

# Autoreferat

## Spis treści

<b>1</b>	<b>Wstęp.....</b>	<b>1</b>
<b>2</b>	<b>Wykształcenie, praca zawodowa .....</b>	<b>1</b>
<b>3</b>	<b>Osiągnięcie naukowe przedstawione do oceny.....</b>	<b>3</b>
3.1	Obszar badań .....	4
3.2	Program badawczy realizowany w osiągnięciu naukowym .....	7
3.3	Szczegółowy opis osiągnięcia naukowego.....	9
3.4	Podsumowanie najważniejszych wyników.....	19
<b>4</b>	<b>Pozostały dorobek naukowy.....</b>	<b>20</b>
<b>5</b>	<b>Podsumowanie dorobku naukowego .....</b>	<b>22</b>
<b>6</b>	<b>Spis cytowanej literatury .....</b>	<b>25</b>

## 1 Wstęp

Celem autoreferatu jest zaprezentowanie mojego dorobku naukowego. Tekst składa się z sześciu części. W części drugiej przedstawiłem przebieg swojego wykształcenia oraz pracy zawodowej. W części trzeciej wskazałem i opisałem osiągnięcie naukowe przedstawione do oceny. Część czwarta poświęcona jest omówieniu pozostałego dorobku naukowego, natomiast w części piątej przedstawiłem podsumowanie swojego dorobku naukowego, dydaktycznego i organizacyjnego. Wreszcie część szóstą zawiera spis publikacji naukowych przywołanych w tekście.

Mój dorobek naukowy, dydaktyczny i organizacyjny scharakteryzowałem bardziej szczegółowo w Załączniku 4 do wniosku. Wykaz opublikowanych prac naukowych przedstawia dodatkowo analiza bibliometryczna wykonana przez Bibliotekę Szkoły Głównej Handlowej w Warszawie, również załączona do wniosku.

## 2 Wykształcenie, praca zawodowa

W latach 1999-2004 studiowałem w Szkole Głównej Handlowej w Warszawie (SGH) na kierunku „Stosunki międzynarodowe”. Po przedstawieniu pracy magisterskiej pt. „Teoria aukcji jednoobektowych”, której promotorem była prof. dr hab. Honorata Sosnowska, ukończyłem studia z wynikiem bardzo dobrym i otrzymałem tytuł zawodowy magistra 21 października 2004 roku.

W latach 2002-2004 równolegle studiowałem w Uniwersytecie Jana Gutenberga w Mainz na kierunku *Volkswirtschaftslehre* (Ekonomia) w ramach programu „Podwójny dyplom” Polsko-Niemieckiego Forum Akademickiego. Po przedstawieniu dwóch prac pt.: a) *Fairness als Nicht-Neid* („Sprawiedliwość jako brak zazdrości”, praca w języku niemieckim), której promotorem był prof. Georg Tillmann, oraz b) *Modelling Default Using Copulas*

(„Modelowanie niewypłacalności kredytowej przy wykorzystaniu funkcji Copula”, praca w języku angielskim), której promotorem był prof. Siegfried Trautmann, ukończyłem studia z wynikiem bardzo dobrym i otrzymałem tytuł *Diplom Volkswirt* (magister ekonomii) 21 października 2004 roku.

W 2005 roku rozpocząłem studia w ramach międzynarodowego programu doktorskiego na Wydziale Ekonomii w Europejskim Instytucie Uniwersyteckim (*European University Institute*, EUI) we Florencji, gdzie studiowałem w latach 2005-2009. Pod okiem promotora prof. Pascala Courty i promotora pomocniczego prof. Fernando Vega-Redondo rozpocząłem badania naukowe w dziedzinie teorii decyzji i ekonomii behawioralnej.

W 2006 roku dołączyłem do programu *European Doctoral Program in Quantitative Economics*, w ramach którego spędziłem rok akademicki 2007/2008 w *Bonn Graduate School of Economics* (BGSE) na Uniwersytecie w Bonn, prowadząc badania naukowe pod kierunkiem prof. Paula Heidhuesa.

W maju 2007 roku otrzymałem tytuł *Master of Research* nadawany przez Wydział Ekonomii EUI. We wrześniu 2008 roku prowadziłem autorski wykład *Background course in mathematics* a w styczniu 2009 roku zajęcia z teorii decyzji do wykładu *Micro III* prowadzonego przez prof. Pascala Courty dla studentów pierwszego roku programu doktorskiego z ekonomii w EUI.

W latach 2007-2010 uczestniczyłem w serii prestiżowych zaawansowanych szkół letnich i warsztatów naukowych m.in. *Summer School in Economic Theory* na Uniwersytecie Hebrajskim w Jerozolimie (2007, 2008), *Tinbergen Institute lectures* w Rotterdamie (2007, 2009), warsztaty w *Centro di Ricerca Matematica di Enrico de Giorgi* w Pizie (2010).

Tytuł doktora ekonomii (*Doctor of Economics*) otrzymałem 15 stycznia 2010 roku po przedstawieniu rozprawy doktorskiej pod tytułem *Risk attitudes and measures of value for risky lotteries* (Postawy wobec ryzyka a miary wartości ryzykownych loterii) i obronie przed Komisją profesorów: Pascal Courty (I promotor), Fernando Vega-Redondo (II promotor), Robert Sugden (recenzent, *University of East Anglia*), Roberto Serrano (recenzent, *Brown University*). Praca doktorska została opublikowana jako monografia naukowa EUI.

Od października 2010 roku zatrudniony jestem jako adiunkt w Zakładzie Wspomagania i Analizy Decyzji (ZWIAD) Instytutu Ekonometrii w Kolegium Analiz Ekonomicznych (KAE) Szkoły Głównej Handlowej w Warszawie, gdzie prowadzę badania naukowe i zajęcia dydaktyczne. Moje badania naukowe koncentrują się wokół teorii decyzji w kontekście ryzyka, niepewności i czasu oraz behawioralnej teorii gier.

W trakcie mojego zatrudnienia w SGH odbyłem kilkakrotnie wizyty naukowe, których celem było konsultowanie lub współtworzenie wyników naukowych, między innymi:

- a) Wyjazd studyjny (II 2013) do następujących ośrodków naukowych na zaproszenie profesorów: *University of California San Diego* (Mark Machina, Joel Sobel), *University of California Los Angeles* (Rakesh Sarin), *University of California Irvine* (Igor Kopylov), *Stanford University* (Andrzej Skrzypacz), *Rady School of Management* (Harry Markowitz), *State University of California w Fullerton* (Michael Birnbaum, Allen Parducci),
- b) Wyjazd studyjny (IX 2013) do następujących ośrodków naukowych na zaproszenie profesorów: *University of California San Diego* (Mark Machina), *Harvard University* (Tomasz Strzalecki), *Boston University* (Jawaad Noor), *Massachusetts Institute of Technology* (Drazen Prelec),

### 3 Osiągnięcie naukowe przedstawione do oceny

- c) Seminarium i wspólne pisanie artykułu naukowego (III 2018): *Universitat Pompeu Fabra* w Barcelonie i Cap Sa Sal (na zaproszenie Manela Baucellsa, profesora *Darden School of Business* w Wirginii).

Obok pracy w SGH, od stycznia 2011 roku zatrudniony jestem dodatkowo na stanowisku konsultanta w Głównym Urzędzie Statystycznym w Warszawie (GUS). W ramach pracy w GUS zajmuję się rozwijaniem nowatorskich metod dekompozycji następujących zmiennych: a) wzrostu PKB *per capita*, b) różnic i zmian różnic w WDB *per capita* oraz c) zróżnicowania PKB *per capita* wg współczynnika Theila. Metody te służą do identyfikacji różnic regionalnych.

### 3 Osiągnięcie naukowe przedstawione do oceny

Cykl wymienionych niżej publikacji pod wspólnym tytułem „**Racjonalistyczne a behawioralne podejście w modelowaniu decyzji w kontekście ryzyka**” wskazuję jako osiągnięcie naukowe w rozumieniu Ustawy z dnia 14 marca 2003 roku o stopniach naukowych i tytule naukowym oraz o stopniach i tytule w zakresie sztuki (art. 16, ust. 1 i 2), stanowiące znaczny wkład w rozwój dyscypliny ekonomia w dziedzinie nauk ekonomicznych.

- 1) **M. Lewandowski** (2013), **Risk Attitudes, Buying and Selling Price for a Lottery and Simple Strategies**, *Central European Journal of Economic Modelling and Econometrics* 5(1): ss. 1-34, **MNiSW = 8**.
- 2) **M. Lewandowski** (2014), **Buying and selling price for risky lotteries and Expected Utility theory with gambling wealth**, *Journal of Risk and Uncertainty* 48(3): ss. 253-283, **IF = 1,125, MNiSW = 35**;
- 3) **M. Lewandowski** (2017a), **Prospect Theory versus Expected Utility Theory: Assumptions, predictions, intuition and modelling of risk attitudes**, *Central European Journal of Economic Modelling and Econometrics* 9, ss. 275–321, **MNiSW = 14**;
- 4) **M. Lewandowski** (2018), **Complementary symmetry in Cumulative Prospect Theory with random reference**, *Journal of Mathematical Psychology* 82, ss. 52–55, **IF = 2,176, MNiSW = 40**;
- 5) **K. Kontek, M. Lewandowski** (2018), **Range-dependent utility**, *Management Science* 64 (6), ss. 2812–2832, **IF = 3,544, MNiSW = 40**.

W powyższych artykułach rozpatrywałem następujące problemy badawcze:

- i. Wyjaśnienie tzw. paradoksów oczekiwanej użyteczności ze szczególnym uwzględnieniem paradoksów związanych z ceną kupna i sprzedaży, takich jak paradoksy: luki pomiędzy ceną kupna i sprzedaży (*Willingness-To-Pay/Willingness-To-Accept disparity*), odwrócenia preferencji (*preference reversal*) oraz komplementarnej symetrii (*complementary symmetry*);
- ii. Określenie minimalnego stopnia odejścia od normatywnych postulatów racjonalności koniecznego do wyjaśnienia poszczególnych paradoksów oczekiwanej użyteczności;
- iii. Rozróżnienie pomiędzy teorią a modelami oczekiwanej użyteczności w kontekście debaty przedstawicieli nurtu behawioralnego, dokonujących krytyki teorii oczekiwanej użyteczności i postulujących zastąpienie jej przez teorię perspektywy, z przedstawicielami nurtu racjonalistycznego, odpierającymi tę krytykę;
- iv. Stworzenie teorii użyteczności oraz reprezentacji aksjomatycznej preferencji zależnych od zakresu, które wyjaśniają najważniejsze paradoksy oczekiwanej użyteczności w

### 3.1 Obszar badań

sposób wymagający mniejszego odstępstwa od racjonalności decydenta niż dotychczasowe wyjaśnienia.

Moje osiągnięcie naukowe wpisuje się w szeroki kontekst modelowania decyzji w warunkach obiektywnej niepewności (ryzyka) oraz żywej i budzącej sporo emocji debaty naukowej (toczonej na łamach czasopism i podczas konferencji naukowych) pomiędzy przedstawicielami klasycznego nurtu racjonalistycznego a szybko zyskującego na znaczeniu w ekonomii nurtu psychologiczno-behawioralnego.

Ze względu na interdyscyplinarny charakter badanego obszaru badawczego oraz wynikającą z niego wielość podejść metodologicznych i brak konsensusu co do podstawowych założeń teorii, w kolejnej części zdefiniowałem przyjętą przeze mnie metodologię oraz opisałem kwestie sporne i główne stanowiska występujące we wspomnianej debacie. Następnie w części 3.2 określiłem swoje stanowisko, które zarazem jest moim programem badawczym realizowanym w osiągnięciu naukowym przedstawionym do oceny. Dopiero w tak szeroko zarysowanym kontekście w części 3.3 omówione są w sposób szczegółowy wyniki naukowe w artykułach będących częścią tego osiągnięcia. Część 3.4 stanowi podsumowanie najważniejszych wyników.

## 3.1 Obszar badań

### Teoria decyzji w warunkach obiektywnej niepewności

Przez wybór w warunkach niepewności rozumiany jest taki rodzaj wyboru indywidualnego, gdzie konsekwencja, zwana także wypłatą (*consequence/payoff*), nie jest deterministyczna, lecz zależy od rozstrzygnięcia niepewności (*resolution of uncertainty*), które dokonuje się po podjęciu decyzji, a które modelowane jest poprzez zajście jednego ze zbioru wszystkich stanów świata (*state of nature*).

Wyróżnia się dwa rodzaje niepewności (Machina, Siniscalchi, 2014): subiektywną (*subjective uncertainty*), w której nie są znane obiektywne prawdopodobieństwa zajścia poszczególnych stanów świata oraz obiektywną (*objective uncertainty*), zwaną także ryzykiem (por. Knight, 1921), w której te prawdopodobieństwa są znane. Niepewność reprezentowana jest poprzez zmienną losową, zwaną aktem<sup>1</sup> (*act*), która przyporządkowuje elementom ze zbioru stanów świata elementy ze zbioru konsekwencji. Obiektywna niepewność występuje wówczas, gdy mierzalna przestrzeń stanów świata jest przestrzenią probabilistyczną. Jest reprezentowana za pomocą rozkładu prawdopodobieństwa aktu, który to rozkład nazywany jest loterią (*lottery*) lub zakładem (*gamble*). Akt lub loteria to przykłady elementów zbioru wyboru (*choice set*). Decyzja polega na wyborze jednego elementu z podzbioru zbioru wyborów, który to podzbiór reprezentuje wybory dostępne w danej sytuacji decyzyjnej.

Aby zachować testowalność i falsyfikowalność teorii musi się ona opierać na elementach obserwowalnych. W związku z tym w teorii decyzji zakłada się zgodnie z tzw. zasadą ujawnionych preferencji (*revealed preferences approach*), że preferencje są bezpośrednio powiązane z rzeczywistymi wyborami, które są obserwowalne, a nie z subiektywnymi odczuciami decydenta wyrażonymi na przykład w deklaracjach, które obserwowalne nie są. Jeżeli na przykład decydent wybrał element  $f$  z podzbioru  $F$  zbioru wyborów, to, na mocy zasady ujawnionych

---

<sup>1</sup> Czasami stosuje się określenie akt Savage'a (*Savage act*), aby odróżnić to pojęcie od aktu Anscombe-Aumanna (*AA-act*), w którym elementom ze zbioru stanów świata przyporządkowuje się rozkłady prawdopodobieństwa zmiennej losowej. Patrz Savage (1954) i Anscombe-Aumann (1963).

### 3.1 Obszar badań

preferencji, dla każdego elementu  $f'$  ze zbioru  $F$ , element  $f$  jest co najmniej tak dobry dla decydenta jak  $f'$ .

Zapis „co najmniej tak dobry dla decydenta jak” (*at least as good as*) jest reprezentowany za pomocą relacji binarnej na zbiorze wyborów i oznaczany jako  $\succeq$ . Jeżeli relacja ta spełnia określone postulaty/aksjomaty, wówczas nazywana jest relacją preferencji (*preference relation*). W teorii decyzji w warunkach obiektywnej niepewności/ryzyka przyjmuje się, że decyzje (a zatem także i preferencje) zależą wyłącznie od rozkładu prawdopodobieństwa wypłat, czyli są niezależne od stanów świata, w których dane wypłaty zachodzą. Relacja preferencji jest wówczas podzbiorem produktu kartezjańskiego zbioru loterii z samym sobą.

Decyzje w warunkach ryzyka są modelowane formalnie jako zbiór loterii oraz relacja preferencji na tym zbiorze. W zależności od spełnionych przez tę relację aksjomatów reprezentujących zasady, które rządzą lub powinny rządzić (podejście normatywne) wyborami pomiędzy loteriami, wyróżnia się różne teorie/modele podejmowania decyzji.

### Paradygmat Oczekiwanej Użyteczności

Najbardziej rozpowszechnioną i najbardziej znaną jest teoria oczekiwanej użyteczności (*Expected Utility Theory*, teoria EU). W postaci hipotezy, została zaproponowana przez Bernoulli D. (1738) jako sposób rozwiązania paradoksu petersburskiego, sformułowanego przez Bernoulli N. (1713). Aksjomatyczna reprezentacja preferencji oczekiwanej użyteczności została sformułowana przez von Neumann, Morgenstern (1944). Obecnie przyjmuje się najbardziej oszczędną wersję (Fishburn, 1970) opartą na trzech aksjomatach: preporządku zupełnego (relacja jest zupełna i przechodnia), ciągłości i niezależności.

Teoria EU została początkowo pomyślana jako kardynalny sposób mierzenia użyteczności w kontekście strategii mieszanych w grach o sumie zerowej, szybko jednak zyskała dużą popularność w ekonomii – została zastosowana w wielu działach oraz wiodących nurtach szeroko pojętej ekonomii do modelowania decyzji w warunkach ryzyka. Wiele ważnych hipotez i modeli w ekonomii jest opartych na teorii EU; na przykład w makroekonomii: hipoteza stałego dochodu (*permanent income hypothesis*, Friedmann, 1957), hipoteza racjonalnych oczekiwań (*rational expectations hypothesis*, Lucas, 1972); w finansach: teoria wyboru portfela (Markowitz, 1952), Capital Asset Pricing Model (Sharpe, 1964), hipoteza rynków efektywnych (*efficient market hypothesis*, Fama, 1965); w mikroekonomii: teoria aukcji (Vickrey, 1964), modele asymetrii informacji (*asymmetric information*, Akerlof, 1970) etc.

Popularność teorii EU bierze się z faktu, że jest to teoria normatywna, tj. taka która opisuje, jak decyzje powinny być podejmowane w sposób racjonalny. Aksjomaty tej teorii są traktowane jako postulaty racjonalności w kontekście decyzji podejmowanych w sytuacji ryzyka. Osoby, których zachowania są niezgodne z aksjomatami tej teorii są podatne na akceptację tzw. ksiąg holenderskich (*Dutch books*, Yaari, 1985), tj. odpowiednika arbitrażu w teorii decyzji.<sup>2</sup>

Formalizm matematyczny teorii EU i jej dogodne własności, takie jak liniowość krzywych obojętności, sprawiają, że przekształcenia są proste i możliwe jest uwzględnienie różnorodnych postaw decydentów względem ryzyka w oszczędny sposób. Dobrą ilustracją tej ostatniej zalety jest fakt, że naukowcy prawie jednogłośnie akceptują definicję awersji do ryzyka jako jedną

---

<sup>2</sup> Księga holenderska to taka sekwencja proponowanych wymian, które jeżeli będą dokonane, prowadzą do pewnej straty dla akceptującego i pewnego zysku dla proponującego, zwanego także bukmacherem. Decydent jest podatny na księgi holenderskie, jeżeli można skonstruować księgę holenderską, którą on zaakceptuje.

### 3.1 Obszar badań

z często występujących postaw względem ryzyka i zgadzają się co do sposobu jej pomiaru zaproponowanym przez Arrow (1965) i Pratt (1964). Jednocześnie jednak nie ma konsensusu w środowisku naukowym co do definicji i sposobu pomiaru samego ryzyka (Aumman, Serrano, 2008).

#### **Spór behawiorystów z racjonalistami**

Z normatywnego charakteru i prostoty modeli EU bierze się również ich główna słabość. Wiele decyzji nie jest podejmowanych w środowisku zbliżonym do rynkowego, gdzie możliwa jest pełna weryfikacja wyników i tym samym uświadomienie sobie faktu popełnienia błędu przez decydenta i w konsekwencji korekta samej decyzji. Okazuje się również, że istnieją czynniki mające istotny wpływ na podejmowane decyzje, a które nie są uwzględnione w modelach EU.

Począwszy od klasycznego paradoksu Allais (Allais, 1954) a skończywszy na paradoksie Rabina (Rabin, 2000), na przestrzeni lat powstało wiele prac dokumentujących wyniki eksperymentów, które demonstrują domniemane odstępstwa zachowań ludzkich od tych zgodnych z teorią EU. Jeżeli dany wynik tego typu eksperymentu jest replikowany wielokrotnie przez różnych badaczy i w różnych kontrolowanych badaniach eksperymentalnych, w których ogranicza się możliwy wpływ czynników trzecich, wówczas taki wynik zwykle się nazywać paradoksem EU. Można powiedzieć, że nurt behawioralny jest w dużej mierze oparty i motywowany istnieniem, odnajdowaniem i wyjaśnianiem paradoksów klasycznej teorii normatywnej, a w szczególności paradoksów EU dla decyzji w kontekście ryzyka.

Krytyka standardowego podejścia w ekonomii wywołała reakcję naukowców reprezentujących to podejście. W uproszczeniu można przyjąć, że obecnie istnieją i toczą ze sobą spór naukowy przedstawiciele dwóch nurtów: nurtu klasycznego, zwanego również nurtem normatywnym lub racjonalistycznym (*rationalist view*) oraz nurtu behawioralnego, zwanego również deskryptywnym lub psychologicznym (*behavioral view*). W dalszej części autoreferatu dla uproszczenia stosowane będą określenia: racjoniści i behawioryści.

Dobrą ilustracją dla charakteru debaty naukowej pomiędzy tymi dwoma nurtami jest praca, która jest swoistym podsumowaniem bogatej literatury na temat paradoksów EU. Rabin, Thaler (2001) oświadczają, że „oczekiwana użyteczność jest Eks-hipotezą” i że czują się „jak klient w sklepie zoologicznym uderzający martwą papugą w ładę”<sup>3</sup>. Jednocześnie z postulatem porzucenia teorii EU autorzy wzywają do przyjęcia teorii perspektywy (*prospect theory*, PT, Kahnemann, Tversky, 1979, Tversky, Kahnemann, 1992), jako teorii, która rozwiązuje większość problemów teorii EU i dlatego powinna zastąpić tą teorię i objąć status obowiązującej teorii podejmowania decyzji w warunkach ryzyka.

W jednej z prac napisanych w odpowiedzi na krytykę teorii EU, Rubinstein (2006) posługując się bajką na kanwie biblijnego opowiadania o Adamie i Ewie w ogrodzie rajskim, stara się wykazać błędny sposób myślenia behawiorystów: wskazuje, że możliwość absurdalnych wniosków wyciąganych na podstawie rozsądnych założeń (*dilemma of absurd conclusions*) jest nieodłączną częścią każdego modelu ekonomicznego, który powinien być traktowany raczej jak bajka niż jak szczegółowy opis rzeczywistości. A w bajce ważny jest morał a nie fakt, że fabuła niedokładnie przystaje do rzeczywistości. Stąd wg Rubinsteina podobnie jak w przypadku bajki, fakt występowania w niektórych sytuacjach absurdalnych implikacji

---

<sup>3</sup> Rabin, Thaler (2001), p. 230. Jest to nawiązanie do słynnego skeczu z „Latającego Cyrku Monthy Pythona”, w którym klient, który przyszedł z reklamacją do sklepu zoologicznego, usiłuje przekonać sprzedawcę, że papuga, którą kupił w tym sklepie jest martwa.

### 3.2 Program badawczy realizowany w osiągnięciu naukowym

modelu EU nie powinien być podstawą do jego odrzucenia. W przeciwnym przypadku, musielibyśmy odrzucić wszystkie modele.

Sednem szerokiego sporu behawiorystów z racjonalistami wydaje się być następujące pytanie: Jakie cechy powinien posiadać dobry model podejmowania decyzji? Behawiorysty uważają, że dobry model decyzji to taki, który dobrze odzwierciedla rzeczywiste decyzje i to zarówno w sferze założeń, proponowanego mechanizmu wyjaśnienia decyzji, jak i predykcji dokonywanych decyzji. W podejściu racjonalistycznym kluczowy jest raczej wynik niż same założenia i mechanizm wyjaśniający. Zgodnie z klasyczną zasadą „jak gdyby” sformułowaną przez Friedmana (1953) a później propagowaną m.in. przez Aumanna (1997) dobry model nie powinien być sądzony na podstawie realizmu swoich założeń, a raczej na podstawie trafności swoich prognoz.

### **3.2 Program badawczy realizowany w osiągnięciu naukowym**

W sporze behawiorystów z racjonalistami, zajmuję pozycję pośrednią. Argumenty każdej ze stron, które uważam za trafne, prezentuję poniżej.

#### **Perspektywa racjonalistyczna**

Podstawowym argumentem na rzecz przyjęcia perspektywy racjonalistycznej jest stabilność i spójność zachowania. Możliwość arbitrażu powoduje, że nieracjonalne decyzje są niestabilne, tj. mają tendencję do zanikania. Dzieje się tak dlatego, że decydenci albo korygują swoje decyzje po stwierdzeniu błędu, który kosztował ich utratę zasobów, albo nie są w stanie podejmować kolejnych decyzji np. jeżeli błędna decyzja doprowadzi do bankructwa.

Rolą normatywnej teorii decyzji jest to, aby na podstawie wybranego systemu wartości decydenta określić, które decyzje są z nim zgodne a które nie. W szczególności, decydent określa swój cel (np. maksymalizacja wypłaty) oraz sposoby zachowania w pewnych prostych sytuacjach, w których decyzje wydają się oczywiste (aksjomaty). Zadaniem teorii jest określenie logicznych implikacji tych zasad w kontekście wybranego celu tak, aby sklasyfikować wszystkie możliwe decyzje na takie, które są lub nie są z nimi zgodne. Logicznym jest zatem, że decyzje należące do tej drugiej grupy powinny być przez decydenta uznane jako błąd. Do wykazania w/w implikacji służy formalne twierdzenie reprezentacji preferencji określonych przez decydenta w postaci celu i aksjomatów wyboru.

Po drugie, dobry model powinien być falsyfikowalny zgodnie z kryteriami Poppera (1934), tzn. powinien w sposób klarowny oddzielać te wybory, które są zgodne z modelem i takie, które nie są. W zestawieniu z rzeczywistym wyborem, łatwo wówczas stwierdzić, czy model jest z nim zgodny (co potwierdza jego zdolność predykcyjną), czy też nie (co falsyfikuje model). Dobry model nie może być zbyt elastyczny, tak aby wyjaśniać dowolne zachowanie. Taki model byłby bezużyteczny, ponieważ nie dałoby się na jego podstawie prognozować, co się stanie w innych zdarzeniach i kontekstach decyzyjnych niż te, na podstawie których model został zbudowany. Ściśle związany z powyższym jest poziom ogólności modelu.

Dobry model powinien mieć zastosowanie w szerokim spektrum sytuacji decyzyjnych, w szczególności powinien zachowywać moc predykcyjną w innych kontekstach i problemach decyzyjnych niż te, na podstawie których został stworzony.

#### **Perspektywa behawioralna**

Zasada ujawnionych preferencji i wynikające z niej oparcie teorii na rzeczywistych wyborach, czyli elementach bezpośrednio obserwowalnych jest bardzo skutecznym założeniem

### 3.2 Program badawczy realizowany w osiągnięciu naukowym

metodologicznym; samoograniczeniem, któremu ekonomia zawdzięcza osiągnięcie poziomu testowalności porównywalnego z naukami empiryczno-doświadczalnymi. Zasada „jak gdyby”, postulowana przez Friedmana i Aumanna, pozwala zignorować uproszczenie i brak realizmu modelu, jeżeli model daje dobre predykcje. Jednak, w teorii decyzji istnieją często sytuacje, w których poza samą predykcją interesuje nas wyjaśnienie i zrozumienie danego zachowania.

Na przykład, wiele modeli podejmowania decyzji wyjaśnia przecinające się zbiory możliwych wyborów. Paradoks Allais może być wyjaśniony zarówno przez PT, jak i teorię żalu (Bell, 1982, Loomes, Sugden, 1982), jak i przez kilkadziesiąt innych teorii i modeli, które zostały zaproponowane w literaturze. Jeżeli istnieje parę sposobów wyjaśnienia tego samego zjawiska, wówczas naturalne jest pytanie, które z tych wyjaśnień jest prawdziwe.

Decyzje są podejmowane przez ludzi. Aby je zrozumieć, nie można ignorować tego, jacy są ludzie. W tym kontekście w sposób naturalny preferowane są wyjaśnienia, które są zgodne ze zdrowym rozsądkiem i psychologiczną intuicją. Na przykład teoria żalu jest w stanie wyjaśnić, dlaczego ludzie kupują kupony na loterię (Gollier, C. 2016), jednak wyjaśnienie to ignorowałoby fakt, że osoba, która nie kupiła kuponu nie może czuć żalu, ponieważ często nie wie, jaki numer by wybrała, gdyby zagrała oraz jaki numer wypadł w tym losowaniu.

#### **Komplementarność obu perspektyw**

Obie perspektywy, tj. normatywna (jak powinno być) i deskryptywna (jak jest), są istotne i mogą istnieć obok siebie jako podejścia komplementarne względem siebie. Z jednej strony aspekty normatywne powinny bowiem mieć wpływ na zachowanie ludzi. Na przykład, jeżeli decydent da się przekonać, że jego decyzja była błędna, to logiczną konsekwencją jest to, że w przyszłości nie będzie już podejmował podobnych decyzji.

Z drugiej strony zachowanie ludzi może mieć wpływ na normatywną ocenę danego zachowania. Na przykład, jeżeli mimo perswazji nie daje się przekonać rozsądnego człowieka, że jego decyzja była błędna, to być może użyte argumenty są zbyt słabe lub rozpatrywany model pomija ważne aspekty problemu. Może się zdarzyć, że model, a w szczególności przestrzeń możliwych wyborów lub stanów świata<sup>4</sup>, jest określona w sposób zbyt skromny, to znaczy może ignorować ważne aspekty problemu/opcji decyzyjnych, które wpływają na zachowanie. Wówczas milczącym założeniem takiego modelu staje się niezależność decyzji od tych aspektów. Jednak zachowanie, które jest nieracjonalne w pierwotnym modelu, może stać się racjonalne w bogatszym modelu, który uwzględnia te dodatkowe aspekty.

Na przykład, milczącym założeniem wielu modeli jest niezależność od kontekstu decyzyjnego, tj. od zbioru opcji, które są dostępne do wyboru w danym momencie. Jednak jest wiele danych eksperymentalnych świadczących o tym, że kontekst decyzji ma znaczenie (np. Read D. i in., 1999, Wright, P. 1974). Ludzie inaczej wybierają pod presją czasu, otoczenia, ograniczonej zasobów, etc. niż bez takiej presji. W analizie modelu równie ważne są założenia, które są określone explicite oraz te, które są ukryte w strukturze problemu (Bastiat, 1850). Dobry model to taki model, który nie ukrywa w swojej strukturze założeń, które nie są zgodne z rzeczywistością a mogą istotnie wpłynąć na wynik. Uproszczenia przyjęte w modelu muszą być zatem dobrze uzasadnione i zgodne z celem poznawczym.

---

<sup>4</sup> Patrz np. Gilboa (2009), ss. 113-122.



#### Podsumowanie programu badawczego

Podsumowując realizowany program badawczy, dla obserwowanych paradoksów EU poszukuję takich wyjaśnień, które obok psychologicznej wiarygodności wymagają jak najmniejszych odstępstw od postulatów racjonalności oraz zachowują swój walor normatywny, a zatem są zarazem proste, ogólne i dają silne testowalne predykcje.

Takie podejście prowadzi do swoistej typologii obserwowanych decyzji wg stopnia ich (nie)racjonalności: odchodząc od racjonalności coraz bardziej, coraz więcej zachowań da się wyjaśnić. Kosztem jest to, że w tym procesie model traci swój walor normatywny i moc predykcyjną. Zamiast wyjaśniać wszystkie możliwe zachowania, chodzi zatem o wyjaśnienie tych zachowań, które są stabilne i nie dają się łatwo wyeliminować.

### 3.3 Szczegółowy opis osiągnięcia naukowego

Opis podzieliłem na cztery wzajemnie powiązane części, które odnoszą się do różnych części wyżej zarysowanego programu badawczego. Części te będą kolejno omawiał:

- a) Modelowanie stosunku do ryzyka w ramach modeli oczekiwanej użyteczności;
- b) Odparcie behawioralnej krytyki teorii oczekiwanej użyteczności;
- c) Porównanie teorii oczekiwanej użyteczności z teorią perspektywy;
- d) Użyteczność zależna od zakresu jako alternatywa dla teorii perspektywy.

#### Modelowanie stosunku do ryzyka w ramach modeli oczekiwanej użyteczności

Celem pracy omawianej w tej części jest wkład w wykazanie prostoty i elegancji formalizmu teorii EU. Rezultaty pracy **Lewandowski (2013)** mogą znaleźć zastosowanie przy testowaniu stosunku do ryzyka decydenta dzięki wykorzystaniu równoważności elementów bezpośrednio nieobserwowalnych, tj. użyteczności i jej własności, z elementami obserwowalnymi, tj. cenami kupna i sprzedaży loterii i ich własnościami oraz z tzw. strategiami prostymi.

W pracy **Lewandowski (2013)** dokonałem zunifikowanej charakteryzacji formalnej trzech najważniejszych klas funkcji użyteczności w ramach teorii EU, tj.: stałej bezwzględnej awersji do ryzyka (*Constant Absolute Risk Aversion, CARA*), malejącej bezwzględnej awersji do ryzyka (*Decreasing Absolute Risk Aversion, DARA*) oraz stałej względnej awersji do ryzyka (*Constant Relative Risk Aversion, CRRA*) jako szczególnego przypadku DARA. W szczególności wkład pracy polegał na:

- 1) Zdefiniowaniu pojęcia strategii prostej decydenta, która określa, czy decydent powinien daną loterię zaakceptować czy też nie wyłącznie na podstawie właściwości samej loterii oraz poziomu majątku początkowego decydenta. Wyróżniono trzy podstawowe rodzaje strategii prostych: niezmiennie względem majątku, niezmiennie względem skali i strategia „bogatszy akceptuje więcej” (*wealthier-accept more*).
- 2) Zbudowaniu wspólnego formalizmu, w ramach którego uzyskano reprezentację formalną trzech najważniejszych klas stosunku do ryzyka decydenta (CARA, DARA, CRRA) za pomocą trzech równoważnych sposobów:
  - a. Strategii prostych;
  - b. Własności ceny kupna i ceny sprzedaży (*buying/selling price*) loterii;<sup>5</sup>

---

<sup>5</sup> Pojęcia ceny kupna i sprzedaży loterii zostały wprowadzone przez Luce, Raiffa (1987).

### 3.3 Szczegółowy opis osiągnięcia naukowego

- c. Własności funkcji użyteczności wyrażonych poprzez równania funkcyjne Cauchy'ego;
- d. Własności funkcji użyteczności wyrażonych za pomocą równań różniczkowych.

W stosunku do klasycznej pracy Pratta (1964) charakteryzacja została uspołniona w ramach jednego formalizmu oraz uogólniona o własności cen kupna obok cen sprzedaży, formalne określenie strategii prostych oraz analizę na podstawie równań funkcyjnych Cauchy'ego.

- 3) Uogólnieniu twierdzenia o komparatywnej awersji do ryzyka Pratta (1964) poprzez charakteryzację za pomocą cen kupna loterii jako równoważną charakteryzacji za pomocą cen sprzedaży tj. ekwiwalentu pewności (*certainty equivalent*) loterii.

### **Odparcie behawioralnej krytyki dotyczącej teorii oczekiwanej użyteczności**

Jest to część polemiczna, której celem jest wykazanie, że duża część krytyki teorii EU wyrażona przez behawiorystów jest krytyką nie samej teorii EU, ale raczej standardowego modelu EU, który obok czystej matematycznej teorii przyjmuje specyficzną ekonomiczną interpretację.

Behawiorysty motywują swoje modele tym, że wyjaśniają one paradoksy EU. Rabin, Thaler (2001) postulują zastąpienie dotychczasowego paradygmatu EU teorią, która byłaby zdolna wytłumaczyć najważniejsze paradoksy EU. Ważną częścią argumentacji jest uznanie pewnych wzorców preferencji za paradoksy EU, tj. za takie, które nie mogą zajść w teorii EU.

W tym kontekście Cox, Sadiraj (2006) dokonali ważnego rozróżnienia. Teoria EU jest abstrakcyjną teorią matematyczną opartą na aksjomatach. Aby tę teorię zastosować do modelowania rzeczywistych decyzji oraz aby ją testować, potrzebne jest uzupełnienie tej teorii ekonomiczną interpretacją. Teoria uzupełniona interpretacją, tj. przypisaniem konkretnego znaczenia dla zmiennych i parametrów tej teorii, nazywana jest modelem. A zatem jest jedna teoria EU, ale wiele modeli EU, które różnią się między sobą interpretacją ekonomiczną.

Standardową interpretacją przyjętą w większości zastosowań teorii EU jest interpretacja konsekwencjalistyczna (*consequentialist interpretation*, Rubinstein, 2012). Stanowi ona, że

- a) preferencje decydenta mogą być opisane za pomocą jednej relacji preferencji  $\succeq$  określonej na poziomach<sup>6</sup> całkowitego majątku decydenta, zwanego także majątkiem ostatecznym (*terminal wealth*) lub majątkiem całego życia (*lifetime wealth*),
- b) preferencje określone na zmianach poziomu majątku dla różnych poziomów majątku początkowego  $W$ , oznaczone jako  $\succeq_W$ , mogą być wyprowadzone z tej pojedynczej relacji preferencji w następujący sposób:  $P' \succeq_W Q' \Leftrightarrow P \succeq Q$ , gdzie  $P, Q$  są loteriami określonymi na poziomach majątku całkowitego, natomiast  $P', Q'$  są loteriami określonymi na zmianach poziomu majątku całkowitego oraz zachodzi:  $P'(x) = P(W + x)$ ,  $Q'(x) = Q(W + x)$ , dla każdego  $x$  należącego do zbioru wypłat loterii określonych na zmianach poziomu majątku początkowego decydenta.

---

<sup>6</sup> Ściślej rzecz biorąc na loteriach, których wypłaty to poziomy całkowitego majątku.

### 3.3 Szczegółowy opis osiągnięcia naukowego

Teoria EU wraz z interpretacją konsekwencjalistyczną nazywana jest modelem standardowym EU.

Praca **Lewandowski (2014)** wpisuje się w serię artykułów (m.in. Cox, Sadiraj, 2006, Palacios-Huerta, Serrano, 2006, Rubinstein, 2006, 2012, Foster, Hart, 2009), w których wykazano, że niektóre wzorce preferencji przez behawiorystów uznane za paradoksy EU, są w rzeczywistości paradoksami modelu standardowego EU, a w szczególności przyjętej w nim konsekwencjalistycznej interpretacji ekonomicznej. Wykazanie, że dany wzorec preferencji nie jest paradoksem w innym niż standardowy model EU znacząco osłabia argumentację Rabiną, Thalerą (2001) o tym, aby uznać teorię EU za Ex-hipotezę i zastąpić jej przez teorię behawioralną taką jak PT.

W związku z powyższym w pracy **Lewandowski (2014)** badałem możliwość wyjaśnienia paradoksów EU w innych, niż standardowy, modelach EU. Analizowałem dwa modele, w których interpretacja konsekwencjalistyczna została zastąpiona dwoma innymi, bardziej zgodnymi z psychologiczną intuicją, interpretacjami ekonomicznymi:

1. Model EU majątku hazardowego (*Expected Utility of gambling wealth*): bazuje na koncepcji księgowania mentalnego (Thaler, 1985), w której decydent dzieli całkowity majątek na oddzielne budżety mentalne, które nie są wymienne. Postulaty racjonalności zachodzą dla wyborów przyporządkowanych jednemu, a nie paru, z dostępnych budżetów. Na przykład ten sam człowiek może unikać ryzyka w swoim planie oszczędności emerytalnych i jednocześnie podejmować ryzyko w obrębie budżetu przeznaczanego na hazard.
2. Model EU zmian majątku (*Expected Utility of wealth changes*) zwany również modelem EU dochodu (*Expected Utility of income*).<sup>7</sup> Zamiast na poziomie majątku, loterie określone są na zmianach poziomów majątku. W takim modelu funkcja użyteczności zdefiniowana jest na nominalnych zyskach i stratach w stosunku do *status quo*, czyli aktualnego majątku. Ważnym elementem tego modelu jest awersja do strat, którą najbardziej ogólnie określa następujące stwierdzenie: „Straty są bardziej odczuwalne niż zyski” (*Losses loom larger than gains*, Kahnemann, Tversky, 1979, p. 279).

Podczas gdy, w innych artykułach w/w serii koncentrowano się wyłącznie na paradoksie Rabiną (Rabin, 2000), to ja w artykule **Lewandowski (2014)** obok tego paradoksu analizowałem pod tym kontem także inne ważne paradoksy EU, takie jak luka pomiędzy ceną kupna i sprzedaży loterii oraz paradoks odwrócenia preferencji.

W zadaniu pozyskania ceny kupna loterii (*buying price elicitation task*) respondent pytany jest<sup>8</sup>, za jaką maksymalną cenę kupiłby tę loterię. Z kolei w zadaniu pozyskania ceny sprzedaży loterii (*selling price elicitation task*) pytanie dotyczy minimalnej ceny, za jaką decydent pozbyłby się tej loterii. Cena kupna loterii zwana jest również lub skłonnością do zapłaty za loterię (*willingness-to-pay*, WTP) a cena sprzedaży loterii zwana jest także skłonnością do zaakceptowania za loterię (*willingness-to-accept*, WTA). W dalszej części pracy pojęcia te stosowane są zamiennie.

---

<sup>7</sup> Model ten jest szczególnym przypadkiem modelu zależnego od punktu odniesienia (*Reference Dependent Subjective Expected Utility* – patrz Sugden, 2003). Punktem odniesienia jest tutaj poziom majątku początkowego (*status quo*).

<sup>8</sup> Konkretna procedura pozyskiwania cen jest oparta mechanizmie Beckera, DeGroota, Marschaka (1964) lub liście wielokrotnych cen (*multiple price list*, Kahnemann, Knetsch, Thaler, 1990).

### 3.3 Szczegółowy opis osiągnięcia naukowego

Począwszy od artykułów Knetsch, Sinden (1984) oraz Thaler (1980), powstało wiele prac eksperymentalnych dokumentujących ceny kupna i sprzedaży loterii. Wyniki tych prac wskazują, że dla danego decydenta cena sprzedaży jest zazwyczaj dużo wyższa niż cena kupna w przypadku wielu rodzajów dóbr, w tym także ryzykownych loterii. Horowitz i McConnell (2002) dokumentuje i analizuje wyniki z dużej liczby eksperymentów i uzyskuje średnie wartości współczynnika WTA/WTP dla różnych towarów. Średni współczynnik dla loterii wynosi 2,10.

W klasycznym modelu użyteczności (w przypadku ryzykownych loterii jest to model standardowy EU) istnienie tak dużej luki jest niemożliwe. Dzieje się tak dlatego, iż w modelach EU opartych na majątku (całkowitym, hazardowym, etc.) cena kupna i sprzedaży może różnić się wyłącznie za sprawą efektów majątkowych (*wealth effects*). Przy sprzedaży decydent początkowo posiada dobro będące obiektem tej sprzedaży, podczas gdy podczas kupna, obiekt ma dopiero zostać nabyty. Ta różnica w sytuacji początkowej decydenta może być powodem występowania efektu majątkowego, jeżeli obiekt będący przedmiotem kupna/sprzedaży ma znaczącą wartość dla decydenta w stosunku do jego majątku początkowego. W modelu standardowym EU majątek początkowy to całkowity majątek decydenta, który znacząco przewyższa wartość typowych nagród w loteriach występujących w eksperymentach. Stąd efekt majątkowy jest znikomy, podobnie jak rozbieżność pomiędzy cenami kupna i sprzedaży loterii.

Inaczej jest w przypadku modelu EU majątku hazardowego. Tutaj wypłaty loterii mogą znacząco przewyższać poziom majątku, który decydent przeznaczają na hazard – istotą hazardu jest przecież możliwość zarobienia dużo większej sumy niż początkowo się posiada. W tym modelu może zatem występować duży efekt majątkowy a co za tym idzie duża rozbieżność między ceną kupna i sprzedaży loterii.

Podczas gdy głównym mechanizmem wyjaśniającym paradoksy EU w modelu EU majątku hazardowego są niepomijalne efekty majątkowe, to w modelu EU zmian majątku mechanizmem tym jest zależność od *status quo* oraz awersja do strat (*loss aversion*). Zgodnie z tym drugim wyjaśnieniem chęć decydenta do tego, aby posiadać dane dobro (w tym wypadku loterię), zależy od tego, czy już je posiada, czy też nie. W pierwszym przypadku, decydent może być niechętny do wyzbycia się dobra, ponieważ cechuje się awersją do straty. Jeżeli natomiast decydent początkowo nie posiada danego dobra, wówczas wycenia je niżej, ponieważ jego brak nie wiąże się z jego stratą. W artykule **Lewandowski (2014)** wykazałem, że w modelu EU zmian majątku istnienie dużej luki pomiędzy ceną kupna i sprzedaży loterii jest równoważne z istnieniem awersji do strat. Rezultat ten jest niezależny od przyjętej definicji awersji do strat spośród różnych występujących w literaturze.

Paradoks Rabina oparty jest na twierdzeniu o kalibracji (Rabin, 2000). Twierdzenie to głosi, że jeżeli decydent o preferencjach EU przy dowolnym poziomie majątku początkowego odrzuca loterię, w której otrzymałby z równym prawdopodobieństwem +110 lub -100 dolarów, to również ten sam decydent odrzuci loterię, w której otrzymałby z równym prawdopodobieństwem dowolnie dużą sumę lub -1000 dolarów. Rabin argumentuje, iż podczas gdy przesłanka wydaje się być rozsądna, to konkluzja z pewnością rozsądna nie jest.

W pracy **Lewandowski (2014)** wykazałem, że w modelu EU majątku hazardowego powyższa implikacja nie jest wcale paradoksalna. Fakt, że ludzie zazwyczaj odrzucają loterię, w której otrzymaliby z równym prawdopodobieństwem +110 lub -100 dolarów, wcale nie oznacza, że zrobiliby to przy dowolnym poziomie majątku. Jeżeli, zgodnie z koncepcją księgowania mentalnego, akceptacja podobnych loterii należy do budżetu hazardowego decydenta, to fakt,

### 3.3 Szczegółowy opis osiągnięcia naukowego

że ludzie zwykle odrzucają taką loterię może oznaczać, że ich majątek hazardowy jest zbyt mały, aby uznali tę loterię za odpowiednio atrakcyjną. Jeżeli mój majątek hazardowy jest mniejszy niż 100 dolarów, akceptacja tej loterii oznacza przekroczenie mojego budżetu hazardowego. Jednak dla zawodowego gracza w kasynie, którego majątek hazardowy jest większy niż dla przeciętnego człowieka, taka loteria wcale nie jest nieatrakcyjna – oczekiwana wypłata wynosi przecież 5 dolarów.

Obok odstępstw od modelu standardowego EU, które nie są odstępstwami w modelu EU majątku hazardowego, takimi jak luka ceny kupna i sprzedaży loterii lub paradoks Rabina, istnieją również takie, które pozostają odstępstwami nawet przy zmienionej interpretacji. Jednym z takich zjawisk jest paradoks odwrócenia preferencji (*preference reversal*, Lichtenstein, Slovic, 1971, Lindman, 1971, Lichtenstein, Slovic, 1973, Grether, Plott, 1979). W paradoksie tym występują dwie loterie, każda z dwoma wypłatami, z których jedna wynosi zero. W loterii nazywanej zakładem \$ niezerowa wypłata jest wysoka, ale prawdopodobieństwo jej wygrania niskie, natomiast w loterii nazywanej zakładem P, niezerowa wypłata jest niska, ale prawdopodobieństwo jej wygrania jest wysokie. Odwrócenie preferencji polega na tym, że ludzie często przypisują wyższy ekwiwalent pewności (cenę sprzedaży) zakładowi \$, jednak postawieni przed bezpośrednim wyborem, decydują się na zakład P.

Ten paradoks jest o tyle zaskakujący, że w ramach modeli opartych na integracji majątku, pomijając wyjaśnienia oparte na naruszeniu niezmienności względem procedury (*procedural invariance violation*) pozyskania preferencji, oznacza on poważne<sup>9</sup> naruszenie przechodności wyboru. Takie naruszenie jest podstawą do skonstruowania tzw. pompy pieniężnej (*money pump*), czyli najmniej wysublimowanej a przez to najbardziej skutecznej księgi hollenderskiej do „wypompowania” pieniędzy od decydenta (Loomes, Sugden, 1983).

Jako taki, paradoks ten nie może być wyjaśniony w obrębie modelu EU majątku hazardowego, który to model wyklucza arbitraż. Niemniej jednak w pracy **Lewandowski (2014)** wykazałem, że w ramach tego modelu możliwe jest wyjaśnienie zblizzonego zjawiska nazwanego zjawiskiem „odwrócenia preferencji B”, gdzie w miejscu cen sprzedaży/ekwiwalentów pewności w klasycznym paradoksie, występują ceny kupna. Takie odwrócenie preferencji nie narusza założenia braku arbitrażu.

Z kolei w modelu EU zmian majątku aksjomaty EU nabierają nowego znaczenia, gdyż zachodzą dla loterii zdefiniowanych na zmianie majątku a nie na jego poziomie. W pracy **Lewandowski (2014)** wykazałem, że w związku z tym klasyczny paradoks odwrócenia preferencji jest możliwy do wyjaśnienia, przy czym wyjaśnienie opiera się na istnieniu awersji do strat w swojej najbardziej ogólnej formie.<sup>10</sup>

Modele analizowane przeze mnie w artykule **Lewandowski (2014)** mogą być uszeregowane na skali odejścia od pełnej racjonalności zdefiniowanej przez model standardowy EU. Mimo iż aksjomaty EU są spełnione w obu modelach, to w każdym z nich mają one inne znaczenie. Podczas gdy w tym pierwszym aksjomaty zachodzą dla loterii określonych na zmianach majątku decydenta, to w tych drugich te same (w sensie formalnego zapisu) aksjomaty

---

<sup>9</sup> Istnieją również naruszenia aksjomatu przechodności, które są oparte na fakcie, że ludzie nie są zdolni do wykrywania zbyt małych różnic, co prowadzi do nieprzechodności relacji obojętności (Luce, 1956). Jednak na takich naruszeniach trudno jest skonstruować „pompę pieniężną”, w wyniku której decydent straciłby większą sumę pieniężną.

<sup>10</sup> Tj. niechęci decydenta do akceptowania takich loterii binarnych, gdzie z równym prawdopodobieństwem możliwa jest strata lub zysk tej samej niezerowej sumy pieniężnej  $x$ .

### 3.3 Szczegółowy opis osiągnięcia naukowego

zachodzą dla loterii określonych na poziomach majątku. Stąd w modelu zmian majątku nie następuje podobna jak w przypadku modeli opartych na poziomie majątku integracja wypłat loterii z majątkiem początkowym. Ma to duże znaczenie, ponieważ, jak wykazałem w pracy **Lewandowski (2014)**, ten brak integracji powoduje podatność na arbitraż. Oznacza to, że poziom utraty racjonalności w tym modelu jest dużo większy niż w przypadku modeli EU opartych na poziomach majątku.

W literaturze to rozróżnienie nie jest w pełni uświadomione. Na przykład Yaari (1985) wyróżnia różne rodzaje ksiąg holenderskich (*Dutch books*). Daje przykład księgi numer 4 (*Dutch book no. 4*), na którą może być podatny decydent spełniający aksjomaty EU. W świetle wyników, które uzyskałem w artykule **Lewandowski (2014)** można doprecyzować to stwierdzenie – księga numer 4 możliwa jest wyłącznie, gdy aksjomaty EU są spełnione dla loterii określony na zmianach poziomu majątku, czyli w modelu EU zależnym od punktu odniesienia, natomiast jest ona wykluczona w modelach EU opartych na poziomach majątku. Rezultat ten stanowi ważny krok w drodze do pełnego udowodnienia twierdzenia o braku arbitrażu dla decyzji w warunkach ryzyka.<sup>11</sup> Twierdzenie to jest istotne, ponieważ pozwala uzasadnić, dlaczego modele EU oparte na poziomie majątku są uznawane za standard racjonalności, przy czym pełen poziom racjonalności jest osiągnięty w modelu standardowym EU opartym na całkowitym majątku.

#### **Teoria perspektywy a modele oparte na teorii oczekiwanej użyteczności – podejście krytyczno-porównawcze**

Główne pytanie badawcze brzmi: Pod jakimi względami PT jest lepsza a pod jakimi gorsza od teorii EU? Czy bilans strat i korzyści związanych z postulowaną zmianą teorii EU na PT jako dominującej teorii decyzji w kontekście ryzyka uzasadnia taką zmianę?

Mimo iż racjonalność w modelu EU zależnego od punktu odniesienia, którego szczególnym przypadkiem jest model EU zmian majątku, jest niższa niż modelu EU majątku hazardowego, to jest ona jednak znacząco większa niż w PT, gdzie obok zależności od punktu odniesienia i awersji do strat występuje nieliniowe ważenie prawdopodobieństw<sup>12</sup>. Element ten stoi w sprzeczności z istotą samej teorii EU, ponieważ narusza główny jej aksjomat, czyli niezależność. Aksjomat ten jest nazywany głównym, ponieważ to on jest kluczowy w udowodnieniu, że krzywe obojętności<sup>13</sup> w teorii EU, są prostymi równoległymi do siebie. Jest to kluczowa własność wszystkich modeli EU, która wyraża się w tym, że funkcja oczekiwanej użyteczności

---

<sup>11</sup> Twierdzenie to nigdzie formalnie nieudowodnione można scharakteryzować następująco: a) Jeżeli preferencje naruszają którykolwiek z aksjomatów EU, to można dla nich skonstruować księgę holenderską, b) Jeżeli można skonstruować księgę holenderską, to preferencje naruszają któryś z aksjomatów EU. Część a) tego twierdzenia została wykazana po raz pierwszy w pracy Yaari (1985). Jednak w tej samej pracy pojawia się jedyny kontrprzykład do części b. W świetle wyników w pracy Lewandowski (2014) i Lewandowski (2017b) można wnieść sprostowanie: kontrprzykład do części b zachodzi wyłącznie dla modelu EU zmian majątku, nie zachodzi jednak dla modeli opartych na poziomach majątku. Aby dokończyć dowód twierdzenia należałoby udowodnić, że nie istnieje inny kontrprzykład do części b.

<sup>12</sup> W oryginalnej PT jest to ważenie prawdopodobieństwa każdej wypłaty z osobna, w skumulowanej PT jest to natomiast ważenie skumulowanych prawdopodobieństw osiągnięcia danej wypłaty bądź wszystkich niższych.

<sup>13</sup> Krzywa obojętności to hiperpłaszczyzna charakteryzująca się jednakową wartością oczekiwanej użyteczności w przestrzeni simpleksu probabilistycznego reprezentującego zbiór wszystkich loterii o skończonym nośniku.

### 3.3 Szczegółowy opis osiągnięcia naukowego

loterii jest liniowa względem prawdopodobieństw wypłat tej loterii. Naruszenie tej liniowości wprowadza zatem bardzo poważne odejście od racjonalności.

W pracy **Lewandowski (2014)** wykazałem, że wiele ważnych klasycznych paradoksów EU może być wyjaśnione bez konieczności wprowadzania tego dodatkowego źródła nieracjonalności. Ważne jest również to, że wyjaśnienia te nie wymagają zmiany punktu odniesienia (*reframing*). Punktem odniesienia jest majątek początkowy decydenta, czyli *status quo*. Jeśli by jednak dopuścić manipulację tym dodatkowym stopniem swobody (co w przypadku PT jest *a priori* dozwolone), to w ramach modelu EU z punktem odniesienia można wyjaśnić również klasyczne paradoksy Allais, jak wykazali Schneider, Day (2016). Powyższe argumenty świadczą o tym, że awersja do strat i zależność od punktu odniesienia jest wystarczająca, aby wyjaśnić główne paradoksy EU i, zgodnie z zasadą brzytwy Ockhama, nieliniowe ważenie prawdopodobieństw wydaje się zbędne.

**Lewandowski (2017a)** jest artykułem przeglądowym. Jego głównym celem było przedstawienie teorii perspektywy w sposób krytyczno-porównawczy w kontekście debaty pomiędzy racjonalistami i behawiorystami. Próbowałem udzielić odpowiedzi na następujące pytania:

- a) Które założenia (te ukryte i te sformułowane *explicite*) teorii klasycznej są kwestionowane w PT?
- b) W jaki sposób teoria perspektywy wyjaśnia dane eksperymentalne, dążąc jednocześnie do znalezienia właściwej równowagi między podstawowymi postulatami racjonalności EU (np. monotonicznością względem dominacji stochastycznej pierwszego rzędu), wiarygodnością psychologiczną i matematyczną elegancją?
- c) W jaki sposób w modelowany jest w PT stosunek do ryzyka? W szczególności omówiono dominację stochastyczną prospektów i trójfilarową strukturę modelowania stosunku do ryzyka w PT, obejmującą: nieaddytywne wagi decyzyjne z dolną i górną subaddytywnością oraz ich związek z pojęciami pesymizmu i optymizmu, a także preferencje wobec konsekwencji podzielone na preferencje wewnątrz i pomiędzy dziedziną zysków i dziedziną strat (odpowiadające użyteczności podstawowej i awersji do strat).
- d) Jakie są najważniejsze zastosowania PT?

Głównym argumentem behawiorystów na rzecz PT jest jej zgodność opisowa. Jednak okazuje się, że zgodność jest daleka od optymalnej w pewnych prostych sytuacjach wyboru. W pracy **Lewandowski (2018)** analizowałem własność symetrii komplementarnej, która zachodzi w teorii perspektywy. Jest to własność po raz pierwszy wprowadzona przez Birnbauma i Zimmermanna (1998) i można ją scharakteryzować następująco. Niech  $g = (x, p; y)$  i  $g' = (x, 1 - p; y)$  będą dwoma binarnymi loteriami, gdzie  $x, y$  są pieniężnymi wypłatami takimi, że  $x > y$  oraz  $p \in (0, 1)$  jest prawdopodobieństwem otrzymania wypłaty  $x$  w loterii  $g$  lub wypłaty  $y$  w loterii  $g'$ . Symetria komplementarna stanowi, że suma ceny kupna loterii  $g$ , oznaczonej jako  $b(g)$ , oraz cena sprzedaży loterii  $g'$ , oznaczona przez  $s(g')$ , jest równa sumie wypłat, tj.:  $x + y$ .

Ta własność nie jest potwierdzona przez dane eksperymentalne (Birnbaum i Sutton, 1992, Birnbaum, Yeary, Luce i Zhao, 2016 oraz Birnbaum i Zimmermann, 1998). W eksperymentach pozyskiwano ceny kupna i sprzedaży serii loterii dla każdego decydenta z grupy respondentów. Rozpatrywane loterie to loterie postaci  $g, g'$  jak powyżej, przy czym w różnych

### 3.3 Szczegółowy opis osiągnięcia naukowego

loteriach zmieniały się wypłaty  $x, y$  w taki sposób, aby kwota  $x + y$  była stała. Stwierdzono, że suma wartości mediany  $b(g)$  i mediany  $s(g')$  nie jest stała i zależy od zakresu wypłat, czyli od wartości  $x - y$ . Suma ta jest zawsze poniżej wartości  $x + y$  i maleje wraz ze wzrostem zakresu. Na przykład Birnbaum i Sutton (1992) wykazali, że średnie ceny kupna i sprzedaży loterii (60 USD, 0,5; 48 USD) wynoszą odpowiednio 50 USD i 54 USD, a zatem ich suma wynosi 104 USD. Jednak średnie ceny kupna i sprzedaży loterii (96, 0,5, 12 USD) wynoszą odpowiednio 25 i 50 USD, a zatem ich suma wynosi zaledwie 75 USD.

W zadaniach pozyskania cen kupna/sprzedaży loterii sytuacja decydenta przed i po dokonaniu wymiany jest inna. Podczas gdy w przypadku sprzedaży decydent wymienia obiekt będący w jego posiadaniu na deterministyczną kwotę pieniędzy, to w przypadku kupna sytuacja jest odwrotna. Aby modelować ten rodzaj asymetrii zachodzący pomiędzy zadaniem kupna i sprzedaży w ramach Skumulowanej Teorii Perspektywy, Birnbaum i Zimmermann (1998) (Załącznik B) zaproponowali dwa modele. W modelu nr 1 użyteczność loterii jest porównywana z użytecznością ceny (uzyskanej podczas sprzedaży lub zapłaconej przy zakupie). Ten model jest rozszerzeniem podobnego modelu, który został zaproponowany dla dóbr konsumpcyjnych (Tversky, Kahneman, 1991). W modelu nr 2 wypłaty loterii są integrowane z ceną: cena służy jako punkt odniesienia w celu oceny loterii przy zakupie, z kolei loteria służy jako (losowy) punkt odniesienia do oceny ceny przy sprzedaży.

Birnbaum i Zimmermann (1998) zidentyfikowali kluczowe implikacje każdego z dwóch modeli i wykazali, że są one niezgodne z badaniami eksperymentalnymi, które sugerują, że zakres wyników, tj.  $|x - y|$ , odgrywa ważną rolę w wyjaśnianiu elicytowanych cen kupna i sprzedaży (patrz na przykład Birnbaum i Beeghley, 1997, Birnbaum i Stegner, 1979, Birnbaum i Sutton, 1992). W przypadku modelu nr 2 tą niezgodną z eksperymentami implikacją jest symetria komplementarna, podczas gdy w przypadku Modelu nr 1 jest to stały stosunek ceny sprzedaży do ceny kupna.

Celem pracy **Lewandowski (2018)** było wykazanie, czy te konsekwencje przenoszą się na przypadek, w którym niektóre z silnych założeń parametrycznego modelu skumulowanej PT, które przyjęli Birnbaum i Zimmermann (1998), zostaną zniesione. Skoncentrowano się głównie na modelu nr 2 (a tym samym na komplementarnej symetrii), ponieważ główna idea tego modelu, tj. integracja wypłat i cen, stała się standardem w późniejszych podejściach (patrz np. Luce, 1991), a w szczególności została przyjęta w Teorii Perspektywy Trzeciej Generacji (Schmidt, Starmer i Sugden, 2008). W załączniku artykułu **Lewandowski (2018)** analizowałem mniej popularny Model nr 1 i jego implikację stałego stosunku ceny sprzedaży do ceny kupna.

Birnbaum et al. (2016) oraz Birnbaum i Zimmermann (1998) wykazali, że w modelu nr 2 symetria komplementarna występuje niezależnie od postaci funkcji ważenia prawdopodobieństwa dla zysków i strat, jeżeli funkcja użyteczności dla zysków i strat ma następującą postać: dla  $\alpha > 0$ , zachodzi  $u(x) = x^\alpha$ , dla  $x \geq 0$  i  $u(x) = -\lambda(-x)^\alpha$ , dla  $x < 0$ . Głównym wynikiem, który uzyskałem w artykule **Lewandowski (2018)** jest wykazanie, że symetria komplementarna zachodzi również w bardziej ogólnym modelu, tj. dla każdej ściśle rosnącej i ciągłej funkcji użyteczności, która spełnia warunek  $u(0) = 0$ . W szczególności własność ta zachodzi niezależnie od tego, czy istnieje awersja do straty, efekt odbicia lub jednorodność preferencji (potęgowa funkcja użyteczności dla zysków i osobno dla strat).



## Użyteczność zależna od zakresu jako alternatywa dla teorii perspektywy

Tę część osiągnięcia naukowego należy traktować jako najważniejszą, ponieważ stanowi niejako podsumowanie programu badawczego naszkicowanego w części 3.2 niniejszego autoreferatu. W poprzednich częściach omówiono prace, których celem jest wykazanie, że Teoria EU nie jest „Eks-hipotezą” i że przedwczesne są postulaty zastąpienia jej przez PT. Przedstawiane tam argumenty są jednak nie w pełni konstruktywne. Jeżeli bowiem teoria perspektywy nie jest tym modelem, który powinien zastąpić modele EU, to czy istnieje dobry model, który nadałby się do tego?

Wg mnie odpowiedź na powyższe pytanie jest twierdząca. W pracy **Kontek, Lewandowski (2018)** zaproponowaliśmy nową teorię podejmowania decyzji w warunkach ryzyka, nazwaną teorią użyteczności zależnej od zakresu (*range-dependent utility*, RngDU). W liście, w którym jako autorzy zostaliśmy poinformowani o przyjęciu artykułu do publikacji po zakończeniu długiego procesu recenzji i poprawek, redaktor naukowy działu *Decision Analysis* czasopisma *Management Science* Manel Baucells napisał: „Gratuluję stworzenia nowatorskiego modelu, który wyjaśnia preferencje w kontekście ryzyka, prowokuje do myślenia oraz jest zgodny z dużą częścią badań eksperymentalnych.” Po publikacji artykułu, nawiązaliśmy z Manelem Baucellsem owocną współpracę naukową, której owocem będą wspólne artykuły naukowe, w których teoria użyteczności zależnej od zakresu jest rozszerzana i uogólniana (patrz na przykład working paper Baucells, Kontek, Lewandowski, 2018, omówiony w dalszej części tego autoreferatu).

Teoria RngDU jest alternatywą dla modeli EU (również innych niż standardowy) oraz PT. Oparta jest na zasadzie zakresu (*range principle*) występującej w znanej teorii psychofizycznej *Range-Frequency Theory* (Parducci, 1965). Zasada zakresu głosi, że ludzie oceniają dany bodziec psychofizyczny (*psychophysical stimulus*) relatywnie względem największego i najmniejszego spośród wszystkich bodźców występujących w danej sytuacji. Przykładowo, na tropikalnych wyspach, gdzie temperatura w ciągu całego roku waha się w zakresie 27-32 stopni Celsjusza, tubylcy są wrażliwi na takie zmiany temperatury, które dla mieszkańców Polski byłyby prawie niezauważalne; w związku z tym narzekają na upał, jeżeli temperatura przekracza 30°C albo na chłód, jeżeli nie przekracza 28°C.

Efekty zakresu występują nie tylko w odczuwaniu psychofizycznym. Na przykład są ważnym czynnikiem tłumaczącym zachowanie konsumentów na rynku – Cialdini (1993) podaje wiele przykładów. Jednak nikt przed opublikowaniem artykułu **Kontek, Lewandowski (2018)** nie zastosował efektów zakresu do modelowania decyzji w sytuacji ryzyka.

Główny wkład artykułu jest następujący. Po pierwsze, wprowadziliśmy i zaksjomatyzowaliśmy użyteczność zależną od zakresu jako nową teorię podejmowania decyzji w kontekście ryzyka. Teoria ta jest prostym koncepcyjnie i dobrze zdefiniowanym uogólnieniem teorii EU, w której użyteczność zależy od zakresu wypłat loterii. Po drugie, zaproponowaliśmy predykcyjny model będący szczególnym przypadkiem ogólnej teorii użyteczności zależnej od zakresu. Model ten opiera się na zastosowaniu pojedynczej funkcji użyteczności (nazwanej użytecznością decyzyjną) do każdego znormalizowanego zakresu loterii. Wynikowy model użyteczności decyzyjnej, na potrzeby niniejszego autoreferatu zwany również modelem RngDU, przewiduje dobrze znane paradoksy EU bez wprowadzania ważenia prawdopodobieństw, a więc naruszenia sedna hipotezy EU. Uzyskaliśmy konieczne i wystarczające warunki, aby model był zgodny z dominacją stochastyczną pierwszego rzędu. Wykazaliśmy, że typowa funkcja

### 3.3 Szczegółowy opis osiągnięcia naukowego

użyteczności decyzyjnej, potwierdzona zarówno danymi eksperymentalnymi, jak i względami normatywnymi, ma kształt litery "S".

W porównaniu do teorii perspektywy zarówno teoria jak i model predykcyjny RngDU posiadają szereg zalet, które można podzielić wedle następujących ważnych kryteriów oceny modelu, zarysowanych w programie badawczym autora w części 3.2:

Dokładność opisowa: większość eksperymentów badających podejmowanie decyzji w warunkach ryzyka jest przeprowadzana dla loterii binarnych, tj. takich, w których są dwie wypłaty z niezerowym prawdopodobieństwem. W takim przypadku model RngDU jest obserwacyjnie równoważny teorii użyteczności zależnej od rang (*rank dependent utility*, Quiggin, 1982, Yaari, 1987). Oznacza to, że wszystkie dane, które potwierdzają koncepcję ważenia skumulowanych prawdopodobieństw, potwierdzają zarazem w równym stopniu koncepcję RngDU, w której nie występuje nieliniowe przeważanie prawdopodobieństw. Nieprawdą jest zatem często powtarzane wśród behawiorystów stwierdzenie, że określone dane eksperymentalne (dotyczące loterii binarnych) stanowią dowód na (nieliniowe) przeważanie prawdopodobieństw.<sup>14</sup> Predykcje modeli użyteczności zależnej od rang oraz tej zależnej od zakresu różnią się w przypadku loterii z wieloma wypłatami. W tym przypadku, w pracy przedstawiliśmy wiele argumentów wskazujących, że ten drugi model ma wyraźną przewagę nad pierwszym.

Wiarygodność psychologiczna: Koncepcje zależności od rang oraz zależności od zakresu oferują jednak zupełnie inne psychologiczne wyjaśnienie tych samych danych empirycznych. Mimo, iż zależność od rang oraz ważenie skumulowanych prawdopodobieństw jest koncepcją elegancką matematycznie<sup>15</sup>, to jej psychologiczna wiarygodność jest dyskusyjna (Birnbaum 2004). Zależność od zakresu wydaje się bardziej naturalna – opiera się dobrze ugruntowanej psychologicznej teorii zakresu i częstotliwości wprowadzonej przez Parduccię (1964).

Argumenty normatywne: Paradoxy EU są wyjaśniane na pomocą różnych modeli. Celem modelu RngDU jest jednoczesne wyjaśnienie najbardziej powszechnych paradoksów EU w sposób wymagający jak najmniejszego odejścia od pełnej racjonalności modelu standardowego EU. Dlatego model RngDU zachowuje liniowość prawdopodobieństw i zbiega do modelu standardowego EU w przypadku, gdy nośnik loterii jest stopniowo wzbogacany poprzez dodawanie wypłat rozszerzających zakres tej loterii.

Moc predykcyjna: model RngDU daje weryfikowalne prognozy, jest falsyfikowalny i oszczędny: jego jedynym stopniem swobody (*degree of freedom*) jest kształt funkcji użyteczności decyzyjnej. Dla porównania, w skumulowanej PT stopni swobody jest dużo więcej, występuje bowiem: funkcja wartości, funkcja ważenia prawdopodobieństw oraz wybór punktu odniesienia. Wadą modelu RngDU jest jednak brak awersji do strat. Takie uogólnienie jest rozwijane w moim nowym projekcie we współautorstwie z Manelem Baucellsem z Darden School of Business przy Uniwersytecie Wirginii oraz z Krzysztofem Kontkiem z SGH (patrz **Baucells, Kontek, Lewandowski, 2018**)

---

<sup>14</sup> Np. Kahnemann, Tversky (1979, s. 283) przywołują tzw. paradox Zeckhausera na potwierdzenie hipotezy, że prawdopodobieństwa są przeważane nieliniowo.

<sup>15</sup> Idea pochodzi z pracy Quiggin (1982). Została również użyta w modelu EU Choqueta (*Choquet Expected Utility*, Schmeidler, 1986, 1989) w bogatszym od ryzyka kontekście subiektywnej niepewności.

### 3.4 Podsumowanie najważniejszych wyników

Mój wkład w powstanie artykułu **Kontek, Lewandowski (2018)** polegał na:

- a) zaksjomatyzowaniu teorii oraz modelu RngDU, tj. zaproponowaniu aksjomatów, spełnionych przez preferencje, wykazaniu ich konsekwencji oraz na sformułowaniu i udowodnieniu dwóch twierdzeń reprezentacji tych preferencji,
- b) sformułowaniu i udowodnieniu twierdzenia wykazującego nieciągłość modelu względem zbieżności rozkładów prawdopodobieństwa oraz charakteryzującego warunki konieczne i wystarczające na zgodność modelu RngDU z dominacją stochastyczną pierwszego stopnia,
- c) wyprowadzeniu warunków koniecznych i wystarczających potrzebnych do wyjaśnienia przez model RngDU najważniejszych paradoksów EU,
- d) przeprowadzeniu dyskusji na tematy: ciągłości i monotoniczności ogółem i w trójkącie Marschaka-Machiny, wyjaśnienia paradoksów EU, zalet modelu i teorii RngDU oraz porównania ich z innymi najbardziej zbliżonymi modelami i teoriami istniejącymi w literaturze,
- e) zaproponowaniu i omówieniu przykładu motywującego dotyczącego loterii Powerball.

### 3.4 Podsumowanie najważniejszych wyników

Reasumując, w przedstawionym do oceny cyklu artykułów za szczególnie istotne uważam swoje następujące osiągnięcia:

- 1) Sformułowanie i udowodnienie twierdzeń reprezentacji aksjomatycznej teorii i modelu użyteczności zależnej od zakresu, scharakteryzowaniu własności formalnych modelu takich jak monotoniczność i ciągłość oraz określeniu warunków koniecznych do wyjaśnienia najważniejszych paradoksów oczekiwanej użyteczności w ramach modelu;
- 2) Wykazanie, że najważniejsze spośród tzw. paradoksów oczekiwanej użyteczności mogą być wyjaśnione w ramach teorii oczekiwanej użyteczności, jeżeli interpretacja konsekwencjalistyczna przyjęta w standardowym modelu zostanie zastąpiona przez interpretację opartą na księgowaniu mentalnym lub na zależności od punktu odniesienia lub *status quo*.
- 3) Wykazanie, że istnienie dużej luki pomiędzy cenami kupna i sprzedaży loterii jest możliwe w modelu oczekiwanej użyteczności majątku hazardowego i może wynikać w istotnej części z istnienia efektów majątkowych.
- 4) Dokonanie typologii modeli oczekiwanej użyteczności i teorii perspektywy pod kątem ich stopnia odstępstwa od pełnej racjonalności modelu standardowego oczekiwanej użyteczności.
- 5) Wykazanie, że w ramach modeli oczekiwanej użyteczności księga holenderska numer 4 wprowadzona przez Yaari (1985) jest możliwa wyłącznie w modelu zależnym od punktu odniesienia, natomiast nie jest możliwa w modelach opartych na poziomach majątku. Stanowi to istotny wkład w pełen dowód twierdzenia o braku ksiąg holenderskich dla decyzji w sytuacji ryzyka.
- 6) Stworzenie formalizmu cen kupna i sprzedaży loterii w ramach modeli oczekiwanej użyteczności, umożliwiające rozszerzenie rezultatów charakteryzujących najważniejsze klasy stosunku do ryzyka decydenta, powiązanie stosunku do ryzyka decydenta z ryzykowalnością loterii oraz wyjaśnienie tych paradoksów oczekiwanej użyteczności, w których występują ceny kupna i sprzedaży loterii.
- 7) Dokonanie krytyczno-porównawczego opisu teorii perspektywy w stosunku do teorii oczekiwanej użyteczności i teorii użyteczności zależnej od zakresu w zakresie mocy

#### 4 Pozostały dorobek naukowy

predykcyjnej, racjonalności decydenta, psychologicznego mechanizmu wyjaśniającego, dokładności opisowej, sposobu modelowania stosunku do ryzyka, poziomowi ogólności i prostoty modelu.

- 8) Wykazanie, że własności symetrii komplementarnej, które nie są potwierdzone w żadnym ze znanych eksperymentów, zachodzą w szerokiej klasie modeli obejmującej ogólną formę teorii perspektywy z losowym punktem odniesienia. Rezultat ten dodatkowo osłabia rolę teorii perspektywy jako dobrą alternatywę do zastąpienia teorii oczekiwanej użyteczności.
- 9) Wkład w wykazanie, że teoria oczekiwanej użyteczności nie jest „Eks-hipotezą” a raczej, że „papuga oczekiwanej użyteczności może równie dobrze powiedzieć: *pogłoski o mojej śmierci były przesadą*” (Palacios-Huerta, Serrano, 2006, s. 258).

## 4 Pozostały dorobek naukowy

Obok artykułów, które wskazują jako swoje osiągnięcie, istnieje szereg innych prac naukowych mojego autorstwa. Duża część z nich występuje w formie *working papers*, które wkrótce zostaną przedstawione do recenzji w renomowanych czasopismach naukowych z listy A Ministerstwa Nauki i Szkolnictwa Wyższego (MNiSW).

W ramach kontynuacji prac nad nową teorią użyteczności zależnej od zakresu, w pracy **Baucells, Kontek, Lewandowski (2018)** uogólniliśmy tę teorię poprzez rozszerzenie jej zastosowania na decyzje dotyczące niepewnych przepływów pieniężnych w czasie. Rezultatem jest model behawioralny oferujący zunifikowane wyjaśnienie paradoksów EU dla decyzji dotyczących ryzykownych loterii oraz paradoksów modelu dyskontowanej użyteczności dla decyzji dotyczących przepływów pieniężnych w czasie. Dla loterii, które odbywają się w czasie teraźniejszym, model może być postrzegany jako rozszerzenie pierwotnej teorii perspektywy w oparciu o efekty zakresu a nie efekty rangi. W przypadku pojedynczych wypłat realizowanych w przyszłości, model jest zgodny z dyskontowaniem hiperbolicznym, jednak w przypadku niedeterministycznych przepływów pieniężnych przyjmuje oryginalny kształt.

Model wykorzystuje endogeniczną regułę ustalania ramki (*framing rule*), która ustala zakres oraz punkt odniesienia, oraz trzy funkcje: funkcję wartości, która uwzględnia awersję do strat (*loss aversion*), S-kształtną funkcję efektów zakresu (*range distortion function*) oraz subiektywną funkcję przetrwania (*subjective survival function*). Użyteczność zależna od zakresu i znaku wspólnie wyjaśnia klasyczne paradoksy Allais, paradoks Samuelsona dla ryzyka i czasu, zjawisko odwrócenia preferencji a – dla czasu – zmniejszającą się niecierpliwość (*decreasing impatience*) oraz efekty wielkości wypłaty (*magnitude effects*).

Mój wkład w ten artykuł polegał na zaproponowaniu kształtu modelu w jego najbardziej ogólnym kształcie, tj. dla niepewnych przepływów pieniężnych oraz opracowaniu warunków, które muszą być spełnione, aby model wyjaśniał paradoksy EU dla decyzji w warunkach ryzyka oraz zdyskontowanej EU dla decyzji w czasie. Opracowałem również twierdzenie reprezentacji oparte na aksjomatach preferencji zależnych od zakresu i znaku.

W ramach kontynuacji wątku badawczego dotyczącego odparcia krytyki oczekiwanej użyteczności oraz krytyczno-porównawczej ewaluacji teorii perspektywy, w pracy **Lewandowski (2017b)** wykazałem, że wprowadzenie zależności od punktu odniesienia do teorii EU jest wystarczające do wyjaśnienia wielu ważnych odstępstw od modelu standardowego EU i że niepotrzebne jest wprowadzenie nieliniowego przeważania prawdopodobieństw. Sugden (2003) po raz pierwszy analizował w sposób sformalizowany model EU zależny od punktu

odniesienia w bogatszym (w porównaniu do decyzji w sytuacji ryzyka) kontekście decyzji w sytuacji subiektywnej niepewności. Opierając się na formalizmie tego artykułu, wykazałem, że model EU zależny od punktu odniesienia wyjaśnia następujące paradoksy EU: luka WTA/WTP, zjawisko odwrócenia preferencji, komplementarna symetria, jednorodność preferencji, niechęć do strat, efekt odbicia oraz współistnienie ubezpieczeń i hazardu.

W ramach kontynuacji wątku dotyczącego modelowania postaw względem ryzyka w ramach teorii oczekiwanej użyteczności, w pracy **Lewandowski (2010)** analizowałem operacyjną miarę ryzykowności (*operational measure of riskiness*, Foster, Hart, 2009). Jest to miara, która bazuje na modelach EU opartych na majątku. Dla danej loterii jej ryzykowność to minimalny poziom majątku początkowego jaki decydent musi posiadać, aby zaakceptowanie tej loterii było bezpieczne.

Foster, Hart (2009) wykazali, że w sytuacji nieskończonej sekwencji wyborów, jeżeli decydent nigdy nie będzie akceptował takiej loterii, której miara ryzykowności przekracza poziom jego majątku początkowego, to decydent nie zbankrutuje w długim okresie (prawdopodobieństwo, że jego majątek będzie zbiegał do zera w długim okresie wynosi zero). Spośród wszystkich strategii, które dają taką gwarancję, decydent EU (tj. taki, którego preferencje spełniają aksjomaty EU), którego funkcja użyteczności przyjmuje postać logarytmiczną, akceptuje najwięcej loterii.

W pracy **Lewandowski (2010)** uogólniłem miarę ryzykowności w dwóch aspektach. Po pierwsze uzyskałem niezbędne i wystarczające warunki istnienia uogólnionej miary ryzykowności opartej na bardziej ogólnych (niż funkcja logarytmiczna) klasach funkcji użyteczności EU, tj. na funkcji użyteczności o malejącej bezwzględnej awersji do ryzyka (DARA) oraz o stałej względnej awersji do ryzyka (CRRA).

Drugie uogólnienie miary ryzykowności polega na zdefiniowaniu miary ryzykowności dla loterii z cenami. Analizowane są ceny kupna i sprzedaży loterii dla różnych poziomów majątku początkowego. Ryzykowność samej loterii może nie istnieć – miara Fostera, Harta jest bowiem dobrze zdefiniowana tylko dla loterii o dodatniej wartości oczekiwanej wypłat oraz nośniku z przynajmniej jedną ujemną wypłatą (stratą). Po uwzględnieniu cen loterii w przedziale możliwych cen kupna lub sprzedaży loterii, tj. w przypadku kupna odjęciu od każdej wypłaty loterii ceny kupna tej loterii, miara ryzykowności zawsze istnieje. W zależności od wysokości ceny zdefiniowany został porządek ryzykowności dla loterii z uwzględnieniem ceny. W tym celu udowodniłem szereg twierdzeń dotyczących właściwości cen kupna i sprzedaży loterii w relacji do miary ryzykowności.

W swoich badaniach naukowych zajmowałem się również decyzjami, w których nie występuje niepewność dotycząca zewnętrznych względem decydenta stanów świata, jak w przypadku ryzykownych loterii, lecz niepewność dotycząca samych preferencji decydenta. Praca **Jakubczyk, Kamiński, Lewandowski (2018)** dotyczy pozyskania rozmytych preferencji (*fuzzy preference elicitation*) dotyczących stanów zdrowia przy wykorzystaniu eksperymentów z dyskretnym wyborem. Większość ludzi uważa zdrowie (jakość i długość życia) za ważną, ale ponieważ człowiek rzadko (lub nigdy) wybiera między stanami zdrowia, jego preferencje często nie są dobrze uformowane; co więcej, jakość życia jest często określana przy użyciu nieprecyzyjnych terminów (np. umiarkowane trudności w wykonywaniu zwykłych czynności). Dlatego w pracy zaproponowano modelowanie preferencji wyrażone w poziomie WTA względem stanów zdrowotnych jako rozmyte: każdemu pogorszeniu stanu zdrowia przypisuje się interwał wartości zamiast punktowej liczby.

## 5 Podsumowanie dorobku naukowego

Mój udział w publikacji polegał na odniesieniu wykorzystanego podejścia do innych modeli przedstawionych w literaturze (fragmenty rozdziału *Discussion* na stronach 143-145 w oryginalnej publikacji) oraz współredagowaniu i akceptacji końcowej wersji tekstu.

Obok teorii decyzji indywidualnych, w swoich badaniach zajmuję się również decyzjami interakcyjnymi, tj. grami. Goeree, Holt (2001) prezentują dane z eksperymentów dotyczących serii dwuosobowych gier, które są rozgrywane tylko raz. Te gry obejmują standardowe kategorie: gry statyczne i dynamiczne z zupełną i niezupełną informacją. W przypadku każdej gry tzw. „skarbu” oznacza taki dobór parametrów tej gry, że obserwowane zachowania w tych grach są zgodne z przewidywaniami równowagi Nasha lub odpowiedniego jej odpowiednika w grach dynamicznych lub z niezupełną informacją. Dla każdego „skarbu” zmieniono kluczowy parametr wypłaty w sposób, który nie zmienia przewidywań równowagi, ale ta teoretycznie neutralna zmiana w wypłacie ma duży wpływ na obserwowane zachowanie, prowadząc do rozbieżności pomiędzy przewidywaniami teorii gier i rzeczywistych zachowań. Te sprzeczności są zgodne z intuicją ekonomiczną, jednak brak jest zadowalającego wyjaśnienia teoretycznego dla nich.

W pracy **Lewandowski (2016)** zaproponowałem wyjaśnienie występowania tych rozbieżności oparte na tzw. strategiach minimum żalu (*minimax regret strategies*). Założenie stojące u podstaw standardowych modeli teorii gier to założenie wspólnej wiedzy o racjonalności graczy (*common knowledge of rationality*, Pearce, 1984, Bernheim, 1984). Głosi ono, że każdy (gracz) jest racjonalny, tj. maksymalizuje subiektywną EU wyników oraz każdy wie, że każdy jest racjonalny oraz każdy wie, że każdy wie, że każdy jest racjonalny, itd. w nieskończonym łańcuchu rekursywnie budowanej wiedzy.

W eksperymentach założenie nie jest spełnione, ponieważ zazwyczaj gracze mają wątpliwości co do racjonalności innych graczy. W grach zdarzają się sytuacje, kiedy zagranie strategii równowagi jest ryzykowne, tj. jeżeli ja zagram strategię równowagi a mój przeciwnik nie, to ja dostanę dużo niższą wypłatę niż gdybym podobnie jak przeciwnik nie zagrał strategii równowagi. W takich sytuacjach gracze mogą traktować grę jak decyzję w warunkach zwykłej a nie strategicznej niepewności, tj. traktować przeciwnika, jak gdyby nie dało się przewidzieć jego zachowania. Wówczas dobrą strategią jest minimalizacja maksymalnego żalu, czyli strategia minimum żalu.

W pracy **Lewandowski (2016)** wykazałem, że zasada ta tłumaczy odstępstwa od strategii równowagi w analizowanych grach. Ten working paper jest częścią większego projektu, polegającym na testowaniu przewidywań teorii gier i weryfikowaniu wyjaśnień dla tych odstępstw. Projekt, którego jestem kierownikiem, realizowany jest w ramach badań statutowych Kolegium Analiz Ekonomicznych w SGH. W styczniu 2019 r. planowane jest wypuszczenie w obieg w sklepie internetowym *Google play* darmowej aplikacji mobilnej stworzonej w ramach projektu, której celem jest zebranie danych dotyczących gier statycznych z kompletną informacją oraz przetestowanie hipotezy postawionej w pracy **Lewandowski (2016)**.

## 5 Podsumowanie dorobku naukowego

W momencie składania wniosku mój dorobek naukowy (po uzyskaniu tytułu doktora ekonomii) obejmuje:

- 3 artykuły opublikowane w czasopiśmie z listy A MNiSW,
- 3 artykuły opublikowane w czasopiśmie z listy B MNiSW,
- 10 working papers,

## 5 Podsumowanie dorobku naukowego

- 2 rozdziały opublikowane w zwartych pracach zbiorowych,
- 1 monografię naukową,
- 1 ekspertyza i 2 raporty z projektów badawczo-rozwojowych,
- 7 rozdziałów w raportach,
- 1 sprawozdanie w czasopiśmie punktowym.

Sumaryczny IF dla wymienionych powyżej publikacji wynosi 6,845, zaś sumaryczna wartość punktów MNiSW to 180. Łączna liczba cytowań moich prac (wg analizy bibliometrycznej, bez uwzględnienia daty powstania publikacji) wynosi:<sup>16</sup>

- 44 (wg Google Scholar).
- 6 (wg Web of Science),
- 5 (wg Scopus),

Cytowania te przekładają się na indeks Hirscha równy:

- 4 (wg Google Scholar).
- 2 (wg Web of Science),
- 1 (wg Scopus),

Wyniki moich badań naukowych prezentowałem na wielu konferencjach w kraju i za granicą:

- 14 prezentacji na międzynarodowych konferencjach naukowych za granicą,
- 7 prezentacji na międzynarodowych konferencjach w Polsce (po angielsku),
- 4 prezentacje na konferencjach krajowych,
- 2 prezentacje w ramach zewnętrznych zagranicznych seminariów naukowych na zaproszenie organizatorów (*Economic Seminar Series, University of East Anglia, Norwich, 8 VI 2009; Management and Behavioural Research lunch series, Pompeu Fabra University, Barcelona, 28 II 2018*),
- 2 prezentacje w ramach zewnętrznych krajowych seminariów naukowych w Polsce (*Financial mathematics seminar w Instytucie Matematyki Uniwersytetu Śląskiego, 2015; XXIX konferencja Wydziału Nauk Ekonomicznych Uniwersytetu Warszawskiego, wykład plenarny, Chęciny, 2018*),
- 1 prezentacja w formie plakatu na konferencjach międzynarodowych za granicą.

Swoje wyniki prezentowałem m.in. na następujących konferencjach:

- a) *LabSi conference* w Salerno,
- b) *EDP Jamboree meeting* (LSE oraz Paris School of Economics),
- c) *European University Institute Alumni Conference* we Florencji,
- d) *World Congress of the Game Theory Society* w Evanston,
- e) *European Workshop on General Equilibrium Theory*,
- f) *Hurwicz Workshop on Mechanism Design Theory* w Warszawie (5 razy),
- g) *Foundations of Utility and Risk* (Tinbergen Institute, Warwick U, U of York),

---

<sup>16</sup> Wyjaśnienie dla dużej różnicy w liczbie cytowań wg różnych źródeł: Prezentowane artykuły mają charakter teoretyczny. Takie artykuły charakteryzują się często wydłużonym czasem od złożenia do recenzji w czasopiśmie do publikacji oraz niższą liczbą cytowań w porównaniu z artykułami zawierającymi elementy empiryczne lub zastosowania (Hamermesh, 2018). Hamermesh (2018, s. 119) stwierdza, że „wyszukiwanie cytatów za pomocą *Google Scholar* ma (...) przewagę nad wyszukiwaniem cytatów wg bazy *Web of Science* (WoS), gdyż umożliwia dostęp do cytowań młodszych naukowcom wcześniej w ich karierze zawodowej, biorąc pod uwagę, że proces publikacji jest znacznie wydłużony, co prowadzi do opóźnień w cytowaniach w bazie WoS”.

- h) *Ward Edwards Bayesian Research Conference* w Fullerton (4 razy),
- i) *Pan Pacific Game Theory Conference* w Tokyo,
- j) *Time, Uncertainties, Strategies* w Paryżu,
- k) Modelowanie Preferencji a Ryzyko w Ustroniu.

Artykuły napisane we współautorstwie prezentowane były na wielu międzynarodowych konferencjach naukowych przez moich współautorów. Na przykład praca **Baucells, Kontek, Lewandowski (2018)** była prezentowana przez Manela Baucellsa podczas wykładu plenarnego Konferencji *The 7th Xiamen University International Workshop on Experimental Economics*.

Uczestniczyłem w pracach komitetu naukowo-organizacyjnego międzynarodowej konferencji naukowej *VII Hurwicz Workshop* (Warszawa, 2018), która była dużym sukcesem naukowym i organizacyjnym.

W latach 2015-2016 byłem organizatorem grupy roboczej „Decyzje – teoria i eksperymenty” i następnie od 2016 roku współorganizatorem seminarium naukowego *Warsaw Economic Seminars* (nitka *Theory and decisions*), gdzie naukowcy z Polski i z zagranicy prezentują wyniki swoich badań w obszarze teorii ekonomii, teorii decyzji i ekonomii eksperymentalnej. W ramach tego seminarium zorganizowałem w 2018 roku wykład otwarty prof. Eyalą Wintera z Uniwersytetu Hebrajskiego w Jerozolimie pt. *Feeling smart. Why our emotions are more rational than we think*.

Recenzowałem artykuły naukowe dla wielu uznanych czasopism naukowych, m.in. dla:

- *Management Science* (IF: 3,544; MNiSW: 40) – 1 artykuł;
- *Games and Economic Behavior* (IF: 0,878; MNiSW: 30) – 1 artykuł,
- *Theory and decision* (IF: 0,522; MNiSW: 25) – 1 artykuł,
- *Economics Letters* (IF: 0,581; MNiSW: 20) – 1 artykuł,
- *The Geneva Risk and Insurance Review* (IF: 0,313; MNiSW: 20) – 1 artykuł,
- *Journal of Behavioral and Experimental Economics* (IF: 0,966; MNiSW: 15) – 1 artykuł,
- *The BE Journal of Theoretical Economics* (IF: 0,220; MNiSW: 20) – 2 artykuły.

Uczestniczę w dwóch realizowanych obecnie projektach/grantach naukowych:

- Od 2018, Kierownik w projekcie badawczym pt. „**Modelowanie preferencji w dziedzinie ryzyka i niepewności z uwzględnieniem zależności od zakresu, rang i punktu odniesienia.**” Badanie Statutowe w Kolegium Analiz Ekonomicznych SGH. W ramach tego badania testowane są zachowania ludzi w grach przy pomocy specjalnie stworzonej aplikacji mobilnej *GRows*.
- Od 2016, Wykonawca w projekcie badawczym pt. „**Metody analizy decyzji w problemach wielokryterialnych i szacowania skłonności do zapłaty/akceptacji przy wykorzystaniu modelowania rozmytego**”, grant OPUS 10 przyznany przez Narodowe Centrum Nauki, kierownik: Michał Jakubczyk;

W ramach współpracy z administracją publiczną uczestniczyłem w kilku projektach na zlecenie organów administracji publicznej:

- 2016-2018, kierownik w Projekcie pt. „**Identyfikacja źródeł zróżnicowania regionalnego Polski przy wykorzystaniu metod dekompozycji wzrostu i różnic Produktu Krajowego Brutto per capita oraz Wartości Dodanej Brutto per**



**capita**”, Program Statystyka dla Polityki Spójności finansowany z Programu Operacyjnego Pomoc Techniczna;

- 2013-2015, kierownik w Projekcie pt. „**Metoda dekompozycji Produktu Krajowego Brutto per capita oraz Wartości Dodanej Brutto per capita w zastosowaniu do analizy struktury różnic regionalnych**”, Program Statystyka dla Polityki Spójności finansowany z Programu Operacyjnego Pomoc Techniczna;
- 2011, autor ekspertyzy pt. „**Identyfikacja determinant rozwoju gospodarczego Polski Wschodniej przy zastosowaniu metody dekompozycji Produktu Krajowego Brutto**”, na zlecenie Ministerstwa Rozwoju Regionalnego.

Od 2012 roku jestem autorem rozdziału dot. rozwijanych przez mnie metod dekompozycji wzrostu, różnic i zróżnicowania wg współczynnika Theila w corocznym Raporcie GUS pt. „Sytuacja makroekonomiczna w Polsce na tle procesów w gospodarce światowej”. Wielokrotnie prezentowałem rozwijaną przeze mnie metodologię dekompozycji na konferencjach administracji publicznej i konferencjach naukowych, m.in. „Społeczne wyzwania edukacji statystycznej” w 2016 roku w Gdyni.

Prowadzę szkolenia dla pracowników administracji publicznej takie, jak: „Pułapki myślenia statystycznego, czyli jak wyciągać prawidłowe wnioski przy wykorzystaniu prawdopodobieństw i statystyki”, „Klasyfikacja danych przy użyciu metod data mining wg procesu CRISP”, „Metody dekompozycji”.

W 2017 i 2018 roku zasiadałem w jury etapu centralnego Olimpiady Statystycznej. Pełniłem rolę opiekuna koła naukowego, byłem elektorem Kolegium Analiz Ekonomicznych SGH w wyborach Rektora. Otrzymywałem nagrody i listy gratulacyjne od Rektora SGH za działalność naukową i organizacyjną.

W SGH prowadzę zajęcia na poziomie licencjackim, magisterskim i doktorskim z mikroekonomii zaawansowanej, teorii gier, teorii decyzji oraz badań operacyjnych. Większość prowadzonych przeze mnie zajęć jest autorskich oraz jest prowadzona w języku angielskim. Prowadziłem również wykłady na poziomie doktorskim w *European University Institute* we Florencji (2008-2009) oraz na poziomie licencjackim i magisterskim w Akademii Leona Koźmińskiego w Warszawie (2017-2018).

Oprócz prowadzenia wykładów wypromowałem 19 prac magisterskich i 123 prac licencjackich. Jestem autorem programu trzech autorskich wykładów oraz dwóch studiów przypadku.

Obok działalności ściśle naukowej, zajmuję się również popularyzacją nauki. W lipcu 2016 roku wystąpiłem jako ekspert w audycji radiowej *Radia dla Ciebie* pt. „Z innej planety: teoria gier”. We wrześniu 2015 roku ukazał się w miesięczniku *Egzorcysta* artykuł mojego autorstwa pt. „Czy pacyfiści mają rację?”

Mój dorobek naukowy wraz z dorobkiem dydaktycznym i organizacyjnym scharakteryzowałem bardziej szczegółowo w Załączniku 4 do wniosku.

## 6 Spis cytowanej literatury

1. Akerlof, G. (1970), “**The market for lemons: Qualitative uncertainty and the market mechanism**”, *Quarterly Journal of Economics*, 84(3).
2. Allais, M. (1954), “**Puissance et dangers de l'utilisation de l'outil mathématique en économique**”, *Econometrica: Journal of the Econometric Society*, 58-71.

3. Anscombe, F. J., Aumann, R. J. (1963), “**A definition of subjective probability**”, *Annals of mathematical statistics*, 34(1), 199-205.
4. Arrow, K. J. (1965), “**Aspects of the theory of risk-bearing**”, Yrjö Jahnessonin Säätiö.
5. Aumann, R. J. (1997), “**Rationality and bounded rationality**”, w: “Cooperation: Game-Theoretic Approaches” (ss. 219-231). Springer, Berlin, Heidelberg.
6. Aumann, R. J., Serrano, R. (2008), “**An economic index of riskiness**”, *Journal of Political Economy*, 116(5), 810-836.
7. Bastiat, F. (1850), “**Ce qu'on voit et Ce qu'on ne voit pas, L'Économie Politique en une Leçon**”, Paris Librairie de Guillaumin et Ce.
8. Baucells, M., Kontek, K., Lewandowski, M. (2018), “**Range and Sign Dependent Utility for Risk and Time**”, *Darden Business School Working Paper No. 3194874*, <https://ssrn.com/abstract=3194874>
9. Becker, G. M., DeGroot, M. H., Marschak, J. (1964), “**Measuring utility by a single-response sequential method**”, *Behavioral science*, 9(3), 226-232.
10. Bell, D. E. (1982), “**Regret in decision making under uncertainty**”, *Operations research*, 30(5), 961-981.
11. Bernheim, B. D. (1984), “**Rationalizable strategic behavior**”, *Econometrica: Journal of the Econometric Society*, 1007-1028.
12. Bernoulli, D. (1738), “**Specimen Theoriae Novae de Mensura Sortis. Commentarii academiae scientiarum imperialis Petropolitanae**”, 5, 175-192.
13. Bernoulli, N. (1713), “**Correspondence of Nicolas Bernoulli concerning the St. Petersburg Game. Letter to Pierre Raymond de Montmart.**”
14. Birnbaum, M. H. (2004), “**Tests of rank-dependent utility and cumulative prospect theory in gambles represented by natural frequencies: Effects of format, event framing, and branch splitting**”, *Organizational Behavior and human decision Processes*, 95(1), 40-65.
15. Birnbaum, M. H., Beeghley, D. (1997), “**Violations of branch independence in judgments of the value of gambles**”, *Psychological Science*, 8(2), 87-94.
16. Birnbaum, M. H., Stegner, S. E. (1979), “**Source credibility in social judgment: Bias, expertise, and the judge's point of view**”, *Journal of Personality and Social Psychology*, 37(1), 48-74.
17. Birnbaum, M. H., Sutton, S. E. (1992), “**Scale convergence and utility measurement**”, *Organizational Behavior and Human Decision Processes*, 52(2), 183-215.
18. Birnbaum, M. H., Yeary, S., Luce, R. D., Zhao, L. (2016), “**Empirical evaluation of four models of buying and selling prices of gambles**”, *Journal of Mathematical Psychology*, 75, 183-193.
19. Birnbaum, M. H., Zimmermann, J. M. (1998), “**Buying and selling prices of investments: Configural weight model of interactions predicts violations of joint independence**”, *Organizational Behavior and Human Decision Processes*, 74(2), 145-187.
20. Bushong, B., Rabin, M., Schwartzstein, J. (2017), “**A Model of Relative Thinking**”. Unpublished manuscript.
21. Cialdini, R. (1993); “**The psychology of influence**”, New York: William Morrow & Co.
22. Cox, J. C., Sadiraj, V. (2006), “**Small-and large-stakes risk aversion: Implications of concavity calibration for decision theory**”, *Games and Economic Behavior*, 56(1), 45-60.

23. Fama, E. F. (1965), "**The behavior of stock-market prices**", *The journal of Business*, 38(1), 34-105.
24. Fishburn, P.C. (1970), "**Utility Theory for Decision Making**", John Wiley and Sons, 1970.
25. Friedman, M. (1953), "**Essays in positive economics**", University of Chicago Press.
26. Foster, D. P., Hart, S. (2009), "**An operational measure of riskiness**", *Journal of Political Economy*, 117(5), 785-814.
27. Friedman, M. (1957), "**The permanent income hypothesis**", w: "A theory of the consumption function" (ss. 20-37). Princeton University Press.
28. Gilboa, I. (2009), "**Theory of decision under uncertainty**", Cambridge university press.
29. Goeree, J. K., Holt, C. A. (2001), "**Ten little treasures of game theory and ten intuitive contradictions**", *American Economic Review*, 91(5), 1402-1422.
30. Gollier, C. (2017), "**Aversion to risk of regret and preference for positively skewed risks**".
31. Grether, D. M., Plott, C. R. (1979), "**Economic theory of choice and the preference reversal phenomenon**", *American Economic Review*, 69(4), 623-638.
32. Hamermesh, D. S. (2018), "**Citations in Economics: Measurement, Uses, and Impacts**", *Journal of Economic Literature*, 56(1), 115-156.
33. Horowitz, J. K., McConnell, K. E. (2002), "**A review of WTA/WTP studies**", *Journal of environmental economics and Management*, 44(3), 426-447.
34. Jakubczyk, M., Kamiński, B., Lewandowski, M. (2017), "**Eliciting Fuzzy Preferences Towards Health States with Discrete Choice Experiments**", w: C. Berger-Vachon (red.), "Complex systems: solutions and challenges in economics, management and engineering", Springer, ss. 131-147/543. [https://link.springer.com/chapter/10.1007/978-3-319-69989-9\\_9](https://link.springer.com/chapter/10.1007/978-3-319-69989-9_9)
35. Kahneman, D., Knetsch, J. L., Thaler, R. H. (1990), "**Experimental tests of the endowment effect and the Coase theorem**", *Journal of political Economy*, 98(6), 1325-1348.
36. Kahneman, D., Tversky, A. (1979), "**Prospect Theory: An Analysis of Decision under Risk**", *Econometrica*, 47(2), p.263-292.
37. Kaneko, M. (2018), "**Expected Utility Theory with Probability Grids and Incomparabilities**", *WINPEC Working Paper Series No. E1610*.
38. Knetsch, J. L., Sinden, J. A. (1984), "**Willingness to pay and compensation demanded: Experimental evidence of an unexpected disparity in measures of value**", *The Quarterly Journal of Economics*, 99(3), 507-521.
39. Knight, F. H. (1921), "**Risk, uncertainty and profit**", New York: Hart, Schaffner and Marx.
40. Kontek, K., Lewandowski, M. (2018), "**Range-dependent utility**", *Management Science* 64 (6), 2812-2832.
41. Lewandowski, M. (2010), "**Gambles with Prices, Operational Measure of Riskiness and Buying and Selling Price for Risky Lotteries**", *SSRN working paper*: <http://ssrn.com/abstract=2189403>
42. Lewandowski, M. (2013), "**Risk Attitudes, Buying and Selling Price for a Lottery and Simple Strategies**", *Central European Journal of Economic Modelling and Econometrics* 5(1): 1-34.

43. Lewandowski, M. (2014), “**Buying and selling price for risky lotteries and Expected Utility theory with gambling wealth**”, *Journal of Risk and Uncertainty* 48(3): 253-283.
44. Lewandowski, M. (2016), „**Minimax regret strategies in simple games**”, nieopublikowany manuskrypt, <http://www.mlewandowski.waw.pl/wp-content/uploads/2015/11/minimaxregret.pdf>
45. Lewandowski, M. (2017a), “**Prospect Theory versus Expected Utility Theory: Assumptions, predictions, intuition and modelling of risk attitudes**”, *Central European Journal of Economic Modelling and Econometrics* 9, 275–321.
46. Lewandowski, M. (2017b), “**Is Expected Utility an Ex-hypothesis? Some implications of the Reference-Dependent Expected Utility model**”, *SSRN working paper*: [https://papers.ssrn.com/sol3/papers.cfm?abstract\\_id=3064682](https://papers.ssrn.com/sol3/papers.cfm?abstract_id=3064682)
47. Lewandowski, M. (2018), „**Struktura wzrostu oraz różnic w poziomie dobrobytu gospodarczego w polskich województwach**”, w: M. Błażej (red.) „Sytuacja makroekonomiczna w Polsce na tle procesów w gospodarce światowej w 2017 roku”, Główny Urząd Statystyczny, <https://stat.gov.pl/z-prac-studialnych/opracowania-eksperymentalne/sytuacja-makroekonomiczna-w-polsce-na-tle-procesow-w-gospodarce-swiatowej-w-2017-r-2.7.html>
48. Lewandowski, M. (2018), “**Complementary symmetry in Cumulative Prospect Theory with random reference**”, *Journal of Mathematical Psychology* 82, 52–55.
49. Lichtenstein, S., Slovic, P. (1971), “**Reversals of preference between bids and choices in gambling decisions**”, *Journal of experimental psychology*, 89(1), 46-55.
50. Lichtenstein, S., Slovic, P. (1973), “**Response-induced reversals of preference in gambling: An extended replication in Las Vegas**”, *Journal of Experimental Psychology*, 101(1), 16-20.
51. Lindman, H. R. (1971), “**Inconsistent preferences among gambles**”, *Journal of Experimental Psychology*, 89(2), 390-397.
52. Loomes, G., Sugden, R. (1982), “**Regret theory: An alternative theory of rational choice under uncertainty**”, *The economic journal*, 92(368), 805-824.
53. Loomes, G., Sugden, R. (1983), “**A Rationale for Preference Reversal**”, *American Economic Review* 73, 428–32.
54. Lucas Jr, R. E. (1972), “**Expectations and the Neutrality of Money**”, *Journal of economic theory* 4(2), 103-124.
55. Luce, R.D. (1956), “**Semiororders and a theory of utility discrimination**”, *Econometrica*, 178–191.
56. Luce, R. D. (1991), “**Rank-and sign-dependent linear utility models for binary gambles**”, *Journal of Economic Theory*, 53(1), 75-100.
57. Luce, R. D., Raiffa, H. (1957), “**Games and decisions: Introduction and critical survey**”, Wiley and Sons, Inc., NY.
58. Machina, M. J., Siniscalchi, M. (2014), “**Ambiguity and ambiguity aversion**”, w: “**Handbook of the Economics of Risk and Uncertainty**” (Vol. 1, ss. 729-807). North-Holland.
59. Markowitz, H. (1952), “**Portfolio selection**”, *The journal of finance*, 7(1), 77-91.
60. Palacios-Huerta, I., Serrano, R. (2006), “**Rejecting small gambles under expected utility**”, *Economics Letters*, 91(2), 250-259.

61. Parducci, A. (1964), "**Sequential effects in judgment**", *Psychological Bulletin*, 61(3), 163-167.
62. Parducci, A. (1965), "**Category judgment: a range-frequency model**", *Psychological review*, 72(6), 407-418.
63. Pearce, D. G. (1984), "**Rationalizable strategic behavior and the problem of perfection**", *Econometrica: Journal of the Econometric Society*, 1029-1050.
64. Trechsel, J. (1495), "**Quaestiones et decisiones in quattuor libros Sententiarum Petri Lombardi: Centilogium theologicum**".
65. Popper, K. (1935), "**Logik der Forschung. Zur Erkenntnistheorie der Moderner Naturwissenschaft**", *Schriften zur Wissenschaftlichen Weltauffassung* 9, Springer-Verlag Wien.
66. Pratt, J.W. (1964), "**Risk Aversion in the Small and in the Large**", *Econometrica*, 32, 122-136.
67. Quiggin, J. (1982), "**A theory of anticipated utility**", *Journal of Economic Behavior & Organization*, 3(4), 323-343.
68. Rabin, M. (2000), "**Risk-aversion for small stakes: A calibration theorem**", *Econometrica*, 68, 1281-1292.
69. Rabin, M., Thaler, R. H. (2001), "**Anomalies: risk aversion**", *Journal of Economic perspectives*, 15(1), 219-232.
70. Read, D., Loewenstein, G., Rabin, M. (1999), "**Choice Bracketing**", *Journal of Risk and Uncertainty*, 19(1-3), 171-197.
71. Rubinstein, A. (2006), "**Dilemmas of an economic theorist**", *Econometrica*, 74(4), 865-883.
72. Rubinstein, A. (2012), "**Lecture notes in microeconomic theory: the economic agent**", Princeton University Press.
73. Savage, L.J. (1951), "**The Theory of Statistical Decisions**", *Journal of the American Statistical Association*, 46: 55-67.
74. Savage, L.J. (1954), "**The Foundations of Statistics**", Wiley.
75. Schmidt, U., Starmer, C., Sugden, R. (2008), "**Third-generation prospect theory**", *Journal of Risk and Uncertainty*, 36(3), 203-223.
76. Schneider, M., Day, R. (2016), "**Target-adjusted utility functions and expected-utility paradoxes**", *Management Science*, 64(1), 271-287.
77. Sharpe, W. F. (1964), "**Capital asset prices: A theory of market equilibrium under conditions of risk**", *The journal of finance*, 19(3), 425-442.
78. Sugden, R. (2003), "**Reference-dependent subjective expected utility**", *Journal of economic theory*, 111(2), 172-191.
79. Thaler, R. (1980), "**Toward a positive theory of consumer choice**", *Journal of Economic Behavior & Organization*, 1(1), 39-60.
80. Thaler, R. (1985), "**Mental accounting and consumer choice**", *Marketing science* 4(3), 199-214.
81. Tversky, A., Kahneman, D. (1991), "**Loss aversion in riskless choice: A reference-dependent model**", *The quarterly journal of economics*, 106(4), 1039-1061.
82. Tversky, A., Kahneman, D. (1992), "**Advances in prospect theory: Cumulative representation of uncertainty**", *Journal of Risk and uncertainty*, 5(4), 297-323.
83. Vickrey, W. (1961), "**Counterspeculation, auctions, and competitive sealed tenders**", *The Journal of finance*, 16(1), 8-37.

84. Von Neumann, J., Morgenstern, O. (1944), "**Theory of games and economic behavior**", Princeton, NJ, US: Princeton University Press.
85. Winter, E. (2014), "**Feeling smart: Why our emotions are more rational than we think**", Public Affairs.
86. Wright, P. (1974), "**The harassed decision maker: Time pressures, distractions, and the use of evidence**", *Journal of Applied Psychology*, 59(5), 555-561.
87. Yaari, M. E. (1985), "**On the Role of 'Dutch Books' in the Theory of Choice Under Risk**", *JL Kellogg Graduate School of Management*, Northwestern University.
88. Yaari, M. E. (1987), "**The dual theory of choice under risk**", *Econometrica: Journal of the Econometric Society*, 95-115.

Michał Lewandowski