

**Jacek Juzwiszyn**

Akademia Ekonomiczna we Wrocławiu

## **EFEKTYWNOŚĆ – WIROWA RÓWNOWAGA RYNKOWA**

Celem artykułu jest przedstawienie bogactwa narodowego jako pewnego rodzaju efektywności wynikającej z ekonofizycznej analizy trójwymiarowego rozwoju rynków giełdowych. Odkrycie giełdowych trajektorii wirowych i ich analiza stanowią próbę powiązania rynkowych spirali z zasadą dynamiki sformułowaną przez I. Newtona.

W teorii makroekonomicznej istnieje wiele rodzajów efektywności ekonomicznej. Zwykle pomiar efektywności jest dokonywany przez badanie przyrostów lub też wyrażany jako np. stosunek uzyskiwanych efektów do ponoszonych nakładów. Efektywność zawsze jest wynikiem pewnych działań, co sprawia, że ma ona charakter dynamiczny. Dynamika z kolei prowadzi do wniosku, że efektywność może być traktowana jako preferencja opisująca w czasie realizację pewnego układu kinematycznego. Ruch, który wykonuje układ cybernetyczny, wyznacza pewne trajektorie w przestrzeni, w jakiej jest rozpatrywany.

Rozważania dotyczące pomiaru dobrobytu ekonomicznego zwykle bazują na wielu wskaźnikach, które są próbami szacowania poziomu dobrobytu ekonomicznego; jednym z takich wskaźników jest np. wskaźnik dobrobytu ekonomicznego netto (DEN) [Begg 1996]. Dobrobyt ekonomiczny danego kraju jest odzwierciedleniem jego sytuacji gospodarczej. Sprawność, wydajność, efektywność gospodarki narodowej można próbować oceniać poprzez rozwój rynku finansowego danego kraju – giełdy. Dynamika rozwoju rynku finansowego jest bardzo ściśle powiązana z pojęciem równowagi.

Współcześnie używany termin równowagi ekonomicznej pochodzi od L. Walrasa [Taylor 1957]. W modelu Walrasa pojęciem pierwotnym jest rzadkość dóbr, która wywiera wpływ na stopień zaspokojenia potrzeb ludzi, tym samym zaś określa cenę. Model równowagi Walrasa jest układem  $2m(m - 1)$  równań liniowych umożliwiającym w sposób jednoznaczny wyznaczenie ceny i rozmiarów produkcji  $m$  produktów. Model równowagi Walrasa jest modelem podobnym do

zaproponowanej przez Leontiewa tzw. równowagi bilansowej [Hellwig 2002]. Jeżeli równania bilansowe zostaną zapisane w postaci macierzowej:

$$\mathbf{AX} = \mathbf{B},$$

gdzie:  $\mathbf{A}$  – macierz  $[m \times m]$  współczynników produkcji,

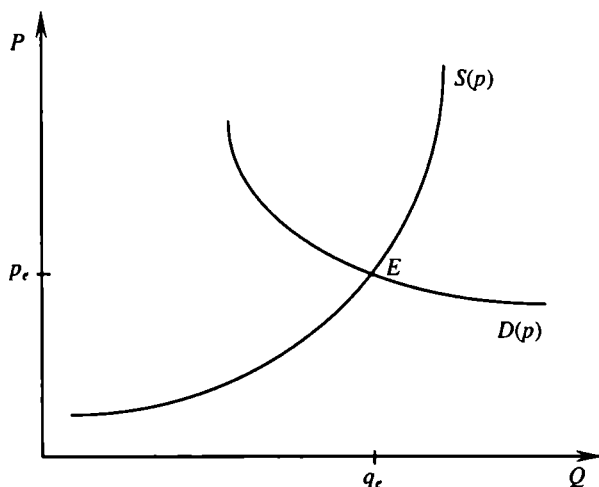
$\mathbf{X}$  – macierz  $[m \times 1]$  produktów brutto,

$\mathbf{B}$  – macierz produktów netto,

to stan równowagi ogólnej jest rozwiązaniem  $\mathbf{X}_0$ , stanowiącym rozwiązanie tego układu równań.

Istotną różnicą w pojmowaniu równowagi ogólnej w stosunku do koncepcji Walrasa jest tylko to, że w rozumieniu współczesnym równowaga ogólna jest rozwiązaniem pewnego optymalizacyjnego zagadnienia liniowego, w którym rolę funkcjonatu celu odgrywają: zysk, koszt oraz zużycie energii i materiałów. Długotrwała równowaga rynkowa prowadzi do stabilizacji, podczas której efektywność wyrażana jest jako wskaźnik przyjmujący pożądane (optymalne – najlepsze z możliwych) wartości. Analiza praw popytu i podaży w układzie trójwymiarowym wskazuje na dynamiczny charakter równowagi rynkowej. Siły oddziałujące na rynki giełdowe pozwalają rozpoznawać rodzaj ruchu, jaki pojawia się podczas wirowania giełdy w  $\mathbf{R}^3_+$ .

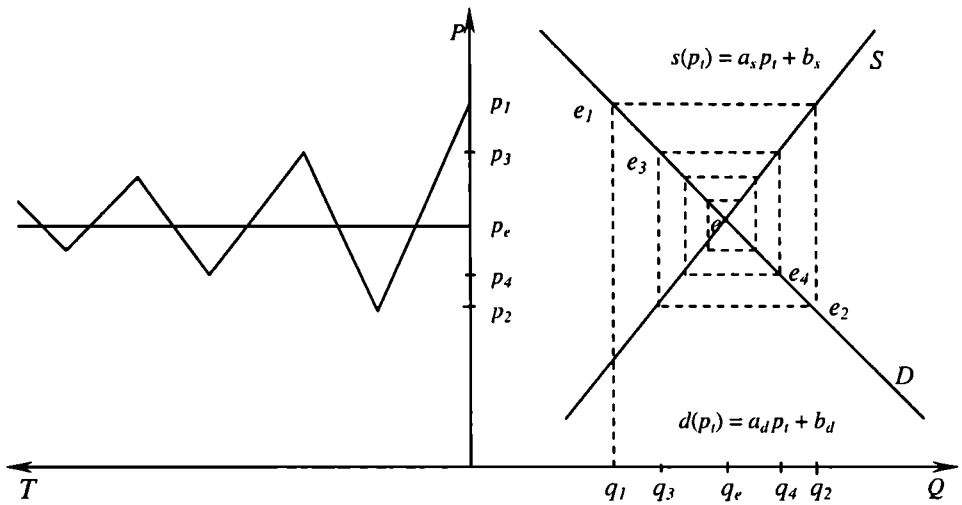
W dzisiejszym najbardziej rozpowszechnionym, stereotypowym i prostym modelu równowagi rynkowej zakłada się, że rynek osiąga stan równowagi w momencie, gdy podaż  $S$  równa jest popytowi  $D$  (rys. 1).



Rys. 1. Model równowagi podaż popyt

Odcięta punktu przecięcia krzywych  $S(p)$  i  $D(p)$  wyznacza tzw. cenę równowagi  $p_e$ . W ujęciu Cournota, Walrasa, Frischa, Pareta i wielu innych przedstawicieli matematycznej teorii równowagi ekonomicznej przez to pojęcie rozumie się taki stan układu, do którego układ ten „pozostawiony sam sobie” samoczynnie podąża i który ulega zachowaniu (trwa). Przykładem takiego układu jest zaproponowany przez: Hanau, Ricciego i Tinbergena tzw. model pajęczynowy, który to wyjaśnia cykliczność wahań cen pewnych dóbr w zależności od zmian popytu i podaży tych dóbr [Hansen 1976]. Współcześni ekonofizycy określają wspomniany model jako wirowy model rynku.

Analiza praw popytu i podaży walorów giełdowych rynku amerykańskiego doprowadziła R.N. Elliotta do sformułowania zasady falowej rynku. Teoria Elliotta jest płaska, ściśle powiązana z rekurencją Fibonacciego oraz liczbą złotego podziału  $\chi \approx 0,618$  [Frost, Prechter 1996]. Do falowej zasady Elliotta wielu analityków rynkowych próbuje dopasowywać spiralę logarytmiczną. Krzywa ta ma charakter wirowy, biegun złotej spirali jest jednocześnie jej punktem asymptotycznym. Charakter wirowy ma również wspomniany wyżej model pajęczynowy; jego biegun i zarazem punkt asymptotyczny jest traktowany jako poziom równowagi chwilowej rynku (rys. 2).



Rys. 2. Model pajęczynowy – oscylacje tłumione

Źródło: [Klimczak 1998].

Analizując rozwój rynków finansowych w  $\mathbf{R}^3_+$  (w układzie: wolumen, indeks, czas), J. Juzwiszyn zauważył, że niezależnie od skali czasowej oraz rodzaju rynku, trajektorie, jakie wyznacza giełdowa kinematyka, zawsze mają charakter wirowo-spiralny. Giełdowe trójwymiarowe wiry wyznaczają poziomy równowagi ryn-

kowej [Juzwiszyn, Rybicki 2002]. Fizyczne wzajemne oddziaływanie sił podaży i popytu powoduje wirowanie walorów giełdowych wokół środka ciężkości (równowagi) rynku. W fizyce są wyróżniane trzy rodzaje równowagi ciał – tzw. równowaga stała, równowaga chwiejna, równowaga obojętna.

Gdy ciało osiąga stan równowagi stałej, środek ciężkości ciała znajduje się w najniższym położeniu względem punktu podparcia; układ ma wówczas najmniejszą energię potencjalną (giełdowa trójwymiarowa spirala w stanie równowagi stałej jest nawinięta na walec o małej średnicy, jednakże walec ten nie ma położenia poziomego).

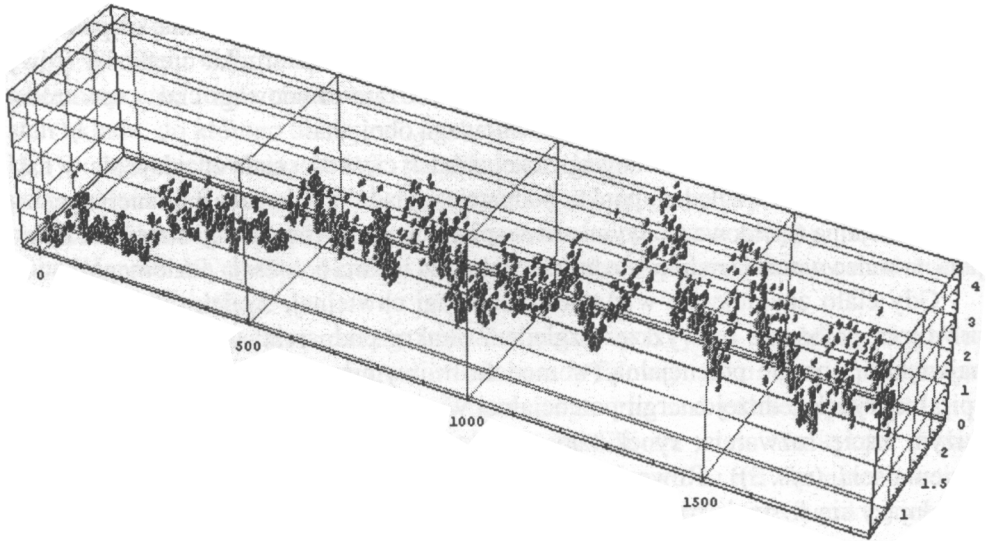
Gdy ciało znajduje się w stanie równowagi chwiejnej, środek ciężkości ciała przybiera położenie najwyższe względem punktu podparcia; układ ma wówczas największą energię potencjalną (w modelu trójwymiarowej rynkowej równowagi spiralnej rynek o dużej energii potencjalnej wyznacza spirale nawinięte na stożki o dużym kącie rozwarcia; rynek taki charakteryzuje się bardzo dużą dynamiką i zmiennością (rys. 3)). Równowaga chwiejna jest równowagą chwilową; układ znajdujący się w stanie równowagi chwiejnej „stara się samoczynnie” o zmianę tego stanu i przejście w stan równowagi stałej [Juzwiszyn 2003].

W przypadku równowagi obojętnej układ w każdym położeniu ma nie tylko środek ciężkości położony najniżej punktu podparcia układu, ale i najmniejszą energię potencjalną, wobec czego stan równowagi obojętnej można traktować jako szczególny przypadek równowagi stałej (rynek w  $R^3_+$  wyznacza wówczas trajektorię spiralną nawiniętą na walec o małej średnicy. Siły wprawiające rynek w ruch równoważą się, powodując zanikanie rynkowych trendów; konsekwencją tych ruchów jest rynkowa stagnacja – oś walcowej spirali przyjmuje położenie poziome).

Równowaga chwiejna jest równowagą nietrwałą, więc można ją uważać za stan przejściowy w dążeniu ciała do stanu równowagi trwałej. Ciało odchylone od położenia równowagi trwałej i pozostające w tym stanie wskutek działania określonej siły wymuszającej znajduje się nie tyle w stanie nierównowagi lub braku równowagi, ile w nowym, innym stanie równowagi, który dla odróżnienia od równowagi naturalnej można by określić mianem równowagi wymuszonej.

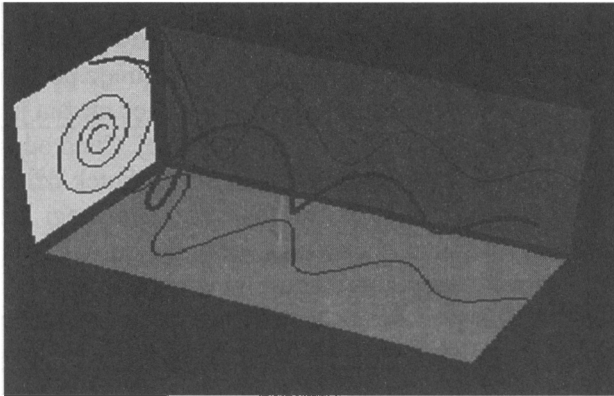
Rynek o wysokiej efektywności ekonomicznej powinien zatem charakteryzować się dużą energią oraz długotrwałym stanem równowagi stałej, wyznaczając jednocześnie trend rosnący. Model trójwymiarowej wirowej równowagi rynkowej jest zgodny z prawem Newtona (dot. wirowania materii wokół środka ciężkości). Odkrycie wirów w analizie „trójwymiarowych” rynków giełdowych jest naturalnym powiązaniem ich efektywności z ewolucyjnością [Smoluk 2003].

„Wygładzone” trójwymiarowe wirowanie rynku giełdowego wokół hipotetycznej linii równowagi rynkowej zostało przedstawione na rys. 4. Dodatkowo rysunek ten przedstawia trzy ortogonalne rzuty na płaszczyzny: wolumen–czas (płaszczyzna pionowa), indeks–czas (płaszczyzna pozioma), wolumen–indeks (płaszczyzna prostopadła do osi trójwymiarowej spirali).



Rys. 3. Trójwymiarowa trajektoria indeksu WIG za okres 18.04.1994-18.04.2002  
(w układzie: wolumen, indeks, czas)

Źródło: opracowanie własne.



Rys. 4. Trójwymiarowy wirowy model równowagi rynkowej

Źródło: opracowanie własne.

Powiązanie efektywności z trójwymiarowym ruchem rynków giełdowych pozwala na potraktowanie dobrobytu – bogactwa narodowego jako pewnego rodzaju efektu energii rynku. Zasadniczo energia mechaniczna układu kinematycznego (układem takim jest trójwymiarowy rynek giełdowy) składa się z części energii ki-

netycznej i potencjalnej. Pierwsza z nich jest wyrażana jako połowa iloczynu momentu bezwładności i kwadratu prędkości kątowej wzdłuż pewnej osi, wokół której dokonywany jest obrót, natomiast energia potencjalna jest iloczynem: masy, przyspieszenia i wysokości układu. Narodowe rynki giełdowe o dużej efektywności mogą być utożsamiane z bogactwem ich uczestników (narodów). Bogactwo zawiera w sobie duży potencjał związany z energią, która to prawidłowo, tj. etycznie wykorzystana i przekazana może się okazać ogólnonarodowym źródłem bogactwa. Można postawić hipotezę, że rynki giełdowe o dużej energii cechują się dużą masą (dużą liczbą uczestników rynku) oraz dużym wolumenem, co sprawia, że trójwymiarowe spirale giełdowe są wyznaczone na dużych wysokościach w układach  $R^3_+$ , wyznaczając zależność wprost proporcjonalną do wzrostu energii potencjalnej rynku.

## Podsumowanie

Równowaga rynkowa może być przedstawiana jako wynik wspólnego oddziaływania sił podaży i popytu na rynek giełdowy. Oddziaływanie takie powoduje wysoką dynamikę cen walorów giełdowych, co z kolei prowadzi do pojawiania się trójwymiarowych wirowych trajektorii rynku. Ruch jest generatorem energii, która rozumiana jako rynkowa efektywność, może być utożsamiana z dobrobytem jego uczestników.

## Literatura

- Beeg D., *Ekonomia*, PWE, Warszawa 1992.
- Frost A.J., Prechter R.R., *Teoria fal Elliotta*, WIG Press, Warszawa 1996.
- Hansen B., *Przegląd systemów równowagi ogólnej*, PWN, Warszawa 1976.
- Hellwig Z., *Metody ilościowe w ekonomii*, AE, Wrocław 1999.
- Juzwiszyn J., *Concerning the Revolution of Financial Spheres and Markets Reynolds Number*, Applications of Physics in Financial Analysis 4, Warszawa 2003.
- Juzwiszyn J., Rybicki W., *Niektóre modele matematyki ubezpieczeniowej i finansowej*, Materiały zjazdu PTS, Prace Naukowe Akademii Ekonomicznej, Wrocław 2002.
- Juzwiszyn J., Rybicki W., Smoluk A., *O definicji efektywności rozważania nad celowością w naturze i rozwoju*, [w:] *Efektywność źródłem bogactwa narodów*, red. T. Dudycz, S. Wrzosek, AE, Wrocław 2004.
- Klimczak B., *Mikroekonomia*, AE, Wrocław 1998.
- Smoluk A., *Giełda, fale Elliotta, stożki i walce*, [w:] *Dynamiczne modele ekonometryczne*, red. T. Kufel, M. Piłatowska, UMK, Toruń 2003.
- Taylor E., *Historia rozwoju ekonomiki*, PWE, Poznań 1957.

## EFFECTIVITY – ROTATIONAL MARKET EQUILIBRIUM

### Summary

While observing the development of stock market indexes in the three-dimensional space in the system (index value, volume, time) a rotational spiral curve is encountered. This curve traces cones in  $R^3$ . Orthogonal projections of this curve onto the planes going through the cone axis are two-dimensional stock market zigzags in systems (index value – time, volume – time). The shape of the orthogonal projection of the trajectory onto the plan perpendicular to the cone's axis resembles logarithmic spiral or, known from economics, so called arachnoic model formed in the system (volume – index).