

Jerzy Zemke

Uniwersytet Gdański
e-mail: jerzy.zemke@ug.edu.pl

WIARYGODNOŚĆ PROGNOZ, O ALTERNATYWNYCH INSTRUMENTACH KONSTRUKCJI PROGNOZ

CREDIBILITY OF PROGNOSES, ABOUT ALTERNATIVE INSTRUMENTS OF PROGNOSES BUILDING

DOI: 10.15611/ekt.2015.4.16

JEL Classification: G21

Streszczenie: Wiarygodność prognoz ma istotne znaczenie dla procesów zarządzania organizacją gospodarczą. Nie jest to jedynie problem zarządów dużych korporacji, ale także małych podmiotów gospodarczych. Prognozy wspomagają także indywidualne, codzienne procesy decyzyjne ludzi. Autorzy literatury naukowej podkreślają niską wiarygodność konstruowanych prognoz. Nie przewidziały wszak one kryzysu na giełdzie nowojorskiej w roku 1986 ani kryzysu na rynkach finansowych w 2008 r. Skutki ostatniego kryzysu wpłynęły negatywnie, bez wyjątku, na systemy gospodarcze wszystkich krajów świata, zawiodły bowiem do tej pory stosowane instrumenty prognostyczne. Praca jest próbą wskazania narzędzi rozwiązujących zadanie opisu przyszłości w przypadkach dużej i nieprzewidywalnej co do kierunku dynamiki zjawiska, zmian struktury modelu prognostycznego oraz występowania zdarzeń ekstremalnych. Na podstawie wyników badania empirycznego wykazano, że wiarygodne rozwiązanie jest możliwe. Mianowicie: uchylono założenie o rozkładzie normalnym funkcji gęstości prawdopodobieństwa zdarzeń; wiarygodny wynik otrzymano, zastępując je założeniem o rozkładzie fraktalnym, konstruowanym na podstawie zbiorów Mandelbrota.

Słowa kluczowe: prognoza, dokładność prognoz, rozkład normalny, rozkład fraktalny, zbiór Mandelbrota.

Summary: Credibility of prognoses is of crucial importance for the processes of economic organization management. It is not only a problem of management boards of huge corporations, but also small economic entities. Prognoses are required by individual daily decision-making processes too. Authors of scientific work emphasize poor creditworthiness of prognoses. They foresaw neither the crisis on the New York Stock Exchange in 1986 nor the crisis on the financial markets in 2008. The consequences of the last crisis have negatively influenced economic systems of all countries in the world as prognosis tools which were used so far failed. The work is an attempt of showing tools solving the task of future description in cases of large and unforeseeable direction dynamics of the phenomenon, the changes of structure of the prognostic model as well as the occurrence of extreme events. On basis of empirical

investigation results it was showed that a credible solution is possible. Namely an assumption on normal schedule of density function of probability of occurrence was repealed and a credible result was obtained replacing it with an assumption on fractal schedule formulated based on Mandelbrot sets.

Keywords: prognosis, exactitude of prognoses, normal schedule, fractal schedule, Mandelbrot set.

1. Wstęp

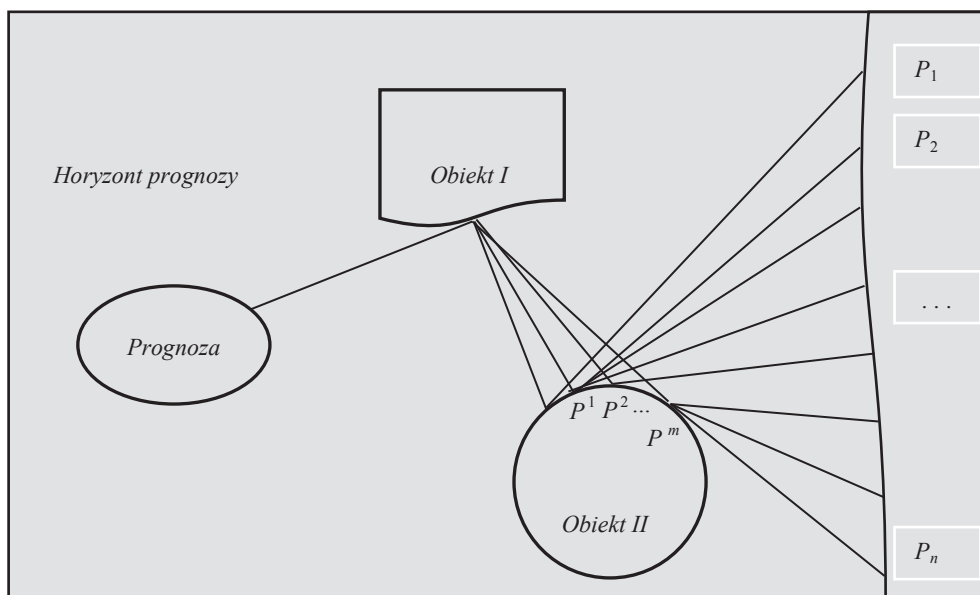
Prognozy w procesach zarządzania mają swoje zarezerwowane miejsce i stanowią rygiel uwalniający kolejne sekwencje tego procesu. Prognozy weryfikuje sporządzone studium możliwości, w którym zawarta jest ocena możliwości urzeczywistnienia wizji planisty. Weryfikacji poddawana jest wizja, łącznie z realiami wyznaczanymi przez uwarunkowania otoczenia, w którym realizowane będą cele zdefiniowane w planie. Wiarygodność szacowanych prognoz z pominięciem dynamicznych zmian uwarunkowań oraz zmian struktury modeli prognostycznych maleje wraz z wydłużaniem okresu prognozowania i pogłębia się pod wpływem zdarzeń ekstremalnych, których prawdopodobieństwo jest bliskie zeru¹.

Teoria prognozy wymienia dwie grupy metod prognostycznych: metody matematyczno-statystyczne oraz metody niematematyczne. Pierwsza grupa oparta jest na prognostycznych modelach deterministycznych oraz ekonometrycznych.

Źródłem błędnych prognoz jest metodologia ich konstrukcji. Opis przyszłości zależy od skali dynamiki prognozowanego zjawiska. Wynika z tego wniosek, że długość horyzontu prognozy jest odwrotnie proporcjonalna do tempa zmian zjawiska. Akceptowalna dokładność prognoz długoterminowych przy dużej dynamice zmian zjawisk jest z reguły nieosiągalna, a dodatkowo źródłem błędów prognoz jest „zjawisko rozproszenia” w obszarze prognozy, które wyjaśnił H. Poincaré na przykładzie znanym jako problem trzech ciał [1902, s. 193-195]. Przyjął on hipotetyczny układ słoneczny, w którym znajdują się jedynie dwie planety i nic poza nimi nie wpływa na ich trajektorie, wówczas z nieskończoną dokładnością można przewidzieć trajektorie obydwu planet nawet w długim okresie. Pojawienie się trzeciego ciała, np. komety, spowoduje istotne zmiany w trajektorii obydwu planet, nawet jeśli wymiary komety są niewielkie w stosunku do planet, powodując istotne różnice w pierwotnej prognozie ich trajektorii

Na rysunku 1 zilustrowano zjawisko rozproszenia. Początkowa prognoza P pod wpływem oddziaływań otoczenia (obiekty I i II) po pierwszym odbiciu od obiektu I ulega rozproszeniu, tworząc wiązkę prognoz $\{P^1, P^2, P^3, \dots, P^m\}$. W wyniku „drugiego odbicia” od obiektu II prognozy $\{P^i; i = 1, \dots, m\}$ zostają ponownie rozproszo-

¹ Taleb [2014] określa je mianem „czarnych łabędzi”, a Poincaré [1902] pisze, że zastosowanie funkcji gęstości rozkładu prawdopodobieństwa w takich przypadkach jest skazane na niepowodzenie.



Rys. 1. Mechanizm „zjawiska rozproszenia” prognozy w horyzoncie prognozy

Źródło: opracowanie na podstawie przykładu oddziaływania trzech ciał układu słonecznego [Poincaré 1902].

ne, tworząc „wiązkę” prognoz $\{P_1, P_2, P_3, \dots, P_n\}$. Zjawisko rozproszenia, będące rezultatem odbić, zwielokrotnia błąd prognozy P , wywołując efekt multiplikatywny, w rezultacie którego wzrasta błąd prognozy i jest większy aniżeli pierwotnie oszacowany. Niedostrzeganie mechanizmu rozproszenia wpływa na wiarygodność prognoz, którą pogłębia zazwyczaj brak informacji o skutkach działania takiego mechanizmu.

Metody matematyczno-statystyczne szacowania prognoz mają istotne ograniczenia zjawisk. Rozwiązują niewielką część zagadnień mniej istotnych z punktu widzenia praktyki. Problem opisu przyszłości ujawnia się w sytuacjach częstych i nieprzewidywalnych zmian typu cech charakterystycznych oraz dynamiki monotoniczności zjawiska w czasie, a także wystąpienia ekstremalnych i nieprzewidywalnych wartości zdarzeń.

Ze zmianami dynamiki uwarunkowań prognostycznych zarówno co do kierunku, jak i tempa mogą się łączyć i zazwyczaj się łączą zmiany struktury modelu. Prawdopodobna staje się konieczność uzupełnienia zmiennych modelu o nowe istotne czynniki zmienności, które w początkowych zbiorze zmiennych nie występowały, a także usunięcie niektórych czynników, których oddziaływanie istotnie wygasa. Należy również rozstrzygnąć, czy zachodzi potrzeba zmian postaci analitycznej modelu prognostycznego spowodowanych wpływem turbulencji uwarunkowań otocze-

nia. Relacje liniowe w przeszłości mogą przejść w nieliniowe w horyzoncie prognozy, i przeciwnie. Należy zatem scharakteryzować typ nieliniowości oraz stabilności analitycznej struktury modelu w horyzoncie prognoz, a jednocześnie kontrolować, czy nie następuje zmiana postaci nieliniowej. Wątpliwości mogą być jedynie hipotezą; jej weryfikacja wymaga czasu, po upływie którego może być za późno na jakiegokolwiek modyfikacje.

Problemy metodologiczne związane z opisem przyszłego rozwoju zjawisk, które cechują: dynamika, zmiany struktury modeli prognostycznych oraz występowanie nieprzewidywalnych zdarzeń ekstremalnych, są podstawą do zdefiniowania celu pracy.

Celem pracy jest identyfikacja metod opisu przyszłości zjawisk opartych na modelowaniu procesów umożliwiających sporządzanie scenariuszy uwzględniających zarówno zmienność istotnych zmiennych strukturalnych zjawisk, zmiany typu monotoniczności, występowanie zdarzeń ekstremalnych, jak i zmiany postaci modeli prognostycznych.

Osiągnięciu celu podporządkowano jej układ. W dalszej części artykułu dokonano przeglądu klasycznych metod opisu przeszłości, skupiając się na ocenie przydatności podczas osiągania celu pracy. Wprowadzono istotny dla procesu prognozowania podział zjawisk na te, które cechuje przypadkowość I typu: wzrost, waga, zysk itp., oraz takie, które cechuje przypadkowość II typu: majątek osobisty, wielkość firm, skala zniszczeń w wyniku trzęsień ziemi itp. [Taleb 2014]. Zwrócono uwagę, iż charakterystyka zjawisk typu I oraz II sugeruje użycie zróżnicowanych instrumentów prognostycznych zależnie od typu zjawiska. Ta część artykułu zawiera minimum informacji o rozkładach fraktalnych opartych na zbiorach Mandelbrota przydatnych w prognozowaniu zjawisk typu II [Mandelbrot 1997]. W tej części tekstu przeprowadzone zostały badania empiryczne oparte na dwu różnych założeniach: opisie przyszłości zakładającym, że prawdopodobieństwo zdarzeń jest zgodne z rozkładem normalnym oraz przy założeniu alternatywnym, czyli założeniu, że prawdopodobieństwo zdarzeń badanego zjawiska ma rozkład fraktalny. Pracę podsumowuje interpretacja i ocena rozwiązań.

2. Przeszłość, przyszłość – formalizacja opisu

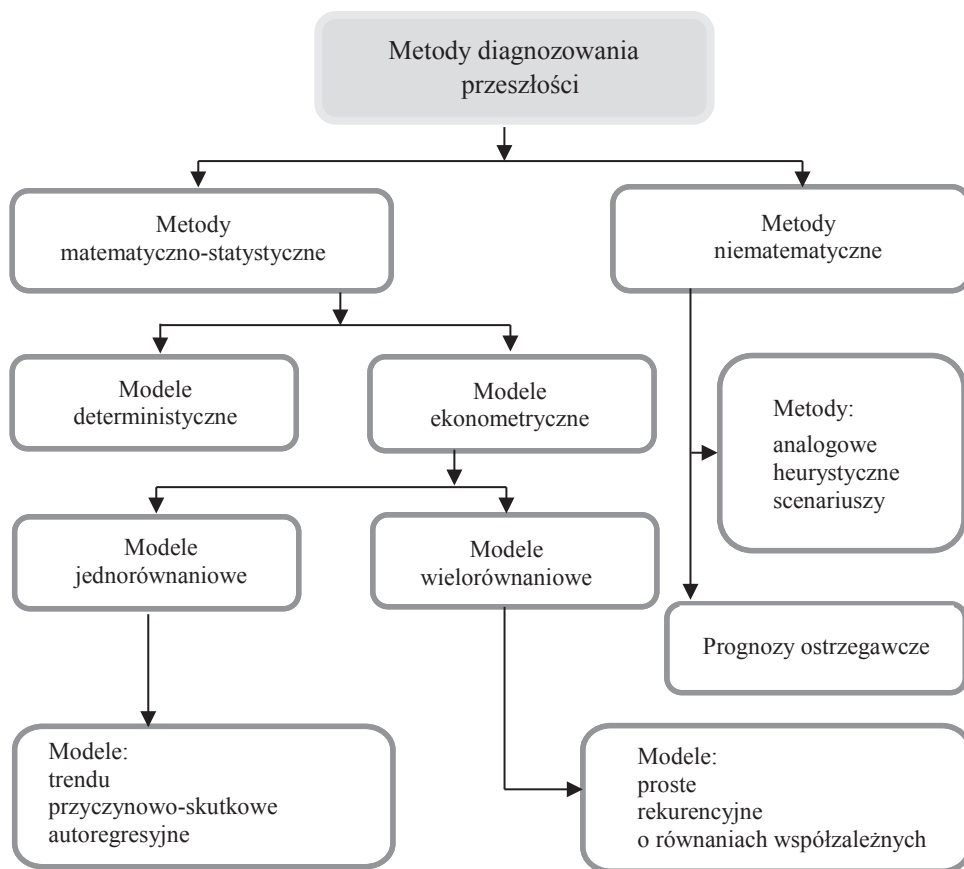
Cytując Taleba [2014, s. 286], można się zgodzić, że przyszłość będzie podobna do przeszłości, ale tylko wówczas, gdy uznamy, że jest odwzorowaniem tego, co już się wydarzyło, w związku z tym deterministyczne postrzeganie przyszłości jest przedłużeniem powszechnej interpretacji przeszłości. To przekonanie wspiera teza twierdzenia Tietzego o ekstrapolacji funkcji ciągłych poza jej dziedzinę [Engelking 1976, s. 97]². Obrazem dziedziny, w której funkcja jest określona, jest przeszłość

² Twierdzenie Tietzego-Urysohna: każda funkcję ciągłą o wartościach rzeczywistych (bądź ogólnej – o wartościach w przestrzeni euklidesowej), która jest określona na domkniętej podprzestrzeni przestrzeni normalnej, można przedłużyć do funkcji ciągłej określonej na całej przestrzeni, jeżeli funkcja ta jest ponadto ograniczona, to można zidentyfikować rozszerzenie ograniczone.

prognozowanej prawidłowości, ekstrapolacja odnosi się do przyszłości – obszaru określanego horyzontem prognozy.

2.1. Metody diagnozowania przeszłości

Prognozowanie jest procesem, który składa się z dwóch faz. Pierwsza obejmuje przetworzenie danych o przeszłości prognozowanej relacji pomiędzy kategoriami ekonomicznymi, faza druga jest procesem szacowania prognoz [Czerwiński 1980, s. 24]. Cieślak [1997, s. 35] definiuje prognozowanie jako wynik diagnozowania przeszłości i określanie przyszłości. Diagnozowanie przeszłości jest tożsame z budową modelu formalnego, natomiast przejście od przetworzonych danych (modelu) do prognozy jest realizowane według reguł prognostycznych: podstawowej, podstawowej z poprawką, największego prawdopodobieństwa oraz minimalnej straty.



Rys. 2. Metody diagnozowania przeszłości

Źródło: opracowanie własne na podstawie [Zeliaś, Pawełek, Wanat 2003, s. 16].

Diagnozowanie przeszłości przez budowę modelu formalnego opartego na danych z diagnozowanego okresu może się okazać niezadowolające. Przyczyną są niestabilne relacje między kategoriami ekonomicznymi, których dane dotyczą, a model opisujący zjawisko prawdopodobnie nie zachowa aktualności w przyszłości. W tym przypadku nie będzie prawdziwy opis przyszłości opartej na modelu skonstruowanym przy wykorzystaniu danych statystycznych o zmiennych diagnozowanego zjawiska. Brak przekonania co do skuteczności metod matematycznych wyznaczania prognoz kieruje badanie w stronę użycia niematematycznych metod opisu przeszłości.

Możliwe rozwiązania opisu przyszłości są dowodem wątpliwości prognozy dokonującego opisu. Metody matematyczno-statystyczne, oparte na modelach deterministycznych, stosowane w badaniach zjawisk fizyki, nie mają znaczenia praktycznego w procesach prognozowania zjawisk i prawidłowości ekonomiczno-społecznych ze względu na brak w strukturze modelu elementów losowych. Modele ekonometryczne, które poznano dużo później niż modele deterministyczne, przejęły funkcję instrumentów prognostycznych stosowanych w naukach społecznych. Modele ekonometryczne jednorównaniowe, ale przede wszystkim wielorównaniowe, poprzez wielowymiarowe ujęcie w jednej strukturze relacji między wieloma zmiennymi zdawały się wiarygodnie opisywać mechanizm wzajemnych relacji między zmiennymi losowymi w przeszłości, zmniejszając niepewność opisu mechanizmu w przyszłości.

Metody niematematyczne stanowią uzupełnienie metod matematyczno-statystycznych, które mogą być wykorzystywane, gdy teoria nie wyjaśnia związków przyczynowych badanych zjawisk i prawidłowości. W takich przypadkach można stosować metody analogowe, heurystyczne oraz metodę scenariuszy.

2.2. Reguły matematyczno-statystyczne szacowania prognoz

Reguła podstawowa szacowania prognoz jest rozwiązaniem odwołującym się do tezy twierdzenia Tietzego. Prognoza konstruowana według takiej reguły jest ekstrapolacją funkcji – modelu – poza próbę. Użycie reguły podstawowej jest rezultatem przekonania, że model z akceptowalną dokładnością opisał przeszłość badanej relacji lub zbioru relacji w przypadku modeli wielorównaniowych i tę własność zachowa w okresie prognozy³.

Model jednorównaniowy klasycznej regresji liniowej:

$$Y = X\alpha + \xi, \quad (1)$$

gdzie: Y – wektor obserwacji zmiennej objaśnianej o wymiarze $n \cdot 1$, X – macierz obserwacji zmiennych objaśniających o wymiarze $n \cdot (m + 1)$, α – wektor

³ Reguła podstawowa szacowania prognoz realizowana jest przy założeniach o zmiennych modelu oraz składniku losowym klasycznej metody najmniejszych kwadratów [Cieślak (red.) 1997, s. 35].

parametrów strukturalnych, macierz o wymiarze $(m + 1) \cdot 1$, ξ – wektor składników losowych, macierz o wymiarze $n \cdot 1$.

Warunkowa wartość oczekiwana zmiennej Y jest liniową funkcją zmiennych objaśniających X :

$$E(Y|X) = X\alpha + E(\xi|X) = X\alpha. \quad (2)$$

Otrzymany wynik definiuje prognozę w momencie $t \in [n, T]$:

$$Y_t^{(p)} = E(Y|X), \quad (3)$$

gdzie: $Y_t^{(p)}$ – prognoza zmiennej Y w momencie t , $E(Y_t)$ – wartość oczekiwana zmiennej Y w momencie t .

Prognoza, obliczona na podstawie wzoru (3), jest wynikiem zastosowania reguł prognozy podstawowej i oznacza, że w długim horyzoncie prognozy błędy przypadkowe zniosą się, a w rezultacie oszacowana wartość zmiennej $Y_t^{(p)}$ przyjmie status prognozy trafnej⁴.

Reguła największego prawdopodobieństwa jest stosowana w procesie szacowania prognoz, gdy znany jest rozkład gęstości prawdopodobieństwa zmiennej prognozowanej. W takim przypadku prognoza zmiennej Y jest szacowana na poziomie maksymalnej wartości funkcji gęstości rozkładu prawdopodobieństwa.

W procesach decyzyjnych wykorzystujących informacje o przyszłym poziomie kategorii ekonomicznych, określających cele realizowanych procesów rozwoju organizacji gospodarczych, istotnym pojęciem jest poziom akceptowalnej straty. Zakładając, że wielkość straty jest funkcją błędu prognozy, stwierdzić można, że określenie uwarunkowań, przy których funkcja ta przyjmuje wartość minimalną, pozwala oszacować poziom dopuszczalnej straty. Oszacowanie uwarunkowań minimum funkcji błędu prognozy określa kryterium minimalnej straty.

Intuicyjne pojęcie prognozy łączy się z jej trafnością. Jeśli miarą poziomu trafności jest błąd prognozy *ex post*, definiowany jako różnica między wartościami zmiennej prognozowanej i prognozą tej zmiennej w momencie $t > n$, to jest to informacja spóźniona w procesie zarządzania⁵. Miarą jakości prognoz są błędy *ex ante*, określające dopuszczalność prognoz. Błąd *ex ante* jest szacowany w tym samym czasie, w którym wyznaczana jest prognoza, i wykorzystywany jest przy wyznaczeniu horyzontu prognozy.

⁴ Z. Czerwiński zmodyfikował regułę podstawową, wprowadzając poprawkę w odniesieniu do przypuszczenia, że gdy zaobserwowane odchylenia danych empirycznych od modelu mogą utrzymać się w przyszłości, wówczas reguła prognozy podstawowej (3) przyjęłaby postać: $Y_t^{(p)} = E(Y_t) + p$, p jest poprawką prognoz dla $t > n$ [Czerwiński 1980, s. 111].

⁵ To przypadek szacowania błędu *ex post*; przeciwieństwem tego rodzaju błędów są błędy *ex ante*. Błędy *ex ante* określają dopuszczalność prognozy.

2.3. Reguły niematematyczne szacowania prognoz

W dalszej części tekstu omówiono podstawowe reguły niematematyczne stosowane przy szacowaniu prognoz. Są one opisem przyszłości opartym na podobieństwie zmian innych zmiennych z prognozowaną zmienną. Teoria prognozy wyróżnia cztery reguły szacowania prognoz.

Prognozy analogowe

1. Reguła analogii biologicznych jest przeniesieniem funkcji organizmów żywych na inne obiekty, np. produkcja leków mających właściwości naturalnych roślin.

2. Reguła analogii przestrzennych opisuje przyszłość (konstruuje prognozy) na podstawie zdarzeń, które wystąpiły na innym terytorium.

3. Reguła analogii historycznych jest procesem przenoszenia prawidłowości charakteryzujących jedne zjawiska na inne zachodzące w tym samym obszarze, np. przenoszenie tempa zmian popytu na płyty analogowe na dynamikę zmian popytu na płyty CD.

4. Reguła analogii przestrzenno-czasowych jest wykorzystaniem opisu przeszłości w opisie innych zjawisk i prawidłowości w innym miejscu i czasie, np. opis przyszłości zmian popytu w krajach rozwijających się wstępujących na ścieżkę rozwoju na podstawie wcześniejszych opisów w krajach o wysokim poziomie cywilizacyjnego rozwoju [Cieślak 1997, s. 149-167].

Opis przyszłości jest zróżnicowany, reguły biologiczna i przestrzenna wykorzystywane są do wyznaczania prognoz jakościowych, natomiast reguły historyczna i przestrzenno-czasowa – do wyznaczania prognoz ilościowych.

Prognozy heurystyczno-intuicyjne

Te metody odwołują się do umiejętności wykrywania nowych faktów i relacji między nimi, co w rezultacie tworzy, w wyniku reguł logicznych odrywania, nowy opis zjawiska czy prawidłowości w przyszłości⁶. Wyróżnia się takie metody heurystyczne, jak:

1. Opinie ekspertów. Według Rolbieckiego [1979, s. 111] pojęcie eksperta nie jest jednoznacznie rozumiane; są to osoby, do kompetencji których w określonej dziedzinie organizator procesu opisu przyszłości ma zaufanie.

2. Burza mózgów. Jest procesem generowania pomysłów opartych na realizacji dwóch etapów; pierwszy wymaga przestrzegania dwóch następujących zasad: 1) nie krytykować, 2) stymulować jak największą liczbę pomysłów. Etap drugi jest

⁶ R. Caude sądzi, że metoda heurystyczna jest „pewną ogólną postawą umysłu wobec problemów”. Ten cytat przywołuje [Martyniak 1976, s. 16-17], rozwijając tę myśl i stwierdzając, że metoda heurystyczna „powinna oświetlać nam drogę, po której wypada nam kroczyć i powinna torować różne możliwe drogi, dając maksimum szans powodzenia w rozwiązywaniu problemów przy aktualnym stanie wiedzy”.

w całości przeznaczony na ocenę zgłoszonych rozwiązań, która obejmuje: określenie i przyjęcie kryterium oceny, analizę i ocenę rozwiązań w kontekście przyjętego kryterium oraz przyjęcie rozwiązania [Cieślak (red.) 1997, s. 174].

3. Metoda delficka. Jest procesem wykazującym duże podobieństwo do burzy mózgów. Co różni obydwie metody opisu przyszłości? Podstawową różnicą są warunki pracy – eksperci rozwiązujący problem metodą delficką pracują samodzielnie, niezależnie od pozostałych ekspertów. Niezależność opisów uzyskuje się w rezultacie izolacji ekspertów, członkowie zespołu nie znają jego składu, a anonimowość gwarantuje system ankiet dający możliwość wypowiedzi własnych opinii, które niekonieczne są powszechnie uznawane przez środowisko za jedynie zgodne i poprawne. W rezultacie osiąga się sytuację, w której eksperci koncentrują się na celu badania – opisie przyszłości, a nie na wykazywaniu umiejętności w osiąganiu i realizacji własnych celów. Wynik jest prognozą, będącą opinią większości ekspertów zespołu [Cieślak (red.) 1997, s. 175].

4. Metoda wpływów krzyżowych – metoda wzajemnych oddziaływań. Idea opisu przyszłości wymaga:

a) identyfikacji problemu badawczego – określenie przedmiotu i horyzontu prognozy;

b) określenia zdarzeń istotnych dla opisu przyszłości – identyfikacja zbioru wszystkich zdarzeń mogących mieć znaczenie dla opisu przyszłości. Kryterium rodzaju powiązań rozwarstwia zbiór na dwa podzbiory: do pierwszego należą zdarzenia rozłączne – izolowane, do drugiego – zdarzenia łączne – zwarte;

c) budowy modelu wpływów krzyżowych, który składa się z kilku etapów; są nimi:

- identyfikacja par zdarzeń wzajemnie zależnych,
- oszacowanie terminów wystąpienia oraz początkowego prawdopodobieństwa wystąpienia każdego zdarzenia zidentyfikowanego przez ekspertów, opinie ekspertów uzyskane metodą delficką,
- określenie sposobu, siły interakcji oraz czasu występowania pomiędzy parami zdarzeń⁷,
- budowa macierzy wzajemnych oddziaływań – w polach macierzy wpisywane są skutki zdarzeń (skutki niewystąpienia zdarzenia zapisywane są w macierzy wzajemnych oddziaływań typu niedokonanego). Liczby od 0 do 9 oznaczają natężenie oddziaływań. Zdarza się też, że ta skala zastąpiona jest skalą prawdopodobieństw warunkowych. Znak „+” oznacza stymulujący charakter

⁷ Cechy wzajemnych oddziaływań między poszczególnymi zdarzeniami:

1. Kierunek oddziaływań
 - stymulacyjny – nasilający;
 - inhibicyjny – osłabiający;
 - neutralny – brak oddziaływania.
2. Intensywność, czyli natężenie wpływu w ustalonej skali.
3. Czas, po upływie którego ukazuje się wpływ rozważanego zdarzenia na zdarzenia współzależne.

oddziaływań, znak „-” – charakter inhibicyjny, a kreska oznacza brak jakiegokolwiek oddziaływania.

Celem metody jest określenie prawdopodobieństw końcowych poszczególnych zdarzeń łącznych na poziomie prawdopodobieństw przeciętnych, z uwzględnieniem skumulowanego wpływu wszystkich pozostałych zdarzeń zbioru. Cel jest osiągnięty w wyniku analizy możliwych wpływów krzyżowych między zdarzeniami. W pierwszej fazie analizy identyfikowane są zdarzenia, które mogą zostać najwcześniej zrealizowane, a następnie korygowane są ich początkowe prawdopodobieństwa. Proces trwa do momentu zakończenia analizy możliwych wpływów między wszystkim zdarzeniami. Proces analizy powinien być powtarzany wielokrotnie. W rezultacie wartości prawdopodobieństw końcowych zdarzeń szacowane są jako średnie z wyników otrzymanych we wszystkich powtórzeniach procesu analizy⁸.

5. Metoda ankietowa. W tej metodzie miejsce ekspertów zajmują losowo wybrani respondenci. Instrumentem pomiarowym jest kwestionariusz, zawierający listę dwóch rodzajów pytań:

a) pytań otwartych (umożliwiają respondentom swobodę w sformułowaniu odpowiedzi, która jest niewyskalowana). Ten rodzaj pytań jest formułowany na początku listy, pozwalając na uzyskanie dokładniejszych odpowiedzi na pytania sformułowane w dalszej części kwestionariusza;

b) pytań zamkniętych – ten rodzaj pytań ogranicza odpowiedzi respondenta do wyboru wariantu odpowiedzi, które są wyskalowane i sformułowane przez organizatora ankiety.

W opracowaniu wyników ankiet korzysta się z analizy statystycznej. Gdy w zbiorze badanych zmiennych występują zmienne zależne, stosowane są metody statystycznej analizy wielowymiarowej: analiza wariancji i kowariancji, analiza dyskryminacyjna, analiza regresji wielorakiej, analiza korelacji kanonicznej oraz analiza łącznego oddziaływania zmiennych [Walesiak 1993, s. 16]. Jeśli badanie obejmuje zmienne niezależne, stosowane są metody: klasyfikacji, porządkowania liniowego, wielowymiarowe skalowanie oraz analiza czynnikowa.

Opracowane wyniki mogą stanowić fundament szacowania prognoz, ale także w zależności od potrzeb traktowane są jako informacje dotyczące przyszłości przedsiębiorstwa na rynku formułowanej w następujących kategoriach: pozycja konkurencyjna maleje, pozycja konkurencyjna pozostaje bez zmian bądź pozycja konkurencyjna wzrasta. Wyniki mogą być wykorzystywane do oceny preferencji odbiorców czy oceny łącznej użyteczności.

Metoda scenariuszy

Scenariusz jest układem zdarzeń powiązanych w logiczną, na ogół chronologiczną sekwencję. Analizowane są te zdarzenia, które mogą wystąpić i które są istot-

⁸ Metodę krzyżowej analizy wpływów – *cross-impact analysis* – opracowano w 1966 r. w Rand Corporation USA [Kuciński 2010, s. 18; Olkusi 2008, s. 235].

ne dla podmiotu, dla którego sporządzany jest scenariusz, w określonym czasie oraz relacji (formalnoprawnych, przyczynowo-skutkowych, następstw w czasie) powiązanych w taki sposób, iż szacowanie całego układu zdarzeń opiera się na hipotezach wynikłych z postaci i ze struktury tych relacji [Ducot, Lubben 1980, s. 52].

Scenariusz może być badawczy lub antycypacyjny. W obydwu rodzajach scenariuszy definiowany jest układ potencjalnych zdarzeń opartych na sformułowanych hipotezach. Jeśli powiązania między przyczynami – zdarzeniami scenariusza – mają charakter wyjaśniający, to rozwiązanie określa efekt będący wynikiem przyjętych hipotez, a scenariusz ma charakter badawczy. Gdy hipotezy mają charakter skutków, wówczas scenariusz określa powody przyjętych hipotez – założonych skutków, a scenariusz ma charakter antycypacyjny [Cieślak (red.) 1997, s. 192].

Kryterium postawy sporządzającego scenariusz dzieli je na opisowe i normatywne. Przyjęcie postawy etycznie neutralnej wobec przyszłości, bez próby porządkowania układu możliwych zdarzeń na pożądane i nie, nadaje scenariuszom piętno obiektywizmu, bezstronności i profesjonalizmu, a sporządzony scenariusz jest realistyczny. Jeśli układ zdarzeń jest zbiorem hipotez, a scenariusz opisowy zawiera oceny prawdopodobieństwa jego podstawowych hipotez, to jest to szczególna odmiana scenariusza, określana mianem prawdopodobnego.

Scenariusz, w którym układ możliwych zdarzeń uwzględnia cel i interesy zlecniodawcy, a sporządzający scenariusz deklaruje etyczną postawę co do opisu przyszłości, określany jest jako normatywny [Cieślak (red.) 1997, s. 193].

Prognozy ostrzegawcze

Są zapowiedzią wystąpienia w przyszłości zdarzeń niekorzystnych. Pojęcie prognozy jest względne; ta sama prognoza może być wykorzystana np. dla leśników w sytuacji długotrwałej suszy, jednocześnie może zapowiadać klęskę powodzi dla mieszkańców mieszkających na terenach objętych prognozą. Zdarzenia niekorzystne są procesem nieuregulowanym statystycznie, pozostają pod wpływem przyczyn losowych o dużej dynamice i zmienności kierunku oddziaływania [Cieślak (red.) 1997, s. 209-210].

Przyczynami opisu przyszłości w formie ostrzegawczej jest brak stabilności tendencji zmian badanego zjawiska; tendencja nie wykazuje zauważalnych prawidłowości, na podstawie których możliwa byłaby ekstrapolacja zjawiska poza próbę.

Przyszłość określona z użyciem prezentowanych w tej części opracowania reguł opisu jest sumą wyobrażeń opartych na założeniu, że będzie podobna do przeszłości. Założenie to wsparła topologia: Tietze dostarczył instrument, który formalnie „udzielił pozwolenia” na ekstrapolację – opis przyszłości na podstawie przeszłości. Powołanie się na takie wsparcie naukowe powoduje, że niezwykle trudno odrzucić obraz przyszłości, która nie jest przedłużeniem interpretacji przeszłości. Z dużą dozą niechęci zauważamy w tym elementy przypadkowości, tym bardziej że jest nieokreśloną bliżej kategorią. Mentalnie nie jesteśmy przygotowani do korekty związku między przeszłością a przyszłością. Ta wada naszej introspekcji stanowi przeszkodę

w ocenie przewidywań i rzeczywistego rozwoju wydarzeń. Studiując literaturę kognitywistyczną, zauważymy, że nie podejmuje ona żadnych badań nad fenomenem szczególnej asymetrii między przeszłością i przyszłością, będącej wynikiem pominięcia przypadkowości w opisie przyszłości⁹. Przekonujący wynik przeprowadzonej prostej ankiety otrzymał Taleb [2014, s. 207]: na pytanie, które z trzech niedawno wdrożonych technologii wywarły największy wpływ na współczesny świat, najczęściej odpowiadano: komputer, Internet i laser. Odpowiedź można było przewidzieć, ale wielkie zdumienie ankietowanych wywołał fakt, że żadnej z wymienionych technologii nie planowano ani nie przewidywano. Z perspektywy czasu odnosimy wrażenie, że ich wynalezienie było częścią precyzyjnego planu¹⁰.

Można wskazać wiele empirycznych dowodów na brak trafności prognoz, a mimo to nadal konstruowane są prognozy z użyciem instrumentów i metod wykluczających rzadkie zdarzenia, wystąpienia których w przyszłości badacz nie zakłada. Błędy pokrywa tworzona na bieżąco narracja, odwołująca się do świadomej rezygnacji z uwzględnienia istotnych informacji w opisie przyszłości, mającej jedynie usprawiedliwić popełnione błędy metodologiczne procesu prognostycznego.

„Przyszłość nie jest już taka jak kiedyś” – to stwierdzenie Yogiego Berry¹¹. Nawet jeśli znajdują się oponenti je negujący, to nie można się nie zgodzić, że złożoność świata w epoce globalizacji zmniejsza efektywność modelowania i w konsekwencji prognozowania, co oznacza, że o jakości i wyniku decyduje to, co nieprzewidziane.

3. Rozkład normalny, oszustwo intelektualne? Co w zamian?

Proces opisu przyszłości, w którym świadomie lub nie, pomijany jest brak zgodności założeń użytej metody opisu przyszłości zjawiska z rzeczywistością zdarzeń badanego zjawiska prowadzi do „rozejścia” między opisem – prognozą, a realizacją. Metody matematyczno-statystyczne zakładają brak istotnych różnic między dynamiką oraz kierunkiem zmian, uznając niezmienność czynników oddziałujących na prognozowane zjawisko. Trivers wyjaśnia i uzasadnia, że minimalna doza introspekcji wystarczyłaby, by uniknąć błędu zakładającego deterministyczny związek między przeszłością i przyszłością, tłumacząc, iż prognosta ma potrzebę ograniczenia zbędnego ryzyka. Ograniczenia wyzwalały obawy skłaniające go do pozytywnego nastawienia, które nakazuje przyjąć założenie o deterministycznej kontynuacji procesu w przyszłości [Trivers, Hare 1976, s. 249-263].

⁹ Kognitywizm, zgodnie z definicją *Słownika języka polskiego*, to termin wywodzący się z filozofii, oznaczający „pogląd, zgodnie z którym etyka normatywna ma poznawczy, naukowy charakter i można o jej tezach orzekać, czy są prawdziwe, czy fałszywe”.

¹⁰ Do podobnych wniosków dojdziemy, układając listę najważniejszych wydarzeń politycznych czy wojen.

¹¹ Trener baseballa, znany także z powiedzenia: „Trudno jest przewidywać, a już przyszłość zwłaszcza”.

Reguły matematyczno-statystyczne opisu przyszłości oparto na pojęciu wartości przeciętnej (oczekiwanej), z zastrzeżeniem dotyczącym wymiaru horyzontu prognoz. Wartość przeciętna (oczekiwana), w powszechnym osądzie, łączona jest z pewnym wyróżnionym rozkładem gęstości prawdopodobieństwa zdarzeń, rozkładem normalnym. Przyjęcie założenia o rozkładzie normalnym nie sprawdza się np. w modelu przypadkowych wahań kursów walut¹². Zdumiewa zatem fakt, iż rozkład normalny jest wykorzystywany w bankach centralnych. Wiara, że większość zdarzeń oscyluje wokół wartości przeciętnej, potwierdza przekonanie, że metodologia pomiaru jest poprawna. Taka idea pomiaru pomija zdarzenia odległe od wartości przeciętnej, a jedynym powodem jest bliska zeru wartość prawdopodobieństwa wystąpienia takich zdarzeń¹³. Przekonanie o tym, że zjawiska zachowują się „normalnie”, oznacza pomijanie tych zdarzeń opisujących badane zjawiska, które odchylają się od wartości średniej o więcej aniżeli jedno odchylenie standardowe.

Tę własność rozkładu normalnego prześledźmy na przykładzie pomiaru rozkładu prawdopodobieństwa własności, jaką jest wzrost. Przeciętny wzrost Polaka (kobiet i mężczyzn) to 1,774 m; przyjmując jednostkę odchylenia od wartości przeciętnej na poziomie 5 cm, oszacowano rozkład prawdopodobieństwa zdarzeń, że wzrost przeciętnego Polaka może różnić się od wartości średniej o wielokrotność 5 cm.

Prawdopodobieństwo zdarzenia odpowiadające wzrostowi 2,32 m jest równe $1,03 \cdot 10^{-08}$, dla wzrostu 2,47 m – $9,71 \cdot 10^{-14}$, a dla wzrostu 3,02 m – $1,72 \cdot 10^{-42}$. Odchyleniu o 55 cm od wzrostu przeciętnego odpowiada wzrost 2,32 m; jest to wzrost nieczęsto spotykany w Polsce. W populacji Polaków jest to próba licząca znikomą liczbę obywateli. Odchylenie o 70 cm odpowiada wzrostowi 2,47 m, a odchylenie o 1,25 – wzrostowi 3,02 m: w tych dwóch przypadkach liczebność zbioru Polaków o takim wzroście jest równa zeru, ale teoretycznie są to wartości różne od zera. Zauważmy, że zmiana wzrostu o 15 cm (od 2,32 do 2,47 m) powoduje spadek prawdopodobieństwa wystąpienia takiego zdarzenia rzędu 10^6 .

Ta właściwość pomiaru prawdopodobieństwa zdarzeń kształtuje się zgodnie z rozkładem normalnym; dokonuje w umyśle analityków nieświadomej selekcji zdarzeń, w rezultacie której poza monitoringiem pozostają zdarzenia rzadkie – nieskończenie mało prawdopodobne, te, do badania których konieczna jest zmiana instrumentów monitoringu, kontroli i pomiaru. Dopóki nie nastąpi odkrycie nieświadomości, analitycy nie będą dostrzegali zdarzeń z końca ogonów rozkładu normalnego. To gwałtowny spadek wartości prawdopodobieństwa usprawiedliwia ich ignorancję zdarzeń z tego obszaru. Prawdopodobnie nikt z nich nie potraktuje

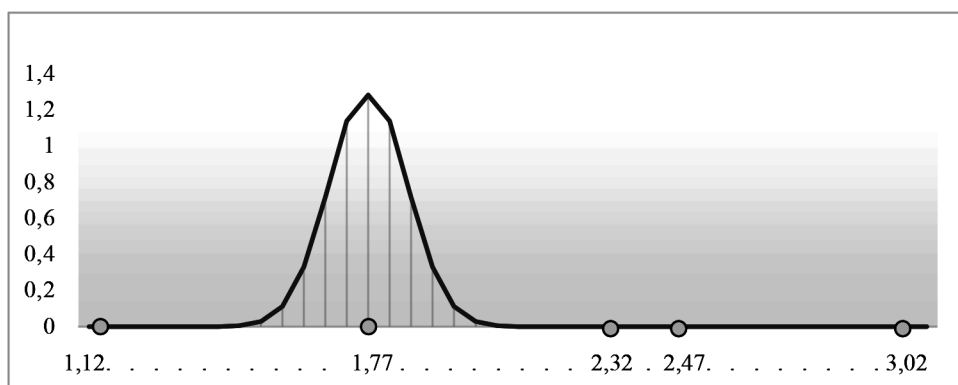
¹² Niemożliwe byłoby uzasadnienie modelu zmian kursu walutowego opartego na rozkładzie normalnym w przypadkach kryzysów na rynkach walutowych w Niemczech w latach 20. ubiegłego wieku; kurs reichsmarki do USD w krótkim okresie wzrósł z 4 M do 4 miliardów marek za dolara.

¹³ Około 68% zdarzeń znajduje się blisko średniej, w odległości (+/-) jednego odchylenia standardowego od średniej, w odległości (+/-) dwóch odchylen standardowych znajduje się aż 95,4% obserwacji, 99,7% zdarzeń znajduje się w zakresie (+/-) trzech odchylen standardowych od średniej, a 99,994% obserwacji znajduje się w zakresie (+/-) czterech odchylen standardowych od średniej.

Tabela 1. Rozkład gęstości prawdopodobieństwa zdarzeń, że wzrost przeciętnego Polaka może różnić się od wartości średniej o wielokrotność 5 cm

Lp.	Wzrost [m]	Rozkład gęstości prawdopodobieństwa	Lp	Wzrost [m]	Rozkład gęstości prawdopodobieństwa
-13	1,12	6,26588E-12	7	2,12	0,000690991
-12	1,17	2,96825E-10	8	2,17	6,82592E-05
-11	1,22	1,03271E-08	9	2,22	4,95232E-06
-10	1,27	2,63885E-07	10	2,27	2,63885E-07
-9	1,32	4,95232E-06	11	2,32	1,03271E-08
-8	1,37	6,82592E-05	12	2,37	2,96825E-10
-7	1,42	0,000690991	13	2,42	6,26588E-12
-6	1,47	0,005137388	14	2,47	9,71453E-14
-5	1,52	0,028052439	15	2,52	1,10617E-15
-4	1,57	0,112501265	16	2,57	9,25074E-18
-3	1,62	0,331361983	17	2,62	5,68188E-20
-2	1,67	0,716814367	18	2,67	2,5631E-22
-1	1,72	0,923214481	19	2,72	8,49176E-25
0	1,77	0,999988888	20	2,77	2,06627E-27
1	1,82	0,923214481	21	2,82	3,69264E-30
2	1,87	0,716814481	22	2,87	4,84669E-33
3	1,92	0,331361983	23	2,92	4,67209E-36
4	1,97	0,112501265	24	2,97	3,30777E-39
5	2,02	0,028052439	25	3,02	1,71996E-42
6	2,07	0,005137388			

Źródło. opracowanie własne.

**Rys. 3.** Prawdopodobieństwo zróżnicowania wzrostu Polaków w odniesieniu do średniej – wykres dla danych z tab. 1

Źródło: opracowanie własne.

poważnie prawdopodobieństwa zdarzenia, że człowiek o wzroście 2,47 m, odpowiadającym odchyleniu od wartości średniej wzrostu Polaków o 70 cm, jest żyjącym mieszkańcem Polski, po to, by zorganizować stały monitoring tego poziomu wzrostu, a tym bardziej wzrostu 3,02 m i więcej.

Zjawiska dzielą się na te, które podlegają przypadkowości I typu: wzrost, waga, dochody, zysk, kolizje pojazdów samochodowych, umieralność itp., oraz takie, które podlegają przypadkowości II typu: majątek osobisty, sprzedaż książek jednego autora, rozpoznawalność celebryty, skala zniszczeń wywołanych tsunami, wielkość firm, struktura akcjonariatu [Taleb 2014, s. 77].

Zjawiska, które podlegają przypadkowości I typu, charakteryzuje: typowość, rutynowość, oczywistość, przewidywalność, w przeciwieństwie do zjawisk podlegających przypadkowości II typu, które charakteryzują: osobliwość, przypadkowość o nieregularnej częstotliwości, bezprecedensowość i nieprzewidywalność.

Tabela 2. Charakterystyka zjawisk, które podlegają przypadkowości I i II typu

Przypadkowość I typu	Przypadkowość II typu
Łagodny przebieg zjawiska	Gwałtowny przebieg zjawiska
Typowy reprezentant jest przeciętny	Typowy reprezentant jest gigantem bądź karłem, typowy przedstawiciel nie istnieje
Duża częstotliwość występowania w przeszłości	Występuje sporadycznie
Skala zmian jest ograniczona	Nie istnieją fizyczne ograniczenia skali zmian
Na łączny wynik nie mają wpływu pojedyncze zdarzenia	Łączny wynik zależy od pojedynczych skrajnych zdarzeń
Krótko trwający okres obserwacji pozwala określić kierunek i dynamikę zmian	Konieczny długi okres obserwacji dla wypracowania opinii o dynamice i kierunku zmian zjawisk
Przewidywalność rozwoju zdarzeń na podstawie obserwacji i jej wynik zakłada możliwość jego uogólnienia na to, czego nie można dostrzec	Trudno cokolwiek przewidzieć na podstawie opisu z przeszłości
Rozkład prawdopodobieństwa zdarzeń jest zgodny z rozkładem normalnym lub jego odmianami	Rozkład prawdopodobieństwa zdarzeń jest rozkładem Mandelbrota bądź nie poddaje się analizie naukowej

Źródło: opracowane na podstawie [Taleb 2014, s. 78].

3.1. Geometria Mandelbrota

Zdarzenia, które podlegają przypadkowości II typu, wymagają zmiany założenia o rozkładzie prawdopodobieństwa. Rozkład normalny z powodów, które wynikają z własności rozkładu prezentowanych we wprowadzeniu do tej części artykułu, nie uwzględnia cech zjawisk przypadkowości II typu. Rozwiązaniem tego proble-

mu jest odwołanie się do prac Mandelbrota¹⁴. Obserwacja środowiska naturalnego przekonała o potrzebie sformułowania nowego spojrzenia na geometrię klasyczną. Mandelbrot dostrzegł, że figury geometryczne, znane i omawiane już w czasach starożytnych, w epoce Euklidesa z Aleksandrii, są pojęciami teoretycznymi, funkcjonując bardziej w umysłach nauczycieli, architektów, urbanistów i budowniczych niż w naturze. Mandelbrot uświadomił sobie, że góry nie są stożkami ani piramidami, korony drzew nie mają kształtu sfer, a w przyrodzie trudno wskazać linię prostą. Oczywistym wnioskiem było stwierdzenie, że geometria przyrody jest nieregularna, a wniosek ten przeczy aksjomatom geometrii Euklidesa. Swoje spostrzeżenia B. Mandelbrot sformalizował w kategoriach pojęć topologii w *The Fractal Geometry of Nature* [Mandelbrot 1982]. Teoria sformułowana przez autora została praktycznie wykorzystana w przemyśle, grafice komputerowej, została uznana w kręgach artystycznych, inspirując twórczo środowisko, znalazła miejsce w realizacji projektów urbanistycznych i architektonicznych. Obok tych oczywistych obszarów zastosowań, geometria Mandelbrota umożliwia identyfikację zjawisk podlegających przypadkowości typu II i, co istotne, zbudowanie instrumentu pomiaru oraz opisu zdarzeń przypadkowych typu II w przyszłości.

Podstawę konstrukcji stanowi pojęcie fraktala (łac. *fractus* – złamany). Fraktal uosabia w geometrii Mandelbrota opis tego, co nieregularne; fraktalność jest własnością powtarzalności wzorów geometrycznych w różnych skalach. Należy zaznaczyć, że turbulencje w zjawiskach, postrzegane w kontekście przewidywalnych prawidłowości, nie są elementami nieregularnymi, które z bliżej nieokreśloną częstotliwością zakłócają przewidywalny przebieg zjawiska. Jednak problemem jest fakt, że zwykle używamy do konstrukcji prognoz niewłaściwych instrumentów. Strukturami uwzględniającymi szumy – turbulencje – w deterministycznych (regularnych) strukturach fraktalnych są fraktale stochastyczne. Od fraktali deterministycznych odróżniają je elementy przypadku, które w klasycznych rozwiązaniach są zwykle pomijane, co oznacza utratę możliwości modyfikacji struktury fraktalnej. Punktem centralnym geometrii Mandelbrota jest zbiór będący formą rekurencyjną tworzenia fraktali.

W dalszej części artykułu zaprezentowany zostanie przykład podejmujący problem oszacowania rozkładu prawdopodobieństwa wzrostu bogactwa.

Rozważmy zagadnienia bogactwa w krajach Europy Zachodniej, określanymi jako „stara Europa” w ostatnich pięciu latach XX wieku. Załóżmy, że minimum bogactwa określa 1 milion euro. Chcemy oszacować rozkład prawdopodobieństwa zdarzeń podwajania bogactwa. Przyjmijmy dwa różne założenia o gęstości prawdopodobieństwa zdarzeń podwajania bogactwa.

¹⁴ B. Mandelbrot urodził się w roku 1924 w Warszawie. W roku 1936 wraz z rodzicami wyjechał do Paryża, skąd udał się do Stanów Zjednoczonych

Założenia

1. Rozkład jest zgodny z rozkładem normalnym, wartość przeciętna $\mu = 0,0973$, wariancja $\sigma = 0,3283$.
2. Rozkład jest zgodny z rozkładem fraktalnym Mandelbrota.

Rekurencyjny zbiór fraktalny definiujemy następująco:

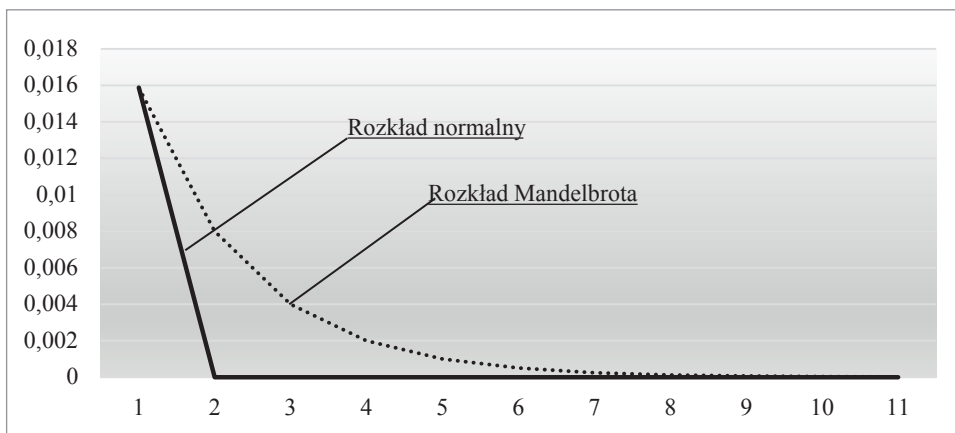
$$\begin{aligned} z_0 &= 0, \quad p = 62,5, \\ z_1 &= z_0 + p, \\ z_{n+1} &= z_n + f_n; \quad \forall n > 1, \quad f_n = 2^{n-2} p. \end{aligned}$$

Tabela 3. Porównanie tempa zmian funkcji gęstości prawdopodobieństwa wzrostu poziomu bogactwa według rozkładu normalnego i rozkładu fraktalnego

Poziom bogactwa (mln euro)	Prawdopodobieństwo bogactwa	
	Rozkład normalny	Rozkład fraktalny
1	0,015879	0,015873
2	$3,54 \cdot 10^{-08}$	0,008
4	$1,44 \cdot 10^{-31}$	0,004
8	$1,1 \cdot 10^{-126}$	0,002
16	0	0,001
32	0	0,0005
64	0	0,00025
128	0	0,000125
256	0	0,0000625
512	0	0,00003125
1024	0	0,000015625

Źródło: opracowanie własne.

Właściwości porównywanych rozkładów wykazują znaczne różnice dynamiki zmian prawdopodobieństwa zmian poziomu bogactwa. Rozkład normalny na mocy przyjętego założenia jest relacją wykładniczą, rozkład fraktalny jest skalowany. Różnice w strukturze zależności pomiędzy zdarzeniem a jego miarą (prawdopodobieństwem wystąpienia) są nieporównywalne. W przypadku rozkładu normalnego prawdopodobieństwo podwojenia bogactwa gwałtownie maleje, przy poziomie zaledwie 16 mln euro jest równe zero. Prawdopodobieństwo podwojenia bogactwa szacowane przy założeniu zgodności rozkładu bogactwa z rozkładem fraktalnym jest jednostajnie malejące o współczynniku skali spadku wartości prawdopodobieństwa równym 2 (tempo zmian prawdopodobieństwa zdarzeń podwajania poziomu bogactwa dla obydwu rozkładów obrazują wykresy na rys. 4).



Rys. 4. Rozkład prawdopodobieństwa poziomu bogactwa w Europie Zachodniej w latach 1995-2000

Źródło: opracowanie własne na podstawie danych tab. 3.

Tabela 4. Liczebność próby odpowiadającej poziomom bogactwa oszacowana przy założeniu zgodności z rozkładem normalnym i rozkładem fraktalnym

Poziom bogactwa (mln euro)	Liczebność próby (liczba przypadków)	
	rozkład normalny	rozkład fraktalny
1	1 na 62,5	1 na 62,5
2	1 na $3,54 \cdot 10^{08}$	1 na 125
4	1 na $1,44 \cdot 10^{31}$	1 na 250
8	1 na $1,1 \cdot 10^{126}$	1 na 500
16	1 na $+\infty$	1 na 1 000
32	1 na $+\infty$	1 na 2 000
64	1 na $+\infty$	1 na 4 000
128	1 na $+\infty$	1 na 8 000
256	1 na $+\infty$	1 na 16 000
512	1 na $+\infty$	1 na 32 000
1024	1 na $+\infty$	1 na 64 000

Źródło: opracowanie własne.

Wiarygodność interpretacji wyników użycia dwóch różnych rozkładów prezentuje tab. 4.

Ponieważ występują znaczące różnice w oszacowaniach prawdopodobieństwa wzrostu bogactwa, powstaje pytanie, które z oszacowań jest wiarygodne. Odpowiedź powinna pozostawać w zgodzie z rzeczywistością. Gdyby założyć, że prawdopodobieństwo wzrostu bogactwa jest zgodne z rozkładem normalnym, to należałoby stwier-

dzić, że w Europie nie powinien się pojawić nikt, kto zgromadziłby więcej aktywów aniżeli Hiszpan z Galicji – Amancio Ortega¹⁵. Ponadto Amancio Ortega nie powinien zająć tej pozycji, majątek na poziomie 8 mln euro bowiem powinien stanowić barierę, powyżej której prawdopodobieństwo wzrostu bogactwa, zgodnie z rozkładem normalnym, szacowano jak 1 do nieskończoności, a przecież liczba mieszkańców Europy w 2000 r. to zaledwie 725 mln. Dokonując przeprowadzonych oszacowań jeszcze w 2001 r., nie można by przewidzieć wejścia oligarchów rosyjskich na listy najbogatszych Europejczyków, instrumenty analityczne klasycznej prognozy nie identyfikują bowiem zjawisk niemających swej historii, z trudem dostrzegają zdarzenia spoza jednego odchylenia standardowego od średniej, a już na pewno nie dostrzegają ich spoza przedziału trzech odchyłeń standardowych od średniej.

Wyniki oszacowania prawdopodobieństwa wzrostu bogactwa otrzymane przy założeniu, że rozkład miary wzrostu bogactwa jest zgodny z rozkładem fraktalnym, podkreślają nierówności tempa bogacenia w grupie społeczeństwa ponadprzeciętnie zamożnego, jednakże tempo spadku prawdopodobieństwa podwajania bogactwa pozostaje w takiej samej proporcji niezależnie od poziomu bogactwa. Przykład ten ukazuje logikę rozkładu fraktalnego: jeśli poziom bogactwa zostanie podwojony, to liczba milionerów posiadających przynajmniej taką samą kwotę zmniejszy się dwukrotnie, co oznacza, że wskaźnik zmiany poziomu bogactwa jest dla tego rozkładu stały i wynosi dwa.

Koncepcja opisu przyszłości oparta na hipotezie o zgodności rozkładu gęstości prawdopodobieństwa zdarzeń z rozkładem normalnym bez rozróżniania typu przypadkowości jest źródłem błędów opisu przyszłości. Praktycznie nie rozwiązuje przypadków podatnych na niespodziewane i nagłe zdarzenia, niemające historii w przeszłości, których wartość odchyła się o n – wielokrotności ($n \rightarrow +\infty$) od wartości przeciętnej. Analiza zjawisk, których zdarzenia mają cechy przypadkowości II rodzaju, wymaga zmiany narzędzi, które konstruowane są na fundamencie zbiorów będących produktem przekształceń afinicznych definiowanych w topologii. Pierwszym, który dokonał rozróżnienia cech prawidłowości zdarzeń, a tym samym wskazał konieczność różnicowania instrumentów badawczych, był Mandelbrot – twórczo wykorzystał on teorię topologii do budowy nieklasycznej geometrii i jej produktu, rozkładu fraktalnego.

4. Zakończenie

Historia nauki zna przypadki dowodów tez twierdzeń na gruncie formalnym i rozczarowanie, gdy wykazywano błędy w dowodach. Zdarzały się także przypadki, kiedy nikt nie podważał poprawności dowodów, a prawdziwość tez przekreślała em-

¹⁵ Amancio Ortega to europejski odpowiednik Billa Gatesa. W roku 2014 A. Ortega zajmował nadal pozycję pierwszą, z majątkiem wartym ponad 57 mld dolarów, choć nieoficjalnie pozycję tę zajmuje prezydent Rosji. Jeśli zatem tak jest w rzeczywistości, to prognozy oparte na wykorzystaniu rozkładu normalnego takiej zmiany na pozycji lidera w Europie nie potwierdzą, a skoro tak, to pogłoski o pozycji prezydenta Rosji nie są prawdziwe, co potwierdza sam zainteresowany.

piria, kiedy to dotrzymywana była zgodność założeń twierdzeń, lecz wynik badania empirycznego był inny, niż wynikało to z teorii. Przykłady analizowane w artykule potwierdzają to spostrzeżenie (niemająca wsparcia w rzeczywistości interpretacja wyników otrzymanych przy założeniu zgodności rozkładu wzrostu przy założeniu odchylenia od wzrostu przeciętnego o wielokrotność 5 cm czy rozkładu dystrybucji bogactwa w Europie Zachodniej z rozkładem normalnym). Źródeł błędnych oszacowań należy szukać w założeniach metodologicznych reguł prognozowania odwołujących się do metod diagnozowania przeszłości. Klasyczne metody modelowania matematyczno-statystycznego nie dają wiarygodnych wyników bądź pomijają zdarzenia, które określane są jako incydentalne, niekiedy traktowane jako błąd pomiaru. Takie postrzeganie zdarzeń, które z tego powodu są nienaturalne dla badanego zjawiska, prowadzi do użycia instrumentów opisu przyszłości zjawiska, jakim jest idea Tietzego ekstrapolacji funkcji ciągłej opisującej przeszłość zjawiska. Problemu nie rozwiązują także metody niematematyczne, bazujące głównie na opiniach ekspertów lub ankietach. Opinie eksperckie nieoparte wcześniejszym doświadczeniem są niewiarygodne, tym bardziej że często nie wspierają ich instrumenty analityczne: statystyki lub rachunku prawdopodobieństwa. Pewne przesłanki wskazują na przydatność metod prognozowania ostrzegawczego, które ze swej natury uwzględniać powinno zdarzenia nieprzewidywalne i nagłe. Wiarygodność prognoz w takim przypadku zależy od rodzaju zastosowanej metody, np. metody Monte Carlo, lub możliwości warunkowego szacowania prawdopodobieństwa przyszłych zdarzeń metodą Bayesa.

Koncepcja budowy prognoz oparta na założeniu, które postrzega przyszłość jako kontynuację przeszłości, znalazła wsparcie topologii. Twierdzenie Tietzego o ekstrapolacji uzasadniało konstruowanie prognoz bazujących na takim założeniu. Według zasad klasyki budowy prognoz konstruował je indyk, który każdego dnia otrzymywał dobre pożywienie i żył w przekonaniu, że w kolejnym dniu nic w jego codziennej diecie się nie zmieni, lecz zapomniał o jednym – o kalendarzu: następnego dnia było Święto Dziękczynienia.

Topologia wsparła ideę alternatywną, która pozwalała zidentyfikować zdarzenia odchylające się od wartości średniej o jej wielokrotność. W analizie rozkładu dystrybucji bogactwa wykorzystano rozkład fraktalny, będący produktem rekurencyjnie zdefiniowanym zbiorem Mandelbrota. Praktyczne odwołanie się do użycia tego instrumentu może być satysfakcjonujące, ponieważ jest zgodne z przeszłością badanego zjawiska. Przykład z prognozą „oczekiwań indyka” jest przypadkiem krachu na giełdzie nowojorskiej z roku 1987. Prognozy, nawet te krótkookresowe, nie przewidywały kryzysu. Nauka знаła już geometrię Mandelbrota, znane było pojęcie rozkładu fraktalnego, znane było pojęcie rozkładu skalowanego, ale ekonomistom nie udzielił się zapał architektów, urbanistów, biologów, inżynierów, projektantów grafiki komputerowej, którzy dostrzegali nowe obszary zastosowań teorii sformułowanej przez Mandelbrota.

Aktualnie, gdy teoria prognozy wzbogaciła się o nowe instrumenty szacowania prawdopodobnych rozkładów przyszłych zdarzeń, problem opisu przyszłości zjawisk o nieprzewidywalnej dynamice i kierunku zmian w jakiejś części został rozwiązany. Krach na giełdzie w 1986 r. nie byłby oceniany jako wartość odstająca od trendu wskaźnika giełdowego, jeśli do oszacowania rozkładu gęstości prawdopodobieństwa zmian wskaźnika zostałyby użyte fraktal o skali wykładnika 3 [Taleb 2014, s. 386]. Instrumentem, który wówczas wykorzystano, był rozkład normalny, ewentualnie rozkłady pokrewne, jednakże ich właściwości nie dawały szans na identyfikację tak gwałtownego spadku wskaźnika giełdowego; prawdopodobieństwo takiego zdarzenia wydawało się nierealne, bo równe zeru, a przecież starty na giełdzie mogą być dużo większe, aniżeli wskazują dotychczasowe dane historyczne. Przykład szacowania rozkładu prawdopodobieństwa wzrostu bogactwa na podstawie rozkładu fraktalnego uprawnia do formułowania hipotez dotyczących zjawisk, które nie wynikają z danych, ale prognozy mieszczą się w realnie określonym przedziale.

Literatura

- Cieślak M. (red.), 1997, *Prognozowanie gospodarcze, Metody i zastosowania*, Wydawnictwo Naukowe PWN, Warszawa.
- Czerwiński Z., 1980, *Matematyczne modelowanie procesów ekonomicznych*, PWN, Warszawa.
- Ducot C., Lubben G.J., 1980, *A typology for scenarios*, Futures, no. 1.
- Engelking R., 1976, *Topologia ogólna*, PWN, Warszawa.
- Kuciński J., 2010, *Podręcznik metodyki foresight dla ekspertów. Foresight regionalny dla szkół wyższych Warszawy i Mazowsza „Akademickie Mazowsze 20130”*, Politechnika Warszawska, Warszawa.
- Mandelbrot B., 1982, *The Fractal Geometry of Nature*, W.H. Freeman and Company, New York.
- Mandelbrot B., 1997, *Fractals and Scaling in Finance: Discontinuity, Concetration, Risk*, Springer-Verlag, New York.
- Martyniak Z., 1976, *Elementy teorii organizowania*, PWN, Warszawa.
- Olkuski T., 2008, *Metody badań foresightowych na przykładzie projektu foresight w górnictwie i hutnictwie Republiki Południowej Afryki*, Gospodarka Surowcami Mineralnymi, t. 24, z. 3-3.
- Poincaré H., 1902, *La Science et l'hypothese*, Flammarion, Paris (English translation 1905).
- Rolbiecki W., 1979, *Przewidywanie przyszłości. Elementy prognozologii*, Wiedza Powszechna, Warszawa.
- Taleb N., 2014, *Czarny łabędź*, Kurhaus Publishing, Warszawa.
- Trivers R.L. Hare H., 1976, *Haplodiploidy and the evolution of the social insect*, Science, 191.
- Walesiak M., 1993, *Statystyczna analiza wielowymiarowa w badaniach marketingowych*, Prace Naukowe Akademii Ekonomicznej we Wrocławiu nr 654, Wydawnictwo Akademii Ekonomicznej we Wrocławiu, Wrocław.
- Zeliaś A., Pawełek B., Wanat S., 2003, *Prognozowanie ekonomiczne. Teoria, przykłady, zadania*, PWN, Warszawa.