

# Skumulowana teoria perspektywy jako model pomiaru racjonalności ekonomicznej

**Tomasz Potocki**, dr, Uniwersytet Rzeszowski, Wydział Ekonomii, Katedra Polityki Gospodarczej

**Słowa kluczowe:** Racjonalność, Teoria Oczekiwanej Użyteczności, Teoria Perspektywy, Skumulowana Teoria Perspektywy, Ważenie prawdopodobieństw, Awersja do ryzyka

**Klasyfikacja JEL:** E02, E66, C92, D03

## Wstęp

Decyzje każdego rodzaju (ekonomiczne, zdrowotne czy technologiczne) obarczone są dużym ryzykiem, dlatego nauka poświęcona podejmowaniu decyzji w obliczu ryzyka od dziesięcioleci jest wiodącym tematem dyskusji w naukach ekonomicznych i psychologicznych. Dyskusja ta jest naznaczona napięciem między podejściem preskryptywnym (ekonomicznym) a deskryptywnym (psychologicznym). Pierwsze z nich poszukuje efektywnego lub optymalnego sposobu podejmowania decyzji, a drugie niezmiennie sugeruje, że podejście preskryptywne niedokładnie opisuje model zachowań decydenta [Glimcher i inni, 2005, s. 213].

Większość modeli pierwszego typu opiera się na Teorii Oczekiwanej Użyteczności (TOU) [Neumann, Morgenstern, 1947]<sup>1</sup>, według której decydent w pierwszej kolejności określa alternatywy decyzji, następnie szacuje konsekwencje tych alternatywnych wyborów (nadając wagi prawdopodobieństw) w oparciu o istniejące uwarunkowania, aby finalnie obliczyć oczekiwaną wartość danej decyzji na podstawie ważonej sumy możliwych alternatyw. W takim podejściu racjonalność ekonomiczna jest aktywnością, która wymaga odpowiedniej wiedzy, aby podejmować decyzje pozbawione błędów i pomyłek. Wiedza ta opiera się na wykorzystaniu dwóch podstawowych punktów kontrolnych: kontroli procesów interakcji zachodzących pomiędzy decydem a otoczeniem oraz kontroli procesów konstruktywnych interakcji realizowanych przez samego decydenta. W obu przypadkach procesy te bazują na tzw. uczeniu się na błędach i interakcji z otoczeniem bliższym i dalszym

---

<sup>1</sup> Sam model został po raz pierwszy opublikowany w 1944 roku, ale jego rozszerzona wersja ukazała się w 1947. Większość prac poświęconych teorii podejmowania decyzji lub racjonalności odwołuje się właśnie do tego drugiego wydania z 1947 roku.

[Bickhard, 2002, s. 1], wychodząc znacznie dalej poza aksjomaty wyboru sformułowane w ramach TOU. Dodatkowo należy wskazać, że pojęcie racjonalności ekonomicznej odnosi się najczęściej do decyzji, które dotyczą wyborów, ale nie są mechaniczne (grupa decyzji bezwarunkowych i bez formalnego procesu podejmowania decyzji), a po części tylko do decyzji kreatywnych, gdzie oprócz procesu decyzyjnego jest element tworzenia alternatyw, które stają się elementem wyboru (im więcej ich stworzymy, tym większe szanse na osiągnięcie sukcesu decyzyjnego) [Secchi, 2010, s. 9–13].

Centralnym punktem drugiego podejścia jest Teoria Perspektywy (TP) [Kahneman, Tversky, 1979] wraz z jej normalizacją, czyli Skumulowaną Teorią Perspektywy (STP) [Kahneman, Tversky, 1992]. Teoria Perspektywy wskazuje, że decydenci cechują się awersją do ryzyka, nadają subiektywne wagi wartościom oraz prawdopodobieństwu (wprowadzane jest podejście nieliniowe zamiast liniowego charakterystycznego dla TOU) oraz wagi te określają inaczej w zależności od tego, czy decyzje podejmują w obliczu strat, czy zysków. TP pozwala także wyjaśnić szereg systematycznych odchyłeń od TOU, wskazując choćby czteropolowy stosunek do ryzyka (potwierdzony w szeregu badań, m.in. Fishburna i Kochenbergera [1979] czy Payne'a i innych [1981]), który prowadzi do następujących wniosków:

- decydenci unikają ryzyka dla mało prawdopodobnych strat i wysoce prawdopodobnych zysków,
- decydenci skłaniają się do ryzyka dla wysoce prawdopodobnych strat i mało prawdopodobnych zysków.

Dodatkowo funkcja wartości w ramach TP oraz STP kształtowana jest ze względu na punkt odniesienia, a nie ze względu na finalny poziom bogactwa, jak ma to miejsce w TOU. Argument ten jest kluczowy, choćby z punktu widzenia aksjomatyzacji STP [Schmidt, 2003, s. 122]. Konsekwencją powyższych odkryć jest zastąpienie funkcji użyteczności funkcjami wartości i ważenia prawdopodobieństw.

Niemniejszy artykuł prezentuje oba podejścia, jednak przede wszystkim skupia się na zaprezentowaniu podejścia deskryptywnego wraz ze wskazaniem głównych parametrów TP oraz STP, różnic między TP a STP, wskazaniu zalet i wad względem TOU oraz możliwościami stosowania tych modeli w praktyce.

## **1. Definicja i modele racjonalności ekonomicznej — kierunki i wyzwania**

Teoria racjonalności ekonomicznej w ujęciu neoklasycznym opiera się na trzech „twardych” założeniach, które w kolejnych latach były uwzględniane w wielu modelach mikroekonomicznych, tj. perfekcyjnej racjonalności, działaniu w oparciu o pełną informację oraz skupieniu się przede wszystkim na własnym interesie. Te założenia są jednocześnie najsłabszymi ogniwoami podejścia neoklasycznego, gdyż działania decydentów są częściej efektem su-

biektywnych impulsów niż logiki (założenie pierwsze), opierają się na ułamku dostępnych informacji (założenie drugie), a także, przez choćby uczestniczenie w akcjach charytatywnych czy wolontariacie, nie są w pełni samolubne (założenie trzecie). Tak restrykcyjne założenia mogą wynikać z faktu, że w bardzo konkurencyjnych warunkach w opinii neoklasycznych ekonomistów decydenci nieracjonalni nie przetrwaliby w otoczeniu rynkowym, co może świadczyć o tym, że ich niepowodzenia są bardziej przypadkowe niż systematyczne (jeśli popatrzymy na liczbę MŚP upadających w pierwszym roku swojej działalności w każdym z krajów Unii Europejskiej, stwierdzenie to wydaje się być nieprawdziwe) [Hogarth, Reder, 1987, s. 9].

Wybór racjonalny natomiast może być definiowany jako ten, który spełnia następujące kryteria:

- wybór dokonywany jest w oparciu o obecną sytuację ekonomiczną, stan psychiczny i fizyczny, z uwzględnieniem relacji społecznych i uczuć decydenta,
- uwzględnia możliwe konsekwencje dokonywanego wyboru,
- w przypadku, gdy wyborom towarzyszy ryzyko lub niepewność, wybór dokonywany jest w oparciu o modele i założenia teorii prawdopodobieństwa [Hastie, Dawens, 2010, s. 16–17].

Wydaje się jednak, że ograniczenie wyboru racjonalnego jedynie do założeń teorii prawdopodobieństwa jest podejściem zbyt ubogim. Gust i inni wprowadzają oprócz modeli wspierających racjonalne decyzje oparte na rachunku prawdopodobieństwa, także te uwzględniające:

- modele logiczne w ujęciu matematycznym — racjonalność oznacza, że nasze przekonania są zgodne z zasadami logiki, a tym samym racjonalne,
- modele heurystyczne — racjonalność oznacza optymalizację przy wykorzystaniu heurystyk<sup>2</sup> opisanych w formie prostych algorytmów decyzyjnych i stosowanych w procesie podejmowania decyzji, które pozwalają rozwiązać dany problem decyzyjny w bardzo krótkim czasie i przy relatywnie niskich kosztach oraz ograniczonej liczbie informacji (zamiast maksymalizacji użyteczności mamy tutaj do czynienia z maksymalizacją satysfakcji),
- modele oparte na teoriach gier — racjonalność zakłada, że przewidując decyzje drugiej strony, opieramy się na założeniu, że jej decyzje są racjonalne [Gust i inni, 2011, s. 175].

Z kolei Gigerenzer, oprócz modeli racjonalnych zdefiniowanych powyżej (z wyłączeniem modeli opartych na teoriach gier), uwzględnia także te oparte na tzw. logicznej nieracjonalności [Gigerenzer, 2010, s. 3–8]. Logiczna nieracjonalność jest przedmiotem behawioralnej teorii podejmowania decyzji [Kahneman, Tversky, 1979, 1992, 2001; Slovic, Lichtenstein, 1983; Allais, 1953;

---

<sup>2</sup> Przykładem stosowanej heurystyki może być tzw. naiwna dywersyfikacja, która w wielu przypadkach daje lepsze wyniki inwestycyjne niż metoda portfelowa Markowitza [DeMiguel i inni, 2006].

Simon, 1959]. W ostatnich ponad 30 latach zaobserwowano szereg błędów poznawczych i motywacyjnych [Kahneman, Tversky, 2001] na różnych etapach procesu podejmowania decyzji [Hens, Bachmann, 2008, rozdz. 3], które były pomocne w stworzeniu deskryptywnego modelu podejmowania decyzji stanowiącego alternatywę dla teorii oczekiwanej użyteczności — Teorii Perspektywy (TP) [Kahneman, Tversky, 1979, 1992].

Altman natomiast dokonuje podziału modeli na racjonalne (oparte na neoklasycznej teorii ekonomii), do których możemy zaliczyć m.in. modele logiczne, oparte na rachunku prawdopodobieństwa, czy teorię gier, modele behawioralne (oparte na dokonaniach ekonomii behawioralnej) oraz modele heurystyczne (oparte na dokonaniach ekonomii adaptacyjnej) [Altman, 2006, s. 682].

Zgodnie z powyższym pojęcie racjonalności jest znacznie szersze. Powołując się na pracę Shore'a [Shore, 1996, s. 169], Gaines wskazuje aż na dziewięć różnych wymiarów racjonalności:

- logiczna racjonalność — decyzje są zgodne z kanonami logiki,
- refleksyjna racjonalność — decyzje podejmowane są w oparciu o umysł a nie emocje,
- świadoma racjonalność — decyzje są świadome,
- adekwatna racjonalność — decyzje są zrozumiałe dla decydenta i spójne z przekonaniem,
- kalkulacyjna racjonalność — decyzje są dostosowane do celów decydenta,
- funkcjonalna racjonalność — decyzje mogą być adaptowane przez decydentów indywidualnych i grupy,
- komunikacyjna racjonalność — decyzje są możliwe do wyjaśnienia w procesie komunikacji społecznej,
- empiryczna racjonalność — decyzje są zbieżne z postrzeganiem rzeczywistości,
- kontekstualna racjonalność — decyzje są zbieżne z kontekstem logicznym przedstawionego wyboru [Gaines, 2010, s. 165–166].

Należy w tym miejscu wyraźnie zaznaczyć, że zachowanie zgodności podejmowania decyzji (szczególnie w warunkach ryzyka) z powyższą definicją jest założeniem nierealnym. Każdy bowiem decydent w procesie podejmowania decyzji oprócz założeń „twardych” kieruje się także emocjami, postawami, preferencjami czy przekonaniem, które znacznie komplikują proces podejmowania decyzji [McFadden, 1999, s. 74]. Zgodnie z psychologią poznawczą zunifikowane podejście (a zarazem obejmujące racjonalność ekonomiczną) proponuje Stanovich wskazując na istnienie dwóch rodzajów racjonalności:

- epistemologiczną — odzwierciedlającą przekonania, postawy i preferencje w racjonalności decyzji (zgodną z TP),
- instrumentalną — odzwierciedlającą optymalizację i postępowanie zgodnie z aksjomatami wyboru TOU [Stanovich, 2011, s. 6–7].

Na bazie tego podejścia zaproponował on trzyczęściowy model racjonalności składający się z: płynnej racjonalności (z ang. *fluid rationality*), skonkretyzowanej racjonalności (z ang. *crystallized rationality*) uwzględniającej czynniki hamujące (z ang. *crystallized inhibitors*) oraz czynniki wspierające (z ang. *crystallized facilitators*) [Stanovich, 2011, s. 192–194]. Każda z tych części uwzględnia taksonomię różnych komponentów, które w pierwszej kolejności należy ocenić, aby mówić o spełnieniu danej części racjonalności [szerzej: Stanovich, 2011, s. 191–245] i finalnie wskazaniu stopnia racjonalności danej decyzji.

Coraz częściej proponowane zunifikowane podejście (uwzględniające TOU oraz TP) jest możliwe dzięki dokonaniom neuroekonomii. W ramach tego kierunku poszukuje się fizycznych mechanizmów, w oparciu o które są podejmowane decyzje w mózgu decydenta [Glimcher i inni, 2005, s. 214]. Proponowanie zunifikowanego podejścia bazuje na istnieniu dwóch obszarów decyzyjnych mózgu — refleksyjnego/wolnego (podejmującego racjonalne decyzje) oraz automatycznego/szybkiego (podejmującego decyzje oparte głównie na heurystykach lub będące całkowicie nieracjonalnymi) [Thaler, Sunstein, 2011, s. 19–21; Kahneman, 2011, s. 19–109]. Dokładne cechy obu systemów widoczne są w tabeli 1.

## Tabela 1.

### Cechy systemu dualnego

Charakterystyka	System automatyczny	System refleksyjny
Sposób przetwarzania informacji	Holistyczny, intuicyjny, oparty na doświadczeniu, automatyczny, wykorzystujący stereotypy i schematy, pasywny.	Analityczny, rozważny, oparty na logice, powtarzalny, aktywny.
Szybkość przetwarzania informacji	Szybka.	Wolna.
Wysiłek poznawczy decydenta	Mały.	Duży.

Źródło: [Fror, 2008, s. 572].

Można stwierdzić, że umysł ludzki, zawierając w sobie system racjonalny (wolny) i nieracjonalny (szybki), w wielu decyzjach może sam wywoływać wewnętrzny konflikt pomiędzy emocjami (irracjonalne podejście) a rozsądkiem (racjonalne podejście), co wymaga rozwoju badań nad ujednoczeniem podejścia zawierającego w sobie dwa wyżej wspomniane.

Na zakończenie tej części należy wyraźnie zaznaczyć, że weryfikacja definicji racjonalności z całą pewnością nie byłaby możliwa, gdyby nie sformułowanie w 1944 teorii oczekiwanej użyteczności. Składają się na to dwa podstawowe wnioski. Po pierwsze, bardzo ciężko byłoby znaleźć punkt odniesienia lepszy od tego zaproponowanego przez ekonomistów, choćby dla tworzenia taksonomii odchyłeń behawioralnych i stworzenia TP oraz STP. Po drugie —

znacznie łatwiej jest udowodnić niespełnienie jednego z aksjomatów proponowanych w ramach teorii oczekiwanej użyteczności, niż konstruować własne narzędzia eksperymentalne.

## 2. Teoria oczekiwanej użyteczności i jej aksjomatyzacja — zaproszenie do behawioralnej weryfikacji racjonalności

Poszukiwanie racjonalnego postępowania stało się powodem powstania normatywnej teorii decyzji zapoczątkowanej w pracach Pascala czy Fermata z XVII wieku, tworzących matematyczne podstawy rachunku prawdopodobieństwa<sup>3</sup>. Jej założeniem wstępnym jest fakt, że decydenci wybierając z grupy prospektów  $(x, p)$ , które dają szansę otrzymać kwotę  $x$  z prawdopodobieństwem  $p$ , wybiorą ten, który będzie dawał najwyższą wartość oczekiwaną:

$$EV = px \quad [1]$$

Pascal jako jeden z pierwszych wprowadził pojęcie oczekiwanej wartości finansowej. W ramach tego podejścia zakłada się neutralny stosunek decydenta do ryzyka. Oznacza to, że jeśli będzie miał do wyboru prospekt A: 50 PLN przy wyrzuceniu reszki oraz 0 PLN przy wyrzuceniu orła oraz pewne B: 24 PLN, to powinien wybrać prospekt pierwszy. Problematyczność tego założenia wynika z faktu, że nie uwzględnia się awersji do ryzyka, a tym samym — generalizując — np. rynek ubezpieczeń nie powinien funkcjonować i rozwijać się tak dynamicznie. Problem ten został rozwiązany w pracach szwajcarskiego matematyka Bernoulliego w XVIII w. W swoim rozwiązaniu tzw. paradoksu petersburskiego (przygotowanego na przykładzie holenderskiego kupca rozważającego potrzebę ubezpieczenia ładunku na linii morskiej pomiędzy Amsterdamem a Petersburgiem) zamiast oczekiwanej wartości finansowej zastosował pojęcie użyteczności. Dokonał tego poprzez wykorzystanie relacji między wartością psychologiczną lub oczekiwaną<sup>4</sup> a aktualną wartością finansową, formułując tym samym prawo malejącej krańcowej użyteczności [Hens, Bachmann, 2008, s. 31–33]<sup>5</sup>. W ten sposób decydent przy rozważaniu prospektów wybierze ten z najwyższą użytecznością:

$$EU = pu(x) \quad [2]$$

<sup>3</sup> Prace z obszaru hazardu i teorii decyzji ukazywały się już w XV w., wspominając choćby Sardano [Hestie, Dawes, 2011, s. 18], czy w dokonaniach Laplace'a z XVII w. [Gingerenzer, 2011, s. 4].

<sup>4</sup> Obecnie zwaną użytecznością (jako pierwszy pojęcie to wprowadził Mill około 1848 roku [Simon, 2000, s. 27]).

<sup>5</sup> Bernoulli nie przewidział, że względne zmiany wartości finansowej są definiowane przez punkt odniesienia (subiektywnie postrzegane przez decydentów) oraz że w zależności od punktu odniesienia ludzie inaczej zachowują się w warunkach ryzyka (straty boją bardziej niż zyski o tej samej wartości, co skutkuje innym nachyleniem krzywych wartości dla zysku i strat). Te luki zostały uzupełnione przez Teorię Perspektywy [Kahneman, Tversky, 1979],

Bernoulli niejako przewidział odkrycie niemieckiego psychologa Fechnera z XIX wieku, który większość swoich badań poświęcił na szukanie psychofizycznego pomostu pomiędzy subiektywnym doświadczeniem w umyśle badanego a obiektywną jakością świata materialnego (prowadzonych na przykładzie energii światła, częstotliwości nadawanych tonów czy sumy pieniężnej). Dla większości z nich wskazał logarytmiczną funkcję pomiędzy odczuwaniem subiektywnym a obiektywnym funkcji użyteczności [Kahneman, 2011, s. 269–277].

Teoria oczekiwanej użyteczności stała się centralnym punktem normatywnej teorii decyzji zaproponowanej przez Neumanna i Morgensterna w 1944 roku [Neumann, Morgenstern, 1947]. Jednym z głównych założeń teorii oczekiwanej użyteczności jest fakt, że decydent dokonuje wyboru jedynie ze względu na najwyższą użyteczność danego prospektu. Wyborowi temu towarzyszą preferencje, które są zgodne z aksjomatami oraz pozwalają na maksymalizację oczekiwanej użyteczności [Luce, 1959; Savage, 1954]. Należą do nich:

- warunek zupełności — oznacza, że decydent potrafi wskazać prospekt, który preferuje z dwóch prospektów, tj. dla każdego  $P_1$  i  $P_2$  w zbiorze  $P$  zachodzi  $P_1 \geq P_2$  lub  $P_2 \geq P_1$  (lub o b a j e d n o c z e ś n i e),
- warunek przechodności — oznacza, że decydent potrafi określić hierarchię najlepszych prospektów w zbiorze  $P$ , tj. dla trzech prospektów  $P_1$ ,  $P_2$  i  $P_3$ , jeżeli  $P_1 \geq P_2$  i  $P_2 \geq P_3$  to  $P_1 \geq P_3$ ,
- warunek ciągłości — oznacza, że zachowania decydenta nie mogą charakteryzować się odwróceniem preferencji pod wpływem zmiany danych, tj. dla trzech prospektów  $P_1 \geq P_2 \geq P_3$  istnieje taka  $\alpha \in (0, 1)$ , że  $P_1\alpha + (1 - \alpha)P_3 > P_2$ ,
- warunek niezależności — oznacza, że decydent nie zmieni swoich preferencji w przypadku połączenia dwóch prospektów z trzecim takim samym, tj. w zbiorze  $P$ , tj. dla trzech prospektów  $P_1$ ,  $P_2$  i  $P_3$  dla wszystkich liczb  $0 \leq \alpha \leq 1$ , otrzymujemy  $P_1 \geq P_2$ , wtedy i tylko wtedy, gdy  $\alpha P_1 + (1 - \alpha)P_3 \geq \alpha P_2 + (1 - \alpha)P_3$  [szerzej o aksjomatyzacji: Jansen, 1967].

Tym samym, jeżeli relacja preferencji decydenta jest zupełna, przechodnia, ciągła i niezależna, to decydent, który preferuje  $P_1$  zamiast  $P_2$ , osiąga wyższą użyteczność, tj.

$$P_1 \geq P_2 \Leftrightarrow \sum_{i=1}^n p_i^1 u(x_i^1) \geq \sum_{j=1}^m p_j^2 u(x_j^2) \quad [3]$$

Samo znaczenie aksjomatów jest fundamentalne, gdyż pozwala odróżnić dobre decyzje od tych, w których po prostu decydent miał szczęście. Dodatkowo, biorąc pod uwagę fakt, że ludzie nie potrafią myśleć systematycznie o ryzykownych prospektach, to decydent, wierząc, że dokonywane przez niego wybory spełniają aksjomaty omówione powyżej, może traktować teorię oczekiwanej użyteczności jako ważną wytyczną w procesie podejmowania decyzji w warunkach ryzyka [Hens, Bachmann, 2008, s. 48] lub jako punkt odniesienia

dla badań eksperymentalnych i testowania teorii (szczególnie w teorii gier) [szerzej: Myerson, 1997], gdyż założenie, że druga strona jest racjonalna, jest znacznie bardziej pomocne niż założenie jej nieracjonalności.

Równie istotny jest fakt, że od początku praktycznie bez krytyki ze strony ekonomistów teoria oczekiwanej użyteczności stała się teorią deskryptywną, a także teorią do podejmowania decyzji w warunkach ryzyka (zarówno na poziomie mikroekonomicznym — teoria oczekiwanej użyteczności oraz makroekonomicznym — efektywności informacyjnej rynków).

Nieco bardziej realistycznych założeń do teorii oczekiwanej użyteczności dostarcza praca Savage'a [Savage, 1954]. Zostało w niej zaproponowane rozszerzenie modelu oczekiwanej użyteczności o subiektywne, zamiast obiektywnego, prawdopodobieństwo (szczególnie gdy decydent działa w warunkach niepewności). Tym samym decydent dąży do maksymalizacji subiektywnej oczekiwanej użyteczności. Problem polega w tym, że model, który jest bardziej realistyczny, jednocześnie staje się trudniejszy do normalizacji [Tyszka, 2011, s. 208–2011].

Teorie na gruncie racjonalności nazywane są normatywnymi albo preskryptywnymi i stały się podstawą tworzenia systemów wspomaganie decyzji i sztucznej inteligencji wykorzystywanych w wielu dziedzinach nauki. Pojęcie racjonalności pojawia się także bardzo często w badaniach naukowych poświęconych inteligencji ludzkiej. W wielu przypadkach racjonalność jest wstępnym założeniem wymaganym dla osiągnięcia maksymalnie pomyślnych zachowań w obliczu dostępnych informacji [Russell, 1997, s. 58].

### 3. Teoria perspektywy — alternatywny pomiar racjonalności ekonomicznej

Neoklasyczna „rewolucja” w zakresie podejmowania decyzji wskazująca, że wszystkie zachowania decydenta mogą być racjonalne, miała szanse rozwoju dzięki stworzeniu matematycznych fundamentów zwanych aksjomatami wyboru. Wzbudziła także szersze zainteresowanie TOU w psychologii poznawczej oraz eksperymentalnej w zakresie eksperymentalnego testowania ich wiarygodności [McFadden, 1999, s. 73]. Paradoksy wskazane przez Allaisa [1953], Ellsberga [1961] czy Kahnemana i Tversky'ego [1974, 1979], a także sformułowane przez Simona pojęcie racjonalności ograniczonej [1959] pokazały, że bardzo często w warunkach ryzyka decydenci naruszają jeden lub kilka aksjomatów jednocześnie oraz wybierają działania minimalnie satysfakcjonujące zamiast maksymalizujących<sup>6</sup>. W związku z tym zarysowały się dwa ważne kierunki modyfikacji TOU. Pierwszy wskazany przez Simona mówił, że spełnienie założeń TOU następuje jedynie w określonych warunkach, których wyjaśnienie staje się fundamentalne dla racjonalnej teorii podejmowa-

<sup>6</sup> Dokładny opis aksjomatów i ich behawioralną krytykę można znaleźć w [Zielonka, 2006; Tyszka, 2011; Hens, Bachmann, 2008].



nia decyzji. Nurt ten zwany jest racjonalnością ograniczoną i rozwijany w ramach tzw. ekonomii adaptacyjnej [Gigerenzer, 2011]. Najważniejszym problemem racjonalności ograniczonej jest brak formalnego modelu opisującego zachowanie decydenta, co skutkuje małą mocą prognostyczną poza wskazanymi ograniczeniami [Glimcher, 2005, s. 214]. Drugi — wskazany przez Savage'a [1954] i Kahnemana i Tversky'ego [1974, 1979] — mówił, że TOU wymaga gruntownych modyfikacji, rozszerzeń i zastosowania nowego podejścia. Spowodowało to sformułowanie w 1979 roku TP przez Kahnemana i Tversky'ego. Wśród najważniejszej krytyki TOU, której dostarcza, a jednocześnie wyjaśnia TP, należy wskazać następujące zjawiska:

- decydent woli wyniki pewne od niepewnych, nawet jeśli skutkuje to niższą wartością oczekiwaną prospektu,
- decydent wykazuje się awersją do ryzyka, które powoduje, że straty bołą go bardziej niż zyski o tej samej wartości,
- decydent określa punkt odniesienia dla podejmowanych decyzji, co oznacza, że jego subiektywny poziom zadowolenia zależy bardziej od zmian bogactwa niż ich wartości absolutnych,
- decydent podejmuje decyzje w oparciu o kontekst prezentowanego problemu, wybierając raczej opcję, która jest sformułowana pozytywnie, niż tą przedstawioną w negatywny sposób,
- decydenci w dużym stopniu wykorzystują tzw. heurystyki w procesie podejmowania decyzji, opierając się choćby na opiniach ekspertów oraz ilości jako reprezentacji jakości informacji [Altman, 2006, s. 688–690].

Decydent, podejmując ryzykowne decyzje, dokonuje oceny różnych alternatyw ze względu na wartości opcji i prawdopodobieństwa ich wystąpienia (np. alternatywa: zysk 1000 PLN z prawdopodobieństwem 45% i strata 400 PLN z prawdopodobieństwem 55%). Aby przewidzieć wybór decydenta, TP transformuje nieliniowo obiektywne prawdopodobieństwo na subiektywne wagi decyzyjne (rys. 1A), a funkcję użyteczności zastępuje funkcja wartości (rys. 1B). Funkcja ważenia prawdopodobieństwa posiada następujące cechy:

- regresywność — przecinająca formę diagonalną (rys. 1B),
- asymetryczność — ze stałym punktem w okolicach 1/3 funkcji,
- kształt S — wklęsła w pierwszej części, a następnie wypukła,
- jest odwzorowująca — poprzez przyporządkowanie równych wag prawdopodobieństwu straty, jak i prawdopodobieństwu zysku [Perlec, 1998, s. 498].

Natomiast funkcja wartości jest definiowana jest w odniesieniu do zmian wartości bogactwa zamiast w odniesieniu do bogactwa końcowego.

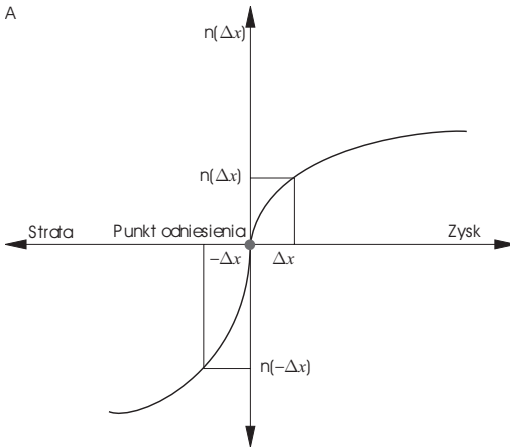
Formalnie wartość  $V$  prostego prospektu, który daje szansę osiągnąć  $x$  z prawdopodobieństwem  $p$  można zapisać według TP jako:

$$V(x, p) = \omega(p)v(x) \quad [4]$$

gdzie  $v$  jest subiektywną wartością prospektu  $x$ , a  $\omega$  mierzy wpływ psychologicznego prawdopodobieństwa  $p$  na atrakcyjność prospektu. TP, jak wskaza-

no powyżej, po pierwsze zastępuje funkcję użyteczności  $u$  funkcją wartości  $v$  naszkicowaną względem punktu odniesienia  $v(0) = 0$  cechującą się:

- określeniem strat i zysków względem punktu odniesienia,
- wklęsłością dla zysków i wypukłością dla strat,
- malejącą krańcową wrażliwością względem punktu odniesienia dla krzywej zysków i strat,
- krzywą strat, której nachylenie jest bardziej strome niż dla krzywej zysków ze względu na występowanie awersji do ryzyka [Kahneman, 2011, s. 269–322].



## Rys. 1.

**Funkcja wartości (A) oraz funkcja wagi prawdopodobieństw dla zysków (B)**

Źródło: [Bachmann, Hens, 2008, s. 64, 67].

Po drugie — opisuje funkcję posiadającą takie właściwości jako klamrową funkcję potęgową [Kahneman i Tversky, 1992, s. 309]:

$$v(x) = \begin{cases} x^\alpha & \text{dla } x \geq 0 \\ -\lambda(-x)^\beta & \text{dla } x < 0 \end{cases} \quad [5]$$

gdzie  $\alpha$  i  $\beta > 0$  (im mniejsze wartości, tym bardziej strome krzywe, czyli szybsza malejąca marginalna użyteczność oraz wyższa wartość  $\lambda$ ) i mierzą nachylenie funkcji wartości dla zysków i strat.  $\lambda$  jest współczynnikiem awersji do ryzyka.

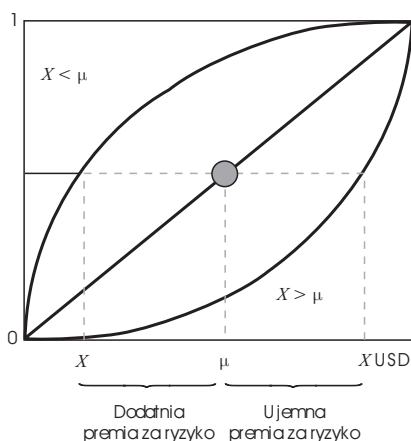
Dwie ważne własności wynikające z klamrowej funkcji wartości mówią, że tak długo, jak  $\alpha$  i  $\beta$  nie przyjmują wartości 0 i 1 oraz  $\lambda > 1$ , to 1) różnica między  $x$  oraz  $x + 1$  (oraz pomiędzy  $-z$  i  $-x - 1$ ) będzie postrzegana jako większa, gdy wypłata będzie bliższa 0, niż gdy będzie dalsza niż 0, oraz 2) różnica pomiędzy  $-x$  oraz  $-x - 1$  będzie postrzegana jako większa niż różnica między  $x$  oraz  $x + 1$  (dokładna ilustracja tych własności widoczna jest na rys. 1A).

Po trzecie, TP zastępuje obiektywne prawdopodobieństwa subiektywnymi wagami decyzyjnymi ( $\omega$ ) zgodnie z równaniem [4], a także charakteryzuje krzywe psychologicznych prawdopodobieństw według czteropolowego stosunku do ryzyka. Funkcje ważące dla zysków i strat pierwotnie były obliczane analitycznie zgodnie z formułą [Kahneman, Tversky, 1992, 309]:

$$\omega^+(p) = \frac{p^\gamma}{\left[p^\gamma + (1-p)^\gamma\right]^{1/\gamma}} \quad \omega^-(p) = \frac{p^\delta}{\left[p^\delta + (1-p)^\delta\right]^{1/\delta}} \quad [6 \text{ i } 7]$$

gdzie wagi są normalizowane [ $\omega(0) = 0$  i  $\omega(1) = 1$ ] oraz krzywa przyjmuje kształt jak na Rys. 1B ze względu na różne wartości parametru  $\gamma$  (dla zysków) oraz  $\delta$  (dla strat). Jak widać na Rys 1B, tak długo jak  $\gamma < 1$  niskie prawdopodobieństwa są przeszacowane, wysokie prawdopodobieństwa zaś są niedoszacowane, a subiektywna różnica pomiędzy  $p$  a  $p + 0,1$  jest większa, jeśli  $p$  jest ekstremalnym prawdopodobieństwem, niż gdy przyjmuje ono wartości umiarkowane. Siła tego efektu wzrasta, gdy  $\gamma$  spada.

W ramach teorii TP (a także TOU zaproponowanej przez Neumanna i Morgensterna) awersja i skłonność do ryzyka decydenta jest wyrażana odpowiednio poprzez wklęsłość lub wypukłość funkcji wartości (dla TOU: użyteczności). Kształtowanie się krzywych w zależności od preferencji decydenta można wyjaśnić za pomocą pewnego ekwiwalentu wyrażonego jako  $X$  (czyli kwoty, którą jesteśmy w stanie zapłacić za ryzykowny prospekt, aby zneutralizować jego ryzyko). Im wyższa (niższa) jest wartość ekwiwalentu pewnego względem wartości średniej  $\mu$ , tym wyższa (niższa) jest jego skłonność (awersja) do ryzyka. Odpowiednio decydent z wysoką awersją do ryzyka będzie żądał dodatkowej premii za ryzyko i — odwrotnie — decydent z dużą skłonnością do ryzyka będzie skłonny zapłacić dodatkową premię za ryzyko za udział w prospekcie.



**Rys. 2.**

**Pewny Ekwiwalent a nachylenie krzywej użyteczności**

Źródło: [Hens, Bachmann, 2008, s. 52].

Samo znaczenie ekwiwalentu pewnego jest kluczowe dla szacowania parametrów TP (szczególnie jej skumulowanej formy), a jego formuła znacznie bardziej obiektywna niż choćby bezpośredniego skalowania ryzyka (tj. wskazania na skali np. 0–100 ryzyka danego prospektu). Najprostsze metody — jednocześnie wymagające dużej koncentracji i skupienia — to wskazanie pewnej kwoty równoważącej niepewny prospekt [formalnie: wskazanie wartości  $c$ , dla której jesteśmy neutralni względem prospektu  $(x, p)$ ], lub wskazanie prawdopodobieństwa  $p$ , dla którego jesteśmy neutralni między ryzykownym prospektem  $(x, p)$  a określoną wartością pewną  $c$ <sup>7</sup>. Pierwotnie metody te stosowane były choćby przez Kahnemana i Tversky’ego, ale w obliczu odkrywanych wad wynikających z ich zastosowania (np. odwrócenie preferencji w przypadku porównywania nisko prawdopodobnych prospektów z wysokimi wypłatami a wysoko prawdopodobnych prospektów z niskimi wypłatami na rzecz tych pierwszych lub większej awersji do ryzyka w przypadku oszacowywania pewnego prawdopodobieństwa niż pewnego ekwiwalentu) [szerzej: Tversky i inni, 1990]. Pewną modyfikacją tych metod eliminujących problemy omówione powyżej są metody oparte o interakcyjny wybór ekwiwalentu pewnego (np. jeśli decydent woli 30 zamiast 50 z prawdopodobieństwem 50%, ale 50 z prawdopodobieństwem 50% zamiast 20, to możemy mu zaoferować kolejne wybory pewne 28, 26, 24, oraz 22 względem prospektu ryzykownego i przy następnych interakcjach zawężać aż do uzyskania najbliższej wartości), który jest równo lub logarytmicznie dzielony i pokazywany decydentowi [szerzej: Tversky i Fox, 1995]. Są one bardzo popularne i często stosowane przy szacowaniu parametrów STP [Kahneman i Tversky, 1992; Camerer i Ho, 1994; Tversky i Fox, 1995 czy Wu, Gonzalez, 1996]. Metodą stosowaną coraz częściej do oszacowania skłonności/awersji do ryzyka jest metoda wymiany (*trade-off method*) [dokładny opis metody znajduje się w: Wakker, Deneffe, 1996, s. 1134–1135], która porównuje dwa dwuelementowe ryzykowne prospekty, gdzie jeden z elementów jest dostosowany, aż neutralność decydenta względem ryzyka zostanie osiągnięta (np. gdy decydent mając wybór pomiędzy opcją A: 50% — 90 PLN oraz 50% — 10 oraz opcją B: 50% — 50 oraz 50% — 40, wybierze opcję B, to proponuje mu się zmodyfikowany wybór A dodając do 90 PLN 10 PLN. Modyfikacje trwają aż do wskazania obojętności pomiędzy loteriami A i B). W ciągu dziesięciu lat metoda ta była przedmiotem wielu modyfikacji i rozszerzeń, m.in. rozszerzenia metody wymiany na dwa kroki, gdzie w pierwszym działa standardowy mechanizm, a w drugim następuje proces łączenia najbliższych sobie prospektów [szerzej: Bleichrodt i Pinto, 2000; Abdellaoui, 2000, przykład w załączniku A: Abdellaoui i inni, 2007]. W kolejnych latach metoda ta została rozszerzona do czterech kroków [szerzej: Abdellaoui i inni, 2007, 2008], a także rozszerzona choćby o szacowanie wrażliwości np. o wielkość kwoty [szerzej: Etchart-Vincent, 2004].

<sup>7</sup> Dokładniejszy opis tych metod i ich modyfikacji można znaleźć w [Tyszka, 2011, s. 207–208].

Każda z prezentowanych metod ma swoje zalety i wady. Metody proste mają najwięcej wad (jak wskazano powyżej), im bardziej skomplikowane metody będą stosowane, np. statystyczne (wybór interakcyjny) lub nieparametryczne (metoda wymiany), tym więcej czasu będzie potrzeba na poprawne ich wykonanie (szczególnie w przypadku podejścia statystycznego). Dodatkowo, jak wskazują Wakker i Deneffe, same badania staną się bardziej „laboratoryjne” (z wymaganym systemem prezentacji prospektów), a od uczestników będzie wymagać się coraz większego skupienia przy podejmowaniu decyzji (szczególnie gdy wybór dotyczy dwóch ryzykownych opcji, nie mówiąc już o prospektach łączonych, tj. zawierających w sobie zysk i straty) [Wakker i Deneffe, 1996, s. 1147–1148]. Prowadzi to jednak do coraz większej dokładności w zakresie szacowania pewnego ekwiwalentu, a tym samym lepszego oszacowania parametrów SPT, i w konsekwencji dokładniejszego kształtowania funkcji wartości i ważącej prawdopodobieństwo.

#### 4. Pomiar awersji do ryzyka w ramach Teorii Perspektywy

Ze względu na założenie TP, że straty „ważą” bardziej aniżeli zyski o tej samej wartości, zakłada się, że  $\lambda > 1$ . Nie oznacza to, że  $\lambda$  nie może być mniejsza niż 1 (ale także nie może być mniejsza niż 0). W takim przypadku decydent prezentuje podejście przeciwne, tj. cechuje go skłonność do ryzyka. W badaniach eksperymentalnych Kahneman i Tversky wyznaczyli wartość  $\lambda = 2,25$  [Kahneman i Tversky, 1992, s. 310], jednakże — jak wskazuje Abdellaoui i inni — wiele przeprowadzonych badań wykazało, że wartość ta — ze względu na różny sposób przeprowadzenia eksperymentu i różne grupy uczestników — może być od 1,4 do 16,5 razy większa niż ta wskazana pierwotnie przez Kahnemana i Tversky’ego [Abdellaoui i inni, 2007, s. 362]. Wynika to z faktu, że nie ma jednoznacznego sposobu estymacji parametru  $\lambda$ . W pierwotnej wersji parametr  $\lambda$  został obliczony jako mediana (lub średnia arytmetyczna) dla  $-\frac{U(-x)}{U(x)}$  dla wskazanej wartości  $x$ . Przy czym  $-U(-x) > U(x)$  dla każdego  $x > 0$

[Kahneman i Tversky, 1992, s. 311–313]. Od tego czasu powstało wiele metod estymacji współczynnika  $\lambda$  z czego najważniejsze prezentowane są w tabeli 2. (oprócz metody Kahnemana i Tversky’ego).

### Tabela 2.

Metody pomiaru awersji do ryzyka w ramach Teorii Perspektywy

Autorzy	Definicja	Eksperyment (rodzaj)	Wartość $\lambda$
Fishburn i Kochenbacher [1979]	1	Pieniądze	4,8
Bleichrodt i inni [2001]	1	Zdrowie	2,17, 3,06
Schmidt i Traum [2002]	1	Pieniądze	1,43

Autorzy	Definicja	Eksperyment (rodzaj)	Wartość $\lambda$
Pennings i Smidts [2003]	1	Pieniądze	1,81
Booij i van de Kuilen (2006)	1	Pieniądze	1,79, 1,74

Źródło: [Abdellaoui i inni, 2007, s. 366].

Każda z metod opierała się na różnych definicjach oraz założeniach, różnych miarach centralnych rozkładu, a także uwzględniała różne założenia parametryczne dla użyteczności oraz funkcji ważącej prawdopodobieństwa. Tym samym bardzo trudno jednoznacznie porównać te metody. Pewne wnioski płyną z prac Abdellaoui i innych [Abdellaoui i inni, 2007, 2008]. Autorzy wskazują, że stosowanie mediany przy szacowaniu skumulowanych wartości parametru  $\lambda$  w każdym z czterech analizowanych modeli [patrz tabela 5. w Abdellaoui i inni 2007] była wyższa dla wartości średniej, a niższa dla mediany (przykładowo dla metody Kahnemana i Tversky'ego wartość ta wyniosła odpowiednio 2,04 dla średniej oraz 1,69 dla mediany, co i tak w obu przypadkach było niższe od pierwotnych obliczeń autorów). Dodatkowo dla definicji Kahnemana i Tversky'ego zaobserwowano, że wartość  $\lambda$  zmniejszała się wraz ze wzrostem wartości formułowanych prospektów (zarówno dla zysków, jak i strat). Zależności tej nie zaobserwowano dla metody zaproponowanej przez Wakker'a i Tversky'ego [Abdellaoui i inni, 2007, s. 372–373]. Dodatkowo różnice w szacowaniu  $\lambda$  mogły także wynikać z przyjętej metody szacowania pewnego ekwiwalentu. Jednakże — jak dowodzą Abdellaoui i inni [2008] — może to dotyczyć jedynie decyzji w obliczu strat, gdyż w obliczu zysków nie było statystycznie znaczących różnic. Nie są to jedyne wątpliwości, jak bowiem wskazuje Thaler [1980], awersja do ryzyka jest ściśle związana z efektem posiadania. Istnienie takiej zależności spowodowało prowadzenie wielu badań dotyczących awersji do ryzyka w relacji ze *status quo* [Samuelson i Zeckhauser, 1988], zagadką premii za ryzyko inwestycji w akcje [Benartzi i Thaler, 1995] czy decyzjami w zakresie transplantacji [Johnson i Goldstein, 2003]. Dyskusja ta jest jednak znacznie szersza i obejmuje choćby wpływ nastroju na awersję do ryzyka (obniża się ona zarówno pod wpływem odczuwanego żalu, jak i dobrego nastroju [Zhang i Fishbach, 2005]). Najnowsze kierunki badań nad awersją względem ryzyka związane są podejściem dualnym (zaprezentowanym szerzej w tabeli 1.). Ogólnie rzecz ujmując, zupełnie inaczej kształtowana jest awersja do ryzyka, jeśli decyzja jest podejmowana przez część automatyczną niż przez część refleksyjną mózgu [Stanovich i West, 2000]. Tym samym odkrycia na gruncie neuroekonomii mogą przynieść kierunki badań nad parametrem  $\lambda$ .

## 5. Skumulowana forma Teorii Perspektywy — metody i ograniczenia w ich stosowaniu

Ważnym podkreślenia jest fakt, że wartości ( $\omega$ ) są nie tylko subiektywnymi wagami decyzyjnymi, lecz przede wszystkim konsekwencją niedokładnego oszacowania prawdopodobieństwa w warunkach występowania ryzyka i ograniczeń czasowych. Na przykład jeśli inwestor zgadza się ze stwierdzeniem, że prawdopodobieństwo wypadnięcia dwóch orłów w rzucie godziwą moneta wynosi  $\frac{1}{4}$ , to w warunkach procesu decyzyjnego inwestor postępuje tak, jakby prawdopodobieństwo to wynosiło  $\omega(0,25)$ <sup>8</sup>.

Tym samym analiza wartości oczekiwanych funkcji użyteczności z uwzględnieniem ważonych prawdopodobieństw może prowadzić do efektów sprzecznych i z naruszać zasadę dominacji stanów lub warunków stochastycznej dominacji pierwszego rzędu<sup>9</sup> [Hens, Bachmann, 2008, s. 68]. Ta wada TP doprowadziła do powstania Skumulowanej Teorii Perspektywy [Kahneman, Tversky, 1992] wraz z jej rozszerzeniami i różnymi wariantami [np. Luce i Fishburn, 1991; Wakker i Tversky, 1993]. Jej główną zaletą jest wyjaśnianie wszystkich najważniejszych odkryć na gruncie TP wraz z transformacją skumulowanych zamiast pojedynczych prawdopodobieństw.

Formalnie możemy założyć, że decydent rozpatruje prospekt z dwoma niezerowymi wynikami ( $x, p; y, q$ ), który daje szansę uzyskać  $x$  z prawdopodobieństwem  $p$  oraz  $y$  z prawdopodobieństwem  $q$  albo — w przeciwnym razie — nic. Niech  $\omega^+(p)$  oraz  $\omega^-(p)$  będą odpowiednio funkcjami ważącymi dla zysków i strat. Tym samym oceny prospektu dokonuje się poprzez:

$$\omega^-(p)\nu(x) + \omega^+(1-p)\nu(y) \quad [8]$$

dla łączonych prospektów,  $x < 0 < y$ :

$$\{\omega^+[p+(1-p)] - \omega^+(1-p)\}\nu(x) + \omega^+(1-p)\nu(y) \quad [9]$$

dla samych dodatnich (zysk) prospektów,  $0 \leq x < y$ :

$$\{\omega^-[p+(1-p)] - \omega^+(1-p)\}\nu(x) + \omega^-(1-p)\nu(y) \quad [10]$$

dla samych ujemnych (strata) prospektów,  $y < x \leq 0$ .

Ze względu na uzależnienie od znaku (wzór [8]) oraz od rankingu (wzór [9] i [10]) dla określonej liczby wyników można zastosować uogólnione podejście STP (zgodne z pracą [Kahneman, Tversky, 1992] na podstawie [Glimcher,

<sup>8</sup> Dla  $\gamma = 0,65$  wartość ta jest przeszacowana i wynosi 0,29.

<sup>9</sup> Przykładu takiego naruszenia dostarcza tabela 2.3. w [Hens, Bachmann, 2008, s. 69] opisująca loterię o dziesięciu różnych wypłatach od 99 do 99,9, przy czym każda ma 10% prawdopodobieństwo wystąpienia, co powoduje, że prospekt ma wyższą użyteczność perspektywy niż pewna wypłata 100.

2010, s. 153–169]), gdzie dla elementów zbioru  $S$  nazywanych zdarzeniami (od  $A_i$  do  $A_n$ ) oraz dla elementów zbioru  $X$  nazywanych wynikami ( $x_i$  do  $x_n$ ),  $f$  jest funkcją, która przyporządkowuje dla każdego zdarzenia  $A_i$  skutek w postaci  $x_i$ ,  $W$  jest funkcją ważącą przyporządkowującą zdarzeniom ze zbioru  $S$  wartości pomiędzy 0 a 1 przy warunku, że  $W(A) \geq W(B)$  wtedy i tylko wtedy, gdy  $A \supseteq B$ . STP dzieli prospekty na pozytywne opisane  $f^+$  dla wszystkich  $x_i > 0$  oraz negatywne opisane  $f^-$  dla wszystkich  $x_i < 0$  (przy założeniu rosnącej funkcji wartości  $\nu(x)$  zgodnych z  $\nu(x_0) = \nu(0) = 0$ ). Tym samym STP przyporządkowuje każdemu prospektowi  $f$  wartość  $V(f)$ , gdzie  $f \geq g$  tylko i tylko wtedy, gdy  $V(f) \geq V(g)$ . Tym samym dla prospektu  $f = (x_i, A_i)$  dla  $-m \leq i \leq n$ , gdzie wagi decyzyjne dla zysków i strat są opisane odpowiednio  $\pi^+(f^+) = (\pi_0^+ \dots \pi_n^+)$  oraz  $\pi^-(f^-) = (\pi_{-m}^- \dots \pi_n^-)$  wartość  $V$  dla prospektu wynosi:

$$V(f) = V(f^+) + V(f^-) \quad [11]$$

gdzie:

$$V(f^+) = \sum_{i=1}^n \pi_i^+ \nu(x_i) \quad \text{oraz} \quad V(f^-) = \sum_{i=-m}^0 \pi_i^- \nu(x_i) \quad [12]$$

przy czym  $\pi^+$  oraz  $\pi^-$  zdefiniowane są jako:

$$\pi_n^+ = W^+(A_n), \pi_m^- = W^-(A_{-m}) \quad [13]$$

$$\pi_n^+ = W^+(A_i \cup \dots \cup A_n) - W^+(A_{i+1} \cup \dots \cup A_n) \quad \text{dla } 0 \leq i \leq n-1 \quad [14]$$

$$\pi_n^- = W^-(A_{-m} \cup \dots \cup A_i) - W^-(A_{-m} \cup \dots \cup A_{i-1}) \quad \text{dla } 1-m \leq i \leq 0-1 \quad [15]$$

Parametry funkcji wartości i ważenia prawdopodobieństwa pozwalają na pomiar różnych procesów poznawczych, które wpływają na podejmowanie decyzji w warunkach ryzyka. Wymaga to jednak oszacowania przynajmniej pięciu parametrów dla powyższych funkcji (plus  $\phi$  w przypadku niektórych funkcji ważenia). Należą do nich:

- $\alpha$  — parametr nachylenia subiektywnej funkcji wartości dla zysków,
- $\beta$  — parametr nachylenia subiektywnej funkcji wartości dla strat,
- $\lambda$  — parametr mierzący poziom awersji do ryzyka,
- $\gamma$  — parametr nachylenia subiektywnej funkcji ważenia dla zysków,
- $\delta$  — parametr nachylenia subiektywnej funkcji wartości dla strat,
- $\phi$  — parametr wrażliwości określający w jakim zakresie wybór dokonany jest ze względu na różnice w wartościach subiektywnych dla dwóch loterii [Nilsson i inni, 2011, s. 86–87].

Wstępna, zaproponowana przez Kahnemana i Tversky'ego, forma STP miała charakter deterministyczny, jednakże, jak pokazał Stott [patrz przegląd badań w: Stott, 2006, s. 108–111], w wielu przypadkach decyzje uczestników eksperymentów mają charakter stochastyczny, tzn. decydenci zmieniają



zdanie względem tych samych, powtarzanych prospektów (wykazując się niespójnością preferencji). Wpływa to na różne sposoby szacowania parametrów w zależności od przyjętych założeń (lub od ich braku). Jego zdaniem każdy model STP powinien zakładać stochastyczność wyborów, aby można było mówić o jego wiarygodności [Stott, 2006, s. 118].

Nilsson podaje trzy podejścia, które służą do szacowania wyżej wymienionych parametrów STP (wraz z przykładami prac innych autorów) [Nilsson i inni, 2011, s. 86]. Pierwsza z nich zakłada brak założeń parametrycznych i korzystanie jedynie z poprzednich badań w tym zakresie. Problemem tej metody jest korzystanie z złożeń, które bardzo często ze względu na specyfikę eksperymentu, uczestników badania i kontekstu są przeprowadzone właściwie jedynie dla tej sytuacji i nie powinny być przedmiotem generalizacji. Druga metoda polega na zebraniu informacji od uczestników procesu eksperymentu badawczego, następnie zagregowanie danych i obliczanie parametrów. W tej metodzie grupę uczestników traktuje się jako identycznych, a dane zagregowane pozyskane od nich jak dane uzyskane od jednego uczestnika. Spośród dwóch korzyści stosowania tej metody Nilsson wskazuje, że — po pierwsze — pozwala ona odkryć pewne wzorce zachowań, które nie byłyby zauważalne, gdyby dane pochodziły od jednego uczestnika, oraz — po drugie — jest to wygodne pod względem szacowania parametrów i uniknięcia zniekształceń w wynikach (w przypadku stochastycznych wyborów jednego uczestnika). Utrudnieniem w stosowaniu tej metody jest założenie identyczności, co w przypadku jej niespełnienia może prowadzić do sytuacji sprzecznych (np. połowa uczestników cechuje się awersją, a połowa skłonnością do ryzyka; tym samym na poziomie zagregowanym cechują się neutralnością względem ryzyka). Trzecia metoda zakłada unikalność każdego z uczestników i wymusza szacowanie parametrów dla każdej jednostki z osobna. Prowadzi to do uniknięcia błędów, które mogą pojawić się metodzie drugiej, ale — z drugiej strony — jest ona nieodporna na zniekształcenia decyzyjne na poziomie indywidualnym [Nilsson, 2011, s. 86–87].

Badanie porównujące różne metody szacowania parametrów funkcji wartości i wżenia prawdopodobieństwa zostało przeprowadzone przez Stotta [szerzej: Stott, 2006]. Na bazie eksperymentu laboratoryjnego uwzględniającego 96 problemów decyzyjnych przeprowadzonych na 96 studentach Uniwersytetu w Warwick, Stott obliczył 256 różnych form funkcji STP wygenerowanych z różnych ośmiu funkcji wartości, ośmiu funkcji wżenia prawdopodobieństwa oraz z czterech funkcji wyboru. Wśród nich dla funkcji wartości szacowane były funkcje: liniowe, potęgowe, logarytmiczne, kwadratowe, Hara, Bella czy wykładnicze [tabela 2. w Stott, 2006], dla funkcji wżenia funkcje: liniowe, potęgowe, Goldsteina i Einhorna, Kahnemana i Tversky'ego, dwa rodzaje funkcji Perleca oraz Wu i Gonzaleza [tabela 3. w Stott, 2006], natomiast dla funkcji wyboru: funkcje logitowe, probitowe czy Luce [tabela 4. w Stott, 2006]. Najlepszym modelem dla funkcji wartości okazał się

model potęgowy, dla funkcji ważenia — model Perleca [Perlec, 1998], a dla funkcji wyboru — model logitowy.

Niezależnie od metody (czy szacowanie parametrów odbywało się na poziomie indywidualnym, czy zagregowanym, jaki rodzaj funkcji stosowano) kształt krzywej funkcji wartości oraz funkcji ważącej prawdopodobieństwa został potwierdzony w licznych badaniach eksperymentalnych [Camerer, Ho, 1994; Tversky, Fox, 1995; Wu, Gonzalez, 1996, 1998, 1999; Walker, 2001; Stott, 2006 czy Abdellaoui, 2007, 2008]. Także parametry nie różnią się od siebie znacząco. Przykładowo w pracy Kahnemana i Tversky'ego z 1992 oszacowane parametry dla funkcji wartości:  $\alpha$ ,  $\beta$ ,  $\lambda$  miały odpowiednio wartości: 0,88, 0,88, 2,25 oraz dla funkcji wag:  $\gamma$  i  $\delta$  odpowiednio: 0,61, 0,69. Wartości potwierdzają kształt S zarówno dla funkcji wartości, jak i dla funkcji wag, oraz bardzo dużą awersję do ryzyka decydentów. Abdellaoui oszacował wartości  $\alpha$ ,  $\beta$ ,  $\lambda$  na poziomie: 0,86, 1,06, 2,61, a np. Cramer i Ho  $\gamma$  i  $\delta$  odpowiednio: 0,56, 0,71. Widać więc, że — pomimo różnych metod — wartości parametrów są podobne i potwierdzają wstępne założenia przyjęte przez Kahnemana i Tversky'ego pomimo faktu, że sami autorzy wskazali, iż obliczenie parametrów STP dla dużej grupy decydentów jest problematyczne [Kahneman i Tversky, 1992, s. 311].

## Wnioski końcowe

Prace nad TP i STP dostarczają trzech ważnych nurtów w rozwoju ekonomicznej teorii podejmowania decyzji w warunkach ryzyka. Z jednej strony wspierają metodologiczne podstawy podejmowania decyzji w warunkach ryzyka, z drugiej — dostarczają wielu odkryć empirycznych, co — po trzecie — wpływa na zmianę teorii ekonomii w tym zakresie. Można stwierdzić, że otwartym pytaniem nie pozostaje obecnie, który model (tj. TOU czy STP) lepiej opisuje wybory decydentów w obliczu ryzyka, ale jaka forma STP jest najlepsza do wyjaśniania tych decyzji.

Nie oznacza to jednak, że należy bezkrytycznie przyjmować STP jako model, który odzwierciedla zachowanie decydentów w warunkach ryzyka. Z jednej strony (jak wskazano powyżej) brak jest jednoznaczności, jeśli chodzi o podejście do obliczania ekwiwalentu pewności, do szacowania parametrów czy wyboru rodzaju funkcji. Istnieje nurt badań, który wskazuje, że sama metodologia (badania oparte o wybór prospektów) nie jest też rozwiązaniem optymalnym ze względu na jej wiele ograniczeń [szerzej przegląd kilkunastu braków w dotychczasowych metodach opisuje: Nwogugu, 2006, s. 452–454]. W ostatnim czasie — oprócz naruszenia warunku stochastycznej dominacji pierwszego rzędu — wskazano także inne naruszenia własności wyboru, uwzględniając choćby: koalescencję, dolną skumulowaną niezależność czy górną skumulowaną niezależność [opis i dowody można znaleźć w: Birnbaum, 2006, 738–745]. Z drugiej strony każdy decydent cechuje się wysokim stopniem indywidualności i tym samym istnieje potrzeba uwzględniania wpływu tych cech na decyzje w warunkach ryzyka. Obecnie prowadzonych jest wiele badań w tym zakresie ze względu na pięć: nachylenie krzywej ważącej jest

znacznie mniejsze dla kobiet niż dla mężczyzn, co oznacza, że są one mniej podatne na zmiany prawdopodobieństw [Fehr-Duda i inni, 2006, s. 2–3], kobiety inaczej reagują na sam udział w loterii [Ericsson i Simpson, 2010, s. 159–160] oraz na decyzje podejmowane w obliczu dobrego i złego nastroju [Ariely, 2010, s. 274–276]. Inne badania porównują efektywność wyników osiąganych przy wykorzystaniu STP i prostych heurystyk decyzyjnych, wskazując, że decydenci zamiast postępowania zgodnego z STP oceniają perspektywy w eksperymentach, stosując proste heurystyki wyboru, jak: heurystyka priorytetu [Glockner i Betsch, 2008] czy rozpoznawania [Brandstaetter i inni, 2006], szczególnie w warunkach ograniczeń czasowych [Newell, 2005]. Coraz częściej bada się także wrażliwość parametrów funkcji ze względu na szereg cech osobowych (np. samopoczucie) [Fehr i inni, 2007], ze względu na wiek [Dohmen i inni, 2005], rodzaj ryzyka (np. środowiskowe, społeczne, finansowe czy zdrowotne) [Weber i inni, 2002], poziom wykształcenia [Bernheim, 2001] czy wykonywany zawód [Abdellaoui i inni, 2011]. Abdellaoui i inni dowiedli, że doradcy finansowi, postępując zgodnie z STP, cechują się znacznie niższą awersją do ryzyka w porównaniu ze studentami. Może to wynikać choćby z umiejętności radzenia sobie ze stratami w toku zdobywania doświadczenia zawodowego [Abdellaoui i inni, 2011, s. ??]. O tym jak ważne w procesie podejmowania decyzji są cechy indywidualne, świadczą słowa Rustichiniego, który stwierdził, że:

**cechy osobowe mają większy wpływ na trzy bardzo ważne cele życiowe, takie jak umieralność, rozwody lub stabilność małżeńska oraz rozwój zawodowy, niż poziom IQ czy status społeczno-ekonomiczny [Rustichini, 2009, s. 675].**

Należy także zaznaczyć, że — oprócz standardowego zastosowania TP i STP w modelach rynku kapitałowego, ubezpieczeniach, polityki zdrowotnej czy kształtowania polityki monetarnej i społecznej — modele te z coraz większym powodzeniem stosowane są w dyscyplinach niszowych lub specjalistycznych, choćby w ekonomicznej teorii samobójstw [Takahashi, 2011], optymalizacji transportowej [Zhou i Xu, 2011], teorii decyzji wchodzenia na rynki międzynarodowe [Cheng i inni, 2011] czy analizie sejsmicznej [Goda i Hong, 2007]. Model STP jest także z powodzeniem stosowany w procesie udoskonalania metod ekonomicznych, np. QALY, opartych wcześniej na założeniu spójności preferencji [Bleichrodt i inni, 1999].

Wszystkie teorie podejmowania decyzji w warunkach ryzyka mają zarówno swoje wady, jak i zalety, a każda z nich wymaga głębszej, komparatywnej analizy przed jej zastosowaniem. Warty podkreślenia jest także niewielki stopień powiązania teorii oczekiwanej użyteczności i behawioralnych zachowań inwestorów, jednak — z drugiej strony — jest ona dobrym normatywnym narzędziem do analizy procesu decyzyjnego i punktem odniesienia dla modeli deskryptywnych. Analiza średniej i wariancji jest w tym kontekście podejściem pragmatycznym, może jednak wielokrotnie dostarczać błędnego opisu

rzeczywistości [Hens, Bachmann, 2008, s. 87–91]. Wydaje się zatem, że TP i STP jest najlepszym opisem dla zachowań inwestorów i może być spójna zarówno z teorią nowoczesnego inwestowania, jak i teorią racjonalnego wyboru.

## Bibliografia

- Abdellaoui M. i inni, 2000, *Parameter free elicitation of utility and probability weighting functions*, „Management Science” 46, s. 1497–1512.
- Abdellaoui M. i inni, 2007, *Loss Aversion under Prospect Theory*, „Management Science” 53, s. 1659–1674.
- Abdellaoui M. i inni, 2007, *Reconciling introspective utility with revealed preference: experimental arguments based on prospect theory*, „Journal of Econometrics” 138, s. 356–378.
- Abdellaoui M. i inni, 2008, *A tractable method to measure utility and loss aversion under prospect theory*, „Journal of Risk and Uncertainty” 36, 245–266
- Abdellaoui M. i inni, 2011, *Do financial professionals behave according to prospect theory? An experimental study*, Theory Decisions, Springer Open Access.
- Akerlof, G.A., Yellen J.L., 1985, *Can small deviations from rationality make significant differences to economic equilibria?*, „The „American Economic Review” 75(4), s. 708–720.
- Altman M., 2006, *Handbook of Contemporary Behavioral economics*, ME Sharpe Inc., New York.
- Altman M., 2012, *Implications of Behavioral Economics for Financial Literacy and Public Policy*, „Journal of Socio-Economics” 41(5), s. 677–690.
- Allais, A., 1953, *Le Comportement de l'Homme Rationel Devant le Risque, Critique des Postulates et Axioms de l'Ecole americaine*, „Econometrica” 21, s. 503–546.
- Ariely D., 2008, *Predictably Irrational*, Harper Perennial, New York.
- Bell D., Raiffa H., Tversky A., 1988, *Decision Making: Descriptive, Normative and Prescriptive Interactions*, Cambridge University Press.
- Benartzi S., Thaler R.H., 1995, *Myopic loss aversion and the equity premium puzzle*, „Quartely Journal of Economics” 110, s. 73–92.
- Bernheim B. i inni. 2001. *What accounts for the variation in Retirement Wealth during US Household?*, „American Economic Review” 91, s. 832–854.
- Bertrand i inni, 2006, *Behavioral Economics and Marketing in Aid of Decision Making Among the Poor*, „Journal of Policy Making and Marketing” 25(1), s. 8–23.
- Bickhard M.H., 2002, *Critical principles: on the negative side of rationality*, „New Ideas in Psychology” 20, s. 1–34.
- Binmore K., 2009, *Rational Decisions*, Princeton University Press, New Jersey
- Birnbaum M.H., 2006, *Evidence against prospect theories in gambles with positive, negative and mixed consequences*, „Journal of Economic Psychology” 27, s. 737–767.
- Bleichrodt H. i inni, 2001, *Using descriptive findings of prospect theory to improve the prescriptive use of utility theory*, „Management Science” 47, s. 1498–1514.
- Bleichrodt H., Pinto J.L., 2000, *A Parameter free elicitation of the probability weighting function in medical decision analysis*, „Management Science” 46, s. 1485–1496.
- Bleichrodt H., von Rijn J., 1999, *Probability Weighting and Utility Curvature in QALY Based Decision making*, „Journal of Mathematical Psychology” 43, s. 238–260.
- Booij A.S., von de Kuilen G.. 2006. *Parameter Free analysis of the utility of money for the general population under prospect theory*, Working Papers, University of Amsterdam, Amsterdam.

- Brandstatter i inni, 2006, *The priority heuristic — making decision without trade-offs*, „Psychological Review” 113(2), s. 409–432.
- Camerer C.F., Ho T.H., 1994, *Violations of the betweenness axiom and nonlinearity in probability*, „Journal of Risk Uncertainty” 5, s. 325–370.
- Cheng M.Y. i inni, 2011, *Supporting International entry decisions for constructing firms using fuzzy preference relations and cumulative prospect theory*, „Expert Systems with Applications” 38, s. 15151–15158.
- Cramer C. 2003 *Behavioral Game Theory: Experiments in Strategic Interaction*, Princeton University Press, New Jersey
- Camerer C. i inni, 2004, *Advances in Behavioral Economics*, Russell Sage Foundation, Thousand Oaks.
- Damasio A., 2003, *Looking for Spinoza: Joy, Sorrow and the Feeling Brain*, Harcourt, Orlando.
- DeMiguel i inni, 2006, *1/N*, EFA Zurich Meetings, dostęp online przez SSRN.
- Diamond P., Vartiainen H., 2007, *Behavioral Economics and Its Applications*, Princeton University Press, New Jersey.
- Diether K., i inni, 2002, *Stock prices and differences of opinion: empirical evidence that stock prices reflect optimism*, „Journal of Finance”, s. 2113–2141.
- Dohmen T. i inni, 2005, *Individual risk attitudes: new evidence from large, representative, experimentally-validated survey*, IZA discussion Paper Series, Bonn.
- Ellsberg D., 1961, *Risk, Ambiguity, and the savage axioms*, „Quarterly Journal of Economics” 75, s. 643–669.
- Eriksson K., Simpson B., 2010, *Emotional reactions to losing explain gender differences in entering a risky lottery*, „Journal of Decision Making” 5, s. 159–163.
- Etchart-Vincent N., 2004, *Is probability weighting sensitive to the magnitude of consequence? An experimental investigation on losses*, „Journal of Risk and Uncertainty” 28, s. 217–235,
- Evans J., Over D., 1997, *Rationality and reasoning*, Hove, UK Psychology Press.
- Fischburn P., Kochenberger G., 1979, *Two-piece von Neumann-Morgenstern utility functions*, „Decision Science” 10, s. 503–518.
- Frederick S. i inni. 2002. *Time discounting and time preference, A critical review*, „Journal of Economics” 40, s. 351–401.
- Fehr-Duda H. i inni, 2006, *Gender, financial risk, and probability weights*, „Theory and Decision” 60, s. 283–313.
- Fehr-Duda H. i inni, 2007. *Risk and rationality: the effect of incidental mood on Probability Weighting*, Working Papers 703, Socioeconomic Institute, University of Zurich, Zurich.
- Fror O., 2008, *Bounded rationality in contingent valuation: empirical evidence using cognitive psychology*, „Ecological Economics” 68, s. 570–581.
- Fox C.R., Hadar L., 2006, *Decisions from experience*, „Judgment Decision Making” 1, 159–161.
- Fox C.R., See K.S., 2003, *Belief and Preference in decision under uncertainty*, w: Hardman D., Macchi L. (redakcja), *Reasoning and Decision Making: Current Trends and Perspectives*, Wiley, New York, s. 273–314.
- Gaines B.R., 2010, *Human Rationality Challenges Universal Logic*, „Logica Universalis” 4, s. 163–205.
- Gigerenzer G., 2008, *Rationality for Mortals*, Oxford University Press, New York.
- Gigerenzer G., Todd P.M., 1999, *Simple Heuristics that make us smart*, Oxford University Press, New York.
- Gigerenzer G., Todd P.M., 2000, *Precise of simple heuristics that make us smart*, „Behavioral and Brain Science” 23, s. 727–780.

- Gigerenzer G., Todd P.M., 2003, *Bounded Rationality to the world*, „Journal of Economic Psychology” 24, s. 143–165.
- Glimcher i inni, 2005, *Physiological utility theory and the neuroeconomics of choice*, „Games and Economic Behavioral” 52, s. 213–256.
- Glimcher i inni, 2009, *Neuroeconomics — decision making and the brain*, Elsevier, London.
- Glockner A., Betsch T., 2008, *Do people make decisions under risk based on ignorance? An empirical test of the priority heuristic against cumulative prospect theory*, „Organizational Behavior and Human Decision Processes” 107, s. 75–95.
- Goda K., Hong H.P., 2008, *Application of cumulative prospect theory: Implied seismic design preference*, „Structural Safety” 30, s. 506–516.
- Gust H. i inni, 2011, *Rationality and General Intelligence*, LCNS, Mountain View, s. 174–183.
- Hang Y., Fischbach A., 2005, *The role of anticipated emotions in the endowment effect*, „Journal of Consumer Psychology” 15(4), s. 316–324.
- Hau R. i inni, 2008, *The description-experience gap in risky choices: the role of sample size and experienced probabilities*, „Journal of Behavioral Decision Making” 21, s. 492–518.
- Hens T., Bachmann K., 2008 *Behavioral finance for Private Banking*, John Wiley & Sons, London.
- Hens T., Wang M., 2007, *Does the finance have a cultural dimension?*, Working Papers 377, FINRISK, Zurich.
- Hertwig R., 2011, *The psychology and rationality of decisions from experience*, „Synthese” 187, s. 269–292.
- Herwig R. i inni, 2004, *Decision from experience and the effect of rare events in risky choices*, „Trends in Cognitive Science” 13, s. 621–642.
- Hinloopen J. (redakcja), 2011, *Experiments and Competition Policy*, Cambridge University Press, New York.
- Hastie R., Dawes R.M., 2001, *Rational Choice in an Uncertain World*, Sage, Thousand Oaks, SA.
- Hogarth R.M., Reder M.W. (redakcja), 1987, *Rational Choice*, University of Chicago Press, Chicago.
- Johnson E.J., Goldstein D., 2003, *Do defaults save lives?*, „Science” 302, s. 1338–1339.
- Jensen N.E., 1967, *An introduction to Bernoullian Utility Theory*, „Swedish Journal of Economics” 69, s. 163–183.
- Kahneman D., 2003 *Maps of bounded rationality: psychology for behavioral economics*, „American Economic Review” 93, s. 1449–1475.
- Kahneman D., 2011, *Thinking: Fast and Slow*, Allan Lane, London.
- Kahneman D. i inni, 1994, *Judgment Under Uncertainty: Heuristics and Biases*, Cambridge University Press s. 294–305.
- Kahneman D., Tversky A., 1979, *Prospect theory: an analysis of decision under risk*, „Econometrica” 47 (2), s. 263–291.
- Kahneman D., Tversky A., 2000, *Choices, Values and Frames*, Cambridge University Press, New York.
- Keynes J.M., 1936, *The General Theory of Employment*, Create Space 2011, New York.
- Knight F., 1921, *Risk, Uncertainty and Profit*, Houghton-Mifflin, Boston, MA.
- Lambie J.A., 2007, *On the irrationality of emotion and the rationality of awareness*, „Consciousness and Cognition” 17, s. 946–971.
- Lester B.Y., 2008, *An exploratory analysis of composite choices: weighing rationality versus irrationality*, „Journal of Socio-Economics” 40, s. 949–956.

- Lester B.Y., 2011, *An Exploratory analysis of composite choices: Weighting rationality versus irrationality*, „Journal of Socio-Economics” 40, s. 949–958.
- Luce R.D., Fishburn P.C., 1991, *Rank and sign-dependant linear utility models for finite first-order gambles*, „Journal of Risk and Uncertainty” 4, s. 29–59.
- Lo A., 2005, *The Adaptive Markets Hypothesis- Market Efficiency from Evolutionary Perspective*, „Journal of Investment Portfolio” 30, s. 15–29.
- Loewenstein G., 1992, *The Fall and Rise of Psychological Explanation in the Economics of Intertemporal Choice*, w: Loewenstein G., *Choice over Time*, Russell Sage Foundation, New York.
- Loewenstein G., 1996, *Out of Control: Visceral influences on Behavior*, „Organizational Behavior and Human Decision Processes” 65, s. 272–292.
- Loewenstein G. i inni, 2008, *Neuroeconomics*, „The Annual Review of Psychology” 59, s. 647–672.
- Loewenstein G., Prelec D., 1992, *Anomalies in Intertemporal Choice — evidence and an interpretation*, „The Quarterly Journal of Economics” 107:2, s. 573–597.
- Loomes G. and Sugden, R., 1982, *Regret theory: An alternative theory of rational choice under uncertainty*, „Economic Journal” 92(4), s. 805–24.
- Maital S., 2004, *Daniel Kahneman: on redefining rationality*, „Journal of Socio-Economics” 33, s. 1–14.
- McFadden D., 1999, *Rationality for Economics?*, „Journal of Risk and Uncertainty” 19:1–3, s. 73–105.
- McKenzie R.B., 2009, *Predictably Rational*, Springer, Berlin-Heidelberg.
- Mullainathan S. 2002, *A Memory: Based Model of Bounded Rationality*, „Quarterly Journal of Economics”, 117(2), s. 735–774.
- Myerson R., 1997, *Game Theory: Analysis of Conflict*, Harvard University Press, New York.
- Newel, B.R., 2005, *Re-visions of Rationality* „Trends in Cognitive Sciences” 9.1, s. 11–16.
- Nilsson H. i inni, 2011, *Hierarchical Bayesian parameter estimation for cumulative prospect theory*, „Journal of Mathematical Psychology” 55, s. 84–93.
- Nwogugu M., 2006, *A further critique of cumulative prospect theory and related approaches*, „Applied Mathematics and Computation” 179, s. 451–465.
- Payne J.W. i inni, 1981, *Further tests of aspiration level effects in risky choice*, „Management Science” 27, s. 953–958.
- Pennings J.M.E., Smidts A., *The shape of utility functions and organizational behavior*, „Management Science” 43, s. 1251–1263.
- Perlec D., 1998, *The probability Weighting Function*, „Econometrica” 66, s. 497–527.
- Popper K.R., 1990, *Life is problem solving*, Routledge, London.
- Russell S., 1997, *Rationality and Intelligence*, „Artificial Intelligence” 94, s. 57–77.
- Rustichini A., 2009, *Neuroeconomics: what have we found and what should we search for*, „Neurobiology” 19, s. 672–677.
- Savage L.J., 1954. *The Foundations of Statistics*, Willey, New York.
- Samuelson P., 1937, *A Note on Measurement of Utility*, „Review of Economic Study” 4, s. 155–161.
- Samuelson W., Zeckhauser R., 1988, *Status quo bias in decision making*, „Journal of Risk and Uncertainty” 1, s. 7–59.
- Secchi E. 2010, *Extendable Rationality: Understanding Decision Making in Organizations (Organizational Change and Innovation)*, Springer, New York.
- Scherer K.R., 2005, *Psychological models of emotion*, w: Borod J. (redakcja), *The neuropsychology of emotion*, Oxford University Press, Oxford, s. 137–166.

- Schmidt U., 2002, *Reference dependence in cumulative prospect theory*, „Journal of Mathematical Psychology” 47, s. 122–131.
- Schmidt U., Traub S., 2002, *An experimental test of loss-aversion*, „Journal of Risk and Uncertainty” 25, 233–249.
- Schumpeter J., 1954, *History of Economics Analysis*, Oxford University Press, New York.
- Simon H.A., 1959, *Theories of Decision-Making in Economics and Behavioral Science*, „American Economic Review” 21, s. 253–283.
- Simon H.A., 1982, *Models of Bounded Rationality*, vol. 1, MIT Press, Cambridge, MA.
- Simon H.A., 1999, *Bounded Rationality in Social Science: Today and Tomorrow*, „Mind & Society” 1, s. 25–39.
- Sharif E., Tversky A., 1992, *Thinking through uncertainty: Nonconsequential Reasining and Choice*, „Cognitive Psychology” 24, s. 449–474.
- Shore B., 1996, *Culture of Mind: Cognition, Culture and the Problem of Meaning*, Oxford University Press, New York.
- Smith A., 1759, *The Theory of Moral Sentiment*, Empire Books 2011, New York.
- Smith V., 1962, *An experimental study of competitive market behavior*, „Journal of Political Economy” 3(1), s. 151–169.
- Smith V. 2005 *Behavioral economics research and the foundations of economics*, „Journal of Socio-Economics” 34, s. 135–150
- Slovic P., Lichtenstein S., 1983, *Preferences Reversals: a broader perspective*, „American Economic Review” 73(4), s. 596–605.
- Stanovich K.E., 2011, *Rationality and the Reflective Mind*, Oxford University Press, New York.
- Stanovich K.E., West R.F., 2000, *Individual differences in reasoning — Implications for the rationality debate?*, „Behavioral and Brain Science” 23(5), s. 645–726.
- Stott H.P., 2006, *Cumulative prospect theory’s functional menagerie*, „Journal of Risk and Uncertainty” 32, s. 101–130.
- Takahashi T., 2011, *Neuroeconomics of suicide*, „Neuro Endocrinology Letters” 32(4), s. 400–404.
- Thaler R., 1981, *Some Empirical Evidence on Dynamic Inconsistency*, „Economic Letters” 81, s. 201–207.
- Thaler R., 1985, *Mental Accounting and Consumer Choice*, „Marketing Research” 4, s. 199–214.
- Thaler R., 1999, *Mental Accounting Matters*, „Journal of Behavioral Decision Making” 12, s. 183–206.
- Thaler R.H., Sunstein C.R., 2009, *Nudge*, Penguin, New York.
- Todd P.M., 2000, *The ecological rationality of mechanism evolved to make up minds*, „American Behavioral Scientist” 43(6), s. 940–956.
- Tversky A., Fox C.R., 1995, *Weighing risk and uncertainty*, „Psychological Review” 102, 269–283.
- Tversky A., Kahneman D., 1974, *Judgment under uncertainty: heuristics and biases*, „Science” 185, s. 1124–1131.
- Tversky A., Kahneman D., 1992, *Advances in Prospect Theory: Cumulative Representations of Uncertainty*, „Journal of Risk and Uncertainty” 5, s. 297–323.
- Tyszka T., 2011 *Decyzje*, GWP, Gdańsk.
- Von Neumann J., Morgenstern O., 1947, *Theory of Games and Economic Behavior*, Princeton University Press, Princeton, NJ.
- Vriend N.J., 1996, *Rational behavior and economic theory*, „Journal of Economic Behavior & Organization” 29, s. 263–285.



- Wakker P.P., 2001, *Testing and characterizing properties of non-additive measures through violations of the sure-thing principle*, „Econometrica” 69, s. 1039–1059.
- Wakker P.P., Deneffe D., 1996, *Eliciting von Neumann-Morgenstern utilities when probabilities are disturbed or unknown*, „Management Science” 42, s. 1131–1150.
- Warneryd K.E., 1996, *Risk attitudes and risky behavior*, „Journal of Economic Psychology” 17, s. 749–770.
- Weber E.U., Hsee Ch., 1998, *Cross-cultural Differences in Risk Perception but Cross-cultural Similarities in Attitudes Towards Perceived Risk*, „Management Science” 44(9), s. 1205–1217.
- Weber E.U., Hsee Ch., 1999, *Cross-national Differences in Risk preference and Lay Predictions*, „Journal of Behavioral Decision Making” 12, s. 165–179.
- Weber i inni, 2002, *A domain-specific risk attitude risk scale: Measuring risk perception and risk behaviors*, „Journal of Behavioral Decision Making” 15, s. 263–290.
- Weber E.U., Bontempo R.N., Bottom W.P., 1997, *Cross-cultural Differences in Risk Perception: A Model Based Approach*, „Risk Analysis” 17(4), s. 479–488.
- Wu G., Gonzalez R., 1996, *Curvature of the probability weighing function*, „Management Science” 42, s. 1676–1690.
- Wu G., Gonzalez R., 1998, *Common consequence conditions in decision making under risk*, „Journal of Risk and Uncertainty” 16, s. 115–139.
- Wu G., Gonzalez R., 1999, *Nonlinear decision weights in choice under uncertainty*, „Management Science” 54, s. 1322–1335.
- Xu H. i inni, 2011, *A decision-making rule for modeling travelers route choice behavior based on cumulative prospect theory*, „Transportation Research Part C”, s. 218–228.
- Yang B., Lester D., 2008, *Reflections on rational choice — the existence of systematic rationality*, „Journal of Socio-Economics” 37, s. 1218–1233.
- Zafirowski M., 2006, *Classical and neoclassical conceptions of rationality — findings of an exploratory survey*, „The Journal of Socio-Economics” 37, s. 789–820.
- Zielonka P., 2006, *Behawioralne aspekty inwestowania na rynku papierów wartościowych*, CeDeWu, Warszawa.

## **A b s t r a c t** Cumulative Prospect Theory as a model of economic rationality



Most economic models are prescriptive and based on expected utility theory. Decisions taken on the basis of these models ought to be completely rational and consistent with axioms of the expected utility theory. Prospect theory (PT) is an alternative theory of choice under risk and increasingly used to explain deviations from the traditional paradigm of rational agents. It is important to understand the concept of the PT and its cumulative representation, as well as how it is measured and whether and to what extent PT supports real decisions under risk. This article explores these questions and deliver some axiomatic research review of Cumulative Prospect Theory (CPT) as a framework for decision under risk.

**Key words:** Rationality, Expected Utility Theory, Prospect Theory, Cumulative Prospect Theory, Probability weighting, Risk aversion

**JEL Classification:** E02, E66, C92, D03