

# DETERMINANTY STOSOWANYCH STRATEGII I OSIĄGANÝCH ZYSKÓW W GRACH W POSTACI NORMALNEJ – PODEJŚCIE EKSPERYMENTALNE

Przemysław Kusztełak<sup>1</sup>  
Uniwersytet Warszawski

**Streszczenie:** Artykuł przedstawia wyniki eksperymentu, którego celem było wyznaczenie determinantów wybieranych przez uczestników strategii oraz ich zyskowności. Badanie polegało na dokonaniu przez uczestników serii wyborów w  $N$ -osobowych skończonych grach, w których każdy z graczy miał do wyboru trzy możliwości. Wszystkie gry posiadały jednoznacznie wyznaczone teoretyczne rozwiązanie (jedyną równowagę Nasha, do której można było dojść, stosując iterowaną eliminację strategii ściśle zdominowanych). Sprawdzone m.in., czy znajomość teorii gier i umiejętność stosowania jej narzędzi wpływa na podejmowane decyzje i osiągnięte zyski.

Najważniejszym wnioskiem płynącym z przeprowadzonego badania jest niespełnienie predykcji teoretycznych bazujących na równowadze Nasha. Wybieranie strategii nierównowagowych przez osoby o stosunkowo małej wiedzy teoretycznej było spowodowane nieumiejętnością znalezienia takiej strategii. Jednak uczestnicy z relatywnie wysoką wiedzą teoretyczną wybierali strategie nierównowagowe świadomie, oczekując wyższego zysku. Oznacza to, że teoretyczna wiedza jest przydatna, ale jej stosowanie powinno być dostosowane do sytuacji w rzeczywistym świecie. Umożliwia to osiągnięcie zysków wyższych niż przewiduje to teoria.

**Słowa kluczowe:** teoria gier, równowaga Nasha, poziomy racjonalności, ekonomia eksperymentalna.

## DETERMINANTS OF STRATEGY AND PROFIT IN GAME THEORY MODELS – AN EXPERIMENTAL APPROACH

**Abstract:** This study presents the results of an experiment on determinants of the strategy used by the participants and their profitability. The study was

<sup>1</sup> Przemysław Kusztełak, Wydział Nauk Ekonomicznych Uniwersytetu Warszawskiego, ul. Długa 44/50, 00-241 Warszawa, e-mail: pkusztełak@wne.uw.edu.pl

*based on  $N$ -person games in normal form  $3 \times 3$ . All games have clearly defined theoretical solution (the unique Nash equilibrium, which can be reached using the iterated elimination of strictly dominated strategy).*

*The most important conclusion that can be drawn from this analysis is the failure of the theoretical model predictions based on Nash equilibrium. The use of non-equilibrium strategy for people with relatively little theoretical knowledge was due to the inability to find such a strategy. However, participants with a relatively high theoretical knowledge use non-equilibrium strategies deliberately expecting higher profit. That is why theoretical knowledge is useful, but its use should be adapted to the situation in the real world. This enables players to achieve extra profits.*

**Keywords:** *game theory, Nash equilibrium, levels of rationality, experimental economics.*

## 1. Wstę

Podstawową koncepcją znajdowania rozwiązań gier jest równowaga Nasha. Rozwiązanie to, choć jest najczęściej stosowane i powszechnie uznawane za dobrą prognozę rzeczywistego zachowania ludzi, czasami jednak zawodzi, na co wskazują wyniki licznych badań eksperymentalnych znanych modeli, m.in. Dylematu Więźnia, gry Ultimatum, gry Konkurs Piękności, czy gry Stonoga. (Camerer, 2003: 43, 199; Krawczyk, 2012: 147). Zastanawiająca jest przyczyna owej rozbieżności. Z jednej strony może ona wynikać z niespełnionego założenia o doskonałej racjonalności podmiotów podejmujących decyzje. W praktyce nie wszyscy ludzie znają narzędzia stosowane do wyznaczania rozwiązań modeli teoriogrowych, a nawet, gdy je znają, mogą nie stosować ich w praktyce ze względu na złożoność obliczeniową bądź też zwykłą omylność. Z drugiej strony, podmioty doskonale racjonalne, słusznie przewidując nieracjonalność części graczy, mogą świadomie nie stosować strategii wyznaczających równowagę. Przykładowo, w grze Konkurs Piękności<sup>2</sup> spodziewając się, że pozostali uczestnicy wybiorą liczby istotnie większe od 0, powinniśmy również wybrać liczbę większą od 0, co zwiększy szansę naszej wygranej, choć będzie niezgodne z równowagą teoretyczną.

Próbe znalezienia kryteriów wyboru, jakimi kierują się ludzie, podjęli Stahl i Wilson (1995). Przeprowadzili oni badanie eksperymentalne składające się z 12 rund,

<sup>2</sup> W grze Konkurs Piękności (*Beauty Contest Game*) wszyscy gracze jednocześnie i niezależnie od siebie podejmują decyzję o wyborze liczby z przedziału od 0 do 100. Wygrywa osoba, która wskaże liczbę najbliższą  $K \cdot \text{średnia}$ , gdzie  $K < 1$  jest pewnym, znanym uczestnikom, parametrem (np.  $K = 2/3$ ). W modelu tym istnieje jedyne rozwiązanie równowagowe, w którym wszyscy gracze wybierają liczbę 0.

w których uczestnicy wybierali jedną z trzech dostępnych strategii (tzw. gry 3x3). Wpłaty poszczególnych graczy zależały od decyzji podjętych przez wszystkich pozostałych badanych. Gry różniły się trudnością znalezienia teoretycznego rozwiązania. Uwzględniono m.in. gry: z równowagami Nasha w strategiach czystych, z równowagami Nasha w strategiach ściśle mieszanych, ze strategiami ściśle zdominowanymi, słabo zdominowanymi, jak również bez strategii zdominowanych. Na tej podstawie każdy uczestnik został przypisany do jednego z 5 zaproponowanych kryteriów wyboru: (1) decyzje losowe, (2) maksymalizacja oczekiwanej użyteczności przy założeniu, że pozostali gracze podejmują decyzje w sposób losowy, (3) najlepsza odpowiedź na zakładaną maksymalizację oczekiwanej użyteczności pozostałych uczestników, (4) strategie wyznaczające równowagę Nasha oraz (5) strategie faktycznie będące najlepszą odpowiedzią na rzeczywiste wybory pozostałych graczy. Szczegółowe definicje kryteriów oraz ich liczebność przedstawia tabela 2. Jedynie niespełna 17% uczestników kierowało się kryterium (3) opartym na równowadze Nasha. Podobny odsetek stanowiły osoby nieracjonalne, podejmujące decyzje w sposób losowy. Okazuje się jednak, że zdecydowanie najliczniejszą grupę (ponad 43%) stanowiły osoby, które były w stanie przewidzieć decyzje pozostałych uczestników i wybierały strategię najzyskowniejszą, opierając się na tych trafnych przewidywaniach. Badanie to potwierdza więc, że niestosowanie strategii równowagowych może być spowodowane zarówno nieracjonalnością ludzi, jak i ich doskonałą racjonalnością.

Costa-Gomes, Crawford i Broseta (2001) przeprowadzili badanie składające się z 18 gier dwuosobowych z liczbą strategii od 2 do 4. Poza kryteriami wyboru rozpatrywanymi w pracy Stahla i Wilsona (1995) zaproponowali oni następujące: pesymizm, optymizm, altruizm, jak również stosowanie iteracyjnej eliminacji strategii zdominowanych, rezygnując jednocześnie z kryterium losowego podejmowania decyzji (szczegółowe definicje oraz liczebności znajdują się w tabeli 2). Wyniki ich badania wskazują na ograniczoną racjonalność uczestników. Należy jednak podkreślić, iż eksperyment został przeprowadzony na specjalnie dobranych osobach, które nie znały teorii gier, co tłumaczyć może rozbieżności pomiędzy wynikami przytoczonych badań. Ponadto autorzy w jednej z sesji eksperymentalnej przedstawili mechanizm znajdowania równowagi Nasha oraz iteracyjnej eliminacji strategii zdominowanych. W grupie tej wyniki empiryczne były zdecydowanie bliższe przewidywaniom teoretycznym niż w pozostałych grupach, co sugeruje, iż zachowanie graczy wynikało z ich nieumiejętności znalezienia równowagi.

W obydwu przedstawionych powyżej badaniach zastosowana została stosunkowo mała liczba rund w porównaniu do liczby rozważanych kryteriów wyboru. Ponadto zaproponowane gry były dość mocno zróżnicowane pod względem skomplikowania znajdowania rozwiązania teoretycznego, jak również liczby strategii. To wszystko powoduje, że z jednej strony zaproponowane modele cechowały się małą

liczbą stopni swobody. Z drugiej strony mogła wystąpić niestabilność preferencji przejawiająca się zmiennością stosowanych kryteriów wyboru. Dlatego dopasowanie uczestników do zaproponowanych kryteriów może być mało stabilne i należy na wyniki patrzeć z dużą ostrożnością. Podstawowym celem tych badań było jednak zaproponowanie narzędzia służącego do wskazywania kryterium wyboru uczestników, które można stosować w przypadku małych prób i które będzie dawać jednoznaczne wyniki dla każdego uczestnika.

Celem niniejszego artykułu jest natomiast wskazanie determinant stosowanych strategii, czyli odpowiedź na pytanie, czym różnią się uczestnicy przypisani do poszczególnych kryteriów cechujących się różnym stopniem racjonalności. Bosch-Domènech i inni (2002) przeprowadzili badanie, którego celem było wskazanie determinant stopnia racjonalności podejmowanych przez uczestników decyzji. Posłużyli się oni jednak modelem gry Konkurs Piękności. Ich wyniki wskazały na istotność m.in. wiedzy uczestników i czasu na podjęcie decyzji.

Badanie przedstawione w niniejszym artykule jest próbą połączenia stosowanych w powyższych pracach metod badawczych. Prezentowane są wyniki badania eksperymentalnego, w którym uczestnicy podejmowali serię wyborów w trzydziestu N-osobowych grach w postaci normalnej 3x3, posiadających jedyną równowagę Nasha w strategiach czystych, do której można dojść, stosując iteracyjną eliminację strategii zdominowanych. Weryfikowana jest hipoteza badawcza mówiąca, że **wiedza z zakresu teorii gier i umiejętność jej stosowania wpływają na stopień racjonalności podejmowanych przez uczestników decyzji oraz osiągnięte zyski**. Co więcej, stosowanie strategii nierównowagowych przez osoby o stosunkowo małej wiedzy teoretycznej wynika z ich nieumiejętności znalezienia takich strategii, natomiast stosowanie strategii nierównowagowych przez osoby o stosunkowo dużej wiedzy teoretycznej wynika z ich świadomego wyboru strategii, której oczekiwany zysk jest największy.

## 2. Postać modelu i rozwiązania teoretyczne

Rozważmy 2-osobową grę z decyzjami podejmowanymi jednocześnie i niezależnie od siebie, w której zbiór strategii każdego gracza jest trzelementowy. Postać normalną przykładowej gry przedstawia tabela 1. Przy każdej strategii gracza I (wybierającego wiersz) podano, które rozważanych w pracy kryteriów wyboru mogą prowadzić do wybrania danej strategii.

Tabela 1. Przykładowa gra 3x3 w postaci normalnej

	K1		K2		K3		Kryterium wyboru
W1	46	50	60	25	35	40	Pesymista; L2
W2	55	45	30	40	65	30	L1; Optymista; L3; D1; D2; NE
W3	45	35	40	75	30	30	Altruista

Opierając się na metodologii stosowanej przez Stahla i Wilsona (1995) oraz Costę-Gomesa, Crawforda i Brosetę (2001), można wyróżnić różne kryteria, jakimi kierują się gracze przy podejmowaniu decyzji, co przedstawia tabela 2. Kryteria te można podzielić na trzy grupy, określające stopień racjonalności poszczególnych osób: (1) decyzje losowe – osoby nieracjonalne, podejmujące decyzje w sposób nieprzemysłany, przez co wybierające często alternatywę gorszą od innej dostępnej; (2) decyzje niestrategiczne – osoby świadomie dokonujące wyboru, biorące pod uwagę jedynie swoją sytuację; (3) decyzje strategiczne – osoby świadomie dokonujące wyboru, biorące pod uwagę sytuację zarówno swoją, jak i pozostałych uczestników gry, których decyzje w istotny sposób wpływają na osiągnięte zyski.

Tabela 2. Kryteria wyboru

Stopień racjonalności	Kryterium wyboru <sup>3</sup>	Opis	Badanie SW(1995)	Badanie CG(2001)
Decyzje losowe	L0	Niestosowanie żadnego z rozpatrywanych poniżej kryteriów i wybieranie każdej z dostępnych strategii z jednakowym prawdopodobieństwem, a więc i wybieranie strategii zdominowanych	17,49%	---
Decyzje niestrategiczne	L1	Zakładanie, że pozostali uczestnicy są typu L0 i wybieranie strategii będącej najlepszą odpowiedzią na L0 (NO(L0))	20,72%	22,7%
	Pesymista	Wybieranie strategii najbezpieczniejszej, czyli gwarantującej najwyższą wypłatę, przy najgorszym scenariuszu (MaxiMin)	---	0%
	Optymista	Wybieranie strategii umożliwiającej uzyskanie najwyższej z możliwych wypłat, przy najlepszym scenariuszu (MaxiMax)	---	0%
	Altruista	Wybieranie strategii maksymalizującej sumę wypłat obydwu graczy	---	8,9%
Decyzje strategiczne	L2	Zakładanie, że pozostali uczestnicy są typu L1 i wybieranie strategii będącej najlepszą odpowiedzią na L1 (NO(L1))	2,07%	44,2%
	L3	Zakładanie, że pozostali uczestnicy są typu L2 i wybieranie strategii będącej najlepszą odpowiedzią na L2 (NO(L2))	---	---
	D1	Przeprowadzanie jednej pełnej iteracji eliminacji strategii zdominowanych (rozpoczynając od swoich strategii, a następnie na strategiach przeciwnika), po czym wybieranie kryterium L1 na pozostałych strategiach	---	19,5%
	D2	Przeprowadzanie dwóch pełnych iteracji eliminacji strategii zdominowanych (rozpoczynając od swoich strategii, a następnie na strategiach przeciwnika), po czym wybieranie kryterium L1 na pozostałych strategiach	---	0%
	NE	Wybieranie strategii wyznaczających równowagę Nasha (Nash Equilibrium)	16,7%	5,2%
	RE	Doskonała racjonalność, czyli wybieranie strategii będącej najlepszą odpowiedzią na trafnie przewidywany wybór gracza drugiego (Rational Expectations)	43,1%	0%

Niektóre z przedstawionych w tabeli 2 kryteriów wyboru, choć zakładają różne mechanizmy decyzyjne, prowadzą do tych samych rozwiązań. W zbiorze gier 3x3 posiadających jedyną równowagę Nasha w strategiach czystych, do której można dojść, stosując iteracyjną eliminację strategii zdominowanych, kryteria L3, D1, D2 i NE są równoważne. Należy jednak zaznaczyć, że wybór w oparciu o kryterium RE nie musi być taki sam, jak na bazie NE. Jeżeli przykładowo w grze z tabeli 1 gracz wierszowy słusznie przewiduje, że gracz kolumnowy będzie stosował kryterium L1, w związku z czym wybierze strategię K2, to najlepszą odpowiedzią gracza wierszowego jest wybór strategii W1, podczas gdy strategią wynikającą z kryterium NE jest W2.

W przedstawionym w niniejszej pracy badaniu rozpatrywano gry N-osobowe. Każdy z uczestników podejmował decyzje w roli gracza wierszowego, wiedząc, iż N-1 pozostałych uczestników badania podejmują decyzje jako gracze kolumnowi. W celu zapewnienia identycznych warunków dla uczestników każda gra składała się z dwóch części: podstawowej macierzy wypłat oraz transponowanej macierzy wypłat, co przedstawia załącznik 1. Każdy z uczestników podejmował decyzje jako gracz wierszowy, zaś decyzje pozostałych uczestników stanowiły ich wybory w grze transponowanej. Przykładowo, wypłata uczestnika w grze 1 zależała od jego wyboru (W1, W2, W3) w tej grze oraz od wyboru wszystkich pozostałych N-1 graczy w grze 1T (W1, W2, W3), branych do wyliczeń jako wybory graczy kolumnowych w grze 1 (K1, K2, K3). Tak więc każdy z uczestników rozgrywał grę w roli gracza wierszowego z całą populacją graczy kolumnowych, którzy wybierali swoje strategie przy okazji gry w roli graczy wierszowych w grze „transponowanej”.

W tak skonstruowanej grze N-osobowej, jeżeli zbiór strategii każdego gracza jest trzejelementowy, to łączna liczba możliwych układów strategii pozostałych N-1 graczy wynosi  $\frac{N(N+1)}{2}$ . Ponadto w zbiorze gier posiadających jedyną równowagę Nasha w strategiach czystych, do której można dojść, stosując iteracyjną eliminację strategii zdominowanych, strategie wynikające z zastosowania poszczególnych kryteriów wyboru pozostają jednak takie same, jak w grze 2-osobowej<sup>4</sup>. Jedyną różnicę stanowi kryterium Altruista, które można interpretować na dwa sposoby. Z jednej strony osoba taka może wybierać strategię, która maksymalizuje sumę dwóch wypłat – swoją i reszty uczestników traktowanych jako jeden gracz. Wówczas wybierana strategia w grze N-osobowej będzie taka sama, jak w grze 2-osobowej. Z drugiej strony altruista może maksymalizować sumę N wypłat – swoją oraz każdego z pozostałych graczy z osobna. Wówczas wybierana strategia będzie zależeć od liczby pozostałych graczy i może być różna w grze N-osobowej i 2-osobowej. Dlatego właśnie powyższe przypadki należy rozpatrywać oddzielnie.

<sup>3</sup> Definicje kryteriów wyboru zostały zaczerpnięte z pracy Costa-Gomes, Crawford i Broset (2001), w której liczba strategii graczy w poszczególnych grach wynosiła od 2 do 4.

<sup>4</sup> Gra N-osobowa jest podobna do gry 2-osobowej powtarzanej N-1 razy, w której nieznanne są decyzje graczy we wcześniejszych powtórzeniach, w takim sensie, że zbiory strategii pozostałych graczy są takie same.



### 3. Środowisko eksperymentu

Badanie eksperymentalne składało się z 30 gier N-osobowych, w których każdy z uczestników miał za zadanie wybór jednej z trzech dostępnych strategii dla gracza wierszowego (W1, W2 lub W3). Zarobki zależały zarówno od własnych decyzji, jak i decyzji podejmowanych przez wszystkich pozostałych uczestników eksperymentu, występujących w roli graczy kolumnowych. Wszystkie gry zostały skonstruowane w taki sposób, aby istniała jedyna równowaga Nasha w strategiach czystych, do której można dojść, stosując iteracyjną eliminację strategii zdominowanych. W celu wyliczenia osiągniętych przez uczestników zysków połowa gier powstała w wyniku transpozycji gier wyjściowych, zaś decyzje uczestników w grach wyjściowych porównywane były z decyzjami wszystkich pozostałych uczestników w grach transponowanych. Ponadto jedna z gier wyjściowych (gra nr 3) została powtórzona na koniec eksperymentu (gra nr 15), co miało na celu sprawdzenie stabilności stosowanych przez użytkowników kryteriów wyborów. W ten sposób w badaniu zastosowanych zostało 14 niezależnych gier, które znajdują się w załączniku 1.

Zapisy na eksperyment odbywały się online z wykorzystaniem programu ORSEE. Łącznie w badaniu wzięło udział 76 osób w podziale na 4 sesje (3 sesje po 20 osób oraz sesja 16-osobowa). 90% uczestników było studentami Uniwersytetu Warszawskiego, 40% stanowili studenci Wydziału Nauk Ekonomicznych, zaś pozostałe 50% studenci innych wydziałów. Odsetek kobiet i mężczyzn był jednakowy. Średnia wieku wynosiła 23,2 lata. Całe badanie trwało niespełną godzinę. Decyzje podejmowane przez uczestników były anonimowe. Wszystkie sesje przebiegały zgodnie z następującym schematem: (i) zaznajomienie się uczestników z instrukcją w formie papierowej (załącznik 3); (ii) pytanie kontrolne sprawdzające zrozumienie mechanizmu wyliczania zysków w badaniu<sup>5</sup>, (iii) właściwa część eksperymentu składająca się z 30 rund płatnych; (iv) test wiedzy z zakresu teorii gier – 8 pytań testowych jednokrotnego wyboru (załącznik 4); (v) Pytania ankietowe (skala od -5 do 5) na temat cech osobowych (załącznik 5); (vi) wyświetlenie wyników oraz wypłata wynagrodzeń.

Badanie przeprowadzone zostało w oparciu o stworzone w tym celu specjalistyczne oprogramowanie, oparte na platformie LabSEE.<sup>6</sup> Wynagrodzenie badanych było proporcjonalne do osiągniętych wyników w 30 rundach płatnych. Jeden „Dolar Eksperymentalny” stanowił równowartość 2 groszy (1ED=0,02 zł). Dodatkowo uczestnicy dostawali 50 groszy za każdą poprawną odpowiedź na teście

<sup>5</sup> Treść pytania kontrolnego: *Zalóżmy, że w eksperymencie bierze udział 16 osób (Ty oraz 15 pozostałych uczestników). Jeżeli w sytuacji przedstawionej w instrukcji: 3 osoby wybiorą strategię K1, 7 osób strategię K2, zaś 5 osób strategię K3, to Twoja wypłata z wyboru strategii W3 wyniesie ...*

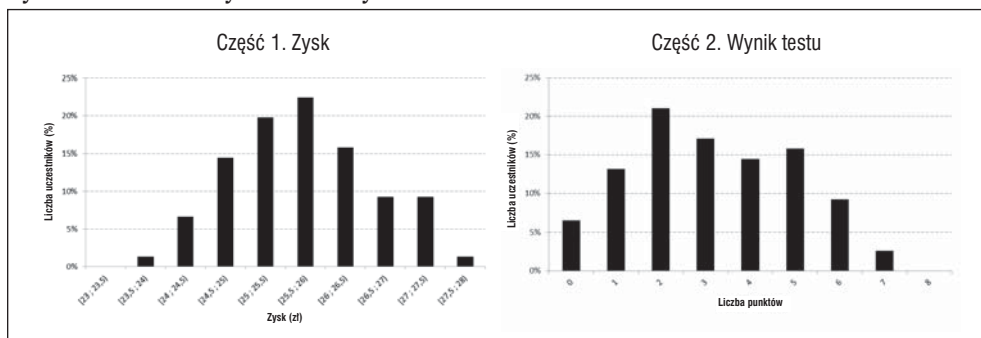
<sup>6</sup> LabSEE – platforma do przeprowadzania eksperymentów ekonomicznych, którą posługuje się Laboratorium Ekonomii Eksperymentalnej WNE UW (<http://labsee.pl/>). Przykładowy ekran decyzyjny przedstawia załącznik 2.

z teorii gier. Średnie zarobki wyniosły 27,3 zł (minimalne wynagrodzenie 24,5 zł, maksymalne wynagrodzenie 30,8 zł). Wypłaty były realizowane bezpośrednio po zakończeniu eksperymentu.

#### 4. Wyniki eksperymentu

Wstępną analizę danych najlepiej rozpocząć od przedstawienia zróżnicowania osiągniętych przez uczestników zysków oraz wyniku na teście z teorii gier, co przedstawia rysunek 1. Zyski uczestników z 30 rund płatnych mają rozkład bliski normalnemu ze średnią oraz medianą wynoszącą 25,67. Zróżnicowanie było stosunkowo nieduże, gdyż odchylenie standardowe jest równe 0,89, zaś różnica pomiędzy percentylami 25 i 75 wynosi 1,11. Współczynnik zmienności wynosi więc ok 4%. Rozkład wyników testu jest dwumodalny z lokalnymi maksimumami dla 2 i 5 punktów. Średnia wyniosła 3,17, zaś mediana 3. Widoczne jest również stosunkowo duże zróżnicowanie wyników, o czym świadczy odchylenie standardowe na poziomie 1,84 oraz odległość pomiędzy percentylami 25 i 75 równa 3. Współczynnik zmienności wynosi więc ponad 50% (58% dla miar centralnych oraz 100% dla miar pozycyjnych).

Rysunek 1. Rozkład zysków oraz wyników testu uczestników badania



Uczestnicy byli mocno zróżnicowani nie tylko pod względem posiadanej wiedzy, ale również deklarowanych cech osobowych i procesu podejmowania decyzji. Załącznik 6 przedstawia wyniki badań ankietowych zestawiających ocenę badanych względem własnej: (1) postawy altruistycznej/egoistycznej, (2) postawy pesymistycznej/optymistycznej, (3) myślenia niestrategicznego/strategicznego, (4) eliminacji strategii zdominowanych/dokonywania wyboru ze wszystkich alternatyw, (5) szukania rozwiązania równowagowego/nieszukania rozwiązania równowagowego, jak również (6) posiadania umysłu humanistycznego/umysłu ścisłego. Wyniki te świadczą, iż w grupie



badanej istniało duże zróżnicowanie odpowiedzi na wszystkie pytania, a w szczególności na pytania (1), (2), (4) i (6), co umożliwiło przeprowadzenia analizy wpływu tych zmiennych na podejmowane przez uczestników decyzje i osiągnięte zyski.

### Stopień racjonalności uczestników

W celu weryfikacji postawionej hipotezy dotyczącej determinant stopnia racjonalności podejmowanych przez badanych decyzji oraz osiągniętych zysków ustalić należy kryteria wyboru używane przez uczestników badania. Dla każdego uczestnika wyznaczone zostało kryterium, dla którego odsetek zgodnych z nim wyborów był największy. Następnie zweryfikowano hipotezę mówiącą, że analizowana osoba podejmowała decyzje, kierując się właśnie tym kryterium. W tym celu przeprowadzono szereg testów McNemara sprawdzających statystyczną istotność różnic w wyborach zgodnych z dwoma kryteriami – najczęściej wybieranym kryterium oraz każdym innym kryterium. Pomimo zastosowania aż 30 gier oraz specjalnego ich doboru w taki sposób, aby skorelowanie strategii zgodnych z poszczególnymi kryteriami było możliwie małe, aż 18,4% uczestników z największą częstotliwością stosowało więcej niż jedno kryterium. Ponadto na poziomie istotności 5% jedynie 14,5% uczestników można było przypisać w sposób jednoznaczny do danego kryterium. Dlatego uczestnicy zostali przypisani do poszczególnych poziomów racjonalności zgodnie z procedurą składającą się z trzech kroków: (1) wyznaczenie najczęściej stosowanego kryterium; (2) określenie stopnia racjonalności dla kryterium wyznaczonego w kroku 1, zgodnie z zastosowanym podziałem opisanym w tabeli 2; (3) przeprowadzenie szeregu testów McNemara sprawdzających statystyczną istotność różnic w wyborach zgodnych z kryterium wyznaczonym w kroku 1 oraz wszystkimi pozostałymi kryteriami dla stopni racjonalności niezgodnymi z wyznaczonym w kroku 2. W załączniku 7 przedstawiony został przykład uczestnika, który najczęściej stosował strategię zgodną z kryterium NE, czyli równowagą Nasha. Odsetek takich strategii wyniósł 87,6%. Przeprowadzony test McNemara na poziomie 5% nie pozwolił jednak na jednoznaczne przypisanie analizowanego uczestnika do tego kryterium, gdyż odsetek strategii zgodnych z kryteriami L2 i RE (odpowiednio 63,3% oraz 76,7%) okazał się statystycznie nieistotnie mniejszy aniżeli dla kryterium NE. Wszystkie te trzy kryteria należą jednak do tego samego stopnia racjonalności, w związku z czym osoba ta została sklasyfikowana jako podejmująca decyzje strategiczne.

Zastosowanie powyższej procedury umożliwiło przypisanie 59,2% uczestników do poszczególnych stopni racjonalności: 18,4% uczestników podejmowało decyzje w sposób losowy, 17,1% decyzje niestrategiczne, zaś 23,7% decyzje strategiczne. W przypadku pozostałych 40,8% uczestników nie było możliwe określenie ich kryteriów wyboru ani poziomu racjonalności, co mogło być spowodowane dwiema możliwościami – osoby te mogły zmieniać stosowane kryterium w trakcie eksperymentu

bądź stosować inne, nierozpatrywane w tym artykule kryterium. Zestawienie zbiorcze wyników przedstawia tabela 3. W kolumnach 1-4 znajdują się procentowe udziały najczęściej wybieranych kryteriów przez uczestników przypisanych do poszczególnych stopni racjonalności. Ostatnia kolumna przedstawia natomiast łączny odsetek uczestników stosujących poszczególne kryteria wyboru z największą częstością (wśród wszystkich badanych – zarówno sklasyfikowanych, jak i niesklasyfikowanych).

**Tabela 3. Odsetek uczestników sklasyfikowanych do poszczególnych poziomów racjonalności w podziale na najczęściej stosowane kryteria wyboru**

	Decyzje losowe	Decyzje niestrategiczne	Decyzje strategiczne	Niesklasyfikowani	Łącznie
L1	10,53%	64,29%	0%	15,00%	18,48%
Pesymista	10,53%	28,57%	0%	22,50%	16,30%
Optymista	5,26%	0%	0%	2,50%	2,17%
Altruista	26,32%	7,14%	0%	2,50%	7,61%
L2	15,79%	0%	21,05%	35,00%	22,83%
NE	15,79%	0%	52,63%	2,50%	15,22%
RE	15,79%	0%	26,32%	20,00%	17,39%
Odsetek uczestników	18,4%	17,1%	23,7%	40,8%	100%

W profilu Decyzje losowe znalazły się osoby, których nie można było przypisać do żadnego kryterium wyboru oraz z dodatnim prawdopodobieństwem wybierały strategię zdominowane (co najmniej 13,3% takich decyzji, co oznacza statystyczną istotność na poziomie istotności 5%). Do profilu Decyzje niestrategiczne zostały przypisane osoby, które najczęściej wybierały strategię zgodną z kryterium L1, Pesymista, Optymista lub Altruista i jednocześnie test McNemara wskazał statystycznie rzadsze stosowanie każdego kryterium spoza tej grupy. W analogiczny sposób przypisywano uczestników do profilu Decyzje strategiczne. Niestety, ponad 40% uczestników nie zostało przypisanych do żadnego z trzech poziomów racjonalności.

W celu ostatecznego sprawdzenia, czy podział uczestników na grupy reprezentujące różny stopień racjonalności podejmowanych decyzji jest poprawny, porównano częstość niekonsekwentnego dokonywania wyborów przez osoby przypisane do poszczególnych profili. Było to możliwe dzięki powtórzeniu jednej z gier (gra z rundy 5 oraz jej postać transponowana z rundy 6 została powtórzona odpowiednio w rundach 29 i 30). Na tej podstawie zostało skonstruowana tabela 4.

**Tabela 4. Liczba niezgodnych wyborów w rundach 5 i 29 oraz 6 i 30**

Liczba zmian	Decyzje losowe	Decyzje niestrategiczne	Decyzje strategiczne	Niesklasyfikowani	Łącznie
0	50%	62%	72%	29%	49%
1	43%	38%	28%	52%	42%
2	7%	0%	0%	19%	9%
Średnia	0,57	0,38	0,28	0,90	0,61

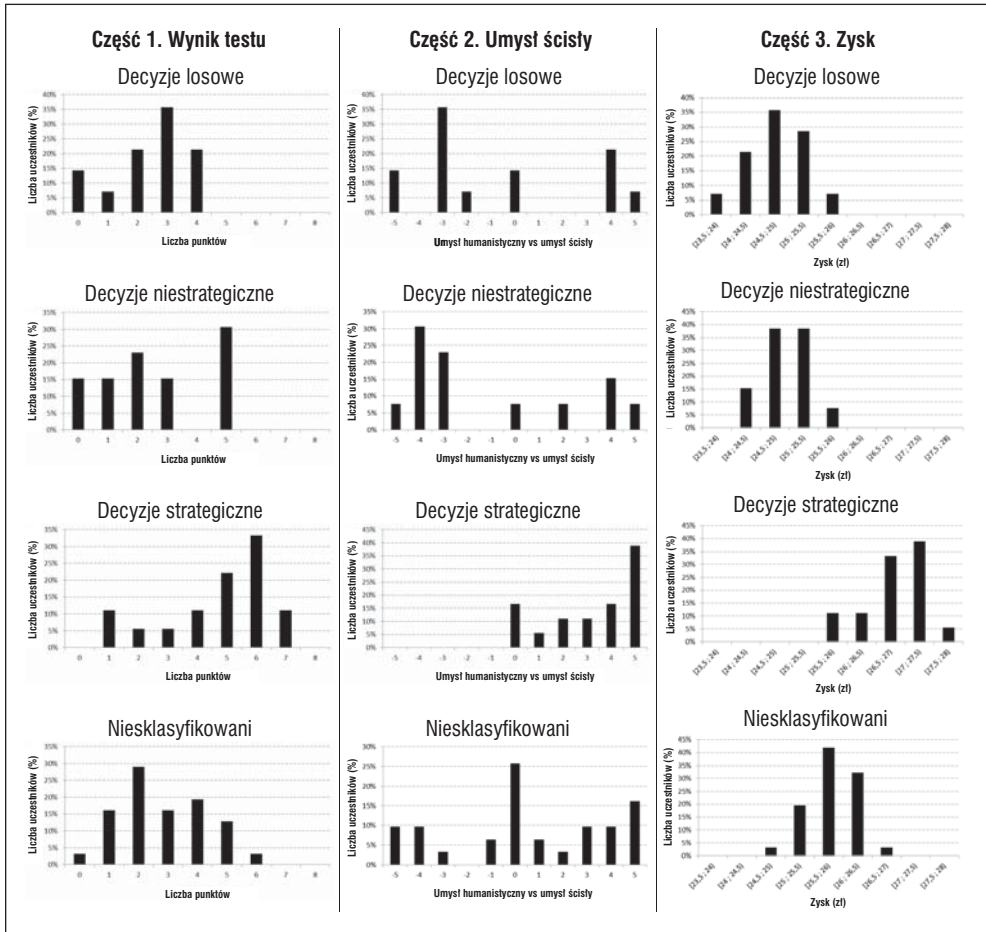
Wyniki są zgodne z oczekiwaniami – uczestnicy przypisani do grup o wyższym stopniu racjonalności podejmowanych decyzji rzadziej dokonywali zmian wyboru. Największą zmiennością charakteryzowali się natomiast uczestnicy niesklasyfikowani. Osoby te nie wybierały jednak strategii zdominowanych, a owa niekonsekwencja wynikać mogła ze świadomych wyborów. Nie można jednak stwierdzić, czy było to spowodowane niestabilnością preferencji, czy też być może dywersyfikacją ryzyka wynikającą z niemożliwości przewidzenia zachowania innych osób.

### Zróźnicowanie uczestników

Jak wskazują wyniki przedstawione w tabeli 3, występowało duże zróźnicowanie decyzji podejmowanych przez uczestników zarówno na poziomie kategorii wyborów, jak i poziomów racjonalności. W celu wskazania determinant podejmowanych przez uczestników decyzji przeprowadzono wnioskowanie statystyczne istotności różnic w wynikach testu oraz odpowiedziach na pytania ankietowe pomiędzy uczestnikami przypisanymi do poszczególnych poziomów racjonalności, na podstawie testu U Manna-Whitneya z 5% poziomem istotności (załącznik 8). Osoby podejmujące decyzje strategiczne zarówno częściej deklarowały szukanie rozwiązań równowagowych oraz posiadanie umysłu bardziej ścisłego, jak i w rzeczywistości miały większą wiedzę z zakresu teorii gier niż uczestnicy ze wszystkich pozostałych grup. Ponadto osoby podejmujące decyzje losowe i niestrategiczne deklarowały, że przy podejmowaniu decyzji w głównej mierze myślą o swojej sytuacji, w przeciwieństwie do osób niesklasyfikowanych i podejmujących decyzje strategiczne, które analizują możliwe decyzje pozostałych osób i biorą to pod uwagę przy wyborze strategii. Brak jest natomiast statystycznie istotnych różnic pomiędzy stopniem racjonalności a deklarowanym optymizmem czy stosowaniem eliminacji strategii zdominowanych.

Uzyskane wyniki są zgodne z oczekiwaniami. Osoby faktycznie podejmujące decyzje strategiczne zarówno posiadają największą wiedzę, jak i deklarują jej wykorzystanie. Brak natomiast statystycznie istotnych różnic pod względem posiadanej wiedzy i deklarowanych zachowaniach pomiędzy osobami podejmującymi decyzje losowe oraz niestrategiczne. W grupie osób niesklasyfikowanych widoczne jest natomiast duże zróźnicowanie zarówno posiadanej wiedzy, jak i deklaracji. Rysunek 2 przedstawia rozkład wyników testu, zysków oraz odpowiedzi na pytanie o posiadanie umysłu ścisłego w podziale na poziom racjonalności uczestników. We wszystkich przypadkach rozkłady nie różnią się statystycznie istotnie pomiędzy grupami Decyzje losowe a Decyzje niestrategiczne. Widoczna jest jednak różnica pomiędzy grupą Decyzje strategiczne i wszystkimi pozostałymi grupami. Co ciekawe, osoby niesklasyfikowane osiągały wyższe zyski, deklarowały się jako osoby bardziej ścisłe i osiągały wyższy wynik na teście z teorii gier niż osoby o ograniczonej racjonalności (z dwóch pierwszych grup), choć różnica ta okazała się statystycznie istotna jedynie w pierwszym przypadku.

**Rysunek 2. Rozkłady wyników testów, odpowiedzi na pytanie odnośnie posiadanego umysłu ścisłego/humanistycznego oraz zysków uczestników w zależności od stopnia racjonalności podejmowanych decyzji**



### Determinanty osiągniętych zysków

Jak zostało pokazane powyżej, jednym z czynników wpływających na osiągnięte przez uczestników zyski jest stopień racjonalności podejmowanych przez nich decyzji. Wynik ten wydawać się może oczywisty, choć wcale taki nie jest. Przedstawiony w tabeli 1 przykład pokazuje, że opłacalność stosowania poszczególnych kryteriów ściśle zależy od stopnia racjonalności pozostałych osób. Ponadto rozwiązania równowagowe nie zawsze są optymalne społecznie, co oznacza, że stosując, z odwzajemnieniem, np. kryterium altruistyczne, można osiągnąć wyższe wyniki, niż stosując, z odwzajemnieniem, kryterium równowagi Nasha. Maksymalizując własne zyski, powinniśmy zawsze wybierać najlepszą odpowiedź na oczekiwaną łączną strategię pozostałych graczy, jednak taka doskonała racjonalność wszystkich graczy może spo-

wodować spadek zysków każdego z nich. Dlatego właśnie kwestia wpływu racjonalności na wysokość osiągniętych zysków nie jest a priori rozstrzygnięta.

Analiza korelacyjna (statystyka R Spearmana z 5% poziomem istotności) wykazała także wpływ na osiągnięte zyski wyniku testu, deklarowanego myślenia strategicznego, szukania rozwiązań równowagowych, posiadanego umysłu ścisłego oraz wieku uczestników. We wszystkich przypadkach, poza ostatnim, widoczna jest dodatnia zależność, co jest zgodne z oczekiwaniami. W przypadku wieku występowała natomiast zależność pośrednia – osoby starsze, które kończyły studia bądź już je skończyły, osiągały niższe wyniki na teście z teorii gier, co przekładało się na stosowane przez nie strategie i osiągnięte zyski. Wskazane zależności posiadają zgodne znaki i są statystycznie istotne.

Ostateczna zależność została zweryfikowana modelem regresji (tabela 5). Otrzymany model posiada poprawną postać funkcyjną (test RESRT:  $F(3, 65)=1,09$ ;  $p=0,3590$ ), reszty modelu mają rozkład normalny (test Jarque-Bera:  $\chi^2(2)=1,51$ ,  $p=0,4703$ ) i charakteryzują się stałą wariancją (test White'a:  $\chi^2(28)=27,83$ ,  $p=0,4736$ ; test Breuscha-Pagana:  $\chi^2(2)=0,09$ ,  $p=0,7657$ ), zaś zmienne nie wykazują współliniowości (statystyka VIF < 3).

**Tabela 5. Regresja zysków osiągniętych przez uczestników badania**

Source	SS	df	MS	Number of obs =	76
Model	47.4576887	7	6.77966982	F( 7, 68) =	40.58
Residual	11.359373	68	.167049603	Prob > F =	0.0000
				R-squared =	0.8069
				Adj R-squared =	0.7870
				Root MSE =	.40872
Total	58.8170617	75	.78422749		

Zysk	Coef.	Std. Err.	t	P> t	[95% Conf. Interval]
Decyzje niestrategiczne	.2555796	.1593096	1.60	0.113	-.0623179 .573477
Decyzje strategiczne	1.689726	.1681507	10.05	0.000	1.354187 2.025266
Niesklasyfikowani	1.093927	.1352775	8.09	0.000	.8239845 1.363869
Wynik testu	.0792349	.0317683	2.49	0.015	.0158422 .1426276
Nashowiec	.0475773	.020036	2.37	0.020	.007596 .0875586
Umysł ścisły	.2217413	.1123759	1.97	0.053	-.0025014 .4459839
Zmiana decyzji	-.1519444	.0796379	-1.91	0.061	-.3108593 .0069706
Stała	24.461	.1432966	170.70	0.000	24.17506 24.74694

Model wyjaśnia 78,7% zmienności, zaś średni błąd oszacowań wynosi 0,41zł. Kluczową determinantą osiągniętych przez uczestników zysków jest stopień racjonalności podejmowanych przez nich decyzji. Osoby sklasyfikowane do grupy Decyzje losowe i Decyzje niestrategiczne osiągały jednak nieróżniące się statystycznie wyniki. Dopiero stosowanie strategii opartych na strategicznym myśleniu umożliwiło osiągnięcie

istotnie wyższych zysków. Ponadto równie istotna jest posiadana wiedza, jak również deklaracje uczestników nt. szukania równowag teoretycznych w trakcie podejmowania decyzji oraz posiadania umysłu ścisłego, choć ostatnia zmienna znajduje się na progu istotności. Częstość zmiany decyzji w powtórzonych grach (odpowiednio 5 i 29 oraz 6 i 30), choć ma spodziewany znak, to jednak okazała się statystycznie nieistotna, podobnie zresztą jak i pozostałe pytania ankietowe.

## 5. Wnioski

W niniejszym artykule przedstawione zostały wyniki badania eksperymentalnego, którego celem było znalezienie determinant dokonywanych przez ludzi wyborów, czyli odpowiedź na pytanie, czym różnią się uczestnicy przypisani do poszczególnych kryteriów cechujących się różnym stopniem racjonalności. Postawiona w pracy hipoteza mówiąca, że wiedza z zakresu teorii gier i umiejętność jej stosowania wpływają na stopień racjonalności podejmowanych przez uczestników decyzji oraz osiąganego zysku, została pozytywnie zweryfikowana. Osoby, które posiadały większą wiedzę z teorii gier i potrafiły ją stosować, zarówno częściej deklarowały użycie jej narzędzi przy podejmowaniu własnych decyzji, ale przede wszystkim rzeczywiście to robiły, dzięki czemu ich zachowanie było bardziej racjonalne aniżeli osób nieposiadających takiej wiedzy, co umożliwiło im osiągnięcie wyższych zysków. Ponadto osoby o wyższym poziomie racjonalności cechowały się mniejszą zmiennością kryteriów decyzyjnych.

Wyniki eksperymentu potwierdziły, że prognozy teorii gier często nie znajdują potwierdzenia w rzeczywistości. Jedynie w przypadku 15,22% uczestników wybieranie strategii wyznaczających równowagę Nasha było najczęściej stosowanym kryterium. Przeprowadzona analiza wskazała, iż stosowanie strategii nierównowagowych przez osoby o stosunkowo małej wiedzy teoretycznej wynikało z nieumiejętności znalezienia takich strategii. Zupełnie inna przyczyna była natomiast w przypadku osób o stosunkowo dużej wiedzy teoretycznej, które świadomie wybierały strategie nierównowagowe, spodziewając się wyższego zysku.

Należy jednak zwrócić uwagę, iż uogólnianie wniosków płynących z tego artykułu powinno być czynione z dużą ostrożnością. Wyniki otrzymane w badaniach Stahla i Wilsona (1995), Costę-Gomesa, Crawforda i Brosetę (2001) oraz w niniejszym artykule istotnie się od siebie różnią. Nie można jednoznacznie stwierdzić przyczyn tego zjawiska. Może ono wynikać z zastosowania różnych metod ustalania kryteriów stosowanych przez uczestników. Ponadto w badaniach zastosowano różne kryteria wyboru. Jak się wydaje autorowi, może również istnieć niestabilność wyników, które są wrażliwe na ustalone parametry gier. Liczba badań w tym temacie ciągle jest bar-



dzo mała, dlatego powyższa kwestia wydaje się ciągle nierozstrzygnięta. Istnieje więc potrzeba dalszego kontynuowania badań nad determinantami stosowanych strategii i osiągniętych zysków.

## Bibliografia

- Bosch-Domènech, Antoni, Josè Montalvo, Rosemarie Nagel i Albert Satorra. 2002. *One, two, (three), infinity: Newspaper and lab beauty-contest experiments*. „American Economic Review” 92 (5).
- Camerer, Colin. 2003. *Behavioral Game theory: experiments in strategic interaction*. Princeton: Princeton University Press.
- Costa-Gomes, Miguel, Vincent Crawford i Bruno Broseta. 2001. *Cognition and Behavior in Normal-Form Games: An Experimental Study*. „Econometrica” 69 (5).
- Krawczyk, Michał (red). 2012. *Ekonomia Eksperymentalna*. Warszawa: Wolters Kluwer Polska.
- Stahl, Dale i Paul Wilson. 1995. *On Players’ Models of Other Players: Theory and Experimental Evidence*. „Games and Economic Behavior” 10.

## Załączniki

### Załącznik 1. Gry stosowane w badaniu eksperymentalnym

1	K1		K2		K3	
W1	12	34	49	34	34	44
W2	46	43	23	58	21	56
W3	48	33	26	45	26	36

2	K1		K2		K3	
W1	35	35	45	55	45	40
W2	40	40	40	25	40	65
W3	30	25	20	15	40	30

3	K1		K2		K3	
W1	50	40	40	50	30	50
W2	60	80	50	70	25	40
W3	55	30	45	50	40	25

4	K1		K2		K3	
W1	50	46	45	55	35	45
W2	25	60	40	30	75	40
W3	40	35	30	65	30	30

1T	K1		K2		K3	
W1	34	12	43	46	33	48
W2	34	49	58	23	45	26
W3	44	34	56	21	36	26

2T	K1		K2		K3	
W1	35	35	40	40	25	30
W2	55	45	25	40	15	20
W3	40	45	65	40	30	40

3T	K1		K2		K3	
W1	40	50	80	60	30	55
W2	50	40	70	50	50	45
W3	50	30	40	25	25	40

4T	K1		K2		K3	
W1	46	50	60	25	35	40
W2	55	45	30	40	65	30
W3	45	35	40	75	30	30

5	K1		K2		K3	
W1	51	27	61	20	25	25
W2	35	40	20	55	15	25
W3	60	50	50	45	30	30

6	K1		K2		K3	
W1	40	40	50	44	80	65
W2	35	45	45	41	50	50
W3	60	35	49	66	65	40

7	K1		K2		K3	
W1	24	2	33	36	23	38
W2	24	39	48	13	35	16
W3	34	24	46	11	26	12

8	K1		K2		K3	
W1	32	8	41	38	31	46
W2	32	36	56	21	38	24
W3	63	32	52	8	8	20

9	K1		K2		K3	
W1	30	15	33	23	23	38
W2	40	30	46	17	35	18
W3	47	24	44	20	27	21

10	K1		K2		K3	
W1	35	31	47	49	45	32
W2	42	42	42	25	42	56
W3	27	25	23	15	40	32

11	K1		K2		K3	
W1	55	42	47	51	37	41
W2	31	55	42	31	80	40
W3	35	35	30	54	35	27

12	K1		K2		K3	
W1	15	16	8	8	22	56
W2	17	30	45	45	31	31
W3	54	20	12	25	34	24

13	K1		K2		K3	
W1	22	32	21	52	17	23
W2	35	63	37	30	18	23
W3	20	21	25	55	60	23

14	K1		K2		K3	
W1	22	18	30	40	38	16
W2	44	40	30	40	20	38
W3	24	44	32	40	40	42

15	K1		K2		K3	
W1	50	40	40	50	30	50
W2	60	80	50	70	25	40
W3	55	30	45	50	40	25

5T	K1		K2		K3	
W1	27	51	40	35	50	60
W2	20	61	55	20	45	50
W3	25	25	25	15	30	30

6T	K1		K2		K3	
W1	40	40	45	35	35	60
W2	44	50	41	45	66	49
W3	65	80	50	50	40	65

7T	K1		K2		K3	
W1	2	24	39	24	24	34
W2	36	33	13	48	11	46
W3	38	23	16	35	12	26

8T	K1		K2		K3	
W1	8	32	36	32	32	63
W2	38	41	21	56	8	52
W3	46	31	24	38	20	8

9T	K1		K2		K3	
W1	15	30	30	40	24	47
W2	23	33	17	46	20	44
W3	38	23	18	35	21	27

10T	K1		K2		K3	
W1	31	35	42	42	25	27
W2	49	47	25	42	15	23
W3	32	45	56	42	32	40

11T	K1		K2		K3	
W1	42	55	55	31	35	35
W2	51	47	31	42	54	30
W3	41	37	40	80	27	35

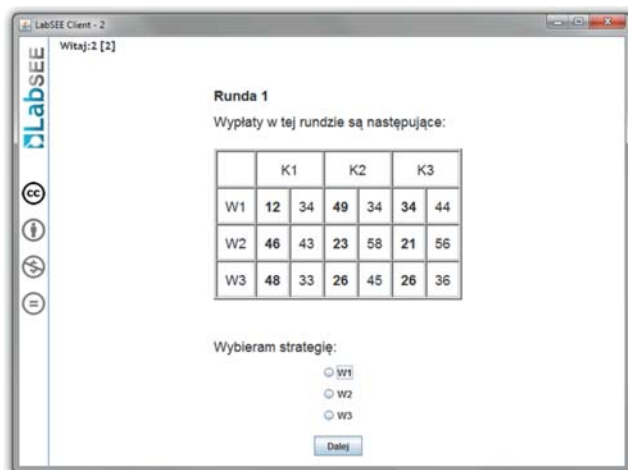
12T	K1		K2		K3	
W1	16	15	30	17	20	54
W2	8	8	45	45	25	12
W3	56	22	31	31	24	34

13T	K1		K2		K3	
W1	32	22	63	35	21	20
W2	52	21	30	37	55	25
W3	23	17	23	18	23	60

14T	K1		K2		K3	
W1	18	22	40	44	44	24
W2	40	30	40	30	40	32
W3	16	38	38	20	42	40

15T	K1		K2		K3	
W1	40	50	80	60	30	55
W2	50	40	70	50	50	45
W3	50	30	40	25	25	40

## Załącznik 2. Ekran eksperymentu



## Załącznik 3. Instrukcja do eksperymentu

### Instrukcja

Witam serdecznie!

Proszę o wyłączenie telefonów komórkowych i niekomunikowanie się z pozostałymi uczestnikami eksperymentu. Jeżeli masz jakiegokolwiek pytanie, podnieś rękę.

W trakcie eksperymentu zarabiasz **Eksperymentalne Dolary (ED)**, w ilości zależnej od Twoich decyzji oraz od decyzji innych uczestników eksperymentu. Po zakończeniu eksperymentu otrzymasz sumę w złotych polskich przeliczoną z ED w następujący sposób:

- **1ED=0,02 PLN (50 ED=1PLN)**

Eksperyment jest anonimowy: pozostali uczestnicy nie będą w stanie stwierdzić, kto podejmował które decyzje albo jakie osiągnął wypłaty.

Eksperyment składać się będzie z 30 rund, w każdej z nich należy dokonać wyboru **jednej z trzech dostępnych strategii (W1, W2 lub W3)**. Twoje zarobki zależą zarówno od Twoich decyzji, jak i decyzji podejmowanych przez pozostałych uczestników eksperymentu (ich możliwe strategie, to: K1, K2 lub K3). Poniżej zamieszczone przykłady pokazują, w jaki sposób będą wyliczone Twoje zarobki.

**Przykład 1:**

ZałóŜmy, Ŝe w eksperymencie biorą udział dwie osoby: Ty i drugi uczestnik.

Poniŝsza macierz przedstawia przykładowe wypłaty z wyboru poszczególnych strategii (W1, W2 lub W3), w zaleŝności od strategii zagranych przez drugiego uczestnika (jego moŝliwe strategie, to: K1, K2 lub K3). Dla uła twienia, wszystkie Twoje moŝliwe wypłaty zostały pogrubione.

	K1		K2		K3	
W1	<b>20</b>	15	<b>30</b>	25	<b>10</b>	30
W2	<b>45</b>	20	<b>15</b>	40	<b>25</b>	25
W3	<b>75</b>	50	<b>25</b>	30	<b>10</b>	15

Powyŝszy zapis oznacza, Ŝe wybierając strategię W1, otrzymasz 20 monet, gdy drugi uczestnik wybierze strategię K1, 30 monet, gdy drugi uczestnik wybierze strategię K2, aŝ 10, gdy uczestnik wybierze strategię K3. Analogicznie dla kolejnych strategii – jeŝeli wybierzesz strategię W2, to otrzymasz odpowiednio 45, 15 lub 25 monet dla strategii K1, K2, K3 drugiego uczestnika. Wypłaty drugiego gracza odczytuje siê analogicznie. Jeŝeli wybierze on strategię K2, to otrzyma kolejno 25 monet, gdy Ty wybierzesz W1, 40 monet, gdy W2 oraz 30, gdy W3.

**Przykład 2:**

ZałóŜmy, Ŝe w eksperymencie bierze udział 11 osób: Ty i 10 pozostałych uczestników.

W tym przypadku Twoja wypłata zaleŝy od wybranej przez siebie strategii oraz wyborów wszystkich pozostałych graczy (czêstości wybierania przez nich poszczególnych strategii: K1, K2 oraz K3), czyli tzw. średnia waŝona.

Niech przykładowo 3 osoby wybrały strategię K1, 2 osoby strategię K2 oraz 5 strategię K3, aŝ Twój wybór to strategia W1. Sytuację tę przedstawia tabela poniŝej.

	K1		K2		K3		
W1	<b>20</b>	15	<b>30</b>	25	<b>10</b>	30	← wybrana przez Ciebie strategia
W2	<b>45</b>	20	<b>15</b>	40	<b>25</b>	25	
W3	<b>75</b>	50	<b>25</b>	30	<b>10</b>	15	
	3/10		2/10		5/10		← czêstość wybierania przez pozostałych uczestników poszczególnych strategii

Wówczas Twoja wypłata wyniesie:  $3/10 * 20 + 2/10 * 30 + 5/10 * 10 = 17$ , gdzie: 3/10 – procentowa liczba pozostałych uczestników, która wybrała strategię K1, aŝ 20 – Twoja wypłata z zagrania przez Ciebie strategii W1, gdyby pozostali gracze wybrali strategię K1.

## Eksperyment

**Twój zarobek w ED równy będzie sumie zarobków we wszystkich 30 rundach.**

Ponadto po zakończeniu głównej części eksperymentu odbędzie się test wiedzy z zakresu Teorii Gier (test jednokrotnego wyboru bez punktów ujemnych). **Za każdą prawidłową odpowiedź wynagrodzenie wynosi: 0,5 zł.**

Podnieś rękę, jeżeli masz jakieś pytania. W celu rozpoczęcia eksperymentu odpowiedz na pytanie sprawdzające na ekranie monitora i naciśnij przycisk „Rozpocznij”.

### Załącznik 4. Test wiedzy z zakresu teorii gier

**TEST:** Rozważmy następującą grę dwuosobową w postaci normalnej:

	K1		K2		K3	
W1	<b>100</b>	10	<b>20</b>	20	<b>60</b>	40
W2	<b>80</b>	30	<b>60</b>	10	<b>30</b>	20
W3	<b>70</b>	80	<b>10</b>	20	<b>20</b>	50

1. Równowagą Nasha jest para strategii:

- A. (W1 ; K3)
- B. (W2 ; K3)
- C. (W3 ; K1)
- D. (W1 ; K2)
- E. (W2 ; K1)

2. Liczba równowag Nasha w strategiach czystych tej gry wynosi:

- A. 0
- B. 1
- C. 2
- D. 3
- E. 4

3. Wypłata gracza kolumnowego w równowadze Nasha wynosi:

- A. 10
- B. 20
- C. 30
- D. 40
- E. 80

4. W procesie iteracyjnej eliminacji strategii ściśle zdominowanych pierwsza usunięta zostanie strategia:

- A. W1
- B. K3
- C. W2
- D. W3
- E. K1

5. Iteracyjna eliminacja strategii ściśle zdominowanych doprowadzi do usunięcia:

- A. 0 strategii
- B. 1 strategii
- C. 2 strategii
- D. 3 strategii
- E. 4 strategii

6. Najbezpieczniejszą strategią gracza kolumnowego (w zbiorze strategii czystych) jest:

- A. K1
- B. K2
- C. K3
- D. Poprawne są odpowiedzi A i B
- E. Poprawne są odpowiedzi A i C

7. Poziom bezpieczeństwa gry (w zbiorze strategii czystych) dla gracza wierszowego wynosi:

- A. 10
- B. 20
- C. 30
- D. 60
- E. 100

8. W rozważanej grze:

- A. Iteracyjna eliminacja strategii ściśle zdominowanych daje ten sam zbiór możliwych rozwiązań, co metoda znajdowania równowag Nasha.
- B. Iteracyjna eliminacja strategii ściśle zdominowanych daje jednoznaczne rozwiązanie.
- C. Rozwiązanie maksymalizujące dobrobyt społeczny NIE jest równowagą Nasha.
- D. Wszystkie z powyższych.
- E. Żadne z powyższych.



## Załącznik 5. Pytania ankietowe

Wskaż na skali punkt (poprzez zakreślenie jednej z cyfr), który najlepiej odzwierciedla Twoje przekonania:

1.	Jestem altruistą, dlatego podejmuję decyzje, które są korzystne dla społeczeństwa (choć mogą być niekorzystne dla mnie samego).		Jestem egoistą, dlatego podejmuję decyzje, które są korzystne dla mnie samego (choć mogą być niekorzystne dla społeczeństwa).
2.	Jestem pesymistą, dlatego podejmuję decyzje bezpieczne, które zapewniają mi pewną gwarantowaną wypłatę (choć pozbawiają mnie możliwości uzyskania wyższej wypłaty).		Jestem optymistą, dlatego podejmuję decyzje ryzykowne, które umożliwiają mi osiągnięcie wysokiej wypłaty (choć narażają mnie na możliwość uzyskania wypłaty niższej od zakładanej).
3.	Podejmując decyzje, myślę w głównej mierze o swojej sytuacji (nie rozważam tego, co zrobią inni).		Podejmując decyzje, myślę w głównej mierze o tym, co zrobią inni (biorę to pod uwagę przy podejmowaniu własnej decyzji).
4.	Podejmując decyzje, eliminuję kolejno możliwości gorsze od innych, dochodząc w ten sposób do ostatecznej decyzji.		Podejmując decyzje, wskazuję najlepszą opcję bezpośrednio ze zbioru wszystkich alternatyw.
5.	Podejmując decyzje, staram się znaleźć rozwiązanie, w którym ani ja, ani pozostałe osoby nie będą miały pokusy do zmiany decyzji.		Podejmując decyzje NIE, staram się znaleźć rozwiązania, w którym ani ja, ani pozostałe osoby nie będą miały pokusy do zmiany decyzji.
6.	Mam umysł humanistyczny		Mam umysł ścisły

## Załącznik 6. Rozkłady odpowiedzi na pytania ankietowe

	Altruista	Pesymista	Własna osoba	Wszystkie możliwości	Rozwiązanie nierównowagowe	Umysł humanistyczny	
-5	0%	0%	4%	3%	0%	8%	-5
-4	4%	1%	5%	8%	4%	9%	-4
-3	11%	14%	8%	16%	11%	12%	-3
-2	13%	13%	5%	17%	4%	1%	-2
-1	11%	1%	8%	1%	4%	3%	-1
0	11%	16%	5%	8%	14%	18%	0
1	13%	13%	1%	1%	7%	4%	1
2	12%	18%	9%	8%	13%	5%	2
3	13%	12%	24%	14%	18%	7%	3
4	8%	9%	20%	13%	13%	14%	4
5	5%	1%	11%	11%	12%	18%	5
	Egoista	Optymista	Myślenie strategiczne	Eliminacja alternatyw	Rozwiązanie równowagowe	Umysł ścisły	

### Załącznik 7. Przykład uczestnika sklasyfikowanego do poziomu racjonalności Decyzje strategiczne

Poziom racjonalności	Kryterium wyboru	Odsetek decyzji zgodnych	Test McNemara (p-value)
Decyzje losowe	Strategie zdominowane	0%	<b>0,000</b>
Decyzje niestrategiczne	L1	56,7%	<b>0,003</b>
	Pesymista	30,0%	<b>0,000</b>
	Optymista	43,3%	<b>0,001</b>
	Altruista	26,7%	<b>0,000</b>
Decyzje strategiczne	L2	63,3%	0,052
	NE	86,7%	1
	RE	76,7%	0,083

### Załącznik 8. Wyniki testu U Manna-Whitneya dla różnic w teście oraz pytaniach ankietowych pomiędzy uczestnikami przypisanymi do poszczególnych poziomów racjonalności

		Decyzje losowe		Decyzje niestrategiczne		Decyzje strategiczne	
Zysk	Decyzje niestrategiczne	Z=-1,456	(p=0,145)				
	Decyzje strategiczne	<b>Z=-4,787</b>	<b>(p&lt;0,001)</b>	<b>Z=-4,605</b>	<b>(p&lt;0,001)</b>		
	Niesklasyfikowani	<b>Z=-4,989</b>	<b>(p&lt;0,001)</b>	<b>Z=-4,129</b>	<b>(p&lt;0,001)</b>	<b>Z=4,832</b>	<b>(p&lt;0,001)</b>
Test	Decyzje niestrategiczne	Z=-0,124	(p=0,902)				
	Decyzje strategiczne	<b>Z=-3,264</b>	<b>(p=0,001)</b>	<b>Z=-2,783</b>	<b>(p=0,005)</b>		
	Niesklasyfikowani	Z=-0,613	(p=0,54)	Z=-0,393	(p=0,694)	<b>Z=3,339</b>	<b>(p&lt;0,001)</b>
Egoista	Decyzje niestrategiczne	Z=-0,637	(p=0,524)				
	Decyzje strategiczne	Z=-1,687	(p=0,092)	Z=-0,99	(p=0,322)		
	Niesklasyfikowani	Z=-0,321	(p=0,748)	Z=0,544	(p=0,586)	<b>Z=1,973</b>	<b>(p=0,048)</b>
Optymista	Decyzje niestrategiczne	Z=-0,516	(p=0,606)				
	Decyzje strategiczne	Z=0,039	(p=0,969)	Z=0,527	(p=0,598)		
	Niesklasyfikowani	Z=-0,97	(p=0,332)	Z=-0,143	(p=0,886)	Z=-0,954	(p=0,34)
Myślenie strategiczne	Decyzje niestrategiczne	Z=0,416	(p=0,677)				
	Decyzje strategiczne	<b>Z=-2,402</b>	<b>(p=0,016)</b>	<b>Z=-2,557</b>	<b>(p=0,011)</b>		
	Niesklasyfikowani	Z=-1,937	(p=0,053)	<b>Z=-2,034</b>	<b>(p=0,042)</b>	Z=0,992	(p=0,321)
Eliminacja alternatyw	Decyzje niestrategiczne	Z=1,276	(p=0,202)				
	Decyzje strategiczne	Z=-0,804	(p=0,421)	Z=-1,8	(p=0,072)		
	Niesklasyfikowani	Z=0,31	(p=0,757)	Z=-0,885	(p=0,376)	Z=1,026	(p=0,305)
Rozwiązanie równowagowe	Decyzje niestrategiczne	Z=0,958	(p=0,338)				
	Decyzje strategiczne	<b>Z=-2,446</b>	<b>(p=0,014)</b>	<b>Z=-3,412</b>	<b>(p&lt;0,001)</b>		
	Niesklasyfikowani	Z=0,333	(p=0,739)	Z=-0,402	(p=0,688)	<b>Z=2,861</b>	<b>(p=0,004)</b>
Umysł ścisły	Decyzje niestrategiczne	Z=0,643	(p=0,52)				
	Decyzje strategiczne	<b>Z=-3,085</b>	<b>(p=0,002)</b>	<b>Z=-3,125</b>	<b>(p=0,002)</b>		
	Niesklasyfikowani	Z=-1,151	(p=0,25)	Z=-1,363	(p=0,173)	<b>Z=2,8</b>	<b>(p=0,005)</b>

\* Wartości pogrubione oznaczają różnice statystycznie istotne.