Uniwersytet
Ekonomiczny
w Katowicach

Studia Ekonomiczne. Zeszyty Naukowe
Uniwersytetu Ekonomicznego w Katowicach
ISSN 2083-8611 Nr 289 · 2016

**Włodzimierz Szkutnik**

Uniwersytet Ekonomiczny
Wydział Ekonomii
Katedra Metod Statystyczno-Matematycznych w Ekonomii
wlodzimierz.szkutnik@ue.katowice.pl

# PROGNOZOWANIE I SYMULACJA KRYZYSÓW NA PRZYKŁADZIE SYSTEMÓW REAGUJĄCYCH NA ZMIANY

**Streszczenie:** Zjawisko kryzysu analizowane było wielokrotnie w literaturze ekonomicznej na podstawie różnych przesłanek. W niniejszym artykule uwaga do tematyki kryzysów skupiona została na podejściu systemowym. Zanalizowano prognozowanie lub antycypację stabilności kryzysów przy marginalnych zmianach parametrów modelu. Wprowadzono swoistą miarę stabilności systemu ze względu na różnorodność stanów w systemie i zmiany w modelu struktury. Wnioski z przeprowadzonych obliczeń potwierdzają zasadność takiego podejścia. Są one zbieżne z wykazywanymi w teoriach ekonomicznych ogólnymi prawidłowościami względem reakcji systemu na zmiany. Zaobserwowano analogie zachowania się systemów gospodarczych oraz finansowych w warunkach kryzysowych i postkryzysowych.

**Słowa kluczowe:** kryzys, antycypacja marginalna, system, zmiany marginalne, miara stabilności.

## Wprowadzenie

W artykule główna uwaga będzie skupiona na systemowym podejściu do tematyki kryzysów w systemach gospodarczych, w aspekcie prognozowania i symulacji. Wprowadzenie zaprezentowane w pracy [Szkutnik, 2014], w której w sposób wnikliwy zaprezentowano koherentność pojęć wybranych z OTS (Ogólna Teoria Systemów) z problematyką kryzysów systemów, umożliwi w miarę spójne ujęcie tematu kryzysu w znaczeniu ogólniejszym. W wyniku tego pośrednio nawiązano do tematyki *stricte* ekonomicznego postrzegania kryzysu gospodarczego, czego wyrazem była praca J. Keynesa (w odniesieniu do kryzysu gospodarczego z lat 30. ubiegłego wieku), której istotnym celem była prezentacja sposobów unikania kryzysów (ich diagnostyka), a w późniejszych ujęciach przez pryzmat funkcji pieniądza w gospodarce, także teorie ujawniania kryzysów, włącznie z ich prognozowaniem.

Bezsprzecznym celem modeli ekonomicznych było i jest oparcie tych teorii na silnie ugruntowanych modelach statystycznych oraz ekonometrycznych. Należy w tej części zaakcentować, iż w innym ujęciu tematyki badań dotyczących prognozowania modelowego, zapleczem pojęciowym jest to, co odnosi się w pewien sposób do zabezpieczenia podejmowanych decyzji (dotyczy unikania ryzyka). Badania takie mają merytorycznie dużą wartość poznawczą w wycinkowym ujęciu i są dobrym przykładem na to, jak w aspekcie OTS można wysnuwać uogólniające stwierdzenia, przydatne w procesach decyzyjnych w aspekcie uwzględniającym ich zabezpieczenie poprzez stwierdzanie szczegółowych własności rozważanych modeli.

## 1. Kryzysy i prognozy

Adekwatnymi modelami stabilnego stanu systemu są tzw. *A*- i *N*-strategie nieprzewidujące realizacji „kryzysowych”, jakościowych zmian. Jak stwierdza się w we wcześniej wspomnianej pracy [Szkutnik, 2014], graniczne warunki *A*-strategii nie zezwalają także na ilościowe (*Il*) zmiany, tzn. w istocie opisują systemy, znajdujące się w dynamicznej równowadze, a możliwość *Il* – zmian w *N*-strategiach określa potencjał dla wzrostu redukcji systemu. Znaczy to, że obie z tych strategii mają bardzo realistyczne graniczne warunki (strategia *A* – równowagę, a strategia *N* – ciągły bezkryzysowy rozwój). Powinny zatem adekwatnie opisywać realne systemy. W tym przypadku *n* ogólna liczba elementów w systemie oraz *m* ogólna liczba typologicznych grup, tzw. numeryczna różnorodność, uwzględnia warunki modelu, które przyjmowane są jako granicznie nieelastyczne – nie może się w tym wypadku zmieniać ani ogólna liczba elementów, ani liczba rożnych grup. Odmienność względem *m*/*n* w obu strategiach nie zmienia ekstremalnych wartości, dlatego mają one zbieżną postać rozkładu i by stwierdzić porównywalne prawidłowości może być stosowana dowolna z dwóch możliwych, opartych na kombinatoryce formuł obliczeniowych.

Adekwatność granicznych warunków do rodzaju rozpatrywanego systemu oznacza, że same strategie ***A***- i ***N***- nie są tylko abstrakcjami matematycznymi, ale również prawidłowo przybliżają opis rozkładu różnorodności przy realnej równowadze lub przy stabilnie rozwijających się systemach. Najbardziej istotne jest tu stwierdzenie, że w dowolnym, jakkolwiek złożonym systemie, zawsze będą obecne nie tylko adaptacyjno-stabilne (zbalansowane względem *m* i *n*) elementy, które tworzą jej jądro, ale także te, które mają obniżoną zdolność ze względu na możliwości adaptacyjne (bardziej monotonne ($m/n$~0) lub bardziej różnorodne ($m/n$~1)) i odnoszące się do peryferii ze względu na rzadkość ich występowania.

Reprezentatywnym przykładem takiego systemu jest industrialny region, dla którego można wskazać strukturę przemysłową dowolnego miasta, regionu lub kraju, w której zawsze obiektywnie wyróżnia się kompleks wystarczająco potężny oraz monotonny względem strumieni zasobów paliwowo-energetycznych, a także biegunowy względem spektrum towarów system sprzedaży detalicznej [Artiuchow, 2009]. Są to typowe rodzaje przeciwstawnych, adaptacyjnych peryferii (skrajów rozkładu).

Można także tę zależność adaptacyjności od struktury postrzegać przez pryzmat struktury systemu finansowego, w którym struktura wyróżnia się ekspansywnym kompleksem, reprezentowanym przez znaczące kapitałowo spółki giełdowe, monotonnym względem bazy surowcowej i energetycznej tych spółek oraz spolaryzowany względem niego zespół spółek o zróżnicowanym pochodzeniu i rozproszonym, płynnym kapitale [Skorobogatow, 1984]. Takie przeciwstawne, adaptacyjne peryferia gospodarki reprezentowane w strukturach giełdowych wyrażone są w większości struktur, mających wpływ na adaptacyjność.

Pod tym względem zależność adaptacyjności od struktury wyrażoną w poniższej tabeli (tab. 1), można rozpatrywać jako w pełni adekwatny model realnej struktury. Liczba modeli struktury dla poszczególnych podsystemów, odpowiadających liczbie podgrup $m$ w danym modelu struktury i występujących w nim różnych elementów $n$, odpowiada liczbie kombinacji wyrażonych wzorem [Szkutnik, 2014]:

$$\mathrm{C}_{\mathrm{n\text{-}1,m}} = \frac{(n-1)!}{(m-1)!\cdot(n-m)}$$

W podsystemie peryferyjnej ($m$ = 1, $n$ = 5) jest więc $\frac{4!}{0!\cdot 4!} = 1$ model struktury: $5X_1$. Natomiast w przypadku np. podsystemu najliczniejszego ze względu na modele struktury odpowiadającego $m$ = 3 i $n$ = 5! jest $\frac{4!}{2!\cdot 2!} = 6$ różnych modeli struktury.

Symbolikę z tab. 1 należy odczytywać następująco: np. model struktury $2X_1 2X_2 X_3$ (przy $m$ = 3 i $n$ = 5) oznacza, że w aktualnym stanie systemu występują dwa elementy $X_1$, dwa elementy $X_2$ oraz jeden element $X_3$.

**Tabela 1.** Przykładowa zależność adaptacyjnej stabilności od struktury systemu

| m = 1 | m = 2 | m = 3 | m = 4 | m = 5 |
|---|---|---|---|---|
| *1*<br>$5X_1$ | 2<br>$X_1 4X_2$<br>$2X_1 3X_2$<br>$3X_1 2X_2$<br>$4X_1 X_2$ | 3<br>$X_1 3X_2 X_3$<br>$X_1 X_2 3X_3$<br>$3X_1 X_2 X_3$<br>$2X_1 2X_2 X_3$<br>$2X_1 X_2 2X_3$<br>$X_1 2X_2 2X_3$ | 4<br>$2X_1 X_2 X_3 X_4$<br>$X_1 2X_2 X_3 X_4$<br>$X_1 X_2 2X_3 X_4$<br>$X_1 X_2 X_3 2X_4$ | 5<br>$X_1 X_2 X_3 X_4 X_5$ |

W tab. 1 zobrazowano adaptacyjną stabilność systemów dla liczby elementów $n$ = 5 oraz liczby grup $m$ = 1,…, 5. Wymagana jest w takim przypadku, jak wcześniej wspomniano, stałość tych parametrów. Możliwe są tu stany modeli, określonych jedną tylko liczbą elementów ($n$ = 5), ale odróżniających się od siebie liczbą grup ($m$ = 1 do 5). Widoczne jest w pierwszym przypadku ($m$ = 1), iż przestawienie elementów nie ma wpływu na strukturę systemu. Zatem w tym przypadku adaptacyjna stabilność (dalej: adaptacyjność) takiego systemu jest minimalna. System z dwoma elementami $m$ = 2 charakteryzuje większa adaptacyjna różnorodność, możliwa w czterech modelach struktury. W systemie z $m$ = 3 różnych modeli struktury może być maksymalnie sześć, a przy $m$ = 4 liczba modeli struktury wynosi cztery. W ostatnim kryzysowym przypadku $m$ = 5 jest tylko jeden model struktury. Liczba stopni swobody wyrażona przez $m$ stanowi ograniczenie dla pojawienia się nowych stopni swobody. Zatem przy takich założeniach, system ma ten sam stopień swobody stabilności oraz maksymalną różnorodność ($n$ = 5) – niekorzystne zmiany prowadzą tu do wymuszonej straty elementu. W przypadku $n$ = 1 wyrazi się to w ilościowej degradacji, w wyniku czego system ten, tracąc unikalny element, przestaje być sobą i transformuje się w inny, chociażby bliski ze względu na cechy (zmniejszy się liczba cech), a przypadku $n$ = 5 – w jakościowej. W przypadku $n$ = 5 system może nawet nie stracić, ukształtowana „nisza" może zostać wykorzystana dla zdublowania dowolnego z pozostałych elementów (system z postaci $m$ = 5 przejdzie do postaci $m$ = 4 i adaptacyjność się powiększy). Tym samym w aspekcie ilościowym, maksymalnie różnorodny system może zyskać na efektywności, ale może także stracić swój unikalny charakter.

Zauważa się, iż peryferia (skraje rozkładu) przedstawione są dwoma zasadniczo różnymi strukturalnie postaciami systemów $5X_1$ i $X_1X_2X_3X_4X_5$. Oba systemy nie dysponują nawet minimalnym zapasem adaptacyjnych możliwości, dlatego dowolna ich zmiana zawsze wynika z naruszenia granicznych warunków ($m$, $n$ = = const). Jednak rodzaje tych zmian są różne. W pierwszym przypadku naruszone jest ograniczenie ilościowe, a w drugim – jakościowe. Zgodnie z określeniem, tylko w drugim przypadku naruszenie warunków może być traktowane jako kryzys. Pierwsza ma określoną „rezerwę” stanów, umożliwiających jej przez pewien okres degradować ze względu na ilość, aż do wystąpienia krytycznego momentu.

W powyższym przykładzie ujawnia się ze względu na rodzaj reakcji systemu na zewnętrzne wymuszenia, obiektywna konieczność rozpatrywania trzech różnych podsystemów. Są nimi modele struktury, wymienione w przypadku $m = 3$ (tab. 1), tworzące tzw. jądro systemu – najbardziej adaptacyjnie stabilny podsystem, przeważający w danych warunkach, względem zrównoważenia struktury [Szkutnik, 2016], będący najbardziej pożądanym, także ze względu na jego możliwości antycypowania modelowej struktury. Jądro systemu jest otoczone podsystemami o charakterze peryferyjnym, z których jeden ma cechy definiujące kryzys w danym systemie i nazywany jest kryzysową peryferią, drugi ze względu na jego cechy charakteryzuje konserwatywną peryferię. Kryzysowa peryferia ma strukturę z graniczną różnorodnością, co skutkuje reagowaniem na zmiany jakościowymi transformacjami, która horyzontalnie ma możliwość poprawy struktury systemu, prowadzącej do zbliżenia jej do jądra. Natomiast konserwatywna peryferia ma charakter granicznie jednostajny ze względu na strukturę. Jest to model struktury słabo adaptacyjny, który reaguje na działania zewnętrzne poprzez redukcję elementu, co prowadzi do jego całkowitego unicestwienia, przy skrajnie niekorzystnym otoczeniu zewnętrznym.

Mniej stabilne peryferie, przy równych dopuszczalnych obciążeniach, będą doświadczać bardziej istotnych zmian, których charakter dla konserwatywnych oraz kryzysowych systemów jest różny.

Ma to wpływ na prognozę reakcji systemu na pojedyncze specyficzne wymuszenia. Zjawisko ma miejsce, gdy peryferia zostaje wydzielona z systemu i odniesiona do pewnego rodzaju wymuszeń. Wynika z tego, iż stanowią one dokładnie jakościowe przybliżenie, dające możliwość „wejrzenia” w postkryzysową przyszłość systemu. Wykorzystując modele adaptacyjne, można to uczynić w niezbyt złożony sposób. Natomiast prognozowanie reakcji systemu w innych przypadkach wymaga analizy bardziej specyficznej.

## 2. Adaptacyjna stabilność a struktura systemu – przykładowy model zmian jednostkowych

W celu zbadania obszaru zbliżonego do kryzysowego, posłużymy się analogią podejmowaną w rachunku marginalnym [Poston, Stewart, 1996], rozpatrując małe zmiany ilościowe *Il* i jakościowe *Jk*, zmieniając tylko jeden element (pojedynczą grupę). Jako konserwatywne oraz kryzysowe peryferie wybierzemy nie skrajne stany, których zachowanie jest oczywiste, lecz stany „bliskie ekstremalnym”, charakteryzujące się niską, ale jednak nie zerową adaptacyjną stabilnością. Jądro systemu określone zostanie z warunku maksymalnej stabilności m = n/2, wynikającej z formuły Stirlinga [Havil, 2003].

Przytoczone w następnym podrozdziale pewne zmiany, obserwowane w systemie 30-elementowym o charakterze *stricte* konstruktywnym i dekonstruktywnym, ujawnią możliwość pojawienia się niekiedy nieoczekiwanych wyników. Można je wytłumaczyć stanem, w jakim znajduje się określony system oraz typem elementów. Jądrem systemu będą stany odpowiednio z liczbą grup $m = 16$, a peryferie z liczbą $m = 4$ i $m = 27$ grup dla przypadku ($n = 30$). Dla zbadania postkryzysowych własności posłużymy się odpowiednimi zmianami dla każdego z trzech rodzajów podsystemów: jądra, kryzysowej peryferii i konserwatywnej peryferii. W oszacowaniach adaptacyjnej różnorodności nowych stanów, uwzględniając dodatkowo typologię kryzysów można rozpatrywać zarówno dodatnie zmiany (rodzaj konstruktywny kryzysu), jak i ujemne (rodzaj destruktywny kryzysu). W celu wszechstronności ujęcia dokonywanych zmian należałoby rozpatrzeć nie tylko możliwe „kryzysowe” jakościowe zmiany, ale również wszystkie potencjalnie możliwe, wliczając do nich także ilościowe i ilościowo-jakościowe *Il-Jk* (kompleksowe zmiany). W rozpatrywanych tu przypadkach przyjmiemy, że w przypadku zmian ilościowych *Il* będą one dotyczyć ogólnej liczby $n$ elementów, przy niezmienionej liczbie $m$ w zestawie grup, a przy zmianach jakościowych *Jk* zmiany będą dotyczyć liczby grup $m$, a liczba elementów w grupie będzie niezmieniona, $n$ = const. W kompleksowym przypadku zmiany dotyczą zarówno liczby elementów $n$, jak i liczby grup $m$. Zmiany, o których tu jest mowa dotyczą jednostkowego zmniejszenia lub zwiększenia liczby grup w modelu struktury systemu ($m$) lub liczby elementów w modelu struktury systemu ($n$).

Dla stwierdzenia możliwej zależności wyników zmiany adaptacyjnej stabilności od rozmiaru systemu, obliczenia należałoby przeprowadzić także dla systemów z inną liczbą elementów. Inne wyniki dla $n = 10$ symulacyjne [Szkutnik, 2016] wskazują na występowanie takiej zależności (tab. 2).

**Tabela 2.** Miary adaptacyjnej stabilności systemu $n = 10$-elementowego dla zmian destrukcyjnych

| **Rodzaj modelu struktury/ /zmiany stanu systemu** | ***Jądro systemu*** **$n = 10$, $m = 5$** | ***Peryferia konserwatywna*** **$n = 10$, $m = 3$** | ***Peryferia kryzysowa*** **$n = 10$, $m = 8$** |
|---|---|---|---|
| Liczba elementów | *k* | *k* | *k* |
| Konstruktywne *Il* | 1,7 | 1,25 | 3,3 |
| Destruktywne *Il* | 0,666 | 0,777 | 0,2 |
| Konstruktywne *Jk* | 1 | 2,3 | 0,25 |
| Destruktywne *Jk* | 0,666 | 0,25 | 2,3 |
| Konstruktywne *Il/Jk* | 2 | 3,3 | 1,25 |
| Destruktywne *Il/Jk* | 0,4 | 0,2 | 0,8 |

Istotne w badaniach są zmiany wielkości oznaczanej przez $k$ obserwowane w stosunku $k = A/A_{we}$ liczby kombinacji $A$ w danym podsystemie po zmianie liczby podgrup z $m$ na $m$+1 (zmiana konstruktywna jakościowa, np. w jądrze systemu) do liczby modeli struktury przed zmianą. Wskaźnik $k$ jest swoistą miarą adaptacyjnej stabilności systemu i jego wrażliwości na małe zmiany, co ma znaczenie w antycypacji stanów z jądra systemu oraz peryferii. Stwierdza się zróżnicowanie systemu ze względu na stabilność w zależności od rodzaju zmian, a więc w zależności od tego, czy mają one charakter ilościowy, jakościowy czy mieszany (kombinowany), tzn. gdy zmienia się zarówno ilość elementów $n$, jak i ilość modeli struktur (podgrup) $m$. Zmiany dotyczyć mogą także peryferii kryzysowej.

W przypadku zmian destrukcyjnych w jądrze systemu stwierdza się największe zmiany (zmniejszenie stabilności) przy każdym rodzaju tych zmian. Przy ilościowym i jakościowym do poziomu 0,666, a więc o 1/3, a przy kompleksowych zmianach, dotyczących zarówno liczby elementów $n$ w systemie, jak i różnych modeli struktur $m$ spadek ten jest największy, bo osiąga poziom 0,4, co jest w tym przypadku zgodne z oczekiwaniami. Mniej wrażliwym dla jądra są zmiany czysto jakościowe. Nie zmienia się wtedy adaptacyjna miara stabilności, gdyż $k$ = 1, przy wzroście (konstruktywna zmiana) liczby modeli struktur o 1, a przy zmianie destrukcyjnej jest najwyższa w porównaniu z pozostałymi dwoma rodzajami zmian i wynosi $k$ = 0,7.

Natomiast dla podsystemu konserwatywnego, tworzącego peryferię konserwatywną, największe zmiany zachodzą w przypadku zmiany kompleksowej (zmniejszenia o 1 liczby elementów $n$ w systemie i o 1 liczby podgrup $m$ w modelu struktury). W podsystemie tworzącym kryzysową peryferię zmiany największe powstają przy zmianie jakościowej, tzn. spadku ilości grup $m$ o 1.

Porównując zmiany zarówno w konstruktywnych, jak i destruktywnych kryzysach, stwierdzamy osobliwe, ekstremalne, „nieoczekiwane” własności w transformacjach jakościowych dla kryzysowej peryferii. W pierwszym przypadku (wbrew ogólnym tendencjom, stabilność maleje ($k$ = 0,25), w drugim (znowu wbrew oczekiwaniom, bo dla kryzysu destrukcyjnego) – stabilność znacznie się podwyższa ($k$ = 2,3).

Natomiast dla peryferii konserwatywnej zmiany są oczekiwane – wzrost stabilności dla kryzysu konstruktywnego i spadek stabilności dla kryzysu destrukcyjnego. Reakcja peryferii konserwatywnej na zmiany konstruktywne warta jest szczególnego zaakcentowania, gdyż w każdym typie zmian następuje wzrost. W tym przypadku obserwowana jest największa wrażliwość wśród wszystkich podsystemów na zmiany ilościowe. Bardziej od pozostałych peryferia konserwatywna podwyższa swoją stabilność przy tego rodzaju zmianach. Miara stabilności $k$ wynosi 1,25 dla zmian ilościowych, dla zmian jakościowych – 2,3 oraz 3,3 dla zmian kombinowanych.

Konkludując, we wszystkich przypadkach może to świadczyć o szczególnej roli w krytycznych procesach, peryferyjnych podsystemów kryzysowego rodzaju. Przy sprzyjających warunkach (dodatnie zmiany) kryzysowe systemy dla zachowania stabilności powinny ciążyć do prostego ilościowego wzrostu, a dodatkowe jakościowe przemiany mogą okazać się dla nich nawet bardzo niesprzyjające. Jednakże w przypadku pojawienia się ujemnych oddziaływań, szczególnie o jakościowym charakterze, systemy te pełnią wiodącą rolę w ich kompensacji i, zamieniając w najbardziej skrajnym przypadku jądro, „wyciągają" w całości adaptacyjną stabilność makrosystemu. Jest to zgodne z zasadą Chatel-Brauna, dotyczącą rozważanej problematyki w aspekcie moralno-społecznym.

## 3. Marginalne zmiany w antycypacji stabilności większego systemu

Ocenę zmian względem stabilności systemu oraz porównań systemów dla oceny wpływu wrażliwości systemu na sytuacje kryzysowe w jądrze i na peryferiach systemu, rozpatrzymy w przypadku $n$ = 30-elementowego systemu. Jądrem systemu jest w tym przypadku model struktury składający się z $m$ = 16 podgrup, a modele peryferii składają się z $m$ = 4 i $m$ = 27 podgrup.

**Tabela 3.** Miary adaptacyjnej stabilności systemu $n$ = 30-elementowego dla zmian destrukcyjnych i konstruktywnych

| **Rodzaj modelu struktury/ /zmiany stanu systemu** | ***Jądro systemu*** **$n$ = 20, $m$ = 16** | ***Peryferia konserwatywna*** **$n$ = 20, $m$ = 4** | ***Peryferia kryzysowa*** **$n$ = 20, $m$ = 27** |
|---|---|---|---|
| Liczba elementów | *k* | *k* | *k* |
| Konstruktywne *Il* | 2 | 1,111 | 7,5 |
| Destruktywne *Il* | 0,483 | 0,8965 | 0,1034 |
| Konstruktywne *Jk* | 0,875 | 6,5 | 0,111 |
| Destruktywne *Jk* | 0,875 | 0,111 | 6,5 |
| Konstruktywne *Il/Jk* | 1,875 | 7,5 | 1,111 |
| Destruktywne *Il/Jk* | 0,5172 | 0,1034 | 0,8965 |

Przy jakościowym *Jk* rodzaju zmian (zmienia się tylko $m$) przy zmianach w peryferii konserwatywnej (monotoniczny stan – zwiększenie o jednostkę $\Delta m = 1$ liczby grup w modelu systemu zmiany są oczekiwane – wzrost stabilności dla kryzysu konstruktywnego ($k$ = 6,5), spadek stabilności dla kryzysu dekonstruktywnego ($k$ = 0,111…) i wzrost dla zmian konstruktywnych mieszanych ($k$ = 7,5).

Natomiast dla peryferii kryzysowej zmiany jakościowe konstruktywne powodują spadek stabilności ($k$ = 0,111) i jest to oczekiwane, a wzrost stabilności, gdy są dekonstruktywne ($k$ = 6,5).

Dla jądra systemu zmiana jakościowa powoduje jednakowy, niewielki spadek stabilności dla zmian konstruktywnych i dekonstruktywnych (0,875), dla zmiany ilościowej konstruktywnej – dwukrotny wzrost, a dla zmiany ilościowej dekonstruktywnej spadek (0,483) adaptacyjnej stabilności systemu. Natomiast przy zmianach ilościowych konstruktywnych *Il*+ w podsystemach peryferyjnych występuje niewielki wzrost ($k$ = 1,111) dla peryferii konserwatywnej, a także znaczący wzrost ($k$ = 7,5) dla peryferii kryzysowej.

Przy kompleksowym typie zmian, w jądrze systemu występuje zwiększenie stabilności poprzez różnorodność względem zmian konstruktywnych, a spadek prawie o połowę przy zmianach destrukcyjnych. Natomiast w peryferii konserwatywnej przy konstruktywnym rodzaju zmian (charakteryzującej się małą różnorodnością), ujawnia się duże zwiększenie stabilności (7,5), a przy dekonstruktywnym typie zmian znaczące zmniejszenie (0,1034) stabilności w tej peryferii. W peryferii kryzysowej obserwuje się podobny trend, ale o zmniejszonej skali oddziaływania.

Wszystkie z omówionych zmian w podsystemach tego większego systemu mają oczekiwany charakter i nie przeczą ogólnym regułom obserwowanych w warunkach, w jakich można obserwować zmiany w systemach o różnym charakterze.

Dla wygody porównania dwóch odmiennych systemów, $n$ = 10 i $n$ = 30 [Szkutnik, 2016], oprócz bezpośredniej liczebności stanów (modeli struktur) adaptacyjnej stabilności ($A$) w podsystemie, zastosowanie znajduje także miara $k = A/A_{we}$. Należy tu jeszcze raz zaakcentować, że adaptacyjnymi modelami stabilnego stanu systemu są $A$- i $N$-strategie. W obu ustalone są z założenia zmiany jakościowe, a w przypadku ***N***-strategii dopuszczalna jest zmiana ilościowa (***n*** # const). Mają one bezkryzysowy charakter, niedopuszczający jakościowych zmian. Wynika z tego zbieżna do „dzwonowej" zależność adaptacyjności stabilności od udziału różnych elementów – dominującym jest zbalansowane jądro, a graniczne podsystemy leżą na peryferiach (konserwatywne i kryzysowe). Ponieważ graniczne warunki $A$-strategii nie dopuszczają także ilościowych zmian, więc *per se* opisują systemy, znajdujące się w dynamicznej równowadze, a możliwość *Il* zmian $N$-strategii oznacza potencjał dla wzrostu lub redukcji systemu. Zatem oba modele stabilnego stanu mają bardzo realistyczne graniczne warunki. Model $A$ jest modelem równowagi, natomiast model $N$ – ciągłego bezkryzysowego rozwoju, co oznacza, że powinny one adekwatnie opisywać szeroką klasę realnych modeli. Odchylenie o wielkość $m/n$ nie zmienia ekstremalnych własności, dlatego obie strategie mają zbieżną postać rozkładu i dla ujawnienia porównawczych zależności może być zastosowana dowolna z dwóch obliczeniowych formuł. Dlatego w powyższym ujęciu podjęto rozważania odnoszące się do $A$-strategii oraz porównano zmiany analogiczne do marginalnych przy kalkulacjach, opartych na funkcjach różniczkowalnych.

## 4. Analiza porównawcza i uwagi o prognozowaniu kryzysu

Porównawcze wyniki dla destruktywnego rodzaju kryzysu przy zakładanych ujemnych zmianach zarówno ilościowych, jakościowych, jak i kombinowanych (mieszanych) bardziej twórczo ujmują realne zmiany we współcześnie obserwowanej dynamice technologicznych zmian. Z tab. 2 i 3 wynika, iż w podsystemie peryferyjnym konserwatywnym przy zmianach konstruktywnych, największe wartości miara stabilności *k* osiągana była przy zmianach jakości oraz jednocześnie jakości i różnorodności.

Przy takim systemowym podejściu do problematyki prognozowania kryzysów, a szczególnie, jeśli dotyczy to zarządzania kryzysem, należy poświęcić szczególną uwagę odniesieniu rozważań do stanu i zarządzania stanem podsystemu kryzysowego rodzaju. Od nich w dużej części zależy nie tylko postkryzysowa stabilność, ale także odległe przyszłe makrosystemy w całości. Próba „polepszenia jakości" poprzez wprowadzenie pryncypialnie nowych elementów nie musi wpływać zdecydowanie na stan jądra, ale powoduje to powiększenie adaptacyjnej stabilności konserwatywnej peryferii i wpłynie na pogorszenie stabilności kryzysowych peryferii, a to z kolei na zmniejszenie potencjału stabilności makrosystemu w całości z ujemnymi oddziaływaniami. Zachowanie kryzysowej peryferyjności jest związane z realizacją zasady „koniecznej różnorodności", umożliwiającej systemowi stabilne istnienie w nieprzewidywalnych warunkach.

Z zawartości tab. 2 i 3 można odczytać wiele możliwych prawidłowości takiego systemowego ujęcia. Na przykład wzrost jednostkowy typu jakościowego (zwiększenie podgrup *m*) w modelu struktury powoduje spadek stabilności w peryferii kryzysowej i w jądrze systemu, ale nieoczekiwany wzrost w peryferii konserwatywnej – co szczególnie w tym ostatnim przypadku jest uzasadnione. Ponadto, jednoczesny wzrost różnorodności i podgrup w systemie powoduje duży wzrost adaptacyjnej stabilności w peryferiach oraz niewielkie dostosowanie się do poziomu wzrostu adaptacyjnej stabilności w jądrze systemu w przypadku, gdy system staje się bogatszy (o jeden) względem różnorodności.

Powyższe analizy mogą być rozwinięte także w kierunku badania zachowania się poszczególnych części systemu w przypadku zmian ujemnych w podsystemach. Oczywiście liczba elementów w systemie też może być podstawą do wyciągania odpowiednich wniosków.

Takie są szczególne prawidłowości kształtowania się trzech strukturalnych rodzajów systemów w warunkach kryzysu, przez co rozumieć należy czyste lub kombinowane jakościowe transformacje. Można jeszcze zaakcentować charakter reakcji systemu na „bezkryzysowe" czysto ilościowe zmiany, logicznie odpowiadające zwykłemu „rozrostowi-kurczeniu" się systemu.

Z danych w tab. 2 i 3 wynika także, że zmiany niekonstruktywne *Il-* („ścierania”) są najgorszymi dla kryzysowej peryferii, która bardziej od innych podsystemów traci na stabilności. Przeciwnie reagują na takie zmiany podsystemy konserwatywne. Zmniejszenie elementów w systemie nie oddziałuje tak znacząco na stabilność, a przy wystarczającej dotkliwości zmian ilościowych mogą one nawet dodać systemowi „wybiórczych korzyści” w porównaniu z innymi systemami. Podsystem centralny, jakim jest jądro systemu wyraża zasadę „najmniejszej zmiany” w sensie zmiany własności.

Natomiast konstruktywne zmiany ilościowe *Il+* wpływają na podniesienie adaptacyjnej stabilności wszystkich podsystemów, co jest oczekiwaną reakcją w różnych układach składających się na system. Jednak najmniej takie zmiany podnoszą adaptacyjną stabilność podsystemu, jaki tworzy konserwatywna peryferia. Warty zauważenia jest fakt, iż przy zmianach *Il+* istnieje zależność zachowania się rożnych rodzajów systemów od ich rozmiarów. W rozpatrywanych przykładowych systemach adaptacyjnych przy rozmiarze $n = 10$, tzn. dla względnie małego systemu, największą adaptacyjną stabilność zauważa się w peryferii kryzysowej, ale dla każdego „większego” systemu wartość $k$ oscyluje około 2. Sprawdzono to także dla innych, większych wymiarów. Zatem strategia „czysto” ilościowego wzrostu nie jest dla systemu o tej samej liczebnej strukturze podgrup jednoznaczna. Zależy od rozmiarów systemu (mocy). W systemach ze strukturą kryzysowego rodzaju, liczebny wzrost jest najbardziej korzystny dla systemów o małej mocy, w strukturach mających rodzaj jądra jest odwrotnie, najbardziej przyjazny jest dla największych systemów. Odpowiednio, spośród systemów o małej mocy zaawansowane tempo rozwoju będzie charakteryzowało kryzysowe peryferie, a wśród systemów o dużej mocy – zbilansowane jądro.

W programie ewolucyjnym powyższe stwierdzenia, dotyczące rozwoju systemu oznaczają, że różnorodne, o małej mocy *kryzysowe* systemy, spełniające rolę „amortyzatorów” przy niesprzyjających zmianach *Jk-* (ujemnych jakościowych), spełniają wyrażoną *implicite* rolę „selektywnych korzyści” przy pierwszej postkryzysowej jakościowej zmianie *Jk+*.

Przykładowo, w trakcie ekonomicznych i innych kryzysów, burzliwy rozwój peryferyjnych innowacyjnych systemów może wynikać i świadczyć nie tylko o *Jk-* zmianach w funkcjonowaniu makrosystemu, ale i o ilościowej poprawie jako pierwszej fazy wyjścia z kryzysu. Naturalne jest przy tym oczekiwanie na wyraziste zwielokrotnienie technologicznej oraz społecznej różnorodności w ukształtowanym otoczeniu po kryzysach w poprzednich okresach. I właśnie dlatego kryzysowe systemy o małej mocy, a jednocześnie różnorodne, jak np. mały i średni biznes, są najbardziej przystosowane do wchłonięcia inwestycji oraz innowacji jakościowych *Jk+* w okresie ekonomicznych kryzysów – gdy

„wszystko nie jest we właściwych relacjach", tzn. gdy u wszystkich prowenien-cja ekonomiczna jest zła. Inwestycje mogą „wyciągnąć" w całości adaptacyjną stabilność makroekonomiczną, niezależnie od tego, czy należy to rozumieć w znaczeniu pozytywnym czy pejoratywnym.

## Podsumowanie

Podsumowując przeprowadzone rozważania, można pokusić się o wyjawienie prawidłowości w kształtowaniu trzech rozważanych rodzajów kryzysów. Można to przeprowadzić zarówno w aspekcie kryzysów, jak i stabilnego rozwoju. Dla poszczególnych rodzajów tych kryzysów podamy ich krótką charakterystykę:

1. Wychodząc od konserwatywnej peryferii charakteryzującej systemy o małej różnorodności (małe *n*), ale o dużej potencjalnie sile rozwojowej (przy potencjalnie dużym *m*) należy stwierdzić, zakładając bardzo słabe reagowanie tych systemów na spadek różnorodności elementów (*Jk*-), że łatwiej przechodzą ilościowe „ścieranie" (*Il*-). Jednak pojawienie się nowego impulsu typu *Jk*+, przyjmowane jest przez ten system w sposób bardziej przystosowany niż dla każdych innych. Natomiast wdrożenie czystego wzrostu (*Il*+) przyjmowane jest najgorzej.
2. W kryzysowej peryferii występują cechy silnej różnorodności, ale z elementami niemającymi dużego kolektywnego wsparcia (pojedyncze, punktowe, rozproszone liczne przedsięwzięcia). Na spadek różnorodności (*Jk*-) elementów systemu reagują wyraźnym wzrostem adaptacyjnej stabilności, ale gorzej niż inne systemy znoszą „ścieranie" (*Il*-). Jednak niezbyt pozytywnie reagują na powstanie nowej inicjatywy typu *Jk*+. Systemy te szczególnie dobrze reagują na wzrost ilościowy (*Il*+) w systemach o małych rozmiarach. W każdym jednak przypadku wzrostu ilościowego zauważalne jest pozytywne przystosowanie się systemu do nowych uwarunkowań. Systemy te uzyskują wybiórczą przewagę w okresach destrukcyjnych kryzysów.
3. Podsystem, jakim jest jądro, stanowi uśredniony w aspekcie różnorodności i siły podgrup (duże *m*), zbalansowany system. Wyróżnia się najbardziej inercyjnym zachowaniem zarówno w przypadku konstruktywnych, jak i destruktywnych zmian kryzysowych. Także zachowuje swoje właściwości w przypadku „ścierania" się zmian ilościowych oraz dowolnych zmian jakościowych. Mniej niż inne kryzysowe systemy jest wrażliwy na zmiany adaptacyjnej stabilności i nie przejawia ekstremalnych właściwości, jawiąc się jako przykładowy silny system. W odniesieniu do gospodarki i układu społecznego jest więc wzorcowym systemem. Jednak dla dostatecznie rozwiniętych (silnych) systemów go-

spodarczych bardziej oczekiwaną, a także przystosowaną strategią, jest czysty ekstensywny wzrost (*Il*+), co istotnie podwyższa ich adaptacyjną stabilność.

Podsumowanie reguł kształtowania się systemów rożnych rodzajów struktur obserwowanych zarówno w okresach kryzysowych, jak również relatywnie bezkryzysowych dostarcza wielości różnorodnych odniesień, w szczególności do teorii wyprowadzonej najpierw przez J. Keynesa, a ukierunkowanych ku wyjaśnianiu kryzysów, mających podłoże gospodarcze i społeczne. Tak w rozważaniach tu prowadzonych, jak i we wprowadzeniu do teorii kryzysów ekonomicznych wyprowadzonych pośrednio przez rożne teorie XX w. przenika myśl ujęta w założeniach, że wszelki model niezależnie, z jakich przesłanek wychodzi jego konstrukcja, ma odniesienie do najbardziej typowych realnych sytuacji. Takie podejście otwiera, mimo jego oczywistych uproszczeń, możliwości nie tylko dla diagnostyki kryzysowych procesów w dowolnych realnych systemach, ale co najistotniejsze, także w ich prognozowaniu i planowaniu. Adaptacyjne schematy stwarzają szanse, by model umożliwiał wypracowanie oraz zabezpieczenie stabilności będącej, co najmniej inercyjnym w aspekcie strat finansowych oraz czasu. Może to umożliwiać, w pryzmacie zmian różnorodności poprzez stosowane strategie sterowania dużymi systemami, by model poprzez te adaptacyjne schematy był najbardziej efektywnym ze wszystkich możliwych takich schematów, szczególnie w okresie kryzysu.

Właściwości kryzysów mają bezpośrednie odniesienie do gospodarczych układów i społecznych relacji, tworzących różne systemy wartości, na których bazują ekonomiczne systemy i w które są one wkomponowane. Należy także wspomnieć, że konkretne przykłady klasyfikacji przyrodniczych i gospodarczych oraz politycznych kompleksów zdarzeń, a także socjalnych aspektów postrzeganych w krajach współczesnego świata, mają doskonałe odniesienie do systemów teorii ekonomicznych, traktujących w takim czy innym ujęciu o sytuacjach kryzysowych, dających się w ogólnym ich postrzeganiu wyjaśnić przez pryzmat OTS. Cała bowiem teoria neoklasyczna ekonomii i jej rozwinięcia na przestrzeni ostatnich dziesięciolecia traktuje o układach kryzysowych oraz sposobach ich niwelowania lub unikania.

Rozważona w artykule ogólna koncepcja kryzysu może mieć swoje uzasadnienie, wynikające z wielości i potencjału zastosowań teoretycznych. Ma bowiem także potwierdzenie w całym otoczeniu oraz egzystencji, realizowanej w grupie różnorodnych konstruktywnych i destruktywnych kryzysów. Sam kryzys tak jak ryzyko jest jednak czymś zbyt oczywistym, by go definiować wprost w utartej formule lub włączać go do jakiegoś prawa zjawisk, które towarzyszą człowiekowi od początku jego istnienia oraz całego materialnego świata.

## Literatura

Artiuchow W.W. (2009), *Obszczaja teoria systemów. Samoorganizacja, stabilność, rożnorodność, kryzysy*, URSS, Moskwa.

Havil J. (2003), *Gamma: Exploring Euler's Constans Princeton*, Princeton University Press, New York, s. 86-88.

Poston T., Stewart I. (1996), *Catastrophe Theory and its Applications*, Courier Dover Publications, Mineola, New York.

Skorobogatow G.A. (1984), *Bnezemnye cywilizacji obnarużeny?* „Chemia i Zin", nr 12, s. 118.

Szkutnik W. (2014), *System ekonomiczny a samoorganizacja – zróżnicowania w kontekście teorii systemu, stabilności, rozmaitości i kryzysu*, Studia Ekonomiczne. Zeszyty Naukowe, nr 181, s. 62-100.

Szkutnik W. (red.) (2016), *Ryzyko w procesach decyzyjnych rynku kapitałowego w relacji do uwarunkowań ekonomicznych. Stabilność systemów ekonomicznych a kryzysy*, Wydawnictwo Uniwersytetu Ekonomicznego w Katowicach, Katowice.

### FORECASTING AND SIMULATION OF CRISES ON THE EXAMPLE SYSTEM RESPONSIVE TO CHANGE

**Summary:** The phenomenon of the crisis was analyzed repeatedly in the economic literature based on different premises. In the article attention to the subject of crises is focused on systems approach. Forecasting or anticipating stability crises are analyzed with marginal changes in the model parameters. Introduced a specific measure of the stability of the system due to the diversity of states in the system and changes in the model structure. Conclusions from the calculations confirm the validity of this approach. They are consistent with those indicated in the economic theories general laws in reaction to changes in the system. Observed parallels the behavior of the system of economic and financial conditions of crisis and post crisis.

**Keywords:** crisis, anticipation marginal system, changes in marginal measure of stability.