

PRACE NAUKOWE
Uniwersytetu Ekonomicznego we Wrocławiu nr 309
RESEARCH PAPERS
of Wrocław University of Economics No. 309

Spółeczno-gospodarcze aspekty statystyki

Redaktorzy naukowi

**Zofia Rusnak
Edyta Mazurek**



Wydawnictwo Uniwersytetu Ekonomicznego we Wrocławiu
Wrocław 2013

Redaktor Wydawnictwa: Joanna Szynal

Redaktor techniczny: Barbara Łopusiewicz

Korektor: Barbara Cibis

Łamanie: Beata Mazur

Projekt okładki: Beata Dębska

Publikacja jest dostępna w Internecie na stronach:

www.ibuk.pl, www.ebscohost.com,

The Central and Eastern European Online Library www.ceeol.com,

a także w adnotowanej bibliografii zagadnień ekonomicznych BazEkon

http://kangur.uek.krakow.pl/bazy_ae/bazekon/nowy/index.php

Informacje o naborze artykułów i zasadach recenzowania znajdują się na stronie internetowej Wydawnictwa

www.wydawnictwo.ue.wroc.pl

Kopiowanie i powielanie w jakiegokolwiek formie wymaga pisemnej zgody Wydawcy

© Copyright by Uniwersytet Ekonomiczny we Wrocławiu
Wrocław 2013

ISSN 1899-3192

ISBN 978-83-7695-398-4

Wersja pierwotna: publikacja drukowana

Druk: Drukarnia TOTEM

Spis treści

Wstęp	9
Tadeusz Bednarski: Rola Jerzego Sławy-Neymana w kształtowaniu metod statystycznej analizy przyczynowości	11
Filip Borowicz: Ocena możliwości uzupełnienia danych BAEL informacjami ze źródeł administracyjnych w celu dokładniejszej analizy danych o bezrobociu	19
Mariusz Donocik, Bogdan Kisiała, Mirosław Mróz, Beata Detyna, Jerzy Detyna: Przydatność testów nieparametrycznych Kruskala-Wallisa i mediany w długoterminowej ocenie parametrów kruszyw melafirowych	27
Mariusz Donocik, Bogdan Kisiała, Mirosław Mróz, Beata Detyna, Jerzy Detyna: Karty kontrolne w ocenie jakości kruszyw dla budownictwa drogowego.....	42
Czesław Domański: Uwagi o procedurach weryfikacji hipotez z brakującą informacją.....	54
Stanisław Heilpern: Zależne procesy ryzyka.....	62
Artur Lipieta, Barbara Pawelek, Jadwiga Kostrzewska: Badanie struktury wydatków w ramach wspólnej polityki UE z wykorzystaniem analizy korespondencji.....	78
Agnieszka Marciniuk: Dwa sposoby modelowania stopy procentowej w ubezpieczeniach życiowych	90
Beata Bieszk-Stolorz, Iwona Markowicz: Model nieproporcjonalnej intensywności Coxa w analizie bezrobocia	114
Edyta Mazurek: Statystyczna analiza podatku dochodowego od osób fizycznych.....	127
Katarzyna Ostasiewicz: Awersja do nierówności w modelowaniu użytkowania dóbr wspólnych.....	159
Piotr Peternek: Porównanie kart kontrolnych indywidualnych pomiarów uzyskanych z wykorzystaniem uogólnionego rozkładu lambda oraz krzywych Johnsona	179
Małgorzata Podogrodzka: Starzenie się ludności a płodność w Polsce w latach 1991-2010 – ujęcie regionalne	192
Renata Rasińska, Iwona Nowakowska: Jakość życia studentów w aspekcie znajomości wskaźników zrównoważonego rozwoju	203

Maria Rosienkiewicz, Jerzy Detyna: Analiza efektywności metod wyboru zmiennych objaśniających do budowy modelu regresyjnego	214
Jerzy Śleszyński: National Welfare Index – ocena nowego miernika rozwoju trwałego i zrównoważonego	236
Maria Szmuksta-Zawadzka, Jan Zawadzki: Wykorzystanie oszczędnych modeli harmonicznych w prognozowaniu na podstawie szeregów czasowych o wysokiej częstotliwości w warunkach braku pełnej informacji.....	261
Anna Zięba: O możliwościach wykorzystania metod statystycznych w badaniach nad stresem	278

Summaries

Tadeusz Bednarski: Role of Jerzy Sława-Neyman in statistical inference for causality	18
Filip Borowicz: Assessing the possibility of supplementing the Polish LFS data with register records for more detailed unemployment data analysis.	26
Mariusz Donocik, Bogdan Kisiała, Mirosław Mróz, Beata Detyna, Jerzy Detyna: Usefulness of nonparametric Kruskal-Wallis and median tests in long-term parameters assessment of melaphyre crushed rocks	41
Mariusz Donocik, Bogdan Kisiała, Mirosław Mróz, Beata Detyna, Jerzy Detyna: Control charts in the assessment of aggregates quality for road construction.....	53
Czesław Domański: Some remarks on the procedures of the verification of hypotheses under incomplete information.....	61
Stanisław Heilpern: Dependent risk processes	77
Artur Lipieta, Barbara Pawelek, Jadwiga Kostrzewska: Study of the structure of expenditure under the EU's common policy using correspondence analysis	89
Agnieszka Marciniuk: Two ways of stochastic modelling of interest rate in life insurances	113
Beata Bieszk-Stolorz, Iwona Markowicz: The Cox non-proportional hazards model in the analysis of unemployment.....	126
Edyta Mazurek: Statistical assessment of Personal Income Tax	158
Katarzyna Ostasiewicz: Inequality aversion in modeling the use of common pool resources	178
Piotr Peternek: Comparison of control charts of individual measurements based on general Lambda distribution and Johnson curves.....	191
Małgorzata Podogrodzka: The ageing of the population and fertility in Poland in the years 1991-2010 by voivodeships.....	202
Renata Rasińska, Iwona Nowakowska: Students' life quality in terms of knowledge of sustainable development indicators	213

Maria Rosienkiewicz, Jerzy Detyna: Efficiency analysis of chosen methods of explanatory variables selection within the scope of regression model construction.....	235
Jerzy Śleszyński: <i>National Welfare Index</i> – assessment of a new measure of sustainable development.....	260
Maria Szmuksta-Zawadzka, Jan Zawadzki: The application of harmonic models in forecasting based on high frequency time series in condition of lack of full information.....	277
Anna Zięba: About statistical methods in the study on stress	284

Katarzyna Ostasiewicz

Wpły gtu{vgy'Gnnpqo le} p{'y g"Y tqe€y kw

AWERSJA DO NIERÓWNOŚCI W MODELOWANIU UŻYTKOWANIA DÓBR WSPÓLNYCH

Streszczenie: W drugiej połowie XX wieku powszechny wśród naukowców był pogląd, że użytkowanie dóbr wspólnych przy nieobecności zewnętrznych regulacji w nieunikniony sposób prowadzić musi do ich degradacji. Współcześnie podnosi się wiele czynników, które mogą zapobiec tej tzw. tragedii wspólnego pastwiska. Wśród nich znajduje się awersja do nierówności. Jeśli założyć, że jednostki nie dążą w sposób nieograniczony do zwiększenia swego stanu posiadania, ale własny dobrobyt oceniają w kontekście dobrobytu innych jednostek, wówczas tempo wyczerpywania zasobów wspólnych okazuje się być znacznie mniejsze. Może ono spaść do poziomu umożliwiającego naturalną regenerację, zapobiegając tym samym degradacji. W pracy przedstawiono model i symulacje komputerowe tego modelu, ilustrujące wpływ awersji do nierówności na użytkowanie dóbr wspólnych.

Słowa kluczowe: dobra wspólne, awersja do nierówności, tragedia wspólnego pastwiska.

1. Wstęp

Ostatnie dekady XX i początek XXI wieku upłynęły pod znakiem rosnącej świadomości ekologicznej, zarówno ogółu społeczeństwa, jak i decydentów, ekonomistów i polityków. Już od połowy ubiegłego stulecia pojawiały się alarmistyczne głosy dotyczące kondycji naszego wspólnego środowiska naturalnego, jednakże dzieła takie, jak *Milcząca wiosna* (*Silent spring*) Rachel Carson [1962], przez dłuższy czas pozostawały na marginesie głównego nurtu kulturowego i ekonomiczno-społecznej debaty. Podobnie doniesienia o pojawiającej się nad obszarami biegunowymi „dziurze ozonowej” oraz zmianach klimatycznych były przez pewien czas ignorowane. Obecnie, choć wciąż pojawiają się głosy sceptyczne, minimalizujące rolę człowieka w obserwowanych zjawiskach oraz stwarzane przez nie zagrożenie (np. [Jastrow, Nierenberg, Seitz 1990]), to zatroskanie stanem środowiska naturalnego i przyszłością naszej planety stało się nową „poprawnością polityczną”, wokół której zbudowało swoje programy wiele ugrupowań politycznych, nie wspominając o niezliczonych naukowych gremiach i panelach dyskusyjnych.

W roku 2009 odbyło się spektakularne, pierwsze na świecie podwodne posiedzenie rządu Republiki Malediwów pod przewodnictwem prezydenta Mohameda

Nasheeda. W jego trakcie podpisany został skierowany do całego świata apel o redukcję emisji gazów cieplarnianych. Wzrost temperatury wód oceanicznych byłby szczególnie katastrofalny dla kraju położonego na atolach koralowych, poniżej dwóch metrów nad poziomem morza. Wydarzenie to unaocznia podstawowy aspekt użytkowania większości dóbr ekologicznych, będący głównym przedmiotem zainteresowania w niniejszej pracy: wspólnotowy charakter tych dóbr i rozmyta odpowiedzialność za wyrządzane szkody.

W artykule przedstawiamy krótko charakterystykę tego typu dóbr, głównie w oparciu o prace Elinor Ostrom, laureatki Nagrody Banku Szwecji imienia Nobla w dziedzinie ekonomii, a następnie – zmiany paradygmatu w modelowaniu użytkowania dóbr wspólnych, jakie dokonały się pod wpływem prac ukazujących „nieracjonalny” charakter zachowania jednostek. Na koniec zaproponowany zostanie dynamiczny – w odróżnieniu od powszechnie stosowanych statycznych – model wspólnego korzystania z wyczerpywalnych zasobów wspólnych.

2. Klasyfikacja zasobów

Istnieje w ekonomii wiele różnych typologii dóbr, ze względu na różne istotne cechy: zachowania konsumentów na rynku (dobra normalne, niższego rzędu, luksusowe), sposób wykorzystania (dobra konsumpcyjne *vs* inwestycyjne), wzajemne relacje (dobra substytucyjne *vs* komplementarne) oraz inne. Przy rozpatrywaniu dóbr ekologicznych najbardziej istotna jest ich typologia ze względu na konkurencyjność w konsumpcji oraz możliwość wykluczenia z niej. W latach pięćdziesiątych ubiegłego wieku Paul Samuelson wprowadził podział dóbr na dwa rodzaje: dobra prywatne i publiczne [Samuelson 1954]. Klasyfikacja ta uwzględnia dwa różne wymiary: możliwość wykluczenia z konsumpcji oraz konkurencyjność konsumpcji, przy czym drugi z tych aspektów wiąże się z wyczerpywalnością danych dóbr, kwestią, czy użytkowanie dobra przez jednostki umniejsza jego zasoby i – co za tym idzie – możliwości użytkowania przez inne jednostki. W typologii Samuelsona dobra prywatne charakteryzują się wykluczalnością i konkurencyjnością, natomiast dobra publiczne – możliwością tak zwanej „jazdy na gapę”, która jednakowoż nikogo nie zubaża (niewykluczalność i nierywalizacyjność). James Buchanan dodał do tego podziału trzeci rodzaj dóbr: dobra klubowe [Buchanan 1965], niekonkurencyjne zasoby ograniczone do niewielkiej liczby partycypujących w ich użytkowaniu jednostek.

Elinor Ostrom i Vincent Ostrom wprowadzili następujące innowacje, rozszerzając i doprecyzowując typologie dóbr ekonomicznych [Ostrom 2009; Ostrom, Ostrom 1977]:

1) zastąpienie pojęcia „rywalizacyjności” przez „wyczerpywalność”, szczególnie stosowną w odniesieniu do dóbr ekologicznych;

2) uciążlenie charakterystyk wykluczalności i wyczerpywalności, które w nowej klasyfikacji mogą przyjmować wysokie lub niskie wartości w odróżnieniu od zero-jedynkowego zaistnienia lub nie;

3) zmiana nazwy „dobra klubowe” (*club goods*) na *toll goods*, podkreślająca możliwość zarówno publicznego, jak i prywatnego charakteru tego typu dóbr. Z braku istnienia w polskiej literaturze powszechnie przyjętego tłumaczenia tego terminu będzie on używany w postaci angielskiej;

4) wprowadzenie nowego typu dóbr, charakteryzujących się wysoką wyczerpywalnością i niską możliwością wykluczenia z użytkowania – są to tak zwane „wspólne dobra” (*common pool resources*), będące przedmiotem niniejszej pracy.

Klasyfikacja dóbr wprowadzona przez Elinor Ostrom i Vincenta Ostroma przedstawiona jest na rys. 1.

		wyczerpywalność w trakcie użycia	
		wysoka	niska
trudność wykluczenia z użytkowania	wysoka	dobra wspólne: jeziora, łowiska, lasy, systemy irygacyjne etc.	dobra publiczne: obrona narodowa, prognozy pogody, wiedza etc.
	niska	dobra prywatne: jedzenie, ubranie etc.	<i>toll goods</i> : teatry, prywatne kluby, przedszkola etc.

Rys. 1. Klasyfikacja dóbr według V. Ostroma i E. Ostrom

Źródło: opracowanie własne na podstawie [Ostrom 2009].

Wprowadzona przez V. Ostroma i E. Ostrom nowa kategoria dóbr, wspólne dobra, jest szczególnie istotna z ekologicznego punktu widzenia. Obecnie staje się jasne, że nawet takie niewyczerpane, wydawałoby się niegdyś, zasoby, jak powietrze czy woda, należą do dóbr wspólnych, charakteryzujących się „wyczerpywalnością”, a nie publicznych, przy których dowolna liczba użytkowników nie gra roli dla konkretnej jednostki. („Wyczerpywalność” można w kontekście niektórych z tych dóbr rozumieć niekoniecznie dosłownie). Rzecz jasna, kategoria ta stosuje się również do konwencjonalnie uznawanych za „dobra wspólne” zasobów, jak choćby metaforyczne już „wspólne pastwisko”, uwiecznione w języku polskim w ikonicznej frazie „tragedia wspólnego pastwiska” [Hardin 1968]. Za wyjątkowo dramatyczny w swoich potencjalnych konsekwencjach uznać można fakt, że cała planeta Ziemia jest takim zasobem wspólnym – który może ulec wyczerpaniu, a z którego użytkowania trudno jest wykluczyć nieodpowiedzialnych uczestników.

3. Użytkowanie dóbr wspólnych

W jednej z najczęściej cytowanych prac XX wieku (niemal 20 tysięcy cytowań) Garrett Hardin stawia tezę (i jednocześnie wykuwa nowy termin) o tak zwanej (w polskojęzycznej literaturze) „tragedii wspólnego pastwiska” (*tragedy of the commons*) [Hardin 1968].

Rozumowanie Hardina i jego następców opiera się na niezachwianej, zdawałoby się, logice teorii gier. Dla dowolnej liczby użytkowników pastwiska (metaforycznego

lub faktycznego) i dowolnej liczby ich krów, wypłata dla danego użytkownika będzie największa, gdy wypasa on wszystkie swoje krowy – niezależnie od wyborów pozostałych użytkowników. Jest to zatem strategia dominująca, a że wszyscy użytkownicy rozumują analogicznie, pastwisko ulegnie degradacji – o ile tylko łączne pogłowie wypasanego bydła jest dostatecznie duże, by przekroczyć możliwości regeneracyjne ekosystemu łąki. W cywilizacyjnym momencie, gdy liczba ludności i jej zapotrzebowanie na zasoby przekroczyła pewną graniczną wartość, wszystkie wspólne zasoby zostały skazane na wyniszczenie.

Skoro niezarządzane dobra wspólne ulegają nieuniknionemu zniszczeniu, rozwiązaniem – postulowanym przez Hardina – jest albo socjalizm, albo prywatyzacja i prywatna przedsiębiorczość [Hardin 1998]. Nowsze badania dotyczące użytkowania wspólnych dóbr przynoszą jednakże wnioski, zaprzeczające tezie Hardina. Przede wszystkim badania terenowe ukazały bezsprzecznie, że po pierwsze, nie wszystkie wspólne zasoby uległy tej nieodwołalnej rzekomo degradacji, a po wtóre – że ani prywatyzacja, ani upaństwowienie nie muszą być najlepszymi rozwiązaniami. Uderzającym przykładem może być porównanie skuteczności upaństwowienia i prywatyzacji w powstrzymaniu degradacji pastwisk środkowowschodniej Azji [Sneath 1998]. Na podstawie zdjęć satelitarnych można było ocenić procent wyjałowionych terenów. Na obszarze Mongolii, gdzie dominuje tradycyjny sposób grupowego użytkowania ziem, odsetek ten wynosił 10%. Na terenie socjalistycznej wówczas jeszcze Rosji zdegradowanych było trzy czwarte łąk, natomiast w Chinach – już po urynkowieniu tamtejszej gospodarki – ponad jedna trzecia. Jak widać, żadna z alternatyw postulowanych przez Hardina i zwolenników jego poglądów nie okazała się najlepszym rozwiązaniem. Z drugiej strony logice wyводу Hardina nie można nic zarzucić. Jeśli faktycznie jedynym dążeniem ludzi jest maksymalizacja zysku materialnego, wówczas wygląda na to, że bez zewnętrznych regulacji nie powstanie żaden impuls skutecznie ograniczający eksploatację zasobu, co prowadzi do jego degradacji oraz ekonomicznej mizerności uzależnionych od niego użytkowników. Skoro jednak dowody empiryczne zaprzeczają nieuchronności tego zjawiska, prawdopodobnie założenie o tak zdefiniowanym materialnym egoizmie jednostek jest niesłuszne. Na to właśnie wskazują odkrycia psychologii i ekonomii behawioralnej.

Niezliczone eksperymenty, wśród których najgłośniejszy jest eksperyment „ultimatum” [Nowak, Page, Sigmund 2000], pokazują, że jednostki wcale nie zawsze kierują się jedynie zasadą maksymalizacji zysków [Ariely 2009; Zaleskiewicz 2011]. Wśród motywów grających ważną rolę w podejmowaniu decyzji najczęściej wymieniane są altruizm, poczucie sprawiedliwości i wzajemność. Daniel Kahneman posługuje się nawet pojęciem „kupowania moralnej satysfakcji” [Kahneman, Knetsch 1992], by zilustrować fakt, że w imię zasad etycznych ludzie skłonni są rezygnować z części zysków lub oddawać zyski już osiągnięte. Obecnie w głównym nurcie znajdują się badania, których najwybitniejszą przedstawicielką jest prawdopodobnie Elinor Ostrom, mające na celu zidentyfikowanie okoliczności, w których te nieego-

styczne impulsy mają największe szanse, by odegrać ważką rolę w podejmowaniu indywidualnych decyzji (np. [Ostrom 1990; Prediger, Vollan, Frölich 2011]).

W niniejszej pracy skupimy się na wpływie awersji do nierówności na użytkowanie dóbr wspólnych. Istnieje wiele dowodów antropologiczno-socjologicznych wspierających tezę, iż predylekcja do egalitaryzmu jest głęboko zakorzeniona w ludzkiej naturze [Boehm 1993; Cashdan 1980; Woodburn 1982]. Laboratoryjne eksperymenty ekonomiczne również wskazują na istnienie tego zjawiska [Blanco, Engelmann, Normann 2011]. Z drugiej strony istnieją również dowody na to, iż w egalitarnych społeczeństwach wzrasta dobrostan ludzi, niezależnie od materialnego standardu [Wilkinson 1992; Wilkinson, Pickett 2010]. Związany z tym efektem tak zwany paradoks Easterlina [Easterlin 1995], czyli obserwacja, iż wraz ze znaczącym wzrostem standardów życiowych dobrostan ludzi wzrasta tylko trochę, może być łatwo wyjaśniony właśnie w ramach awersji do nierówności. Pojawiający się w literaturze *homo equalis* [Gintis 2000] wykazuje silną awersję do nierówności, kiedy jest na dole drabiny, ale również, choć słabszą, awersję do nierówności, gdy jest w wyższej części tej drabiny bogactwa czy dochodów. W modelach efekt ten uwzględniany jest w różnych wersjach. Najbardziej znanym sformułowaniem jest model Fehra-Schmidta [Fehr, Schmidt 1999], w którym bierze się pod uwagę różnice dochodów. Istnieją również modele uwzględniające w funkcji użyteczności różnice rang [Cole, Mailath, Postlewaite 1992; Hopkins 2008] czy różnice konsumpcji [Duesenberry 1949; Frank 1985; Hopkins 2008]. W niniejszej pracy posłużymy się najbardziej popularnym podejściem Fehra-Schmidta i jego nieco zmodyfikowaną wersją.

4. Modele użytkowania dóbr wspólnych

W literaturze dotyczącej wykorzystywania zasobów dwie kwestie bywają zazwyczaj rozważane odrębnie: zagadnienie zaopatrzenia użytkowników w dany zasób (*appropriation*) oraz kwestia „zapasów”, zabezpieczenia tego zaopatrzenia na przyszłość (*provision*) [Ostrom, Gardner, Walker 1994]. Zatem, choć oczywiste jest, że każdy zasób, w szczególności zasób środowiskowy, zmienia się w czasie na skutek jego wyczerpywania i/lub odnawiania się, w praktyce ekonomii eksperymentalnej powszechne jest traktowanie zasobów w sposób statyczny. Motywowane to jest, z jednej strony, paradygmatem metodyki eksperymentów – wymogiem powtarzalności warunków, w jakich podejmowane są decyzje, z drugiej – podejście takie, równoważne w wielu przypadkach uśrednieniu po krótkich okresach (jak zostanie to wskazane później), jest dobrym przybliżeniem pozwalającym uchwycić w sposób analityczny pewnie istotne cechy badanego układu.

Założmy, że mamy n użytkowników pewnego wspólnego zasobu. W każdym kroku czasowym t każdy z użytkowników podejmuje decyzję dotyczącą eksploatacji tego zasobu. Decyzja i -tego użytkownika oznaczana będzie przez x_i , i – zależnie od kontekstu – oznaczać może ilość czasu przeznaczanego na połów ryb, liczbę zakupionych owiec przeznaczonych w danym sezonie do wypasu na łące i pozyskiwania z nich wełny etc. Zakładamy, że x_i ma górne ograniczenie x_{\max} oraz w naturalny spo-

sób nie może być ujemne, zatem $x_i \in \langle 0, x_{\max} \rangle$. Samo x_i , czyli indywidualny „wysiłek” jednostki włożony w eksploatację danego zasobu, nie przesądza o tym, ile dana jednostka faktycznie z tego zasobu uzyska. Zależy to jeszcze od stanu zasobu. Przykładowo, liczba złowionych ryb, przy takim samym czasie poświęconym na połów, zależy od stanu zarybienia. Powszechnie przyjmuje się, iż łączna produkcja uzyskana z danego zasobu (suma ryb złowionych przez wszystkich rybaków itd.), zależy w sposób nieliniowy od łącznej eksploatacji wszystkich użytkowników, $s \equiv \sum x_j$. Funkcję tę oznaczamy będziemy przez $\varphi(s)$. Dla małych s funkcja ta jest rosnąca. Przy rosnących s wzrost funkcji jest coraz wolniejszy, by dla dostatecznie dużych argumentów przyjąć charakter malejący. Ta tak zwana „dyssypacja renty” (*rent dissipation*) [Gordon 1954] związana może być z mechanizmami ekonomicznymi (nasycającym się rynkiem), ale w szczególnym kontekście dóbr ekologicznych – również ograniczonym stopniem ich samoodnawiania się. Przypomnijmy bowiem, że funkcja φ jest tutaj statyczna, zatem musi być jakimś uśrednieniem po czasie i zmieniającym się stanie zasobu. Ponieważ każdy zasób ekologiczny ma jakieś górne ograniczenie wynikające z pojemności ekologicznej badanego układu, zbyt „oszczędne” korzystanie z zasobu nie wykorzystuje całego potencjału jego regeneracji. Z kolei nadmierna eksploatacja nie pozwala zasobowi zregenerować się. Istnieje zatem jakieś optimum – patrząc z punktu widzenia łącznej korzyści – które osiągnięte jest przy pewnym poziomie eksploatacji zasobu, pomiędzy minimalnym a maksymalnym. Zazwyczaj używana jest następująca postać funkcji $\varphi(s)$:

$$\varphi(s) = ks - ls^2, \quad (1)$$

gdzie $k, l > 0$, a ich konkretna wartość może być wyznaczana dla konkretnego przykładu na podstawie danych dotyczących danego zasobu.

Zakłada się również, iż udział danej jednostki w łącznej ilości uzyskanych dóbr φ jest wprost proporcjonalny do jej udziału w łącznej eksploatacji, zatem ilość danego dobra uzyskanego przez i . jednostkę (ilość złowionych przez nią ryb itd.) wynosi: $\frac{x_i}{s} \varphi(s)$.

Jeśli koszt jednej jednostki zainwestowanej w eksploatację zasobu wynosi c (koszt jednostki czasu poświęconej na połów – czyli koszt eksploatacji sprzętu oraz utraconych możliwości zarobkowania w inny sposób etc.), a p oznaczać będzie zysk z pozyskanej jednostki zasobu (cena, za jaką sprzedać można kilogram ryb itd.), to funkcja materialnej wypłaty dla i . jednostki ma następującą postać [Daly, Farley 2004; Ostrom, Gardner, Walker 1994]:

$$U_i = e - cx_i + p \frac{x_i}{s} \varphi(s), \quad (2)$$

gdzie e jest funduszem początkowym.

Wstawiając (1) do funkcji użyteczności (2), uzyskujemy po prostym przekształceniu:

$$U_i = e + gx_i - bx_i s, \quad (3)$$

gdzie $g = kp - c$, $b = pl$.

Licząc pochodną $\partial U_i / \partial x_i$ i przyrównując ją do zera otrzymujemy dla maksimum użyteczności:

$$x_i^* = \frac{g}{2b} - \frac{1}{2} \sum_{j \neq i} x_j^*.$$

Ponieważ każdy z użytkowników stoi przed identyczną decyzją, zatem $x_i^* \equiv x^*$, i co za tym idzie:

$$x^* = \frac{g}{b(n+1)}, \quad (4)$$

gdzie n jest liczbą wszystkich użytkowników. Wynik ten to tak zwana „samolubna” równowaga Nasha [Falk, Fehr, Fischbacher 2001].

Wynikająca z (4) całkowita eksploatacja zasobu s^* wyniesie zatem:

$$s^* = \frac{n}{n+1} \frac{g}{b}, \quad (5)$$

co szybko dąży do wartości g/b dla dużych n .

Tymczasem optymalna, z punktu widzenia zbiorowości, eksploatacja zasobu jest dwa razy mniejsza, co łatwo można sprawdzić, licząc pochodną łącznej funkcji użyteczności U :

$$U = \sum_i U_i = e + g \sum_i x_i - b \sum_i x_i \sum_j x_j = e + gs - bs^2,$$

$$\frac{\partial U}{\partial s} = g - 2bs.$$

Przyrównując pochodną do zera, otrzymujemy:

$$s_{\text{opt}}^* = \frac{g}{2b}. \quad (6)$$

Zatem eksploatacja zasobu, wynikająca z maksymalizacji użyteczności materialnej, okazuje się być nieoptymalna zarówno z punktu widzenia użytkowników, jak i z punktu widzenia ekologii zasobu.

Jak wskazywano powyżej, analiza licznych rzeczywistych przypadków (*case studies*) i eksperymentów laboratoryjnych pokazała, że równowaga Nasha rzadko bywa realizowana. Również matematyczna analiza modeli, uwzględniających niektóre z czynników wspomnianych w poprzednim podrozdziale (altruizm, awersja do nierówności etc.), daje wyniki odmienne od tego stanu równowagi „samolubnej”. Ponieważ skupiamy się tutaj na wpływie awersji do nierówności, przytoczmy wyniki uwzględniające ten czynnik w podejmowaniu decyzji.

Włączmy teraz do modelu awersje użytkowników do nierówności (nierówności materialnych wypłat). Niech współczynniki β_i oznaczają niechęć jednostek do nierówności na ich niekorzyść (dyskomfort powodowany tym, że inni mają więcej),

a współczynniki γ_i – niechęć jednostek do nierówności na ich korzyść (dyskomfort spowodowany tym, że inni mają mniej). Zakłada się, iż $\beta_i \geq \gamma_i$ (nie istnieją jednostki, które względne ubóstwo innych odczuwałyby dotkliwiej niż swoje własne) i $\beta_i \geq \gamma_i \geq 0$ (wartości zerowe oznaczają brak efektu).

Uwzględniająca awersję do nierówności funkcja użyteczności jednostki ma zatem następującą postać:

$$\tilde{U}_i = U_i - \frac{\beta_i}{n-1} \sum_{j:U_j>U_i} (U_j - U_i) - \frac{\gamma_i}{n-1} \sum_{j:U_j<U_i} (U_i - U_j). \quad (7)$$

Falk, Fehr i Fischbacher [2001] pokazali, iż przy tak zdefiniowanej użyteczności jednostek istnieją stany równowagi, w których eksploatacja zasobu jest mniejsza niż s^* i bardziej zbliżona do s_{opt}^* . Konkretnie, stan równowagi symetrycznej określony jest przez wielkość eksploatacji przez jednostkę zawierającą się w przedziale:

$$x_i^* \in \left\langle \frac{g(1-\min(\gamma_i))}{b(1+n(1-\min(\gamma_i)))}, \frac{g(1+\min(\beta_i))}{b(1+n(1+\min(\beta_i)))} \right\rangle.$$

Dla $\min(\gamma_i) = \min(\beta_i) = 0$ rozwiązanie to sprowadza się do stanu równowagi samolubnej (4), jednakże dla niezerowych wartości tych parametrów możliwe są rozwiązania bliższe optymalnemu. Oprócz tych symetrycznych rozwiązań istnieją również asymetryczne rozwiązania z eksploatacją zasobu mniejszą niż w stanie równowagi samolubnej, pod warunkiem że istnieje co najmniej k użytkowników, dla których spełnione jest: $\frac{\gamma_i}{\beta_i} > \frac{n-k}{k-1}$ [Falk, Fehr, Fischbacher 2001].

W kolejnym podrozdziale pokażemy, że podobne jakościowo wyniki można uzyskać w ramach modelu z dynamicznym stanem zasobu, dodatkowo uzyskując wgląd w pewne mechanizmy niewidoczne w ramach modelu ze statycznym stanem zasobu.

5. Dynamiczne modele użytkowania dóbr wspólnych

W modelu z dynamicznym stanem zasobu (aktualny stan zarybienia łowiska etc.) opisywany jest przez zależną od czasu funkcję $\Phi(t)$, a eksploatacja zasobu przez i . jednostkę w kroku t (czas poświęcony na połów w danym sezonie etc.) oznaczana jest przez $x_i(t)$, $i = 1, \dots, n$. Podobnie jak w przypadku modelu statycznego, ilość zasobu uzyskiwana przez danego użytkownika w kroku t , $\varphi_i(t)$ (ilość złowionych ryb etc.), nie zależy tylko od jego indywidualnych wysiłków, ale również od bieżącego stanu zasobu:

$$\varphi_i(t) = x_i(t)\Phi(t)\alpha, \quad (8)$$

gdzie α jest współczynnikiem efektywności o odpowiednim wymiarze (np. ile procent całkowitej ilości/masy ryb złowi rybak w ciągu jednego dnia: wówczas α ma wymiar dnie^{-1}), oraz podobnie jak poprzednio zakładamy, iż x_i może przyjmować maksymalnie pewną określoną wartość, x_{\max} : $x_i(t) \in \langle 0, x_{\max} \rangle$.

Zasób zmienia się w czasie. Zmniejsza się o łączną ilość uzyskaną przez użytkowników, $\sum_{i=1}^n \varphi_i(t)$, a – z drugiej strony – regeneruje się w sposób naturalny (bierzemy tu pod uwagę zasoby odnawialne, np. ryby). W najprostszym modelu dynamikę zasobu można zapisać następująco:

$$\Phi(t) = \Phi(t - 1) - \sum_{i=1}^n x_i(t)\Phi(t)\alpha + r\Phi(t - 1), \quad (9)$$

gdzie $r > 0$ oznacza współczynnik regeneracji (reprodukcji) zasobu. $r = 1$ oznaczałoby, iż gdyby z niego nie czerpać, zasób podwajałby się w każdym kolejnym dyskretnym kroku czasowym.

Nakładając dodatkowe ograniczenie, iż wielkość zasobu nie może przekroczyć pewnej maksymalnej wartości F_{\max} (ekologiczna pojemność układu) ani być ujemna, otrzymujemy:

$$F(t) = \max(\min(F(t - 1) - \sum_{i=1}^N x_i(t)F(t)\alpha + rF(t - 1) + F_0, F_{\max}), 0). \quad (10)$$

Gdyby brać pod uwagę jedynie materialną użyteczność z użytkowania, wówczas funkcja użyteczności i . użytkownika miałaby następującą postać:

$$U_i(t) = pf_i(t) - cx_i(t) = px_i(t)F(t)\alpha - cx_i(t), \quad (11)$$

gdzie, tak jak w podrozdziale wcześniejszym, p oznacza wartość wymienną uzyskanej jednostki zasobu, a c – koszt włożony w jednostkę eksploatacji. Wartość tak zdefiniowanej użyteczności materialnej będzie później utożsamiana z zyskiem materialnym danego użytkownika.

Widać, że pochodna funkcji użyteczności (11) jest liniowa względem stanu łowiska:

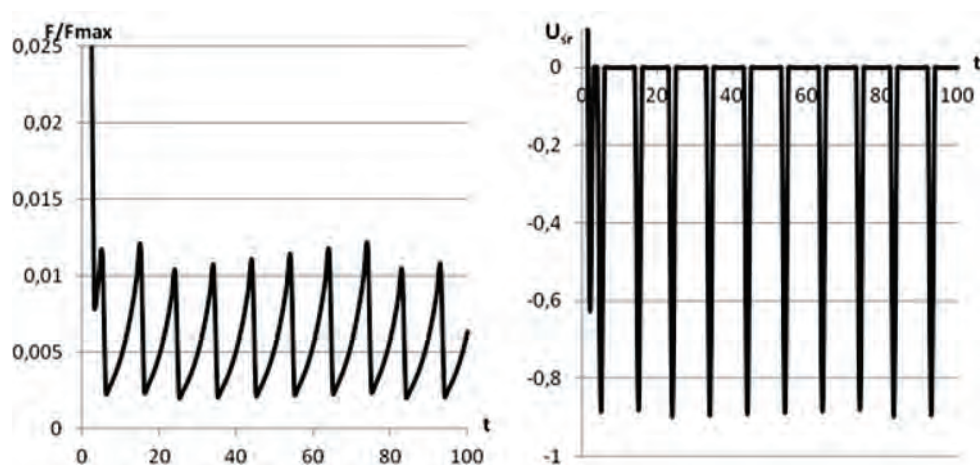
$$\frac{\partial U_i(t)}{\partial x_i} = pF(t)\alpha - c,$$

a wartość zerową osiąga dla $F(t) = \frac{c}{p\alpha}$. Z tego wynika, że jeżeli stan łowiska jest mniejszy od tej wartości: $F(t) < \frac{c}{p\alpha}$, pochodna jest ujemna a funkcja użyteczności U_i malejąca. Zatem osiąga ona wartość maksymalną dla $x_i(t) = 0$, i jest to wówczas decyzją optymalną. Gdy $F(t) \geq \frac{c}{p\alpha}$, to funkcja użyteczności jest rosnąca i najlepszą decyzją będzie maksymalna możliwa: $x_i(t) = x_{\max}$. Zależnie od stanu łowiska $F(t)$ wszyscy użytkownicy decydowaliby się albo na maksymalne czerpanie z zasobu, albo na całkowite zaniechanie użytkowania, czyli:

$$x_i(t) = \begin{cases} x_{\max} & \text{gdy } F(t) \geq \frac{c}{p\alpha} \\ 0 & \text{gdy } F(t) < \frac{c}{p\alpha} \end{cases}. \quad (12)$$

Ponieważ istnieje samorzutna regeneracja zasobu, spodziewać się można, iż zarówno jego stan, jak i zyski użytkowników będą oscylowały: jeśli tylko regeneracja nie jest na tyle duża, by z nawiązką rekompensować ubywanie zasobu na skutek

eksploatacji, w okresach, w których eksploatacja jest korzystna, stan zasobu (i materialne zyski użytkowników) będą małe, natomiast w okresach nieopłacalności (i braku eksploatacji) stan zasobu będzie na powrót rósł (na skutek regeneracji). Zilustrujemy to na przykładach. W zależności od maksymalnej możliwości eksploatacji przez pojedynczego użytkownika, oscylacje stanu zasobu będą miały różny charakter. Dla dużego x_{\max} , tj. $x_{\max} > \frac{1}{n\alpha}$, stan zasobu będzie osiągał wartości bliskie zera, a zyski użytkowników mogą być nawet ujemne (o ile nie istnieje mechanizm pozwalający na zaniechanie inwestycji w dowolnym momencie, momencie wyczerpania zasobu). Przyjmijmy na przykład, że społeczność składa się z 1000 osób, $n = 1000$, z których każda może eksploatować nie więcej niż 10 jednostek zasobu ($x_{\max} = 10$). Maksymalny stan zasobu wynosi 10 000 jednostek, $F_{\max} = 10\,000$. Przyjmijmy ponadto: $c = 0,1$, $p = 1$, $\alpha = 0,001$. Stan zasobu i uśrednione po całej społeczności zyski jego użytkowników przedstawione są w kolejnych 100 krokach czasowych na rys. 2.

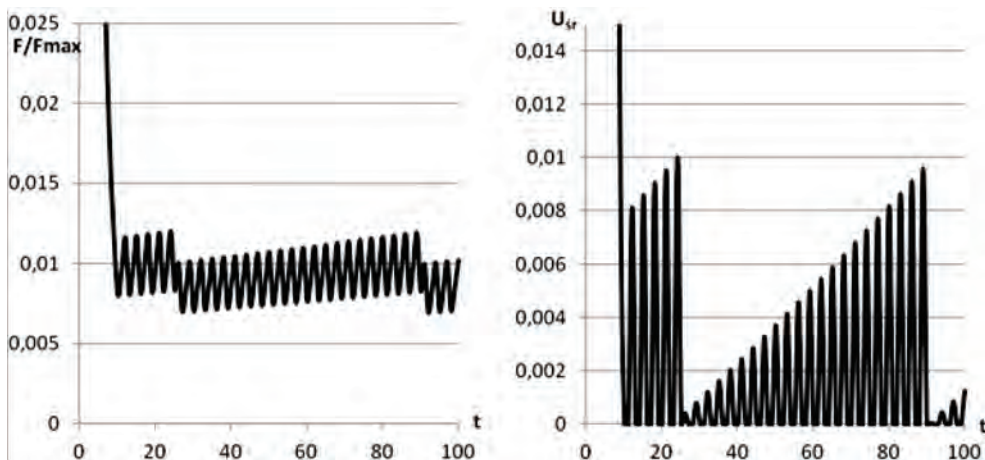


Rys. 2. Stan zasobu (w odniesieniu do maksymalnej możliwej wartości) i średnie zyski w zależności od czasu dla wysokich progów eksploatacyjnych

Źródło: opracowanie własne.

Dla niskich progów eksploatacyjnych, tj. $x_{\max} < \frac{1}{n\alpha}$, oscylacje stanu zasobu wciąż będą występowały, choć o nieco odmiennym charakterze: nie będą osiągane wartości bliskie zera, a zyski użytkowników będą zawsze nieujemne. Na rysunku 3 przedstawiono przykład dla wartości $x_{\max} = 0,5$ i pozostałych wartości parametrów takich samych jak na rys. 2.

W celu urealnienia modelu można zmodyfikować współczynnik efektywności α tak, by uwzględnić efekt nieliniowości, czyli fakt, że wraz ze zmniejszaniem się zasobu efektywność czerpania z niego spada. Oznacza to wprowadzenie zależności



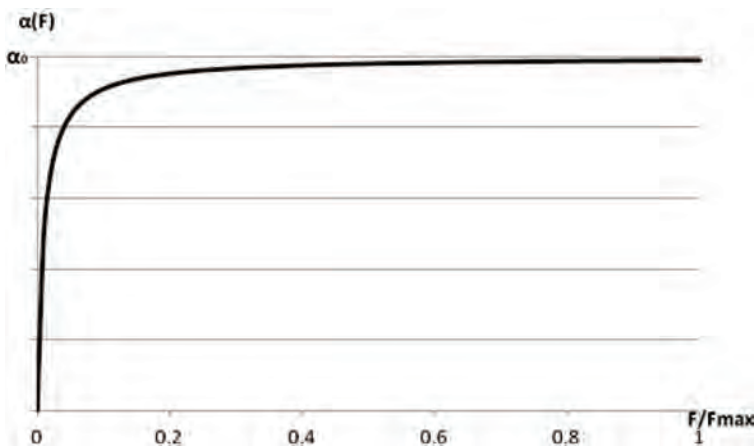
Rys. 3. Stan zasobu (w odniesieniu do maksymalnej możliwej wartości) i średnie zyski w zależności od czasu dla niskich progów eksploatacyjnych

Źródło: opracowanie własne.

współczynnika α od stanu zasobu: $\alpha = \alpha(F)$. Zależność taka może być modelowana za pomocą następującej funkcji:

$$\alpha(F) = \alpha_0 \left(1 - \frac{1}{v \left(\frac{F}{F_{\max}} + \frac{1}{v} \right)} \right), \tag{13}$$

pokazanej na rys. 4.



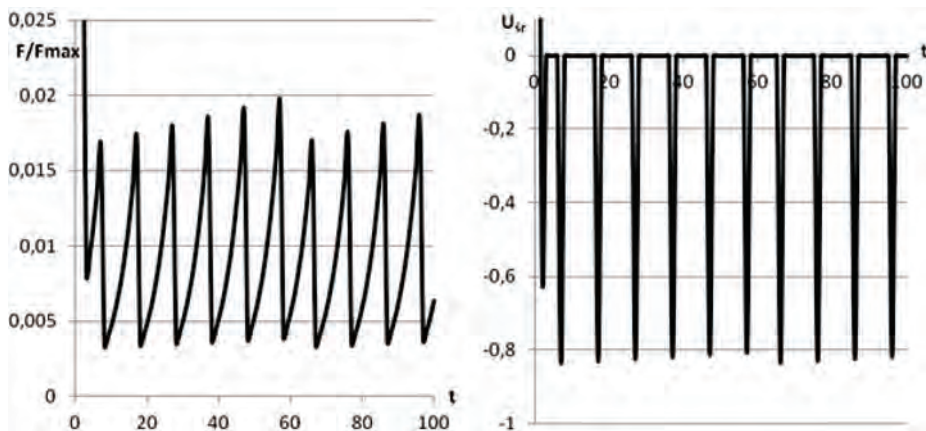
Rys. 4. Zależność współczynnika efektywności korzystania z zasobu α od jego stanu, F/F_{\max} , dla $v = 100$.

Źródło: opracowanie własne.

Podobnie jak poprzednio, rozważmy dwie sytuacje – dużych i małych możliwości eksploatacyjnych jednostek. Przyjmijmy, na użytek przykładu, następujące wartości parametrów funkcji (13): $\alpha_0 = 0,001$, $v = 100$:

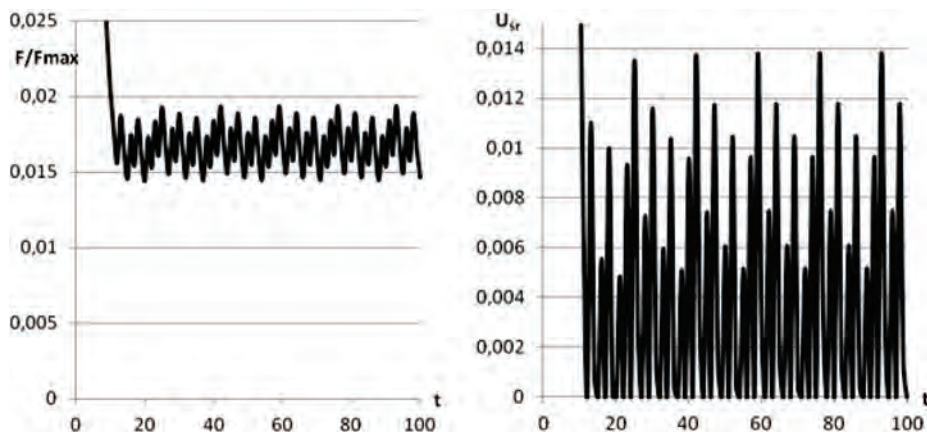
$$\alpha(F) = 0,001 \left(1 - \frac{1}{100 \left(\frac{F}{F_{\max}} + \frac{1}{100} \right)} \right).$$

Wartości pozostałych parametrów niech będą takie same, jak dla rysunków 2 i 3, czyli: $F_{\max} = 10\,000$, $n = 1000$, $c = 0,1$, $p = 1$ i $x_{\max} = 10$ dla przypadku o du-



Rys. 5. Stan zasobu (w odniesieniu do maksymalnej możliwej wartości) i średnie zyski w zależności od czasu dla wysokich progów eksploatacyjnych. Skala osi pionowych taka sama, jak na rys. 2

Źródło: opracowanie własne.



Rys. 6. Stan zasobu (w odniesieniu do maksymalnej możliwej wartości) i średnie zyski w zależności od czasu dla niskich progów eksploatacyjnych. Skala osi pionowych taka sama, jak na rys. 3

Źródło: opracowanie własne.

żych możliwościach eksploatacyjnych jednostek oraz $x_{max} = 0,5$ dla przypadku o małych możliwościach eksploatacyjnych jednostek. Rezultaty obliczeń numerycznych stanu zasobu oraz zysków użytkowników przedstawione są na rysunkach 5 i 6. Jak widać, wprowadzenie zależności efektywności eksploatacji od stanu zasobu poprawia co prawda stan zasobu, ale ma niewielki wpływ na dochody użytkowników zasobu (lub brak dochodów, w przypadku dużych możliwości eksploatacji).

Dokonajmy kolejnej modyfikacji rozpatrywanego modelu. Przyjmijmy mianowicie, że funkcja użyteczności każdego użytkownika zależy od niechęci społeczności do nierównego statusu społecznego, jaki mają uczestnicy rozpatrywanej grupy. Załóżmy, że ta niechęć, czy *awersja do nierówności*, będzie charakteryzowana za pomocą pewnego współczynnika liczbowego γ_{ij} takiego że

$$\gamma_{ij} = \begin{cases} \gamma_{1i} & \text{gdy } x_i(t) < x_j(t-1) \\ 0 & \text{gdy } x_i(t) = x_j(t-1) \\ \gamma_{2i} & \text{gdy } x_i(t) > x_j(t-1) \end{cases}, \quad (14)$$

gdzie γ_{1i} oraz γ_{2i} są to nieujemne wartości takie, że $\gamma_{1i} \geq \gamma_{2i}$.

Przyjmijmy następującą funkcję użyteczności, uwzględniającą niechęć społeczności do występujących w niej nierówności:

$$\begin{aligned} \tilde{U}_i(t) &= U_i(t) - \sum_{j \neq i} \frac{\gamma_{ij}}{n-1} (x_i(t) - x_j(t-1))^2 = \\ &= px_i(t)F(t)\alpha - cx_i(t) - \sum_{j \neq i} \frac{\gamma_{ij}}{n-1} (x_i(t) - x_j(t-1))^2. \end{aligned} \quad (15)$$

W funkcji (15) zakładamy, iż dokonując swoich wyborów, decydenci opierają się na wyborach pozostałych jednostek z poprzedniego kroku czasowego, aproksymując je w przyszłość.

Wpływ dodatkowego składnika w funkcji użyteczności dogodnie będzie przeanalizować dokładniej dla pewnego specyficznego przypadku, w którym $\gamma_{1i} = \gamma_{2i} = \gamma_i \geq 0$. Wówczas:

$$\begin{aligned} \tilde{U}_i(t) &= px_i(t)F(t)\alpha - cx_i(t) - \gamma_i \sum_{j \neq i} (x_i(t) - x_j(t-1))^2 = \\ &= px_i(t)F(t)\alpha - cx_i(t) - \gamma_i x_i^2(t) - \frac{2\gamma_i}{n-1} x_i(t) \sum_{j \neq i} x_j(t-1) - \gamma_i \sum_{j \neq i} x_j^2(t-1). \end{aligned} \quad (16)$$

Szukając pochodnej funkcji (16) znajdujemy:

$$\frac{\partial \tilde{U}_i}{\partial x_i} = pF(t)\alpha - c - 2\gamma_i(x_i(t) - \bar{x}(t-1)), \quad (17)$$

gdzie $\bar{x}(t-1) = \frac{\sum_{j \neq i} x_j(t-1)}{n-1}$ jest średnią decyzją o eksploatacji zasobu z poprzedniego kroku czasowego.

Warunek zerowania się pochodnej daje:

$$x_i(t) = \bar{x}(t-1) + \frac{pF(t)\alpha - c}{2\gamma_i}, \quad (18)$$

a biorąc pod uwagę, że $x_i(t) \in \langle 0, x_{\max} \rangle$:

$$x_i(t) = \max \left(\min \left(\bar{x}(t-1) + \frac{pF(t)\alpha - c}{2\gamma_i}, x_{\max} \right), 0 \right). \quad (19)$$

Jak widać, (19) sprowadza się do (12) w przypadku, gdy $\gamma_i \rightarrow 0$.

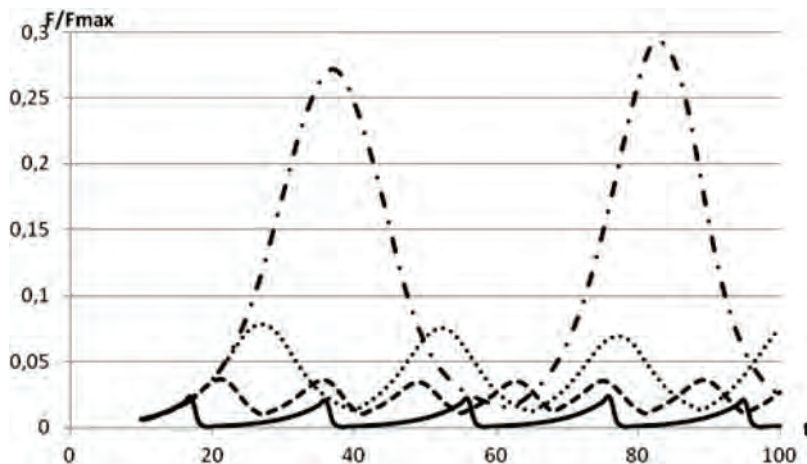
Jak wynika z (19), punktem odniesienia decyzji jednostki jest średnia decyzja z kroku poprzedniego. Korzystność użytkowania stanowi jednakże zachętę do zwiększenia swoich inwestycji ponad ten poziom średni. Użytkownicy inwestują zatem konsekwentnie nieco więcej, niż wynosi średnia – ta nadwyżka jest tym większa, im mniejsza awersja do nierówności danej jednostki. Przy ogromnej awersji, $\gamma_i \rightarrow \infty$, jednostka użytkowałaby dokładnie tyle, ile użytkowali inni w poprzednim kroku. Z drugiej strony, w sytuacji gdy inwestycje są niezyskowe, $pF(t)\alpha - c < 0$, ze wzoru (19) wynika, że jednostki decydują się na użytkowanie mniejsze, niż było, średnio, w kroku poprzednim. Sądzić można, iż wynik taki jest nierealistyczny. Widząc nierentowność inwestycji, jednostki raczej w ogóle nie będą użytkować zasobu niż użytkować ze stratą, tylko w celu podtrzymania „tradycji”. Wzór (19) należałoby zatem zmodyfikować do postaci:

$$x_i(t) = \begin{cases} \min \left(\bar{x}(t-1) + \frac{pF(t)\alpha - c}{2\gamma_i}, x_{\max} \right) & \text{gdy } pF(t)\alpha - c \geq 0 \\ 0 & \text{gdy } pF(t)\alpha - c < 0 \end{cases} \quad (20)$$

Widać, że awersja do nierówności nie wystarcza, by uniemożliwić wzrost użytkowania do wartości maksymalnej. Ta wartość maksymalna otrzymywana jest jednakże po pewnym czasie – tym dłuższym, im większa awersja do nierówności użytkowników. Wart podkreślenia jest fakt, iż uśredniony po czasie poziom użytkowania będzie mniejszy od maksymalnego niezależnie od warunków początkowych. Nawet jeśli początkowo wszyscy użytkownicy maksymalnie eksploatują zasób, to w momencie, gdy jego poziom spada poniżej progu zyskowności, eksploatacja gwałtownie spada, by następnie znów rosnąć, w tempie uzależnionym od stopnia awersji do nierówności użytkowników.

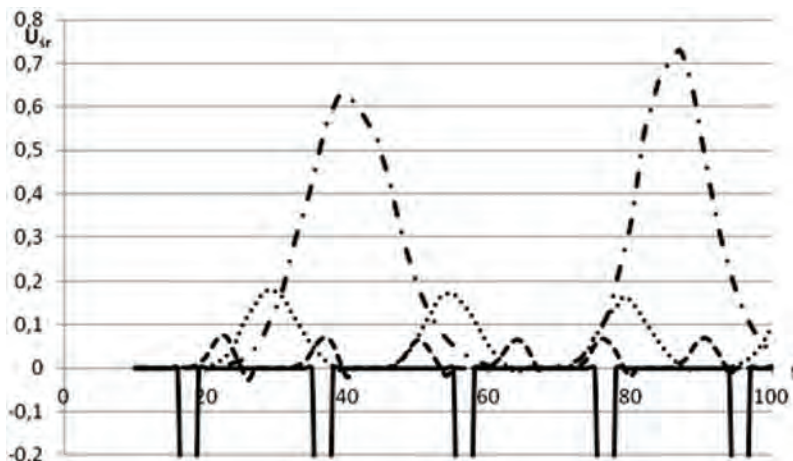
Jak pokazują symulacje, rezygnacja z uproszczenia $\gamma_{1i} = \gamma_{2i}$ daje jakościowo takie same wyniki. Na rysunkach 7 i 8 przedstawione są wyniki symulacji dla następujących wartości parametrów: $n = 1000$, $c = 0,1$, $p = 1$, $F_{\max} = 10\,000$, $\alpha = 0,001 \left(1 - \frac{1}{100 \left(\frac{F}{F_{\max}} + \frac{1}{100} \right)} \right)$, $x_{\max} = 10$ (jest to zatem przypadek dużych możliwości eksploatacyjnych użytkowników). Linia ciągła reprezentuje wyniki dla $\gamma_i = 0$, a pozostałe linie – dla γ_i będących realizacjami zmiennych losowych opisanych rozkładem jednostajnym na przedziałach: $\langle 0,10 \rangle$ (linia kreskowana), $\langle 0,100 \rangle$ (linia kropkowana), $\langle 0,1000 \rangle$ (linia kreska-kropka). Wykres na rys. 7 przedstawia względ-

ny stan zasobu $F(t)/F_{\max}$, natomiast na rys. 8 – średni zysk użytkowników, U_{sr} (średnia liczona po wszystkich użytkownikach). Trzeba podkreślić, że brany jest tu pod uwagę jedynie materialny zysk, $U_i(t) = pf_i(t) - cx_i(t) = px_i(t)F(t)\alpha - cx_i(t)$.



Rys. 7. Względny stan zasobu dla $\gamma_i = 0$ (linia ciągła), oraz γ_i będącymi realizacjami zmiennej losowej opisanej rozkładem jednostajnym na przedziale: $\langle 0,10 \rangle$ (linia kreskowana), $\langle 0,100 \rangle$ (linia kropkowana), $\langle 0,1000 \rangle$ (linia kreska-kropka)

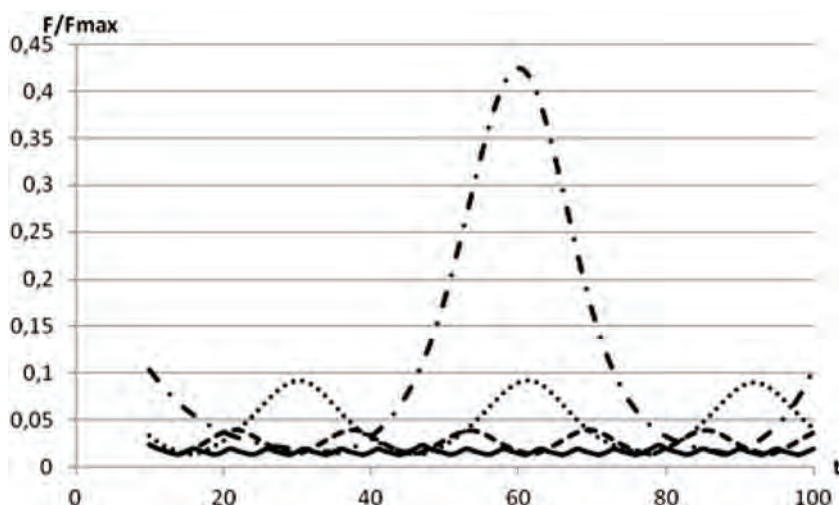
Źródło: opracowanie własne.



Rys. 8. Średni zysk przypadający na użytkownika, dla $\gamma_i = 0$ (linia ciągła), oraz γ_i będącymi realizacjami zmiennej losowej opisanej rozkładem jednostajnym na przedziale: $\langle 0,10 \rangle$ (linia kreskowana), $\langle 0,100 \rangle$ (linia kropkowana), $\langle 0,1000 \rangle$ (linia kreska-kropka)

Źródło: opracowanie własne.

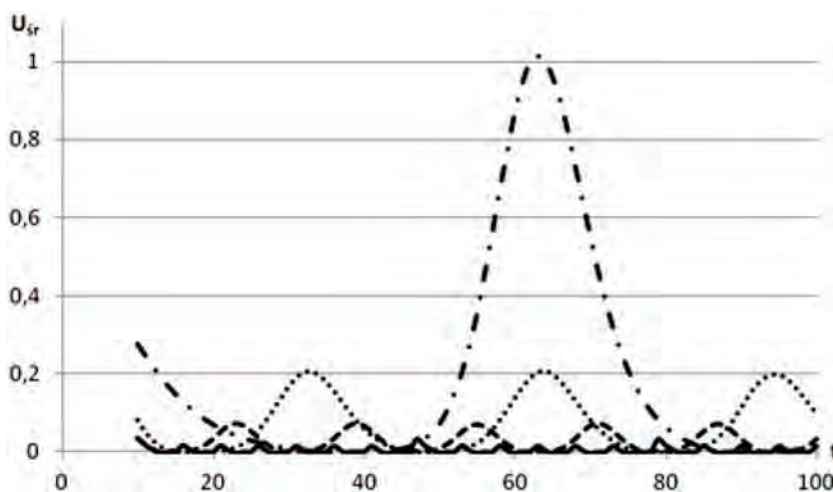
Rysunki 9 i 10 przedstawiają wyniki symulacji dla następujących wartości parametrów: $n = 1000$, $c = 0,1$, $p = 1$, $F_{\max} = 10000$, $\alpha = 0,001 \left(1 - \frac{1}{100 \left(\frac{F}{F_{\max}} + \frac{1}{100}\right)}\right)$, $x_{\max} = 0,5$ (przypadek małych możliwości eksploatacyjnych użytkowników). Ponownie linia ciągła reprezentuje wyniki dla $\gamma_i = 0$, a pozostałe linie – dla γ_i będących realizacjami zmiennych losowych opisanych rozkładem jednostajnym na przedziałach: $\langle 0,10 \rangle$ (linia kreskowana), $\langle 0,100 \rangle$ (linia kropkowana), $\langle 0,1000 \rangle$ (linia kreska-kropka). Wykres na rys. 9 przedstawia względny stan zasobu $F(t)/F_{\max}$, natomiast na rys. 10 – średni zysk użytkowników $U_{\text{śr}}$. Jak widać, podobnie jak w przypadku bez awersji do nierówności (por. rysunki 5 i 6), wyniki są korzystniejsze zarówno dla zasobu, jak i dla użytkowników.



Rys. 9. Względny stan zasobu dla $\gamma_i = 0$ (linia ciągła), oraz γ_i będącymi realizacjami zmiennej losowej opisanej rozkładem jednostajnym na przedziale: $\langle 0,10 \rangle$ (linia kreskowana), $\langle 0,100 \rangle$ (linia kropkowana), $\langle 0,1000 \rangle$ (linia kreska-kropka)

Źródło: opracowanie własne.

Z rysunków 7-10 wyłania się następujący obraz: włączenie do modelu awersji jednostek do nierówności poprawia zarówno stan zasobu, jak i zyski całej zbiorowości, i to tym bardziej, im większa jest awersja do nierówności. W modelu z awersją, podobnie jak w modelu bez, występują oscylacje – zarówno stanu zasobu jak i zysków – wokół pewnej wartości średniej. Jednakże wraz ze wzrostem awersji zwiększa się amplituda tych oscylacji oraz nieznacznie przesuwa w górę ich dolna granica. Oscylacje te mają również coraz większy okres. W modelu z awersją do nierówności również zatem występuje dążenie do jak największego użytkowania zasobu, jednakże tendencja ta jest słabsza i wzrost następuje wolniej niż w modelu bez awersji. Co za tym idzie, średnio rzecz biorąc, dana jednostka użytkuje zasób w mniejszym



Rys. 10. Średni zysk przypadający na użytkownika dla $\gamma_i = 0$ (linia ciągła), oraz γ_i będącymi realizacjami zmiennej losowej opisanej rozkładem jednostajnym na przedziale: $\langle 0,10 \rangle$ (linia kreskowana), $\langle 0,100 \rangle$ (linia kropkowana), $\langle 0,1000 \rangle$ (linia kreska-kropka)

Źródło: opracowanie własne.

stopniu, niż by to robiła, nie biorąc pod uwagę stopnia użytkowania przez innych. Odzwierciedla to mniejszą wartość eksploatacji uzyskiwana w modelu statycznym przy podobnym uwzględnieniu wpływu decyzji innych jednostek.

6. Dyskusja i podsumowanie

W niniejszej pracy przedstawiliśmy wpływ awersji do nierówności na wybory dokonywane przez użytkowników dóbr wspólnych oraz porównaliśmy modele dynamiczne z dominującymi w literaturze modelami statycznymi.

Zarówno statyczne, jak i dynamiczne modele pokazują, iż uwzględnienie w modelowaniu awersji do nierówności użytkowników dóbr wspólnych znacznie poprawia ich wyniki ekonomiczne, przesuwając je od „samolubnego” stanu równowagi Nasha w kierunku optimum „socjalnego”. Wyniki te pozostają spójne z licznymi terenowymi obserwacjami wspólnot, którym udało się uniknąć „tragedii wspólnego pastwiska”, oraz z wynikami eksperymentów laboratoryjnych, w których rezultaty również bywają odległe od stanu równowagi przewidywanej przez niekooperacyjną teorię gier, uwzględniającą jedynie materialne wypłaty.

Choć modele statyczne są bardziej eleganckie z matematycznego punktu widzenia i częstokroć posiadają analityczne rozwiązania, w odróżnieniu od ich dynamicznych odpowiedników, to modele dynamiczne posiadają kilka innych zalet.

Po pierwsze, modele dynamiczne pozwalają na lepszy wgląd w mechanizmy wyborów dokonywanych przez użytkowników. Jak widzieliśmy w poprzednim pod-

rozdziale, sama awersja do nierówności nie powstrzymuje wzrostu poziomu eksploatacji zasobu. Wzrost ten ograniczany jest tylko przez możliwości eksploatacyjne użytkowników oraz zyskowność tej eksploatacji, uzależnionej od stanu zasobu. Jednakże czas potrzebny do wzrostu średniego poziomu eksploatacji o daną jednostkę jest tym dłuższy, im większy poziom awersji do nierówności. To opóźnienie, jak pokazano, wpływa bardzo pozytywnie zarówno na stan zasobu, jak i na zyski użytkowników.

Po drugie, modelując użytkowanie zasobu w sposób dynamiczny możemy zrezygnować z założenia doskonałej racjonalności jednostek (umiejętności ścisłego przewidywania wyborów innych osób). Założenie to, będące jedną z podstaw neoklasycznych teorii ekonomicznych, jest ostatnio jednakże często kwestionowane w wielu podejściach i z rozmaitych punktów widzenia [Akerlof, Shiller 2009; Skidelsky 2009]. Model dynamiczny nie nastęrcza trudności, jakie powstają w sposób nieunikniony w modelu statycznym, nie wymagając od jednostek zdolności do nieskończonej precyzyjnych przewidywań. Zakładamy tutaj, iż dokonując swoich wyborów, decyzji opierają się na wyborach pozostałych jednostek z poprzedniego kroku.

Po trzecie, dynamiczne modelowanie czyni ogromną różnicę w podejściu do zasobu, którego użytkowanie mamy symulować. Podejście statyczne traktuje zasób jako praktycznie niewyczerpany, w każdym stanie mający pełny potencjał do zregenerowania się. Tymczasem wiele zasobów, zwłaszcza ekologicznych, charakteryzuje się silnie nieliniową dynamiką i założona w modelu zależność stanu zasobu od jego stanu w kroku poprzednim może być uważana za ograniczoną do pewnego przedziału wartości. Co za tym idzie, możliwa jest sytuacja, w której zasób całkowicie traci możliwości regeneracyjne po przekroczeniu pewnej dolnej granicy. Wiąże się to z koncepcją utraty przez dany układ elastyczności (*resilience*) [Holling 1973; Ostasiewicz, Magnuszewski 2011]. Ponadto w zasadzie każdy zasób ekologiczny powiązany jest nierozzerwalnie z wieloma innymi układami. Choć w przyrodzie cykliczne zmiany często występują w sposób naturalny, to nie każdy ekosystem jest do nich przystosowany i niektóre oscylacje czy niektóre częstotliwości tych oscylacji mogą być destrukcyjne dla układów powiązanych z badanym. Modelowanie dynamiczne pozwala unaocznic cały możliwy zakres wartości przyjmowanych przez stan zasobu i szybkość ich zmian, a nie tylko wartości średnie, co może mieć spore znaczenie z punktu widzenia odnawialności zasobu oraz jego powiązań z innymi układami.

Literatura

- Akerlof G.A., Shiller R.J., *Animal Spirits*, Princeton University Press, Princeton 2009.
- Ariely D., *Predictably Irrational*, HarperCollins Publishers, New York 2009.
- Blanco M., Engelmann D., Normann H.T., *A within-subject analysis of other-regarding preferences*, "Games and Economic Behavior" 2011, vol. 72, ss. 321–338.
- Boehm C., *Egalitarian Behavior and Reverse Dominance Hierarchy*, "Current Anthropology" 1993, vol. 34, ss. 227–254.
- Buchanan J., *An Economic Theory of Clubs*, "Economica" 1965, vol. 32, ss. 1–14.

- Carson R., *Silent spring*, Houghton Mifflin, 1962.
- Cashdan E.A., *Egalitarianism among Hunters and Gatherers*, "American Anthropologist" 1980, vol. 82, ss. 116-120.
- Cole H.L., Mailath G.J., Postlewaite A., *Social Norms, Savings Behavior, and Growth*, "Journal of Political Economy" 1992, vol. 100, 1092-1125.
- Daly H.E., Farley J., *Ecological Economics*, Island Press, Washington 2004.
- Duesenberry J.S., *Income, saving and the theory of consumer behavior*, Harvard University Press, 1949.
- Easterlin R.A., *Will raising the incomes of all increase the happiness of all?*, "Journal of Economic Behavior & Organization" 1995, vol. 27, ss. 35-47.
- Falk A., Fehr E., Fischbacher U., *Appropriating the Commons – A Theoretical Explanation*, CESifo Working Paper No. 474, 2001.
- Fehr E., Schmidt K.M., *A Theory of Fairness, Competition, and Cooperation*, "The Quarterly Journal of Economics" 1999, vol. 114, ss. 817-868.
- Frank R.H., *The Demand for Unobservable and Other Nonpositional Goods*, "The American Economic Review" 1985, vol. 75, ss. 101-116.
- Gintis H., *Game Theory Evolving*, Princeton University Press, Princeton 2000.
- Gordon H.S., *The Economic Theory of a Common-Property Resource: The Fishery*, "The Journal of Political Economy" 1954, vol. 62, ss. 124-142.
- Hardin G., *The Tragedy of The Commons*, "Science" 1968, vol. 162, ss. 1243-1248.
- Hardin G., *Extensions of 'The Tragedy of the Commons'*, "Science" 1998, vol. 280, s. 682.
- Holling C.S., *Resilience and Stability of Ecological Systems*, "Annual Review of Ecology and Systematics" 1973, vol. 4, ss. 1-23.
- Hopkins E., *Inequality, happiness and relative concerns: What actually is their relationship?*, "The Journal of Economic Inequality" 2008, vol. 6, ss. 351-372.
- Jastrow R., Nierenberg W.A., Seitz F., *Scientific perspectives on the greenhouse problem*, Marshall Press, 1990.
- Kahneman D., Knetsch J.L., *Valuing public goods: The purchase of moral satisfaction*, "Journal of Environmental Economics and Management" 1992, vol. 22, ss. 57-70.
- Nowak M. A., Page K. M., Sigmund K., *Fairness Versus Reason in the Ultimatum Game*, "Science" 2000, vol. 289, ss. 1773-1775.
- Ostaszewicz K., Magnuszewski P., *The concept of resilience and its application to a certain socio-economical model*, "Pragmata Tes Oikonomias" 2011, Nr IV, ss. 203-216.
- Ostrom E., *Governing the Commons: The Evolution of Institutions for Collective Action*, Cambridge University Press, USA 1990.
- Ostrom E., *Beyond Markets and States: Polycentric Governance of Complex Economic Systems*, Wykład Noblowski 2009.
- Ostrom E., Gardner R., Walker J., *Rules, Games, and Common-Pool Resources*, The University of Michigan Press, Ann Arbor 1994.
- Ostrom V., Ostrom E., *Public Goods and Public Choices*, w: Savas E. S. (ed.), *Alternatives for Delivering Public Services: Toward Improved Performance*, Boulder, CO: Westview Press, 1977, ss. 7-49.
- Prediger S., Volland B., Frölich M., *The impact of culture and ecology on cooperation in a common-pool resource experiment*, "Ecological Economics" 2011, vol. 70, ss. 1599-1608.
- Samuelson P., *The Pure Theory of Public Expenditure*, "Review of Economics and Statistics" 1954, vol. 36, ss. 387-389.
- Skidelsky R., *Keynes: The Return of the Master*, Allen Lane, United Kingdom 2009.
- Sneath D., *State policy and pasture degradation in inner Asia*, "Science" 1998, vol. 281, s. 1147.
- Wilkinson R.G., *Income distribution and life expectancy*, "British Medical Journal" 1992, vol. 304, ss. 165-168.
- Wilkinson R.G., Pickett K., *The Spirit Level*, Bloomsbury Press, New York 2010.
- Woodburn J., *Egalitarian Societies*, "Man" 1982, vol. 17, ss. 431-451.
- Zaleskiewicz T., *Psychologia ekonomiczna*, PWN, Warszawa 2011.

INEQUALITY AVERSION IN MODELING THE USE OF COMMON POOL RESOURCES

Summary: During the second half of the XXth century many scientists believed that without outer regulations the use of common-pool resources inevitably led to the degradation of the resource. Today many factors are raised that could promote avoiding this so-called “tragedy of the commons”. Among these factors there is inequality aversion. If we assume that individuals do not tend to unlimitedly increase the amount of their goods but rather relate own wealth to the wealth of the others, than the speed of draining the resource may be lower. In particular, it may be as low as to allow natural regeneration processes to replenish the resource, thus avoiding degradation. The paper presents the model as well as computer simulations, demonstrating the influence of inequality aversion on the common-pool resource use.

Keywords: common-pool resources, inequality aversion, tragedy of the commons.