

Autoreferat

1. Wstęp

Celem autoreferatu jest zaprezentowanie mojego dorobku naukowego po uzyskaniu stopnia doktora nauk ekonomicznych w styczniu 2008 r. Struktura tekstu jest następująca. W punkcie drugim przedstawiam przebieg mojej kariery naukowej i zawodowej. Punkt trzeci poświęcony jest omówieniu jednotematycznego cyklu publikacji, stanowiącego podstawę do ubiegania się o stopień doktora habilitowanego w dziedzinie ekonomii. W części czwartej scharakteryzowałem moje inne ważne publikacje naukowe. Część piąta to podsumowanie mojego dorobku naukowego z wykorzystaniem standardowych wskaźników oraz krótkie omówienie innych przejawów działalności badawczej i dydaktycznej.

2. Przebieg kariery naukowej i zawodowej

Początki mojej pracy naukowej sięgają ostatniego roku studiów magisterskich w Szkole Głównej Handlowej w Warszawie, kiedy to w roku 2004 odbywałem staż w Instytucie Ekonometrii, Kolegium Analiz Ekonomicznych SGH. W latach 2004-2005 w ramach otrzymanego stypendium *Marie Curie Fellowship* pracowałem w *Center for Operations Research and Econometrics, Louvain-la-Neuve, Belgia*. Po powrocie, w latach 2005-2006 byłem asystentem w Katedrze Teorii Systemu Rynkowego SGH. W latach 2006-2007 w ramach otrzymanego *Stypendium Fulbrighta* wizytowałem na Departamencie Ekonomii *Arizona State University, USA*. Po powrocie, w 2008 r. obroniłem pracę doktorską pt. *Modelowanie strategicznych współzależności decyzyjnych w obszarze dóbr publicznych* pod opieką prof. dr hab. Marka Garbicza. W 2008 r. zostałem mianowany na stanowisko adiunkta w Katedrze Teorii Systemu Rynkowego, Kolegium Zarządzania i Finansów SGH, a od 2014 pracuje na tym samym stanowisku w Katedrze Ekonomii Ilościowej, Kolegium Analiz Ekonomicznych SGH.

Od uzyskania stopnia doktora moje zainteresowania naukowe koncentrowały się głównie wokół teorii gier i jej zastosowań w ekonomii. W szczególności interesowało mnie zastosowanie teorii gier w analizie problemów z niespójnością czasową decyzji oraz kosztowną samokontrolą. Od strony technicznej w moich badaniach dominowały prace z obszaru gier dynamicznych i stochastycznych, gier super- lub submodularnych, ale używałem także modeli pryncypała i agenta, czy modeli równowagi ogólnej. W ostatnich latach wśród

moich zainteresowań badawczych zaczęły pojawiać się zagadnienia dotyczące gier z nieprzeliczalną liczbą graczy (zwane inaczej dużymi grami).

Moja praca na SGH przerywana była kilkakrotnie stażami i wizytami naukowymi, m.in. w WP Carey School of Business na Arizona State University (2009, 2014), Departamencie Ekonomii na University of Oxford (2012), czy Paris School of Economics (2015), gdzie pracowałem nad projektami badawczymi, prowadziłem gościnne wykłady oraz prezentowałem wyniki swoich badań.

W SGH prowadzę wykłady na poziomie licencjackim, magisterskim i doktoranckim z mikroekonomii zaawansowanej, teorii gier, modeli równowagi ogólnej czy ekonomii gałęziowej. Kursy te w większości odbywają się w języku angielskim.

3. Jednotematyczny cykl publikacji

Owocem badań prowadzonych po obronie pracy doktorskiej jest seria artykułów naukowych pod zbiorczym tytułem *Wykorzystanie teorii gier w analizie problemów niespójności czasowej decyzji i ograniczonych zobowiązań*. Prace te wskazują jako jednotematyczny cykl publikacji w rozumieniu ustawy z dnia 14 marca 2003 r. o stopniach naukowych i tytule naukowym oraz o stopniach i tytule w zakresie sztuki (art. 16, ust. 2). Składa się na niego następujących dziewięć pozycji:¹

- **Woźny Ł.**, Growiec, J. (2012). *Intergenerational interactions in human capital accumulation*, The B.E. Journal of Theoretical Economics, vol. 12(1), s. 1-47, IF2012: 0.419, 5YIF2012: 0.442, MNiSW: 15p.
- Balbus, Ł., Reffett, K., **Woźny Ł.**, (2012). *Stationary Markovian equilibria in altruistic stochastic OLG models with limited commitment*, Journal of Mathematical Economics, vol. 48, s. 115-132. IF2012: 0.321, 5YIF2012: 0.454, MNiSW: 15p, cytowania: 16.
- Balbus, Ł., Reffett, K., **Woźny Ł.**, (2013a). *A constructive geometrical approach to the uniqueness of Markov stationary equilibrium in stochastic games of intergenerational altruism*, Journal of Economic Dynamics and Control, vol. 37 (5), s. 1019-1039, IF2013: 1.057, 5YIF2013: 1.347, MNiSW: 25p, cytowania: 9.
- Balbus, Ł., Reffett, K., **Woźny Ł.**, (2013b). *Markov stationary equilibria in stochastic supermodular games with imperfect private and public information*, Dynamic Games and Applications, vol. 3 (2), s. 187-206, IF2013: 1.041, 5YIF2013: 1.102, MNiSW 2013: 25p, cytowania: 2.
- Balbus, Ł., Reffett, K., **Woźny Ł.**, (2014). *Constructive study of Markov equilibria in stochastic games with complementarities*, Journal of Economic Theory, vol. 150, s. 815-840, IF2014: 1.033, 5YIF2014: 1.635, MNiSW: 30p, cytowania: 14.

¹ Część projektów badawczych realizowana była ze współautorami. Szczegółowy podział zadań w tych pracach przedstawiam w Załączniku 5.

- Balbus, Ł., Reffett, K., **Woźny Ł.**, (2015a). *Time consistent Markov policies in dynamic economies with quasi-hyperbolic consumers*, International Journal of Game Theory, vol. 44 (1), s. 83-112, IF2014: 0.579, 5YIF2014: 0.626, MNiSW: 15p, cytowania: 10.
- Balbus, Ł., **Woźny Ł.**, (2015). *Strategic dynamic programming methods for studying short memory equilibria in a class of stochastic games with uncountable number of states*, Dynamic Games and Applications, w druku, DOI: 10.1007/s13235-015-0171-1, IF2014: 0.706, 5YIF2014: 1.013, MNiSW 2015: 20p.
- **Woźny, Ł.**, (2015), *On incentives, temptation and self-control*, Mathematical Social Sciences, vol. 74, s. 60-67, IF2014: 0.462, 5YIF2014: 0.495, MNiSW: 15p, cytowania: 1.
- **Woźny, Ł.**, (2016). *On the price of commitment assets in a general equilibrium model with credit constraints and tempted consumers*, The B.E. Journal of Theoretical Economics, w druku, DOI: 10.1515/bejte-2015-0019, IF2014: 0.300, 5YIF2014: 0.300, MNiSW: 15p.

Wyżej wymienione prace poruszają następujące, częściowo nakładające się na siebie problemy badawcze:

- problemy niespójności czasowej decyzji i ograniczonych zobowiązań,
- problemy ograniczonych zobowiązań w decyzjach współzależnych,
- problemy kosztownej samokontroli i wyceny narzędzi pozwalających na jej ograniczenie.

Taki podział tematyczny wykorzystuję też do podsumowania głównych wyników wyżej wymienionych badań.

3.1 Problemy niespójności czasowej decyzji i ograniczonych zobowiązań

Moim pierwszym podejściem do problemu ograniczonych zobowiązań (ang. *limited commitment*) i niespójności czasowej decyzji była analiza modelu paternalistycznych spadków międzypokoleniowych za pomocą teorii gier stochastycznych. W trzech pracach ze współautorami (**Woźny, Growiec 2012**, Balbus, Reffett, **Woźny 2012** oraz Balbus, Reffett, **Woźny 2013a**) analizowaliśmy ten problem w kilku odmianach prezentując szereg wyników charakteryzujących stacjonarne równowagi Markowa (dalej MSNE) w grze stochastycznej z ciągiem graczy (generacji), z których każdy żyje jeden lub dwa okresy i czerpie użyteczność z konsumpcji własnej i tej następnej generacji (por. Phelps, Pollak (1968), Peleg i Yaari (1973), oraz Balbus, Jaśkiewicz, Nowak (2015)). Problem niespójności czasowej lub ograniczonych zobowiązań w tym modelu wynika z tego, iż każda generacja chce zobowiązać następną do konsumpcji jak największej części otrzymanego spadku, ale nie ma narzędzi aby zobowiązać następną generację do takiego zachowania. Efekt ten w literaturze jest tłumaczony niespójnością czasową polityki planisty ze zmiennymi preferencjami, altruizmem międzypokoleniowym, czy też tak zwaną sprawiedliwością dystrybucyjną.

W szczególności w pracy z *Journal of Economic Dynamics and Control* (Balbus, Reffett, **Woźny 2013a**) podajemy warunki na istnienie równowagi MSNE w klasie funkcji Lipszycowskich na nieprzeliczalnej przestrzeni stanów. Dzięki mojej obserwacji dotyczącej pewnej klasy

stochastycznych przejść pomiędzy stanami świata w kolejnych okresach (por. Amir 1996, Nowak 2003) udało mi się pokazać, że operator najlepszej odpowiedzi w tej grze jest malejący w odpowiednim porządku na przestrzeni funkcji, a dzięki temu zbiór MSNE nie może mieć uporządkowanych elementów. W konsekwencji przy pewnych dodatkowych, geometrycznych założeniach na preferencje można podać warunki na jednoznaczność MSNE (w szerokiej klasie funkcji ograniczonych i mierzalnych) przy wykorzystaniu twierdzenia Guo, Cho, Zhu o punktach stałych operatorów monotonicznych zdefiniowanych na stożkach.

Był to nie tylko jeden z pierwszych i nielicznych w literaturze wynik z zakresu jednoznaczności MSNE dla klasy gier stochastycznych z nieprzeliczalną przestrzenią stanów i nieskończonym horyzontem czasowym, ale także pionierskie zastosowanie twierdzenia o punktach stałych operatorów malejących w tej klasie gier i gospodarek.

Inną ważną cechą artykułu i prezentowanego w nim podejścia jest możliwość osiągnięcia szeregu dodatkowych wyników w zakresie: istnienia rozkładów niezmienniczych generowanych przez równowagową dynamikę gospodarki, statyki komparatywnej MSNE względem parametru, metod numerycznych pozwalająca obliczyć jedyną MSNE i aproksymować ją za pomocą gry ze skończonym horyzontem czasowym. Rozszerzenia te zawarliśmy w ostatniej sekcji artykułu.

Uzyskane wyniki i wiele przykładów zaprezentowanych w pracy przedstawiają więc szereg narzędzi pozwalających na numeryczną analizę gospodarek modelowanych za pomocą tej klasy gier. Praca ma więc także charakter metodologiczny, i jej ważnym wkładem w literaturę jest pokazanie narzędzi pozwalających na przeniesienie metodyki badań używanych dotychczas w makroekonomii stosowanej na obszar teorii gier stochastycznych.

Powiązana pracą, która kontynuuje te zagadnienia jest artykuł z *Journal of Mathematical Economics* (Balbus, Reffett, Woźny 2012). Pokazuje jak omówione narzędzia, mogą być rozszerzone na przypadek wielowymiarowych zmiennych decyzyjnych, w szczególności elastycznej podaży pracy i kolejnych zastosowań w klasie stochastycznych modeli przeplatających się pokoleń (ang. *overlapping generation models*). Szereg przykładów i kontrprzykładów algebraicznych, zastosowań ekonomicznych w obszarze modeli wzrostu gospodarczego z brakiem zobowiązań, modeli polityk względem środowiska naturalnego, akumulacji kapitału ludzkiego czy modeli diety oraz wyników teoretycznych dla kilku przypadków prawdopodobieństw przejścia spowodował, że praca należy do tych z największą liczbą cytowań w moim dorobku.

Ważną techniczną cechą tej pracy jest zdefiniowanie operatora najlepszej odpowiedzi na przestrzeni wartości, a nie (jak to jest robione typowo) przestrzeni strategii. Było to konieczne do osiągnięcia w/w wyników ze względu na wielowymiarowość przestrzeni strategii, ale też jest punktem ważnym z punktu widzenia metodologicznego bo używa technik stosowanych w obszarze programowania dynamicznego do analizy MSNE w tej klasie gier.

Według mnie, istotnym walorem pracy jest także sekcja 5.3 prezentująca pomysł zastosowania metody strategicznego programowania dynamicznego (rozszerzającego metodę Abreu, Pearce, Stacchetti 1990) na klasę gier stochastycznych z nieprzeliczalną przestrzenią stanów oraz klasy (niekoniecznie niestacjonarnych) doskonałych równowag Markowa, którą później rozwinęli Balbus oraz Woźny (2015).

Wreszcie, w powiązonym artykule Woźny i Growiec (2012) prezentują szczegółowe zastosowanie w/w technik do modeli akumulacji kapitału ludzkiego, znów w warunkach ograniczonych zobowiązań. Ekonomicznie w artykule pokazujemy i obliczamy (algebraicznie i numerycznie) politykę akumulacji kapitału ludzkiego w MSNE. Pokazujemy formalnie, że inwestycje w kapitał ludzki są niższe w modelu ze strategicznymi interakcjami versus w modelu wzrostu z kapitałem ludzkim bez tych efektów. Ponadto pokazujemy, że zastosowanie takiej, wyższej polityki akumulacji kapitału ludzkiego nie prowadzi do alokacji Pareto optymalnej. Wreszcie w dodatku prezentujemy wyniki charakteryzujące politykę akumulacji kapitału ludzkiego w modelu z aspektami altruistycznymi typu *joy-of-giving*. Jednym z wniosków jakie można wyciągnąć z tej pracy jest możliwość przeszacowania parametrów mierzących wagę akumulacji kapitału ludzkiego w modelach, w których nie uwzględnimy strategicznych interakcji decyzyjnych.

Kolejną pracą, w której przedstawiamy wyniki z zakresu niespójności czasowej decyzji jest praca opublikowana w *International Journal of Game Theory* (Balbus, Reffett, Woźny 2015a). W tym artykule analizujemy klasyczny problem znalezienia optymalnej spośród czasowo spójnych polityk w problemie dyskontowania quasi-hyperbolicznego (β - δ).

Znów, głównym celem artykułu było udowodnienie istnienia i numerycznego obliczenia optymalnych polityk w tym problemie / grze. Głównym wynikiem artykułu jest dowód istnienia i metoda obliczania optymalnej z czasowo-spójnych polityk. W stosunku do literatury jest to ważne osiągnięcie (por. Harris, Laibson 2000). W ten sposób łączymy wyniki z zakresu teorii decyzji czasowo-spójnych (Strotz 1956), z ich teoriogrową interpretacją (Phelps, Pollak 1968 czy Balbus, Nowak (2008) lub Balbus, Jaśkiewicz, Nowak (2014)). Jest to pionierski wynik w tej dziedzinie (por. Caplin, Leahy 2006). Jak w poprzednich tekstach, artykuł zawiera dodatkowe wyniki z zakresu statyki komparatywnej optymalnych rozwiązań, rozkładów niezmienniczych i przykłady z zakresu konsumpcji / oszczędzania, dynamicznego formowania się preferencji czy ochrony środowiska. Praca zawiera także symulacje numeryczne.

Technicznie, dzięki wykorzystaniu metod z zakresu gier stochastycznych do analizy tego problemu konstruujemy rosnący operator, którego punkty stałe są funkcjami wartości, z których można wyznaczyć czasowo spójne polityki. Porządkowe własności zbioru wszystkich czasowo spójnych polityk pozwalają na znalezienie tej dającej największą wartość. Z tej perspektywy najważniejszym wkładem artykułu do literatury jest więc udowodnienie przez nas twierdzenie o istnieniu, aproksymacji i porównywaniu punktów stałych rodziny parametryzowanych operatorów monotonicznych zdefiniowanych na zbiorach częściowo

uporządkowanych. Oferuje ono pewne rozszerzenie twierdzenia o punkcie stałym: Tarskiego, Markowskiego i Tarskiego-Kantorowicza. Wynik ten wykorzystywaliśmy potem kilkakrotnie w pracach z zakresu dużych gier (np. Balbus, Dziewulski, Reffett, Woźny 2014, 2015).

Wreszcie Balbus i Woźny (2015) w pierwszej części tekstu z *Dynamic Games and Applications* prezentują metodę obliczania, użyteczną także do dowodzenia istnienia, czasowo spójnych polityk Markowa (nie koniecznie stacjonarnych) w tym samym modelu. W konstrukcji przypomina ona pomysł wspomniany w omawianej już pracy z *Journal of Mathematical Economics*. Pokazujemy, jak zmodyfikować technikę Abreu, Pearce, Stacchetti (1990), stosowaną do gier powtarzalnych, czy technikę Mertens, Parthasarathy (1987) stosowaną do gier stochastycznych do naszego problemu decyzyjnego/gry i klasy strategii Markowa zdefiniowanych na nieprzeliczalnej przestrzeni stanów. W szczególności udowadniamy istnienie równowagi, pokazujemy pewną charakterystykę zbioru wszystkich wartości w równowadze za pomocą rodziny zbiorów zstępujących, a także prezentujemy metodę numeryczną obliczania wszystkich wartości dla tej klasy równowag Markowa (z krótką pamięcią). Te dwa ostatnie wyniki dotyczące obliczania zbioru wszystkich równowag w pewnej klasie jest ważnym wkładem do literatury przedmiotu i różni się od innych prezentowanych metod (por. Cole, Kocherlakota (2001), Judd, Yeltekin, Conklin (2003), Doraszelski, Escobar (2012), Sleet, Yeltekin (2015), Feng, Miao, Peralta-Alva, Santos (2014)). Znow tekst ma charakter metodologiczny i przedstawione zastosowanie jest tylko jednym z wielu możliwych (drugie prezentowane w tekście zastosowanie jest omówione w kolejnym podpunkcie).

3.2 Problemy ograniczonych zobowiązań w decyzjach współzależnych

Innym aspektem poruszonym w moich badaniach, jest problem ograniczonych zobowiązań i niespójności czasowej w decyzjach współzależnych, modelowanych za pomocą gier stochastycznych pomiędzy n graczami, podejmującymi decyzje w każdym okresie. Taki model gry analizujemy w pracy z *Journal of Economic Theory* (Balbus, Reffett, Woźny 2014) przyjmując założenia gwarantujące, że gra ma własność komplementarności strategii i pozytywne efekty zewnętrzne (por. Curtat 1996, Nowak 2007). W ekonomii taka klasa gier jest używana w analizie dynamicznych zachowań firm na rynkach oligopolistycznych czy modelach poszukiwań (np. na rynku pracy). W naszej pracy prezentujemy dodatkowe dotyczące: spójnej czasowo polityki podatkowej rządu grającego z gospodarstwami domowymi oraz symetrycznych równowag w grach z indywidualną podażą dobra publicznego.

Znow, przyjęte założenia na prawdopodobieństwo przejścia pomiędzy stanami gwarantują, że analizowana przez nas gra jest supermodularna w postaci ekstensywnej. Jest to pionierski przykład takiej gry ponieważ ogólne warunki, aby gra cechowała się własnością supermodularności akcji w różnych okresach czasu nie były dotąd znane (por. Echenique 2004).

W tym artykule pokazujemy wyniki w zakresie istnienia ekstremalnych MSNE oraz ich aproksymacji zarówno punktowo jak i, przy silniejszych założeniach, w normie supremum. Otrzymanie tak silnych wyników w stosunku do innych z literatury było możliwe poprzez konstrukcję pewnych rosnących operatorów na przestrzeni funkcji wartości (zdefiniowanych na nieprzeliczalnych przestrzeniach stanów w n -wymiarowej przestrzeni euklidesowej), ale co ciekawe bez używania twierdzeń o punktach stałych. W tym sensie analiza przedstawiona w pracy jest w całości konstruktywna, ponieważ konstruujemy równowagi jako granice pewnych ciągów. Znow ten aspekt wyróżnia ją na tle innych pozycji w literaturze (por. Nowak 2007, Duggan 2012).

Innymi ważnymi wynikami uzyskanymi w omawianym artykule są twierdzenia dotyczące statyki komparatywnej ekstremalnych równowag i implikowanych równowagami rozkładów niezmienniczych z parametrem opisującym grę. Znow w tej klasie (gier dynamicznych) są to pionierskie wyniki.

Ponadto obliczamy numerycznie ekstremalne stacjonarne równowagi Markowa w przykładzie prostej dwu-osobowej gry ze wspólnym interesem ilustrując wyniki otrzymane w całej pracy.

Kolejnym artykułem mającym na celu wskazanie narzędzi analizy stochastycznych gier supermoduarnych jest praca w *Dynamic Games and Applications* (Balbus, Reffett, Woźny 2013b), gdzie analizujemy rozszerzenie wyników z pracy w *Journal of Economic Theory* o niedoskonałą informację w zakresie prywatnych sygnałów / typów poszczególnych graczy. Taka klasa gier jest przez nas użyta do analizy dynamiki cenowej pomiędzy firmami z prywatną informacją, konkurencji w obszarze działalności badawczo-rozwojowej i pozytywnymi efektami zewnętrznymi, jak również konkurencji Cournot z aspektem nauki poprzez praktykę (ang. *learning by doing*).

Warto zwrócić uwagę na konstrukcję oczekiwań odnośnie do typów pozostałych graczy w analizowanej równowadze gry (MSNE). Są to oczekiwania z krótka pamięcią, a więc takie w których oczekiwania każdego gracza o stanach pozostałych graczy zależą jedynie od obecnego prywatnego stanu danego gracza, zarówno w równowadze jak i poza równowagą. Jest to intuicyjna, ale i silna koncepcja równowagi analizowana już w innych pracach (por. Cole, Kocherlakota 2001) i udowodnienie jej istnienia było otwartym problemem w klasie gier stochastycznych z nieprzeliczalną przestrzenią stanów. Wyniki zaprezentowane w pracy znacząco zbliżają gry analizowane w teorii do wielu stosowanych modeli ekonomicznych.

Techniczne narzędzia użyte w tej pracy są podobne do tych omówionych powyżej, ale metodycznie praca ma ważną cechę, ponieważ operator punktu stałego w kolejnych iteracjach eliminuje strategie i wartości, które nigdy nie są najlepszymi odpowiedziami. To z kolei zbliża użyte narzędzia do tych z gier globalnych. Wreszcie, założenie na prawdopodobieństwo przejścia pomiędzy stanami w kolejnych okresach używane w poprzednich pracach zostało tutaj znacząco osłabione.

Wreszcie, Balbus oraz Woźny (2015), w omówionej już częściowo pracy dotyczącej strategicznego programowania dynamicznego, analizuje jako przykład tą są samą klasę gier supermodularnych z pozytywnymi efektami zewnętrznymi i charakteryzuje teoretycznie i numerycznie zbiór wszystkich wartości do uzyskania w MSNE będących rosnącymi funkcjami zmiennej stanu na prostej. W ten sposób dowodzimy istnienia (nie koniecznie stacjonarnej) doskonałej równowagi Markowa. Pozostałe własności metody prezentowanej w tym tekście zostały omówione powyżej. Wreszcie, warto zwrócić uwagę na fakt, iż ekstremalne MSNE obliczone w modelu z *Journal of Economic Theory* należą do zbioru równowag osiągniętych za pomocą tej metody, ale i są dwoma z ekstremalnych punktów zbioru wszystkich równowag w klasie analizowanej przez Balbus, Woźny (2015).

Podsumowując wyniki zaprezentowane w pracach z punktów 3.1 i 3.2 są nie tylko wkładem do literatury istnienia czystych MSNE w pewnych klasach gier stochastycznych (Mertens, Parthasarathy, 1987, Nowak, Raghavan 1992 czy Levy, McLennan 2015, Hen, Sun 2014), ale przede wszystkim oferują nowe narzędzia pozwalające na konstruktywną i numeryczną analizę faktycznych problemów z niespójnością czasową decyzji, czy ograniczonymi zobowiązaniami.

3.3 Problemy kosztownej samokontroli i wyceny instrumentów pozwalających na jej ograniczenie

Ważnym i nowym kierunkiem moich badań jest także alternatywne podejście do modelowania empirycznych obserwacji dotyczących zjawiska zwanego odwróceniem preferencji. Zamiast używać modeli ze zmiennymi preferencjami (np. dyskontowania quasi-hyperbolicznego), czy ogólnie gier stochastycznych, w ostatnich pracach wykorzystuję model decyzyjny Gula i Pesendorfera (2001), pozwalający na racjonalizację zjawiska odwrócenia preferencji poprzez wprowadzenia relacji preferencji na podzbiorach zbioru konsumpcyjnego i określenia kosztów samokontroli.

W jednej z moich prac (Woźny, 2015) analizuję problem konstrukcji optymalnego schematu wynagradzania w modelu pryncypała i agenta, gdzie agent ma preferencje z kosztowną samokontrolą. Stosując standardowe narzędzia w zakresie analizy tej klasy problemów (por. Grossman, Hart (1983)) pokazuję, jak powinien wyglądać optymalny kontrakt, aby zmotywować agenta to wysokiego wysiłku, który oprócz warunków wynikających z pokusy nadużycia (nieobserwowalnej akcji) musi także spełnić warunki wynikające z nieobserwowalnych pokus i kosztów samokontroli.

Cechą charakterystyczną artykułu, wyróżniającą go spośród innych pozycji w literaturze, jest to że standardowe wyniki dla tej klasy problemów nie zachodzą przy występowaniu kosztownej samokontroli. W szczególności, warunek zgodności motywatorów nie musi być wiążący w optymalnym rozwiązaniu, a w konsekwencji rozwiązanie problemu uproszczonego, tj. bez uwzględnienia warunków zgodności motywatorów, zadaje płacę zależną od wynagrodzenia nawet dla użyteczności separowalnych względem wynagrodzenia

i akcji oraz bardzo niskich wartości parametrów mierzących koszty samokontroli. Wreszcie pokazują, że dla wysokich kosztów samokontroli optymalne wynagrodzenie w rozwiązaniu *first* i *second best* są tożsame i problem kosztów agencji, wynikających z nieobserwowalnej akcji, znika.

Intuicją do zrozumienia tego wyniku jest występowanie nowego kanału motywacji agenta, a mianowicie, sterowalnej przez pryncypała wysokości kosztów samokontroli, które mogą obniżyć użyteczność agenta. Ciekawym wynikiem, który otrzymałem, jest też to, że pryncypał w optymalnym kontrakcie, mimo możliwości, nigdy nie zredukuje kosztów samokontroli do zera, bowiem pewien (ściśle dodatni) poziom wewnętrznej motywacji agenta (chęci ograniczenia własnych kosztów samokontroli) jest dla niego optymalny.

Przedstawiona w pracy analiza daje się łatwo uogólnić do modelu z wieloma (także nieskończenie wieloma) akcjami oraz ogólnych funkcji użyteczności. A wnioski z badania wpisują się w dyskusję dotyczącą uzasadnienia wynagrodzenia zależnego od wyniku (por. Holmstrom 1979), a także literaturę behawioralnych aspektów kontraktowania (por. np. Bénabou, Tirole 2003, 2006).

Co ciekawe, z technicznego punktu widzenia, zaprezentowany przeze mnie model, pozwala na stosunkowo łatwe rozszerzenia interakcji pomiędzy pryncypałem i agentem na przypadek n -okresów i w ten sposób ma przewagę nad modelowaniem w oparciu o zmienne preferencje (por. model Yilmaza (2013), gdzie preferencje agenta są opisane jak w modelu dyskontowania beta-delta).

Wnioski te wyznaczają naturalne kierunki dalszych badań w tym obszarze, które podejmuję w aktualnie kierowanym przeze mnie projekcie badawczym finansowanym przez Narodowe Centrum Nauki na lata 2014-2016.

Drugim artykułem, w którym wykorzystuję model Gula i Pesendorfera (2001) jest artykuł pt. *On the price of commitment assets in a general equilibrium model with credit constraints and tempted consumers* (Woźny 2016). W tej pracy analizuję model trzyokresowej gospodarki z jednym konsumentem i jedną firmą, ograniczeniami kredytowymi i aktywem finansowym pozwalającym na kosztowne zobowiązanie pozwalające ograniczyć lub nawet zlikwidować koszty samokontroli lub nieefektywności wynikające z niespójności czasowej decyzji.

Celem artykułu było porównanie wyników dwóch modeli, tj. jednego, gdzie preferencje konsumenta są modelowane poprzez preferencje typu beta-delta oraz drugiego, gdzie preferencje konsumenta są modelowane jak u Gula i Pesendorfera. W pierwszej części pracy otrzymuję wyniki porównujące podaż i popyt na aktywa płynne i te niepłynne, ale pozwalające na zobowiązania, dla obu modeli i wykazuję kiedy wyniki obu modeli są (jakościowo) takie same, a kiedy różne. Jak się okazuje, wbrew wcześniejszym wynikom (Kocherlakota, 2001 oraz Gul, Pesendorfer 2004) oba modele dają jakościowo zbliżone wyniki, tj. w równowadze doskonale konkurencyjnej jedno z aktywów krótkoterminowych

nie jest konsumowane, a aktywo pozwalające na ograniczenie samokontroli zawsze w ściśle dodatniej ilości.

Z punktu widzenia technicznego, model beta-delta wypada w tym przypadku korzystniej, gdyż daje więcej testowalnych restrykcji, jeżeli chodzi o kształt funkcji popytu. A co ważniejsze, własności te znacznie ułatwiają udowodnienie istnienia równowagi doskonale konkurencyjne w tym modelu. Ponadto, warto zaznaczyć, iż mój model jest pierwszym, który systematycznie analizuje preferencje z kosztową samokontrolą w tym temacie.

Najważniejszym wkładem artykułu do literatury było jednak pokazanie warunków i udowodnienie istnienia równowagi doskonale konkurencyjne w tym modelu. Zaznaczmy, że od czasu przykładu na nieistnienie równowagi (bez odwoływania się do nieprzeliczalnej liczby różnych konsumentów, por. Luttmer, Mariotti, 2006) zaprezentowanego przez Kocherlakotę (2001), a także Gabrieli i Ghosal (2013) kwestia istnienia równowagi w tych prostych gospodarkach nie była jasna. W szczególności, wynik o brzegowym popycie jest tym co skutkuje nieistnieniem równowagi w modelu gospodarki wymiany u Kocherlakoty, a brak aktywów pozwalających na zobowiązania i brak ograniczeń kredytowych tym co skutkuje niestnieniem równowagi w modelu gospodarki wymiany Gabrieli i Ghosal. W mojej pracy zauważyłem, że uchylenie założenia o sztywnej podaży (tj. odejście od gospodarki wymiany), pozwala na taką zmienność popytu i podaży z cenami, że równowaga istnieje.

Wynik ten ma przynajmniej dwie ciekawe konsekwencje. Po pierwsze, pokazuje warunki które muszą być spełnione, aby rynek był w stanie funkcjonować i wyceniać aktywa pozwalające na ograniczenie kosztownej samokontroli. A po drugie pokazuje, jak struktura cen aktywów może być wykorzystywana do rynkowej identyfikacji zjawiska kosztownej samokontroli oraz samej wyceny zjawiska kosztownej samokontroli, tj. ile konsumenci i producenci są w stanie zapłacić za instrument finansowy pozwalający na taki efekt.

Wreszcie chciałbym zaznaczyć, że do tego nurtu badań należy także zaliczyć omówioną już częściowo pracę (Woźny, Growiec 2012). Dodatkowym, z mojej ocenie istotnym, wkładem do literatury tego właśnie tekstu jest przedstawienie pierwowzoru metody na decentralizację alokacji w (stacjonarnej) równowadze Nasha (w strategiach Markowa), gry pomiędzy pokoleniami za pomocą cen w równowadze ogólnej.

W szczególności, jako pierwsi pokazaliśmy, jak poprawnie określić strukturę aktywów, a przede wszystkim cel działalności firmy, aby alokacja w równowadze Nasha mogła być w taki sposób zdecentralizowana. W ten sposób dajemy zastosowanie dla ostatnich wyników Magill, Quinzii (2009) dotyczących zachowania firm w warunkach występowania endogenicznego ryzyka, a więc takiego które nie jest modelowane jako (obiektywny) rozkład prawdopodobieństwa na przestrzeni stanów, dodatkowo niezależny od decyzji gospodarujących podmiotów (jak w standardowym modelu Arrowa-Debreu).

W stosunku do ich pracy nie tylko rozszerzamy ich koncepcję na (quasi)równowagę rekursywną dla gospodarki z nieskończonym horyzontem czasowym, ale co ważniejsze rozszerzamy i analizujemy własności dla przypadku, gdy przestrzeń stanów świata jest nieprzeliczalna. To rozszerzenie, z jednej strony komplikuje analizę od strony narzędziowej, ale z drugiej strony jest konieczne do otrzymania naszego wyniku o (efektywnej) decentralizacji, tj. istnienia cen decentralizujących równowagową alokację w myśl drugiego twierdzenia ekonomii dobrobytu zastosowanego do klasy problemów z niespójnością czasową decyzji. Są to pionierskie wyniki pozwalające na dalsze prace w tej dziedzinie.

4. Inne ważniejsze publikacje

Oprócz prac wskazanych jako jednotematyczny cykl publikacji, prowadzone przeze mnie badania zaowocowały także publikacją artykułów dotyczących dużych gier, a więc gier z nieprzeliczalną liczbą graczy, z których najważniejsze omawiam w sposób syntetyczny poniżej.²

W pierwszej pracy z trzema współautorami (Balbus, Dziewulski, Reffett, Woźny 2014) analizujemy dużą grę ze strategicznymi komplementarnościami. Pokazujemy jak formalnie zdefiniować zjawisko komplementarności w takim środowisku (na przestrzeni strategii (por. Schmeidler 1973) i w grach dystrybucyjnych (por. Mas Colell 1984)) i udowadniamy pewne własności przestrzeni strategii (mierzalnych funkcji) mapujących graczy do ich zbiorów akcji. Podobnie dla gier dystrybucyjnych pokazujemy jak zdefiniować zjawisko komplementarności na rozkładach i wykazujemy pewne własności zbiorów rozkładów z odpowiednimi porządkami. W pracy podajemy warunki na istnienie równowagi (Nasha oraz dystrybucyjnej) w obu modelach oraz metodę obliczania wybranych elementów ze zbioru równowag. Wreszcie udowadniamy, kiedy ekstremalne równowagi w obu grach można scharakteryzować poprzez statykę komparatywną. Wyniki te rozszerzają wcześniejsze prace dotyczące gier supermodularnych ze skończoną liczbą graczy: Topkis (1979), Vives (1990), Milgrom i Roberts (1990). Pracę kończą szczegółowe zastosowania do (nieagregatowych) dużych gier np. w zakresie modeli dysonansu społecznego (Akerlof, 1997), gier z wyborem czasu stopowania, czy modeli ze współzależną konsumpcją (ang. *keeping up with the Joneses*).

W kolejnym tekście (Balbus, Dziewulski, Reffett, Woźny 2015) analizowaliśmy podobny model, dużej gry supermodularnej, ale w warunkach zróżnicowanej informacji. Znów odpowiednio definiujemy dostępną informację i zachowanie komplementarne w takich warunkach i przedstawiamy wyniki o istnieniu równowagi Bayesa-Nasha, ich obliczania oraz statyki komparatywnej. W ten sposób rozszerzamy wyniki Baldera i Rustichiniego (1994) oraz Kima i Yannelisa (1997) do gier supermodularnych i prezentujemy zastosowania do *riot games*, metody wyceny aktywów na niezupełnych rynkach finansowych, czy aukcji wspólnej

² Pełny spis moich publikacji zawiera Załącznik 3.

wartości. W tej pracy uogólniamy także metody dotyczące warunków pozwalających na agregację porządkowych własności typu quasi-supermodularność oraz własność jednokrotnego przecięcia, rozszerzając wyniki Quah i Strulovici (2012).

Wreszcie w jednej z ostatnich prac (Balbus, Reffett, Woźny 2015b) pokazujemy kontrprzykład na istnienie równowagi Nasha w dużej grze supermodularnej opublikowany w *Games and Economic Behavior* przez Yang oraz Qi (2013). Szczegółowo wykazujemy błąd popełniony przez w/w autorów oraz podajemy dodatkowe warunki, które muszą być spełnione aby otrzymać istnienie równowagi w tego typu grach. Praca ta jest istotna, gdyż wskazuje jak trudna jest gałąź teorii dużych gier, a także ugruntowuje pozycję autorów w tych obszarze badawczym.

Warto dodać, że tematyką modeli ze współzależną konsumpcją (*keeping up with the Joneses*) zajmowałem się jeszcze przed doktoratem w pracy z prof. Garbiczem (Garbicz, Woźny 2006), grami agregatowymi (poza doktoratem) i modularnością strategii także w pracy pt. *Charakterystyka zbioru równowag w submodularnych grach z indywidualną podażą dóbr publicznych* (Woźny, 2009a), a problemem niespójności czasowej decyzji w przeglądowej pracy z 2009 roku (Woźny, 2009b).

Na koniec wspomnę o kilku innych pracach przeglądowych, mających obok charakteru naukowego także walory dydaktyczne i wskazujące dalsze kierunki badań. W dwóch z moich opracowań (Dziewulski, Woźny 2011,2012) intuicyjnie prezentujemy metody zastosowania narzędzi z zakresu gier stochastycznych do (numerycznej) analizy zachowań firm na rynkach oligopolistycznych. W kolejnej pracy z tym współautorem (Dziewulski, Woźny 2010) intuicyjnie omawialiśmy możliwości decentralizacji zachowań równowagowych modelowanych w grach dynamicznych, tj. takiej konstrukcji cen, aby równowagowe alokacje (czyszczące rynek) odpowiadały tym w równowagach Nasha w grach dynamicznych i stochastycznych. Konstrukcję tą wykorzystałem w omawianej wyżej pracy z dr hab. J. Growcem (Woźny, Growiec 2012).

Wreszcie wspomnę o jednej mojej pracy empirycznej, poza głównym nurtem obecnych badań, (Łatuszyński, Woźny 2008), gdzie obliczamy różnice w wynagrodzeniach kobiet i mężczyzn na polskim rynku pracy (ok 20% na korzyść mężczyzn) oraz przedstawiamy dekompozycję Oaxaca - Blindera wyjaśniając ją, w dużej mierze (tj. od 70% do 85%), obiektywnymi czynnikami, jak staż zatrudnienia, grupa zawodowa, wykształcenie, zajmowane stanowisko itp. Praca ma obecnie 6 znanych mi cytowań.

5. Podsumowanie dorobku naukowego³

W momencie składania wniosku mój dorobek naukowy po doktoracie obejmuje m.in.:

³ Szczegółowe dane do wskaźników prezentowanych w tej części można znaleźć w Załącznikach 3, 4 i 5.

- 11 artykułów w czasopismach naukowych uwzględnionych w Journal Citation Reports,
- 2 artykuły w innych czasopismach naukowych punktowanych przez MNiSW,
- 4 rozdziały w zwartych pracach zbiorowych oraz jedna książka zbiorowa, której byłem redaktorem.

Aktualny (z roku publikacji lub najnowszy) sumaryczny wskaźnik wpływu (*impact factor*) dla tychże publikacji wynosi 8,247, a w przypadku jego pięcioletniej wersji (*5-year impact factor*) 10,147. Po przeważeniu odpowiednimi udziałami w przypadku prac napisanych we współautorstwie (patrz Załącznik 5), wskaźniki te wynoszą odpowiednio 3,813 oraz 4,629. Zgodnie z punktacją MNiSW, opublikowane przeze mnie prace naukowe zgromadziły 267 punktów, a po skorygowaniu o wkład współautorów 141,05 punktów.

Moje prace są cytowane w zagranicznych czasopismach naukowych.⁴ Łączna liczba cytowań według Google Scholar wynosi 65, a wskaźnik Hirscha 5. W serwisie IDEAS/RePEc zidentyfikowano 12 obcych cytowań moich prac, co daje wskaźnik Hirscha równy 2. Wreszcie, w bazie Web of Science liczba cytowań moich prac wynosi 22, w tym 13 obcych, a indeks Hirscha 3.

Moje artykuły prezentowałem na wielu prestiżowych konferencjach w kraju i za granicą. Wśród nich znajdują się takie jak: Society for Advancement in Economic Theory (6 razy), European Workshop in General Equilibrium Theory (3 razy), Public Economic Theory International Meeting czy SING (Conference on Game Theory). Do tego warto wymienić seminaria w ramach pobytów badawczych w University of Oxford, Paris School of Economics, Institut Henri Poincare, Séminaire Parisien de théorie des jeux czy Universitat Autònoma de Barcelona. Dodatkowo recenzowałem artykuły nadesłane do redakcji wielu czasopism uwzględnionych w bazie Journal Citation Reports.

Jestem kierownikiem grantu w konkursie SONATA i głównym wykonawcą grantu w kolejnym konkursie SONATA (oba finansowane przez Narodowe Centrum Nauki). Uczestniczyłem też (jako kierownik) w 6 grantach dla młodych naukowców w SGH oraz 3 razy kierowałem badaniami statutowymi. Wreszcie otrzymałem stypendium MNiSW dla wybitnych młodych naukowców oraz liczne granty naukowe i nagrody od Rektora SGH za działalność publikacyjną oraz organizacyjną.

Na koniec wspomnę o mojej aktywności w dziedzinie dydaktycznej i organizacyjnej. Oprócz prowadzenia wykładów na SGH, wypromowałem dotychczas 28 prac licencjackich i 10 magisterskich, wykładałem dla doktorantów w University of Oxford jako Visiting Professor, współprowadziłem kursy z podstaw modeli DSGE dla pracowników NBP, a także współorganizowałem cztery międzynarodowe konferencje naukowe. Na SGH jestem (inicjatorem współpracy z SGH oraz) koordynatorem programu podwójnego dyplomu z siecią uczelni QEM (Models and Methods of Quantitative Economics - konsorcjum zrzeszającego

⁴ Wskaźniki cytowań podano na podstawie stanu z dnia 13 stycznia 2016 r.

departamenty ekonomii Universitat Autònoma de Barcelona, Universität Bielefeld, Université Paris 1 Panthéon-Sorbonne oraz Università Ca' Foscari Venezia oraz SGH jako partnera stowarzyszonego). Moje wykłady koncentrują się na poziomie magisterskim oraz doktoranckim i dotyczą: teorii gier, modeli równowagi ogólnej, zaawansowanej mikroekonomii oraz ekonomii gałęziowej. Zajęcia prowadzę w większości w języku angielskim. Jestem także założycielem i współorganizatorem cotygodniowego seminarium Warsaw Economic Seminars. W latach 2013-2014 zasiadałem w Senackiej Komisji ds. Akredytacji w SGH.

6. Literatura

- Abreu, D., Pearce, D., Stacchetti, E., (1990). *Toward a theory of discounted repeated games with imperfect monitoring*, *Econometrica*, 58 (5), 1041–1063.
- Amir, R., (1996). *Strategic intergenerational bequests with stochastic convex production*, *Economic Theory*, 8 (2), 367–376.
- Akerlof, G. (1997). *Social distance and social decisions*, *Econometrica* 65 (5), 1005-1028.
- Balbus, Ł., Dziewulski, P., Reffett, K., Woźny Ł., (2014). *A qualitative theory of large games with strategic complementarities*, mimeo, submitted.
- Balbus, Ł., Dziewulski, P., Reffett, K., Woźny Ł., (2015). *Differential information in large games with strategic complementarities*, *Economic Theory*, 59, 201-243.
- Balbus, Ł., Jaśkiewicz, A., Nowak, A.S. (2014), *Robust Markov perfect equilibria in a dynamic choice model with quasi-hyperbolic discounting*. W: Haunschmied, J., Veliov, V., Wrzaczek, S. (red) *Dynamic games in economics*, Springer, Berlin, 1–22.
- Balbus, Ł., Jaśkiewicz, A, Nowak, A.S., (2015). *Stochastic bequest games*, *Games and Economic Behavior*, 90(C), 247-256.
- Balbus, Ł., Nowak, A.S. (2008). *Existence of perfect equilibria in a class of multigenerational stochastic games of capital accumulation*, *Automatica*, 44(6), 1471–1479.
- Balbus, Ł., Reffett, K., Woźny Ł., (2012). *Stationary Markovian equilibria in altruistic stochastic OLG models with limited commitment*, *Journal of Mathematical Economics*, 48, 115-132.
- Balbus, Ł., Reffett, K., Woźny Ł., (2013a). *A constructive geometrical approach to the uniqueness of Markov stationary equilibrium in stochastic games of intergenerational altruism*, *Journal of Economic Dynamics and Control*, 37 (5), s. 1019-1039.
- Balbus, Ł., Reffett, K., Woźny Ł., (2013b). *Markov Stationary Equilibria in Stochastic Supermodular Games with Imperfect Private and Public Information*, *Dynamic Games and Applications*, 3 (2), 187-206.
- Balbus, Ł., Reffett, K., Woźny Ł., (2014). *Constructive study of Markov equilibria in stochastic games with complementarities*, *Journal of Economic Theory*, 150, 815-840.
- Balbus, Ł., Reffett, K., Woźny Ł., (2015a). *Time consistent Markov policies in dynamic economies with quasi-hyperbolic consumers*, *International Journal of Game Theory*, 44 (1), 83-112.

- Balbus, Ł., Reffett, K., Woźny Ł., (2015b). *Monotone equilibria in nonatomic supermodular games. A comment*, Games and Economic Behavior, 94, 182-187.
- Balbus, Ł., Woźny Ł., (2015). *A strategic dynamic programming method for studying short memory equilibria of stochastic games with uncountable number of states*, Dynamic Games and Applications, w druku, DOI: 10.1007/s13235-015-0171-1.
- Balder E.J., Rustichini, A. (1994). *An equilibrium result for games with private information and infinitely many players*, Journal of Economic Theory, 62 (2), 385-393.
- Bénabou, R., Tirole, J., (2003). *Intrinsic and extrinsic motivation*. Review of Economic Studies, 3, 489–520.
- Bénabou, R., Tirole, J., (2006). *Incentives and prosocial behavior*. American Economic Review, 96 (5), 1652–1678.
- Caplin, A., Leahy, J. (2006). *The recursive approach to time inconsistency*, Journal of Economic Theory, 131(1), 134-156.
- Cole, H. L., Kocherlakota, N. (2001), *Dynamic games with hidden actions and hidden states*, Journal of Economic Theory, 98(1), 114-126.
- Curtat, L., (1996). *Markov equilibria of stochastic games with complementarities*, Games and Economic Behavior 17 (2), 177–199.
- Doraszelski, U., Escobar, JF. (2012), *Restricted feedback in long term relationships*, Journal of Economic Theory, 147(1), 142–161.
- Duggan, J., (2012), *Noisy stochastic games*, Econometrica, 80, 2017–2045.
- Dziewulski, P., Woźny, Ł., (2010). *O decentralizacji efektywnych alokacji w równowadze ogólnej w warunkach ryzyka pewnej klasy*, w: *Nauki ekonomiczne w świetle nowych wyzwań gospodarczych. Cz. 1: Spory wokół pryncypiów ekonomii*, [red. R. Bartkowiak i J. Ostaszewski], Oficyna Wydawnicza SGH, Warszawa.
- Dziewulski, P., Woźny, Ł., (2011). *O podstawach empirycznych badań nad zachowaniami firm na rynkach oligopolistycznych w warunkach ryzyka*, w: *Ekonomia, nauki o zarządzaniu, finanse i nauki prawne wobec światowych przemian kulturowych, społecznych, gospodarczych i politycznych*, [red. R. Bartkowiak i J. Ostaszewski], Oficyna Wydawnicza SGH, Warszawa.
- Dziewulski, P., Woźny, Ł., (2012). *On constructive methods for equilibrium modelling on dynamic oligopolistic markets under uncertainty*, Journal of Management and Financial Sciences, vol. 5(7), 7-33.
- Echenique, F., (2004), *Extensive-form games and strategic complementarities*, Games and Economic Behavior, 46, 348–354.
- Feng, Z., Miao, J., Peralta-Alva, A., Santos M. S. (2014). *Numerical simulation of nonoptimal dynamic equilibrium models*, International Economic Review, 55(1), 83-110
- Gabrieli, T., Ghosal, S. (2013). *Non-existence of competitive equilibria with dynamically inconsistent preferences*, Economic Theory, 52, 299-313.
- Garbicz, M., Woźny, Ł., (2006), *Podatki i podaż pracy w warunkach współzależnych preferencji*, Ekonomista, 1, s. 53-74.
- Grossman, S.J., Hart, O.D., (1983). *An analysis of the principal–agent problem*, Econometrica 51 (1), 7–45.
- Gul, F., Pesendorfer, W. (2001). *Temptation and self-control*, Econometrica 69 (6), 1403–1435.

- Gul, F. Pesendorfer, W. (2004). *Self-control, revealed preferences and consumption choice*, Review of Economic Studies, 7, 243-264.
- Harris, C., Laibson, D., (2001). *Dynamic choices of hyperbolic consumers*, Econometrica, 69, 935–957.
- He, W., Sun, Y. (2014). *Stationary Markov perfect equilibria in discounted stochastic games*, MS.
- Holmstrom, B., (1979). *Moral hazard and observability*, Bell Journal of Economics, 10 (1), 74–91.
- Judd, K. L., Yeltekin, S., Conklin, J., (2003). *Computing supergame equilibria*, Econometrica, 71(4), 1239-1254.
- Kim, T, Yannelis, NC (1997). *Existence of equilibrium in Bayesian games with infinitely many players*, Journal of Economic Theory, 77(2), 330-353.
- Kocherlakota, N. R. (2001). *Looking for evidence of time-inconsistent preferences in asset market data*, Quarterly Review, 13-24.
- Levy, Y., McLennan, A., (2015). *Corrigendum to: Discounted stochastic games with no stationary Nash equilibrium: two examples*, Econometrica. 83(3), 1237–1252.
- Luttmer, E. G. J., Mariotti, T., (2006), *Competitive equilibrium when preferences change over time*, Economic Theory, 27, 679-690.
- Łatuszyński, K., Woźny, Ł., (2008). *Różnice w wynagrodzeniach kobiet i mężczyzn na polskim rynku pracy*, w: *Wzrost gospodarczy a bezrobocie i nierówności w podziale dochodu*, [pod red. W. Pachy i M. Garbicza], Oficyna Wydawnicza SGH, Warszawa.
- Magill, M., Quinzii M. (2009). *The probability approach to general equilibrium with production*, Economic Theory, 39(1), 1–41.
- Mas-Colell, A. (1984). *On a theorem of Schmeidler*, Journal of Mathematical Economics 13(3), 201-206
- Mertens, J.-F., Parthasarathy, T. (1987), *Equilibria for discounted stochastic games*, C.O.R.E. Discussion Paper 8750.
- Milgrom P, Roberts, J. (1990). *Rationalizability, learning and equilibrium in games with strategic complementarities*. Econometrica 58(6), 1255-1277.
- Nowak, A.S., (2003). *On a new class of nonzero-sum discounted stochastic games having stationary Nash equilibrium points*, International Journal of Game Theory, 32 (1), 121–132.
- Nowak, A.S., (2007). *On stochastic games in economics*, Mathematical Methods of Operations Research 66 (3), 513–530.
- Nowak, A. S., Raghavan, T. (1992). *Existence of stationary correlated equilibria with symmetric information for discounted stochastic games*, Mathematics of Operations Research, 17(3), 519-526.
- Peleg, B., Yaari, M.E., (1973). *On the existence of a consistent course of action when tastes are changing*, Review of Economic Studies 40 (3), 391–401.
- Phelps, E., Pollak, R., (1968). *On second best national savings and game equilibrium growth*, Review of Economic Studies 35 (2), 195–199.
- Quah J.K., Strulovici, B. (2012). *Aggregating the single crossing property*, Econometrica 80(5), 2333-2348
- Schmeidler, D. (1973). *Equilibrium points of nonatomic games*, Journal of Statistical Physics 17(4), 295-300.

- Shapley, L. (1953). *Stochastic games*, Proceedings of the National Academy of Sciences of the USA, 39, 1095-1100.
- Sleet, C., Yeltekin S. (2015): *On the computation of value correspondences*, Dynamic Games and Applications, in print, DOI 10.1007/s13235-015-0139-1.
- Strotz, R. H. (1955). *Myopia and inconsistency in dynamic utility maximization*, Review of Economic Studies, 23(3), 165-180.
- Topkis, D.M. (1979). *Equilibrium points in nonzero-sum n-person submodular games*, SIAM Journal of Control and Optimization 17(6), 773-787.
- Vives, X., (1990). *Nash equilibrium with strategic complementarities*, Journal of Mathematical Economics 19(3):305-321.
- Woźny, Ł., (2009a). *Charakterystyka zbioru równowag w submodularnych grach z indywidualną podażą dóbr publicznych*, Bank i Kredyt, nr 40(4), 51–70.
- Woźny, Ł., (2009b). *Niespójność czasowa polityki monetarnej w: Szkice z dynamiki i stabilizacji gospodarki*, [pod red. W. Pacho], Oficyna Wydawnicza SGH, Warszawa.
- Woźny, Ł., (2015), *On incentives, temptation and self-control*, Mathematical Social Sciences, vol. 74, 60-67.
- Woźny, Ł., (2016). *On the price of commitment assets in a general equilibrium model with credit constraints and tempted consumers*, The B.E. Journal of Theoretical Economics, w druku, DOI: 0.1515/bejte-2015-0019.
- Woźny Ł., Growiec, J. (2012). *Intergenerational interactions in human capital accumulation*, The B.E. Journal of Theoretical Economics, vol. 12(1), -47.
- Yang, J., Qi, X. (2013). *The nonatomic supermodular game*, Games and Economic Behavior, 82(C), 609-620.
- Yilmaz, M. (2013), *Repeated moral hazard with a time-inconsistent agent*, Journal of Economic Behavior and Organization, 95(C), 70-89.


 Łukasz Woźny

