przypadku wzorców rynkowych nie wydaje się to właściwe. Dany typ formacji rynkowej w praktyce „budowany” może być (i najczęściej jest) na różnych liczbach sesji. Wyrównywanie długości porównywanych wektorów zasadniczo zmienia obraz rynkowy, w istocie w każdym wypadku oznacza zmianę rzeczywistych notowań. Oczywiście ów techniczny zabieg na danych jest wykonywany, jednak sposób jego wykonania jest indywidualnym wyborem badacza.

Kolejną kwestią są kryteria podobieństwa danych. W praktyce analizy danych ekonomicznych najczęściej stosowane są miary korelacyjne oraz miary odległości oparte na p-normach. Obydwa te podejścia są od dawna powszechnie i skutecznie stosowane, mają także niezwykle bogaty dorobek teoretyczny. Sukcesy licznych zastosowań oraz siła i matematyczna elegancja fundamentów teoretycznych skutkowały swoistą dominacją tych podejść w obszarze analizy danych<sup>20</sup>. Dopiero niedawno okazało się, że istnieją liczne klasy problemów zarówno praktycznych, jak i teoretycznych dla których bardziej efektywne są alternatywne kryteria podobieństwa w szczególności oparte na funkcjach dywergencji<sup>21</sup>. Obecnie funkcje dywergencji m.in. pełnią zasadniczą rolę w zagadnieniach nieujemnej faktoryzacji macierzy oraz technikach separacji, dekompozycji oraz rozpoznawania obrazów<sup>22</sup>. W efekcie w ostatnim czasie nastąpił intensywny rozwój tego obszaru. Ponowne odkrycie już istniejących miar dywergencji, tworzenie nowych, oraz ich wielorakie generalizacje, unifikacje lub specjalizacje zaowocowały niezwykle bogactwem miar podobieństwa. Rodzi to jednak ponownie dylemat i niejednoznaczność wyboru. Przed takim dylematem musi stanąć także badacz próbujący dokonać statystycznej weryfikacji problematyki eksploracji wzorców.

Kolejna odsłona „problemu wzorców” ma miejsce na poziomie bardziej ogólnym, co można potraktować jako zagadnienie epistemologiczne<sup>23</sup>. Mianowicie formalne testy statystyczne stawiają dość rygorystyczne wymagania co do analizowanych danych, co z reguły oznacza konieczność redukcji problemu, swoistego dopasowania problemu do metody (tj. określonego testu statystycznego). Owa redukcja może oznaczać jednak nie tyle wyeliminowanie nieistotnych dla ostatecznego wyników elementów, co zmianę zasadniczego obrazu. Krytycy skupiając się na samym aspekcie statystycznego istnienia wzorca pomijają rzeczywisty kontekst w jakim wzorce eksplorują praktycy. W rzeczy-

---

<sup>20</sup> Haykin S., *Neural networks and learning machines*, Pearson Education, 2009.

<sup>21</sup> Csiszar I., *Axiomatic characterizations of information measures*, „Entropy” 2008, vol. 10, s. 261–273.

<sup>22</sup> Comon P., Jutten Ch., *Handbook of Blind Source Separation: Independent Component Analysis and Applications*, Academic Press, 2010.

<sup>23</sup> Globler A., *Metodologia nauk*, Znak, Kraków 2006.



wistości rynkowej sygnały z bezpośredniej interpretacji formacji ceny i wolumenu uzupełniane są dodatkowymi informacjami. W przypadku prostej AT są to najczęściej wiedza i doświadczenia inwestora, kiedy sygnał można uznać za wiarygodny a kiedy nie. W przypadku systemów mechanicznych są to najczęściej dodatkowe wskaźniki techniczne i fundamentalne. W efekcie mamy do czynienia raczej z pewnymi meta-wzorcami niż pojedynczymi formacjami ceny i wolumenu. Weryfikacja takiego meta-wzorca w przypadku systemu mechanicznego prowadzi w zasadzie do metod uczenia tego systemu.

Jednak od czasu unifikującej teorii V. Vapnika większość systemów uczących się można interpretować w kategoriach teorii uczenia statystycznego, która to teoria stoi w swoistej opozycji do klasycznych technik wnioskowania statystycznego<sup>24</sup>. W rezultacie można stwierdzić, że każdy system automatyczny poddawany jest procesowi statystycznej weryfikacji, odbywa się ona jednak z reguły na innych zasadach niż standardowy test statystyczny. Owa odmienność jest zaś wynikiem długotrwałego rozwoju technik eksploracji danych, mającego miejsce w kontekście praktycznych zastosowań<sup>25</sup>.

## Zakończenie

Zakres oddziaływania rynków finansowych plasuje jej w centrum systemu społeczno-politycznego, tworząc wzajemnie splecione środowisko o zależnościach trudnych lub niemożliwych do prześledzenia i przewidzenia. Rynek ten w coraz większym stopniu zdominowany jest przez automatyczne systemy transakcyjne wykorzystujących techniki eksploracji wzorców. Jest kwestią otwartą czy na gruncie teorii ekonomicznych doprowadzi to do wzrostu przekonania o istnieniu wzorców czy wręcz odwrotnie.

Niewątpliwie jednak, rosnąca popularność automatycznych systemów inwestycyjnych czyni nieuniknionym i koniecznym badanie tego zjawiska na gruncie teorii ekonomicznych. W jakimś stopniu skłania także do zastanowienia nad fundamentami ekonomii jako dyscypliny u podłoża której leży ludzkie działanie. Jak ukazują doświadczenia ostatnich lat ma to istotne znaczenie dla stabilności całego systemu gospodarczego. Rosnąca złożoność rynków finansowych wraz ze złożonością

---

<sup>24</sup> Vapnik V., *Statistical Learning Theory*, Wiley, New York 1998.

<sup>25</sup> Breiman L., *Statistical Modeling: The Two Cultures*, „Statistical Science” 2001, vol. 16, no. 3, s. 199–231.

Hand J., *Statistics and data mining: intersecting disciplines*, „SIGKDD Explorations” 1999, no. 1, s. 16–19.

automatycznych systemów inwestycyjnych w połączeniu z szybkością zawieranych transakcji zwiększa ryzyko z niekontrolowanych reakcji łańcuchowych.

Samo rozpoznawanie wzorców na rynkach finansowych to zagadnienie generujące wiele wyzwań natury technicznej i metodologicznej. Problemy związane z konstrukcją systemów rozpoznających wzorce, w szczególności jak w ogóle owe wzorce identyfikować, odnoszą się także do problemów weryfikacji istnienia wzorców rynkowych. O ile więc nie istnieją jednoznaczne sposoby odkrywania wzorców w obszarze konstrukcji systemów, o tyle trudno także oczekiwać jednoznacznych testów weryfikujących (krytycznie) ich istnienie.

### **Bibliografia**

- Bernstein P., *Intelektualna historia Wall Street*, WIG-Press, 2000.
- Blaug M., *Teoria ekonomii: ujęcie retrospektywne*, Wydawnictwo Naukowe PWN, Warszawa 2000.
- Breiman L., *Statistical Modeling: The Two Cultures*, „Statistical Science” 2001, vol. 16, no. 3, s. 199–231.
- Campbell J.Y., Grossman, S.J. Wang J., *Trading volume and serial correlation in stock returns*. „The Quarterly Journal of Economics” 1993, vol. 108 (4), s. 905-935.
- Chancellor E., *Historia spekulacji finansowych*, MUZA, Warszawa 2001.
- Comon P., Jutten Ch., *Handbook of Blind Source Separation: Independent Component Analysis and Applications*, Academic Press, 2010.
- Csiszar I., *Axiomatic characterizations of information measures*, „Entropy” 2008, vol. 10, s. 261–273.
- Fama E., *Efficient Capital Markets: A Review of Theory and Empirical Work*, „Journal of Finance” 1970, vol. 25, no. 2.
- Frydman R., Goldberg M.D., *Ekonomia wiedzy niedoskonałej*, Wydawnictwo Krytyki Politycznej, Warszawa 2009.
- Frydman R., Goldberg M.D., *Mechaniczne rynki*, Wydawnictwo Krytyki Politycznej, Warszawa 2013.
- Globler A., *Metodologia nauk*, Znak, Kraków 2006.
- Hand J., *Statistics and data mining: intersecting disciplines*, „SIGKDD Explorations” 1999, no. 1, s. 16–19.
- Haykin S., *Neural networks and learning machines*, Pearson Education, Upper Saddle River 2009.
- Huerta de Soto J., *Pieniądz, kredyt bankowy i cykle koniunkturalne*, Instytut Ludwiga von Misesa, Warszawa 2009.

- Jakimowicz A., *Od Keynesa do teorii chaosu: ewolucja teorii wahań koniunkturalnych*, Wydawnictwo Naukowe PWN, Warszawa 2003.
- Kecman V., *Learning and Soft Computing: Support Vector Machines, Neural Networks, and Fuzzy Logic Models (Complex Adaptive Systems)*, A Bradford Book, 2001.
- Kisielewicz A., *Sztuczna inteligencja i logika. Podsumowanie przedsięwzięcia naukowego*, WNT, Warszawa 2011.
- Lakatos I., *Pisma z filozofii nauk empirycznych*, Wydawnictwo Naukowe PWN, Warszawa 1995.
- Murphy J.J., *Analiza techniczna rynków finansowych*, WIG-Press, Warszawa 1999.
- Obstfeld M. i Rogoff K., *Foundations of International Macroeconomics*, MIT Press 1996.
- Peters E., *Fractal market analysis*, Wiley, 1996.
- Shiryaev A.N., *Essentials of stochastic finance: facts, models, theory*, World Scientific, Singapore 1999.
- Snowdon B., Vane H., Wynarczyk P., *Współczesne nurty teorii makroekonomii*, Wydawnictwo Naukowe PWN, Warszawa 1998.
- Soros G., *Nowy paradygmat rynków finansowych*, MT Biznes, Warszawa 2008.
- Schwager J., *Mistrzowie rynków finansowych: rozmowy z najlepszymi amerykańskimi inwestorami i graczami giełdowymi*, Oficyna Wolters Kluwer business, 2007.
- Vapnik V., *Statistical Learning Theory*, Wiley, New York 1998.