JAGIELLONIAN UNIVERSITY
IN KRAKOW

Cienka linia między współpracą a zdradą w modelu kolektywnych zachowań społecznych

UWr, Wrocław, 10.06.2011

Andrzej Jarynowski
Zakład Teorii Układów Złożonych, Instytut Fizyki, Uniwersytet Jagielloński
P. Gawroński, K. Kułakowski
Katedra Informatyki Stosowanej i Fizyki Komputerowej, AGH

Plan Prezentacji

- Motywacja
- Wprowadzenie do modelu
- Grupa przypadków dla stałego altruizmu
- Grupa przypadków dla zmiennego altruizmu
- Podsumowanie i próba socjologicznej interpretacji wyników

Motywacja

- Współpracować, czy zdradzać: Wedle klasycznej teorii gier wzajemna współpraca nigdy nie jest optymalna z indywidualnego punktu widzenia, ale zawsze opłacalna dla społeczeństwa

- Opozycja archetypów graczy:
  Homo Economicus – istota racjonalna kierująca się własną korzyścią
  Homo Sociologicus – istota postępująca według norm społecznych

- Dylemat więźnia rozumiany nie jak zwykle według teorii racjonalnego wyboru (ekonomicznie), lecz normatywnie (socjologicznie)

JAGIELLONIAN UNIVERSITY IN KRAKOW

Motywacja

Mówimy że R jest w populacji P **normą społeczną**, jeśli istnieje wystarczająco duża część populacji P_{cf} należąca do P taka, że dla każdej jednostki „*i*" należącej do P_{cf} zachodzi:

•okoliczność (*contingency*): „*i*" wie, że reguła R istnieje *i* stosuje się do sytuacji typu S

•preferencja warunkowa (*conditional preference*): „*i*" woli przestrzegać R w sytuacji S pod warunkiem że

(a): spodziewanie empiryczne (*empirical expectations*): „*i*" wierzy że wystarczająco duży podzbiór P stosuje R w sytuacji typu S

(b): spodziewanie normatywne (*normative expectations*): „*i*" wierzy że wystarczająco duży podzbiór P spodziewa się, że „*i*" zastosuje się do R w sytuacji typu S

(b'): spodziewanie normatywne z sankcją (*normative expectations with sanctions*): „*i*" wierzy że wystarczająco duży podzbiór P spodziewa się, że „*i*" zastosuje siędo R w sytuacji typu S, woli aby „*i*" się zastosował, i może wywrzeć sankcję.

[C. Bicchieri, *The Grammar of Society,* Cambridge UP 2006 (tłum. K. Kułakowski]

Motywacja

- Zmiana społeczna w wyniku zmiany normy
- Zainteresowanie dynamiką procesu a nie jedynie stanem końcowym
- Zerowy model, minimalne założenia - zmienne charakterystyki graczy: reputacja i altruizm

Model

Rozważmy grę, gdzie agenci grają w parach i za każdym razem mają 2 możliwości: współpracować (C), bądź oszukiwać (D). Prawdopodobieństwo współpracy zależy liniowo od altruizmu gracza (*i*) oraz reputacji współgracza (*j*).

$$\boldsymbol{P(i,j) = W_j(i) + \varepsilon_i}$$

Jeżeli $P(i,j)>1$ to przyjmujemy 1, a kiedy $P(i,j)<0$ to 0.
Reputacja *W*- jest w przedziale [0,1]
Altruizm ε- jest w przedziale [-1/2,1/2]

Model

Ogólna zasada:

- reputacja gracza rośnie (spada) jeśli on współpracował (oszukiwał);
- altruizm gracza rośnie (spada), jeżeli jego współgracz współpracował (oszukiwał).

Szybkość zmian jest definiowana przez x_W/x_ε jako procentowa zmiana reputacji / altruizmu.

(C) $\boldsymbol{\varepsilon := (0.5-\varepsilon)x_\varepsilon + \varepsilon}$

(D) $\boldsymbol{\varepsilon := \varepsilon + (-0.5-\varepsilon)x_\varepsilon}$

(C) $\boldsymbol{W := (1-W)x_W + W}$

(D) $\boldsymbol{W := W - Wx_W}$

Model

W grze zakładam, że bierze udział 100 graczy (czasami 1000) z pewnym początkowym rozkładem *W* i *ε*.

Będą to rozkłady jednorodne z ustaloną szerokością połówkową *d*. Przedział określony jest przez:

$$\mathbf{[\langle W\rangle - d;\ \langle W\rangle + d]}$$

$$\mathbf{[\langle \varepsilon\rangle - d;\ \langle \varepsilon\rangle + d]}$$

Przykładowo:

- jak *d*=0 mamy jednakowa wartość *W* (*ε*) dokładnie w środku dozwolonego przedziału
- jak *d*=0,5 mamy rozkład jednorodny na całym dozwolonym przedziale z wartością średnią dokładnie w środku

Model

Możliwe strategie graczy:

R- obaj współpracują

S- współgracz oszukiwał, kiedy gracz współpracował

T- gracz oszukiwał, kiedy współgracz współpracował

P- obaj oszukują

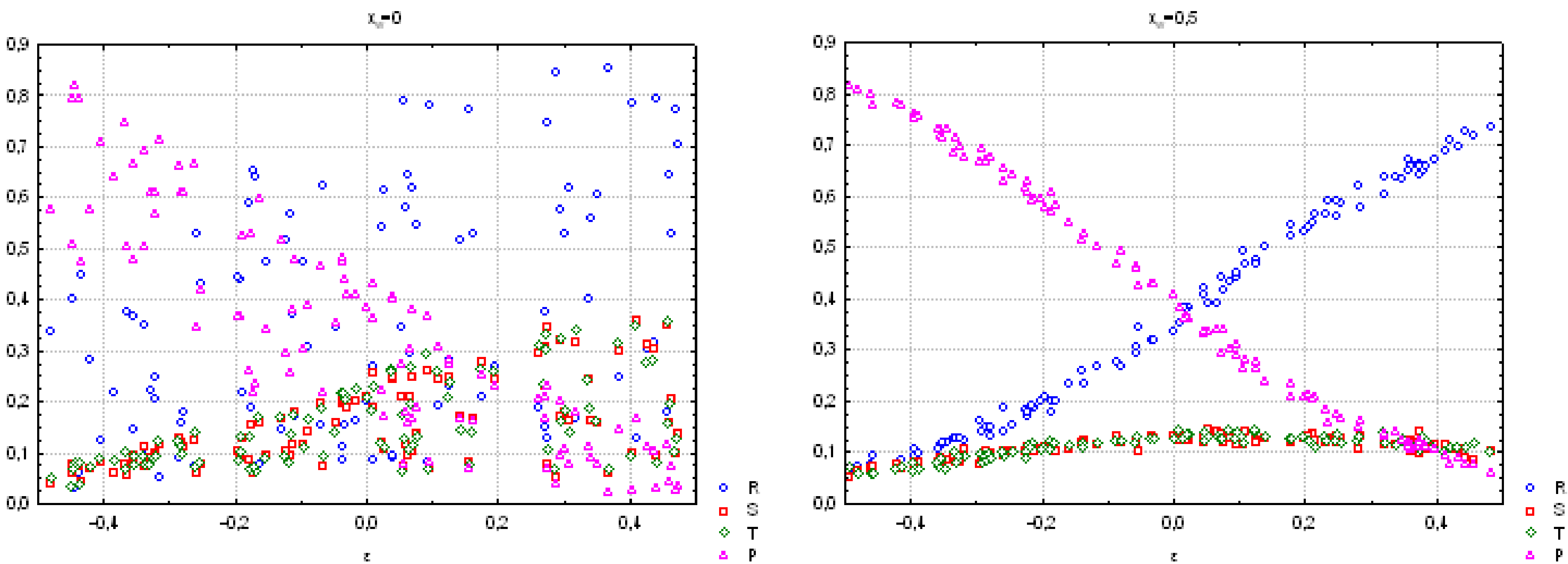
JAGIELLONIAN UNIVERSITY IN KRAKOW

ε=const

Ewolucja upraszcza się do poniższego układu:

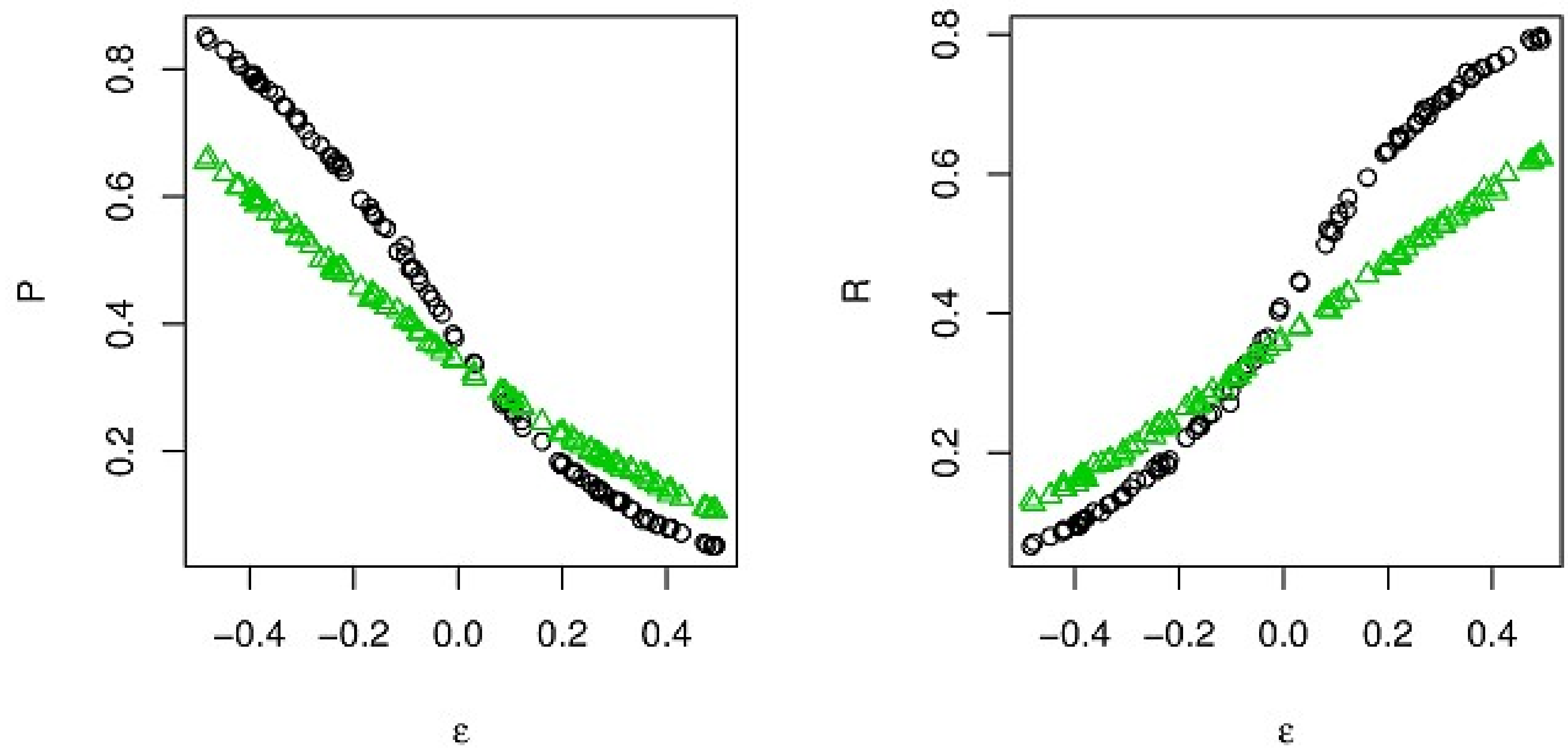
(C) $\boldsymbol{W := (1-W)x_W + W}$

(D) $\boldsymbol{W := W - Wx_W}$



Wykresy częstości występowania strategii dla 10^5 kroków MC

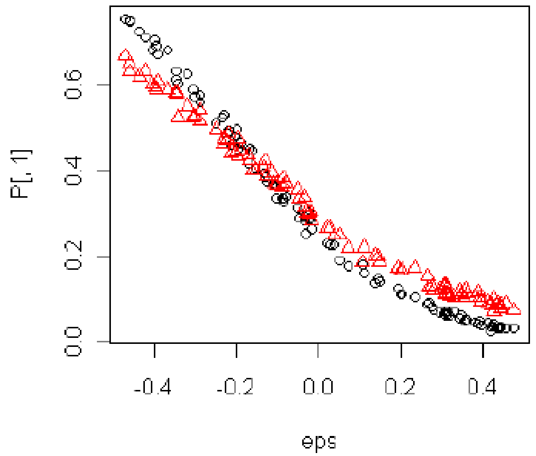
ε=const

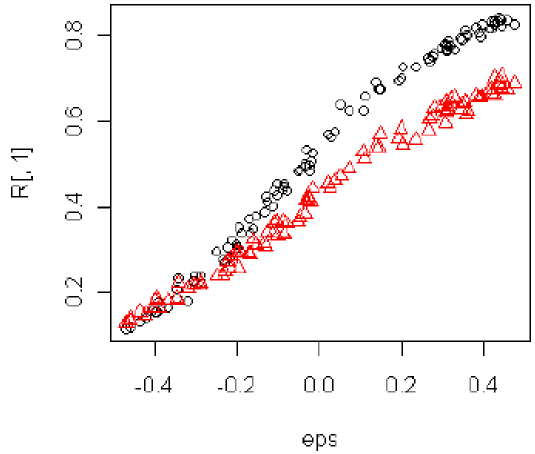


Spłaszczenie krzywej od signoidalnej (kółka, x_w =1%) do prostej (trójkąty, x_w =99%)

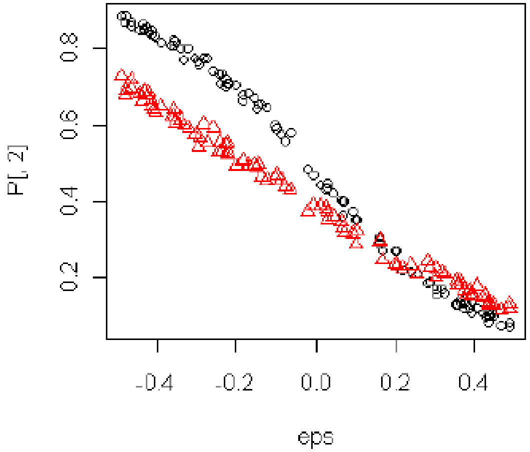
ε=const

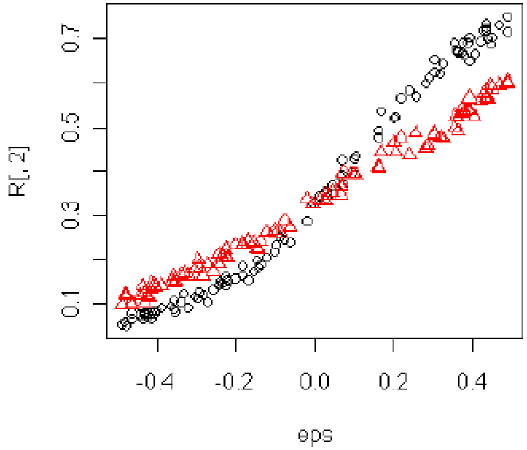
85% vs 15% u góry





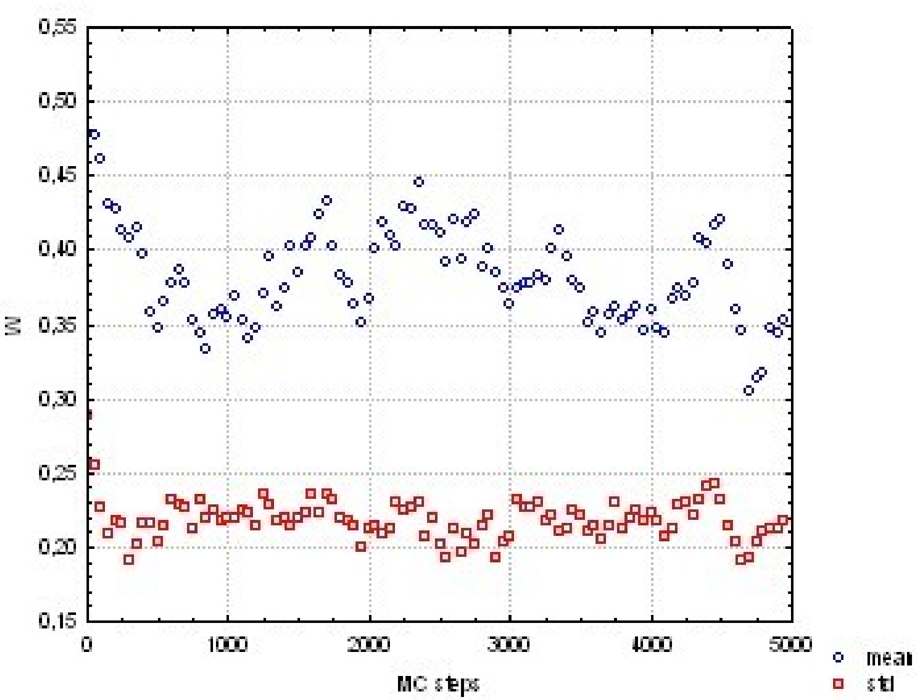
95% vs 5% na dole

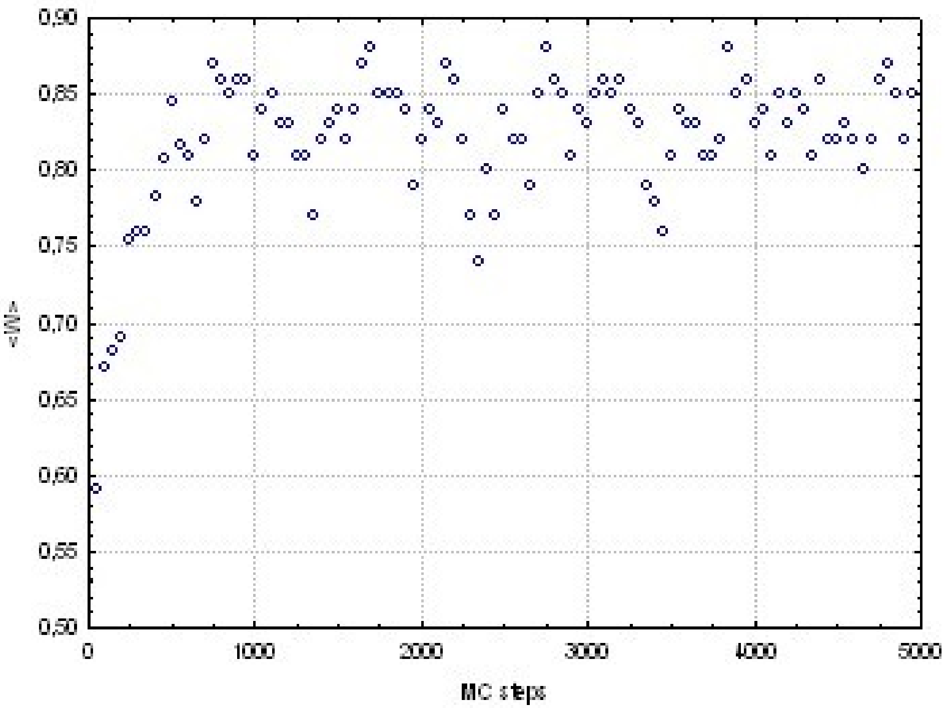




ε=const, $x_w = z * W'$

$x_w = z * W'$ gdzie *W'* jest reputacją współgracza, a *z* wewnętrznym parametrem szybkości zmiany

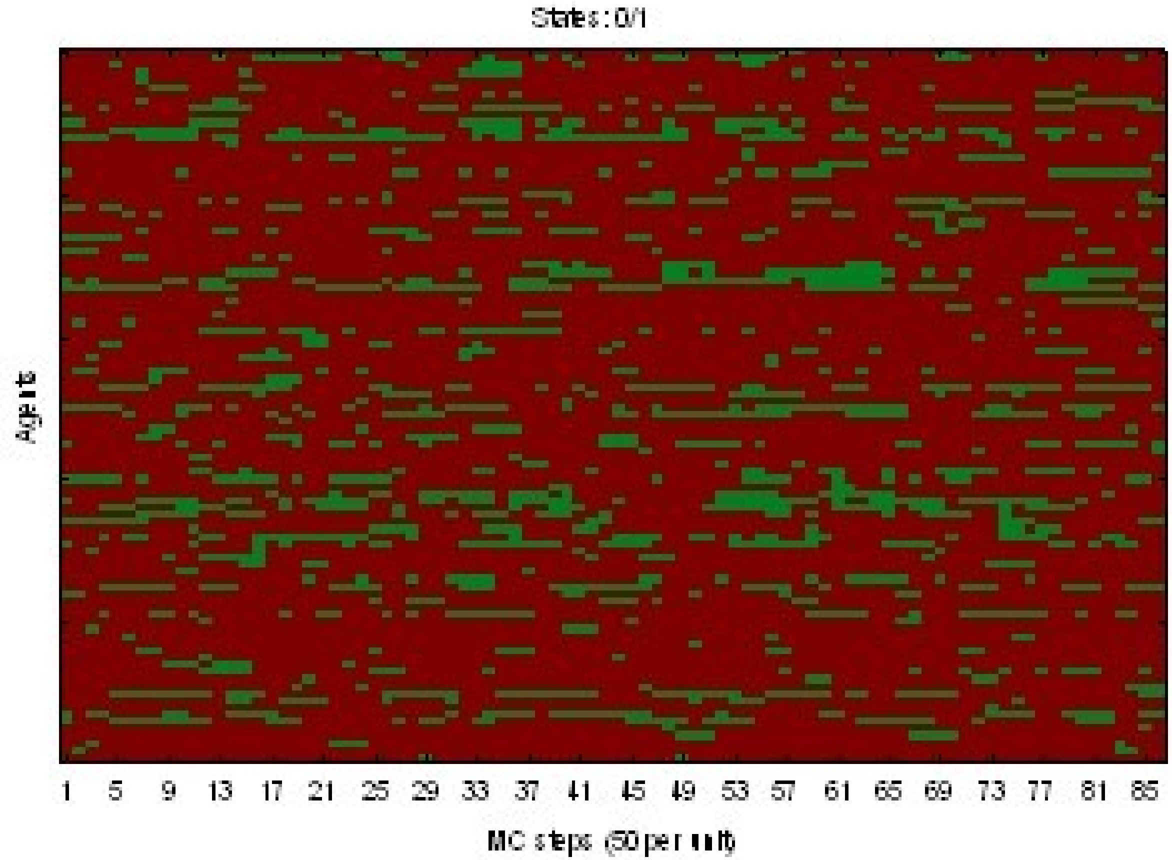




Oscylacje średniej wartości reputacji w czasie dla z=0,5 (po lewej) oraz z=1(po prawej)

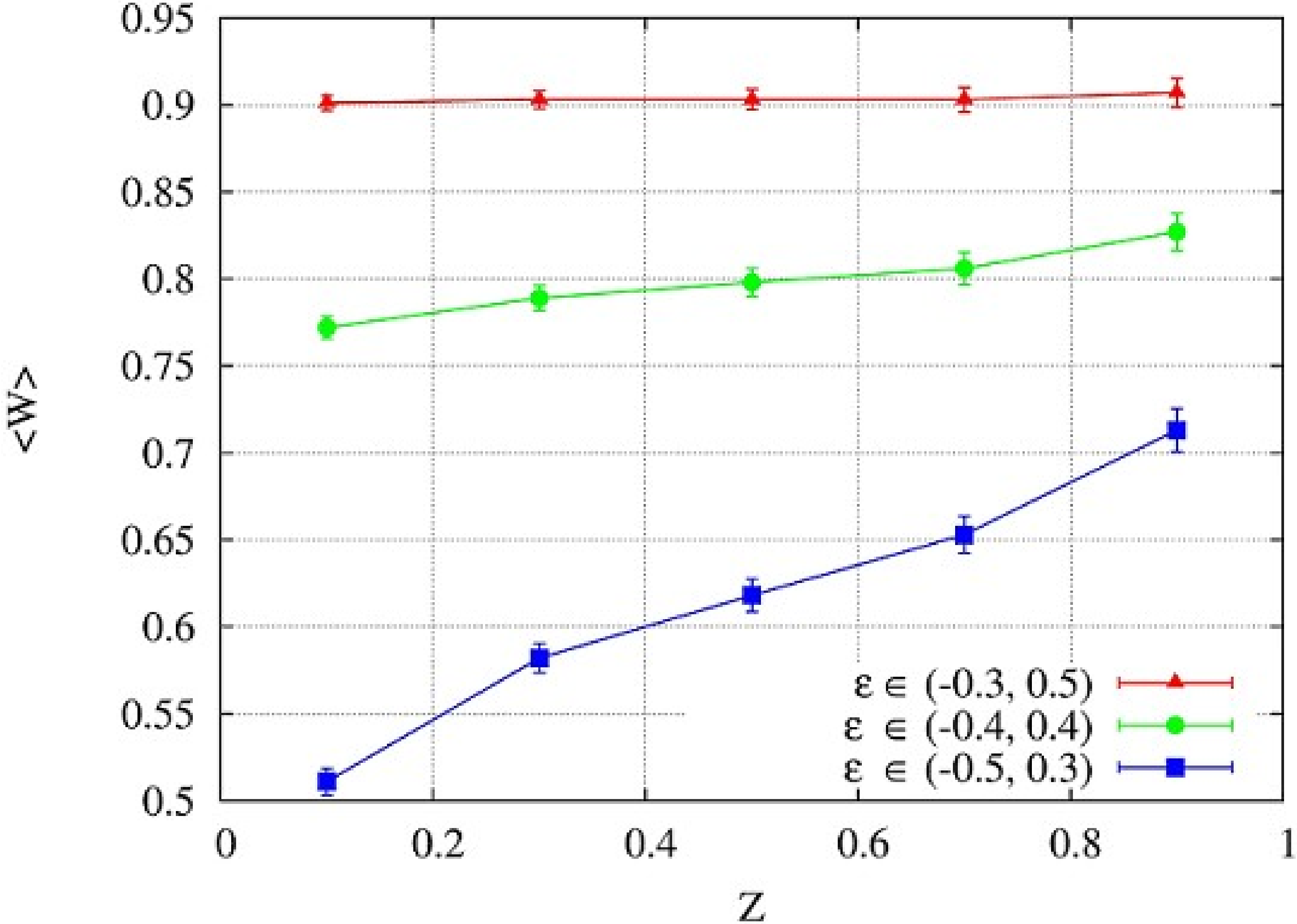
ε=const, $x_w=z*W'$

Dla z=1 obserwujemy efekt jak w modelu Isinga 3D (spontaniczne przeskoki pomiędzy stanami).



JAGIELLONIAN UNIVERSITY IN KRAKOW

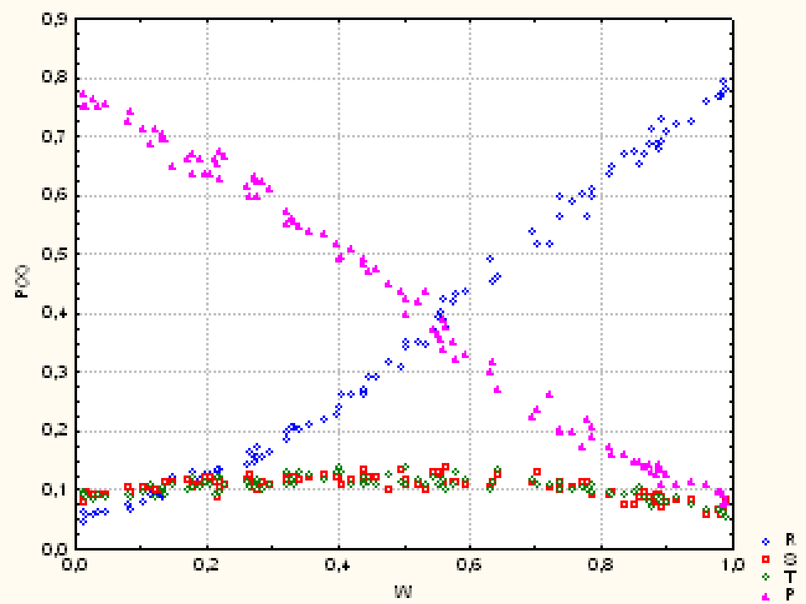
ε=const, $x_w = z^{*}W'$

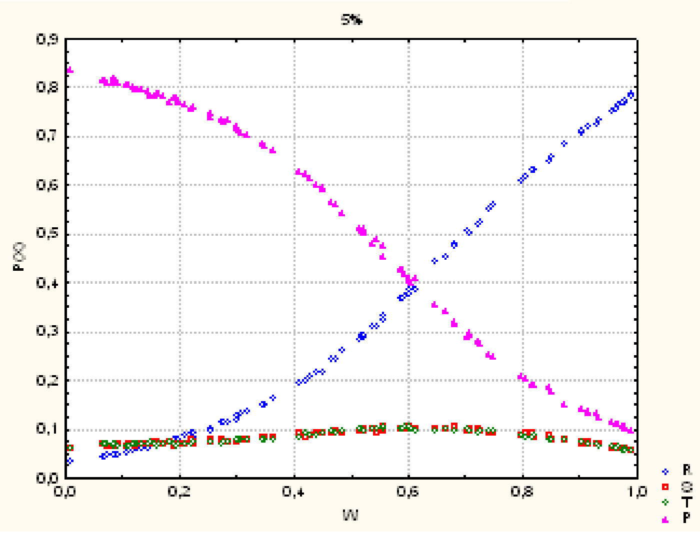


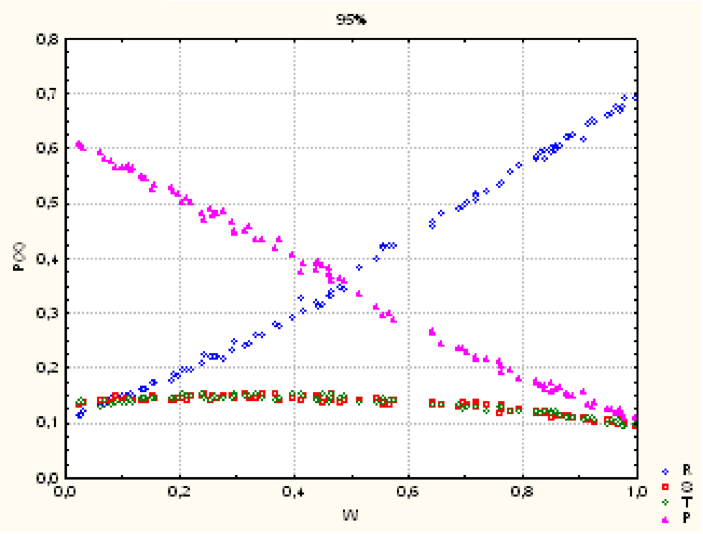
P. Gawroński, K. Kułakowski

X_ε != 0, x_W = 0

Najprostszy przypadek: x_W = 0

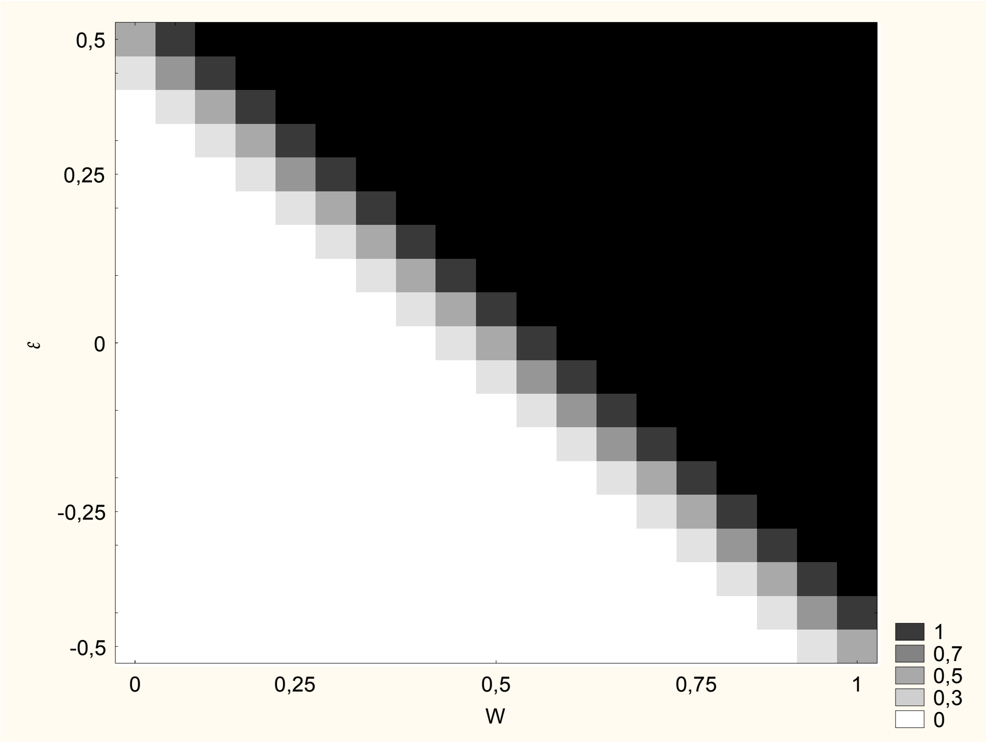


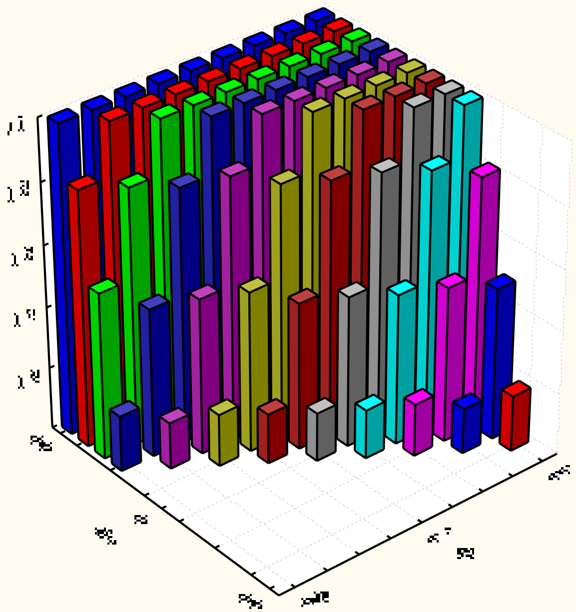




x_ε != 0

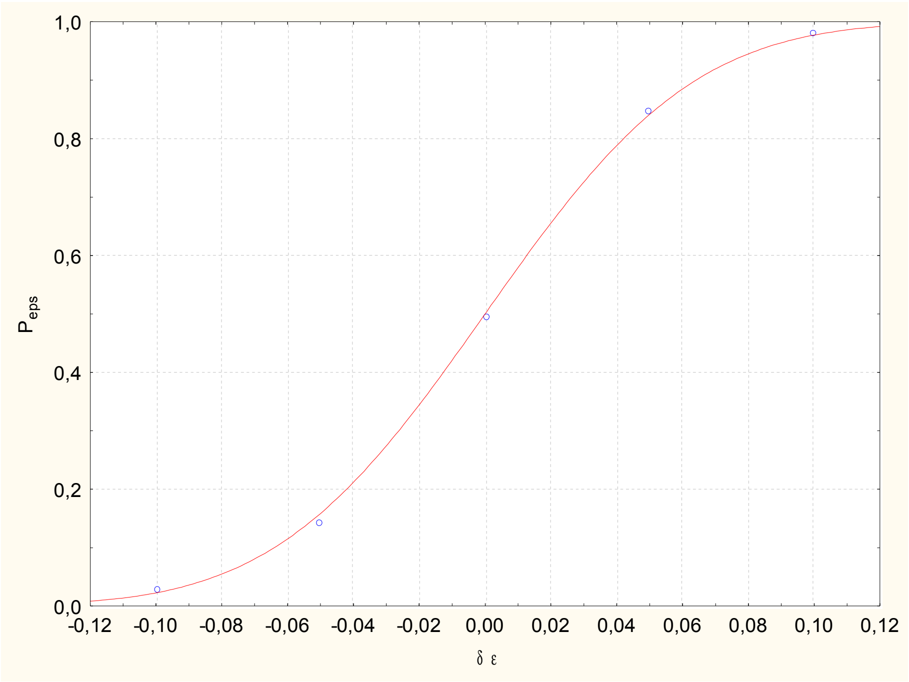
Kiedy x_W i x_ε są niezerowe to zanikają różnorodne strategie. Zaczynając od przypadku, kiedy po każdej kolejce następuje zmiana reputacji i altruizmu o ½ otrzymamy:

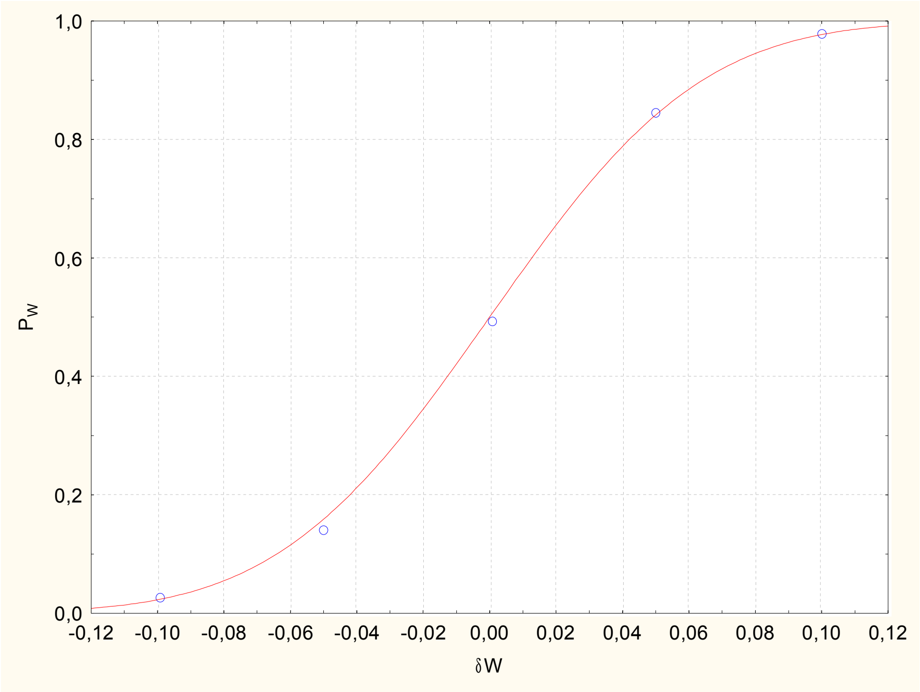




x_ε != 0

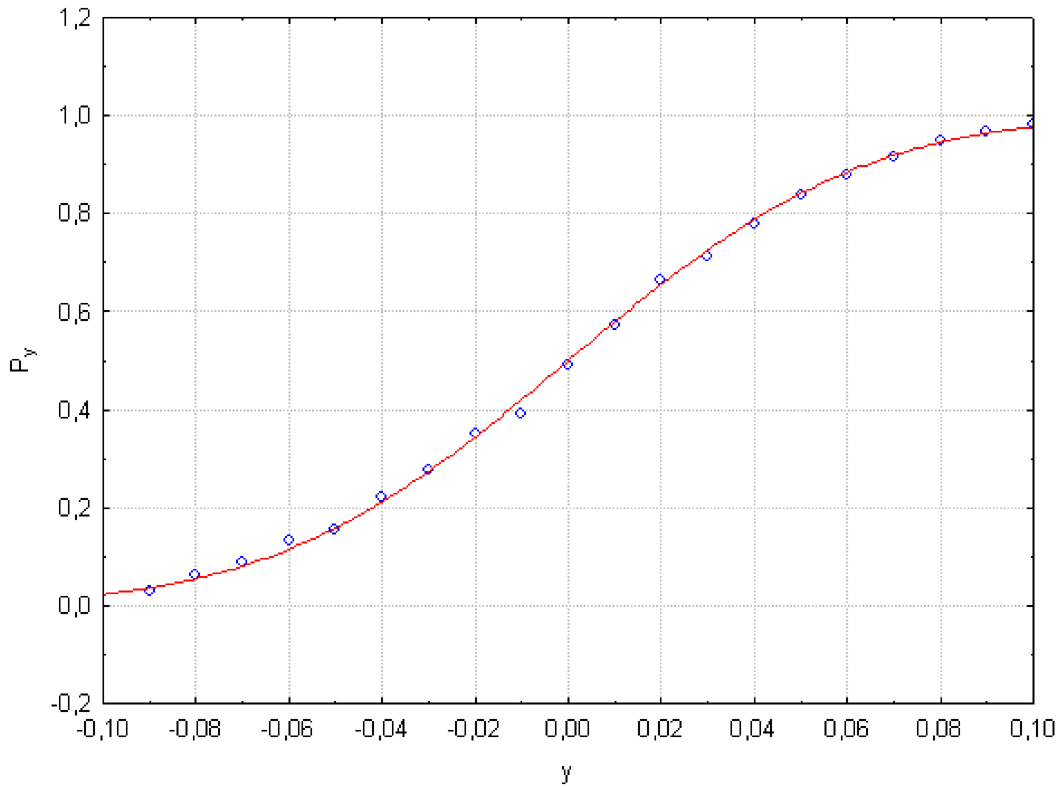
Granica faz opisywana dystrybuantą rozkładu Gaussa





x_ε != 0

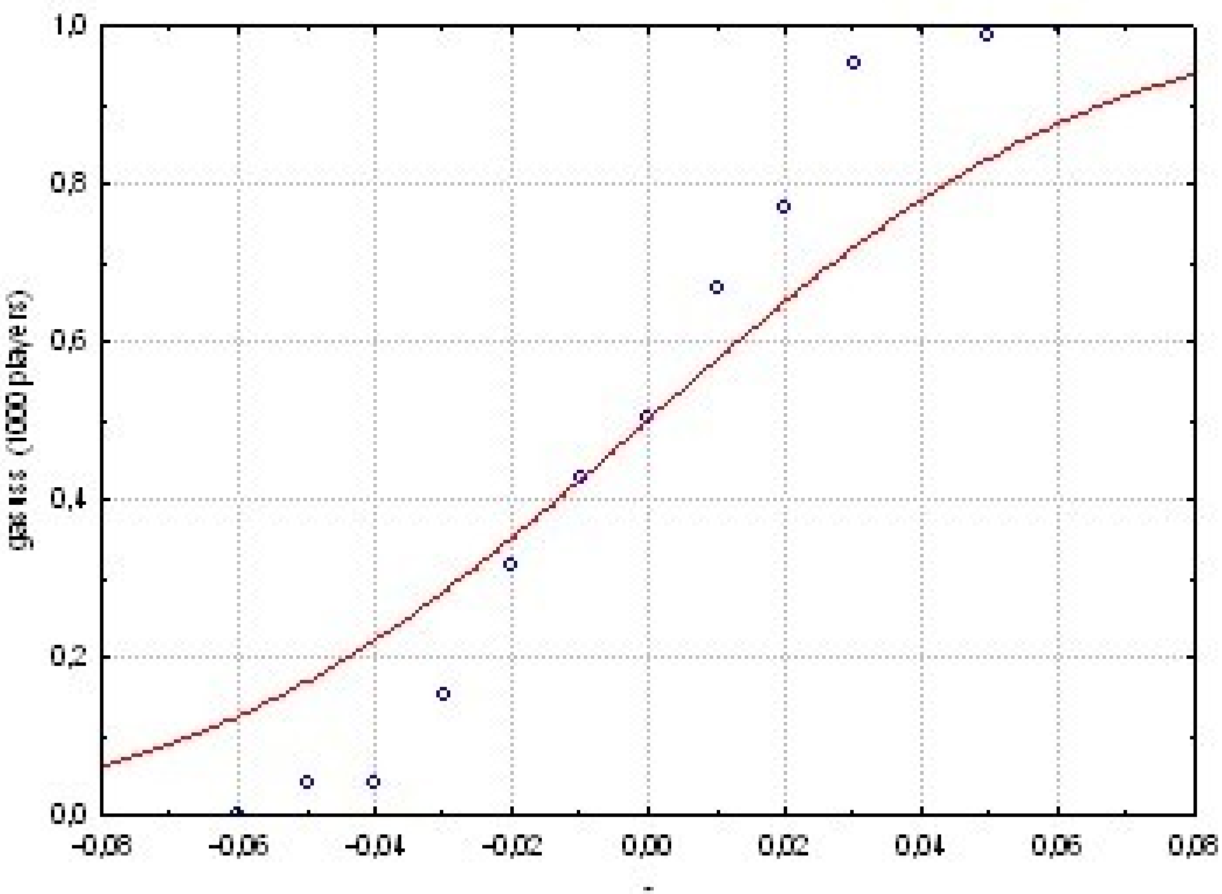
Warunek na obszar stochastyczny: of $1/2-3\sigma<(W+\varepsilon)<1/2+3\sigma$, gdzie σ jest odchyleniem standarowym dopasowanej dystrybuanty.



$y=W+\varepsilon-1/2$

x_ε != 0

Zależność od wielkości układu

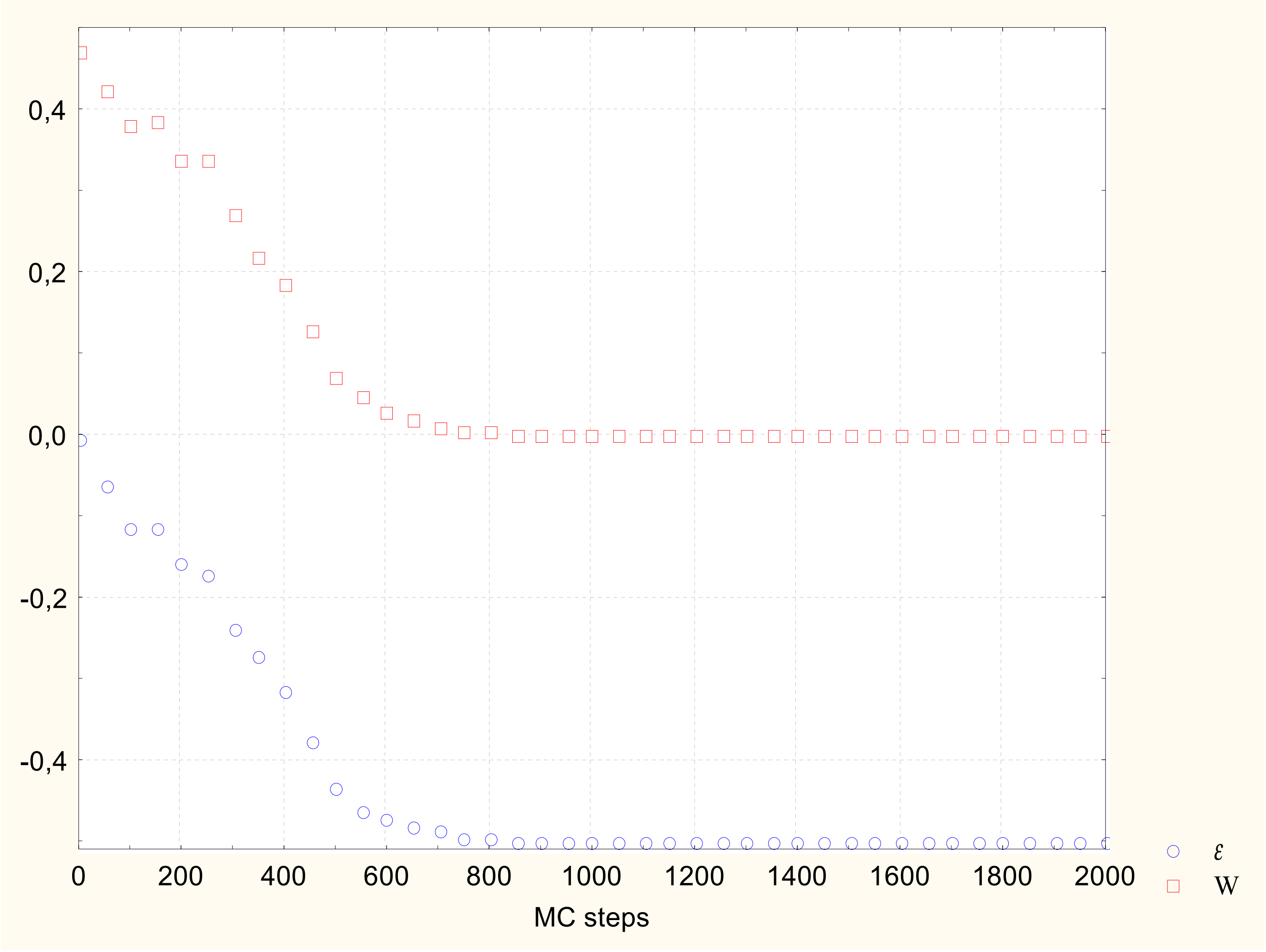


$$y = W + \varepsilon - 1/2$$

JAGIELLONIAN UNIVERSITY IN KRAKOW

x_ε != 0

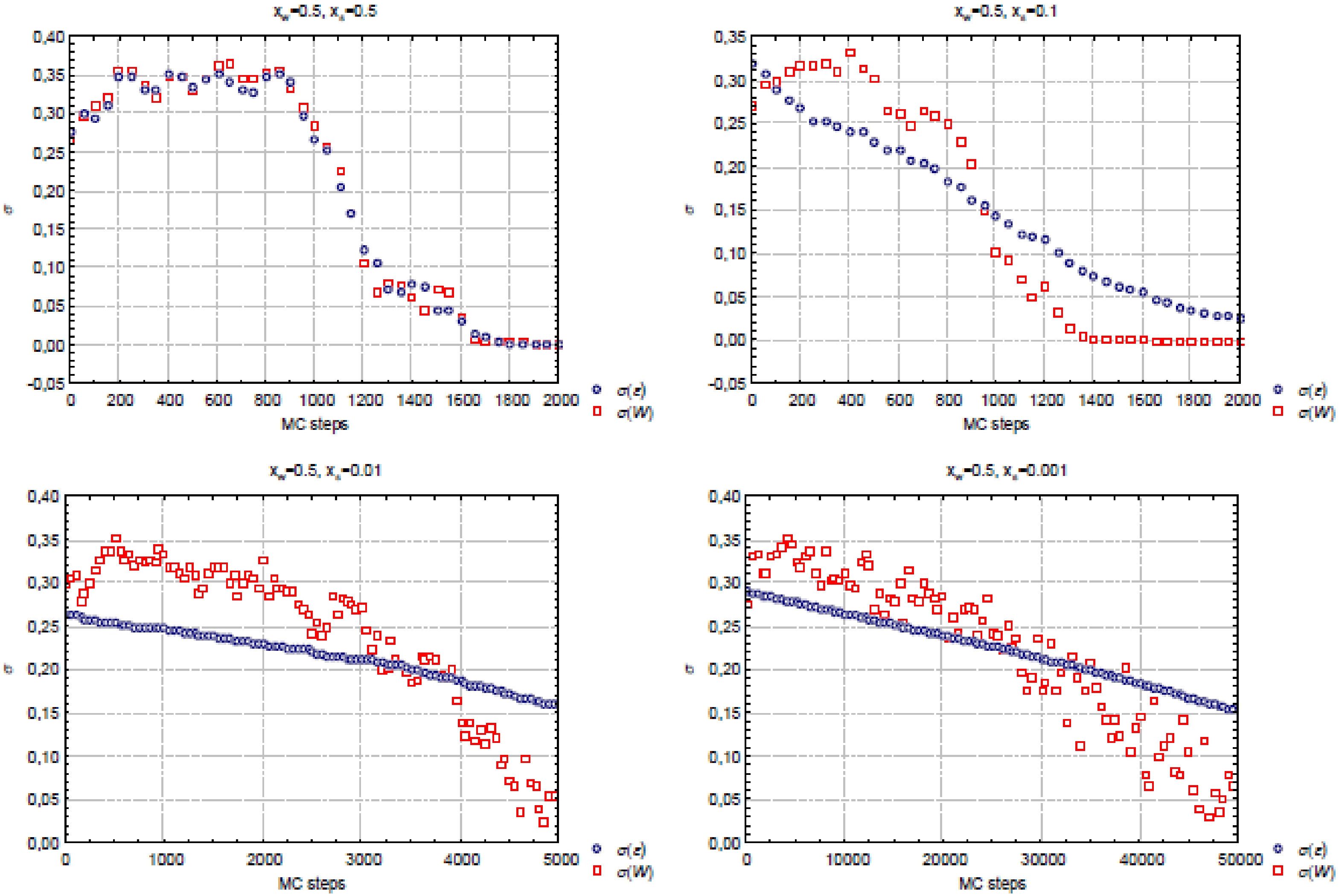
Zbieżność do stanu końcowego



JAGIELLONIAN UNIVERSITY IN KRAKOW

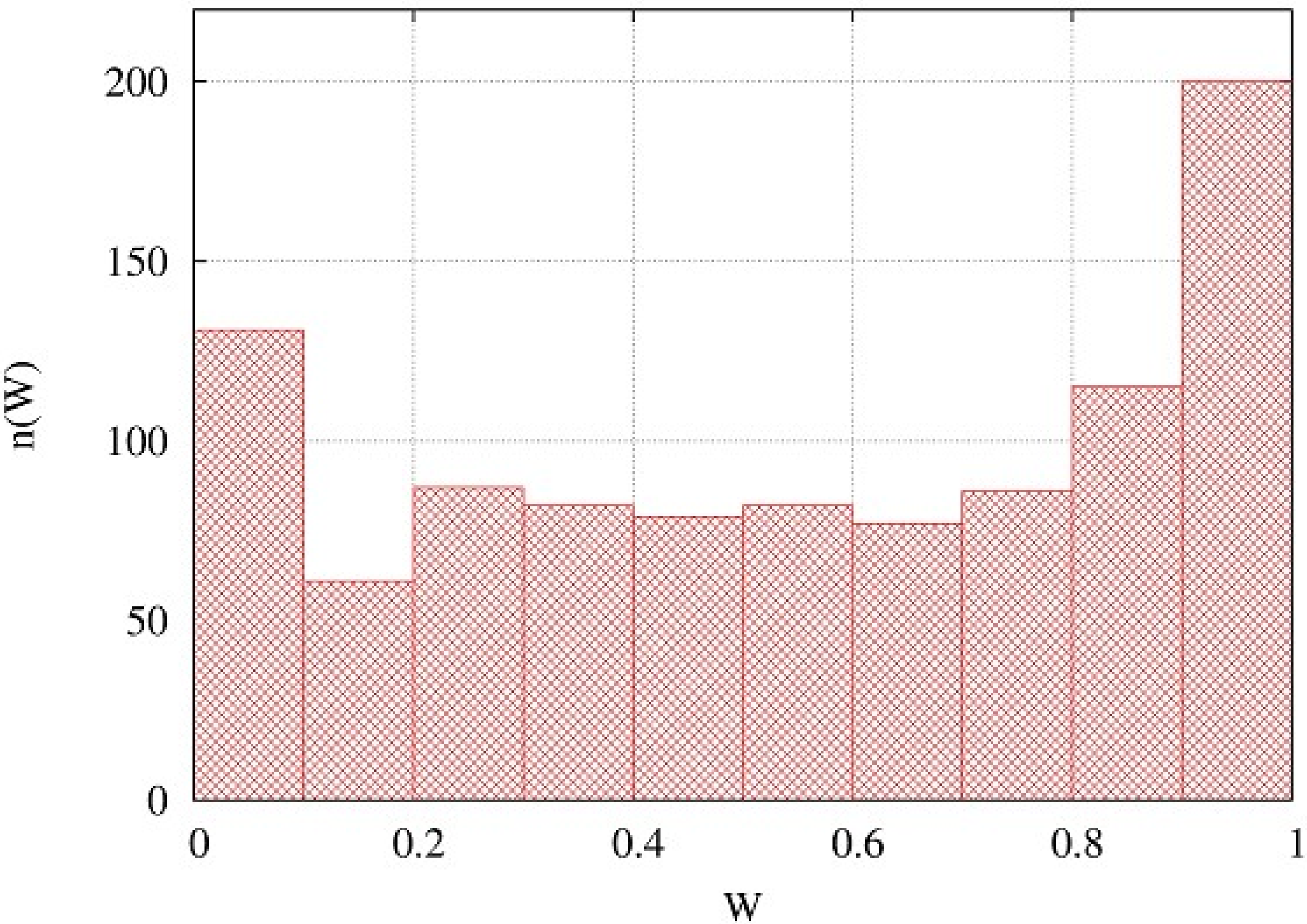
x_ε != 0

Zbieżność do stanu końcowego



x_ε != 0

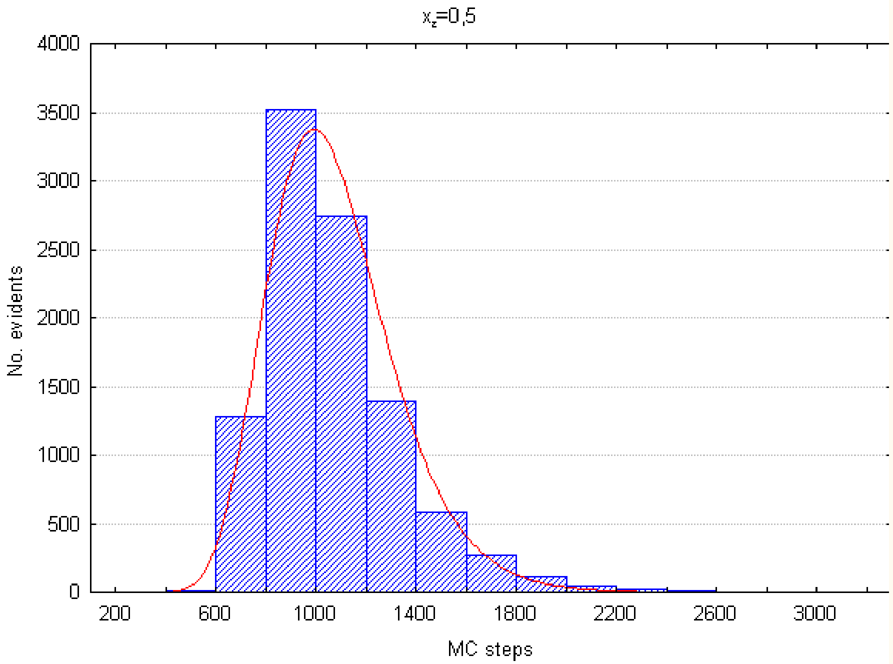
Początkowa dynamika zmian

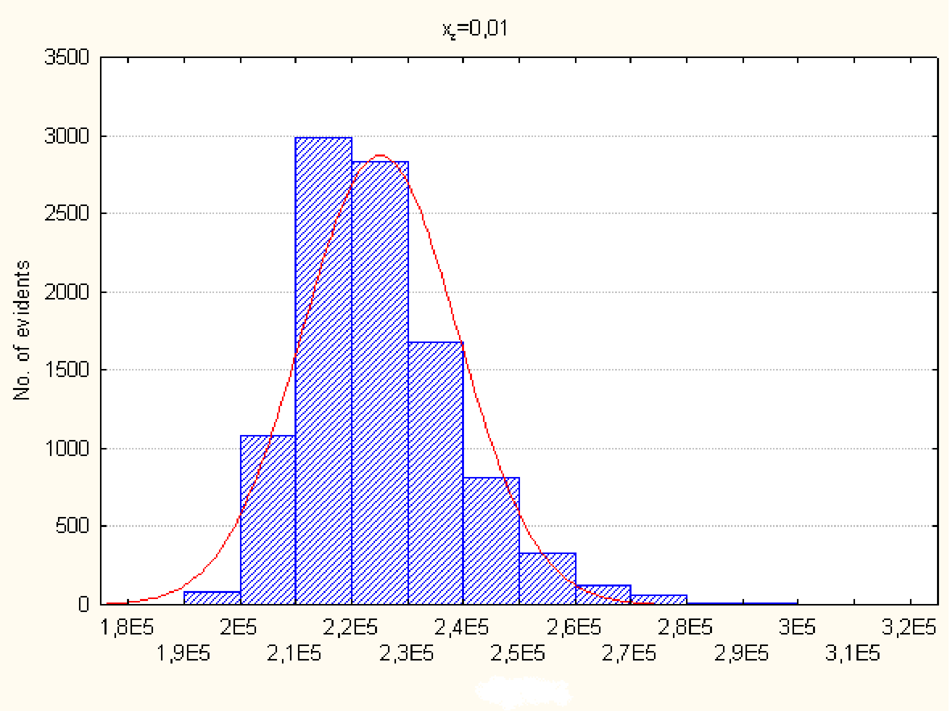


P. Gawroński, K. Kułakowski

x_ε != 0

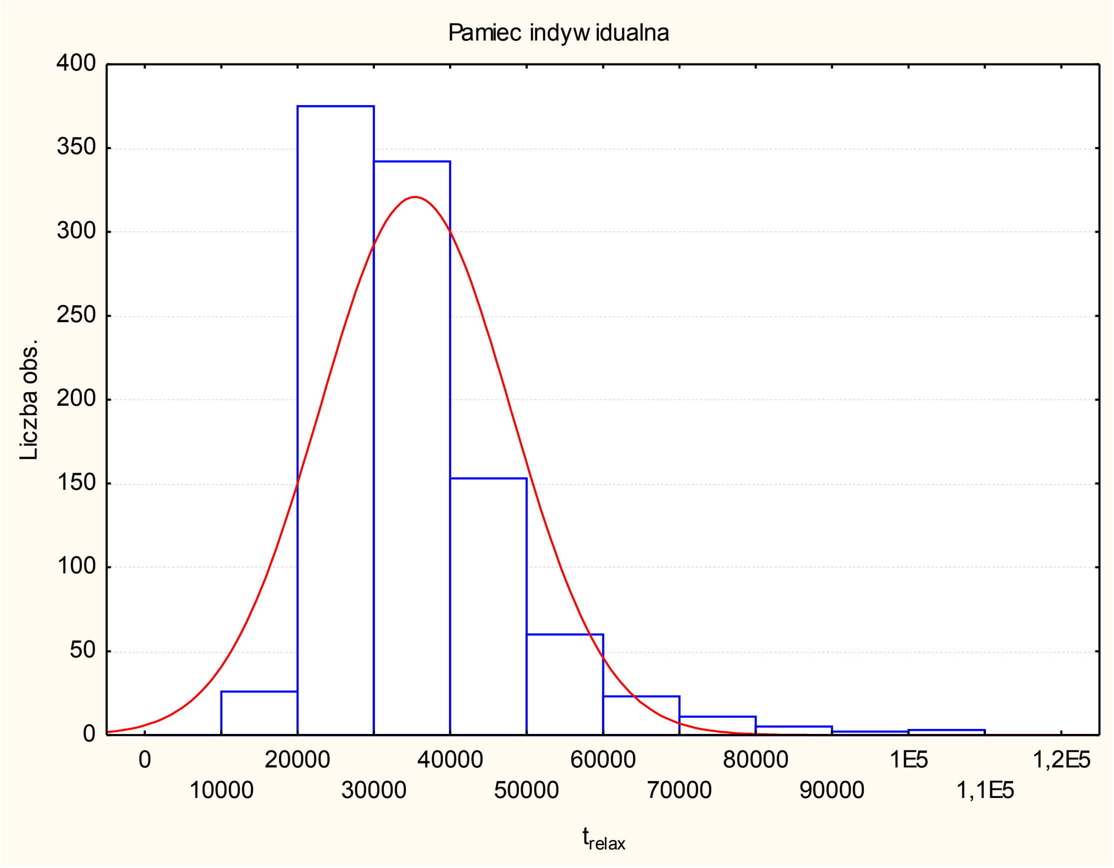
Czas relaksacji układu



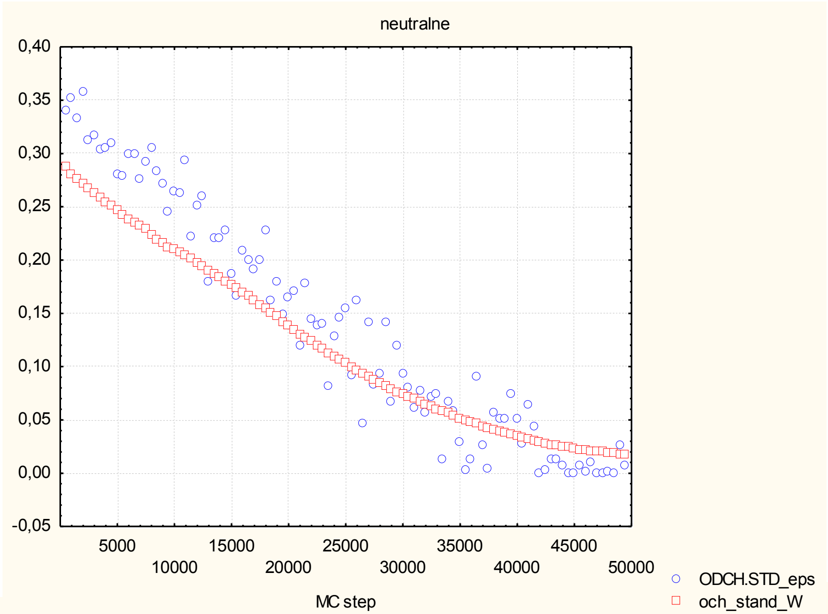


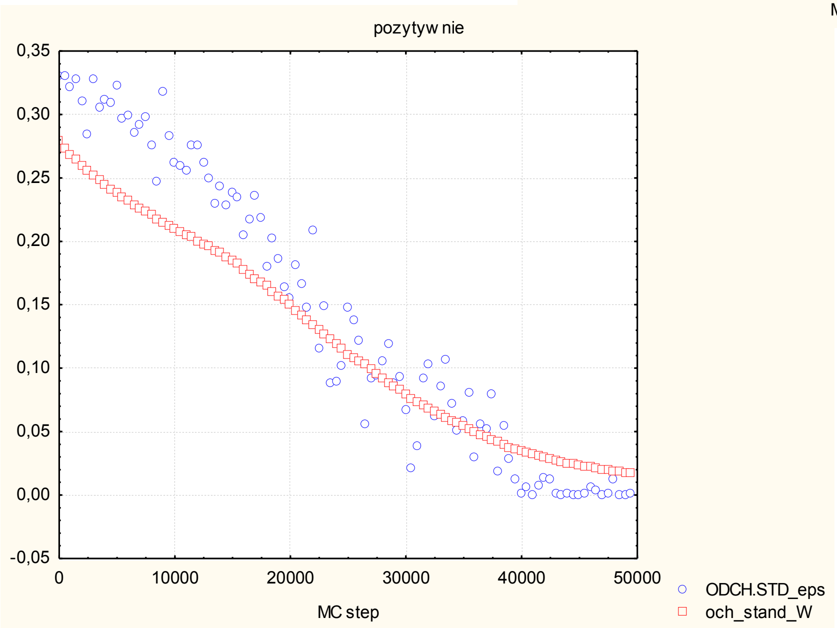
X_ε != 0, pamięć

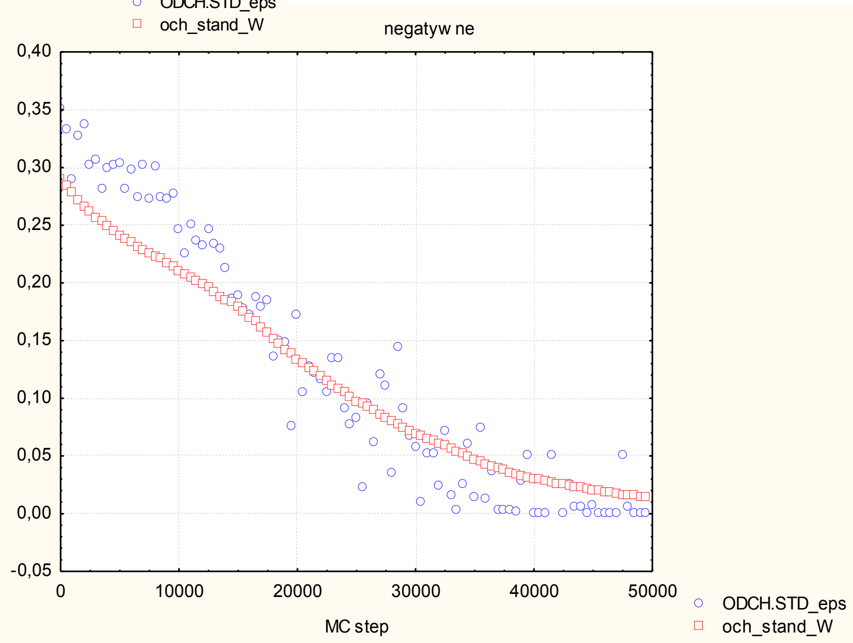
Wprowadźmy pamięć indywidualną do układu.
Reputacja gracza *i* składa się z N wizerunków reputacji



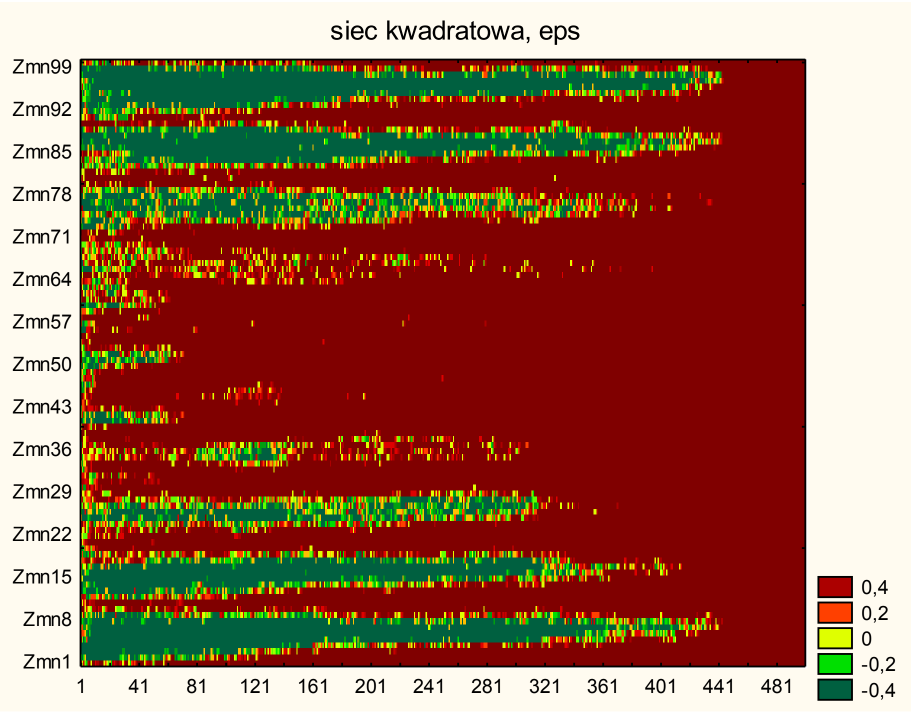
X_ε != 0, pamięć

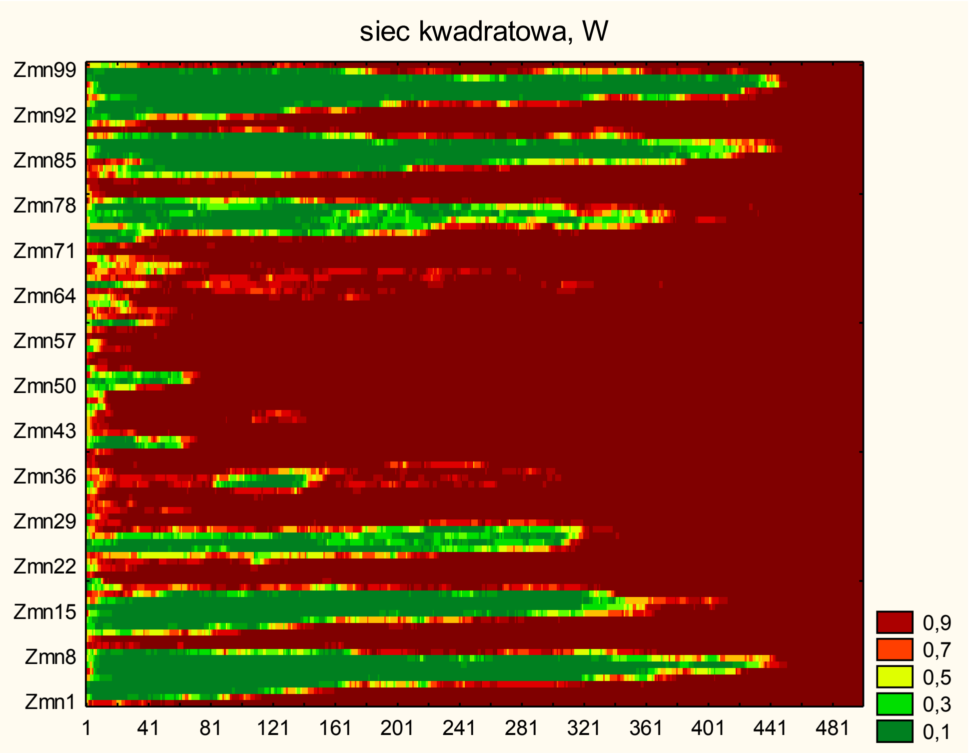




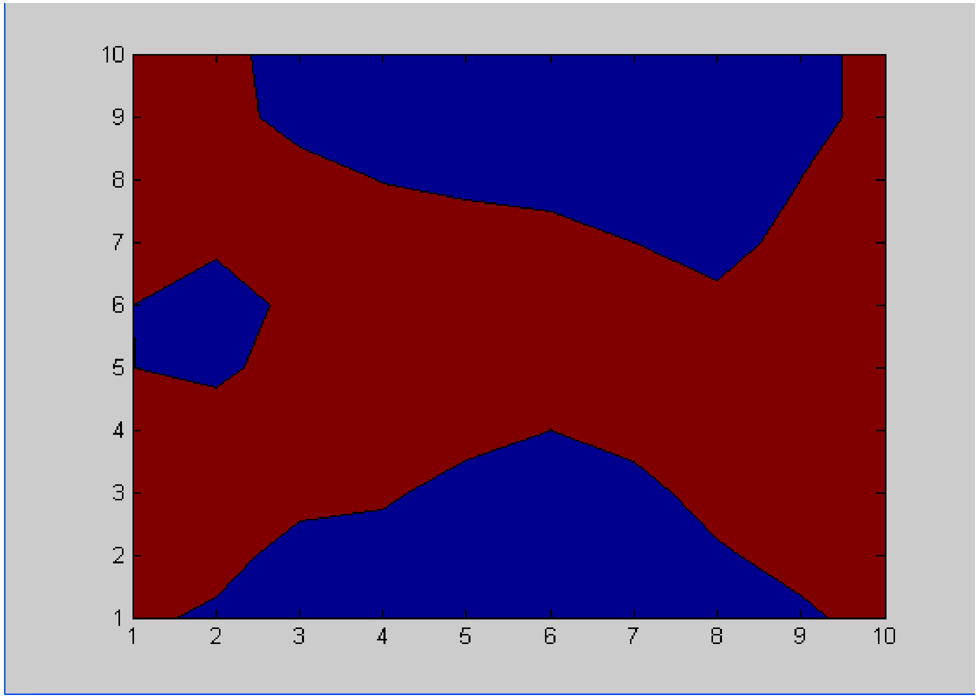


X_ε != 0, sieć kwadratowa





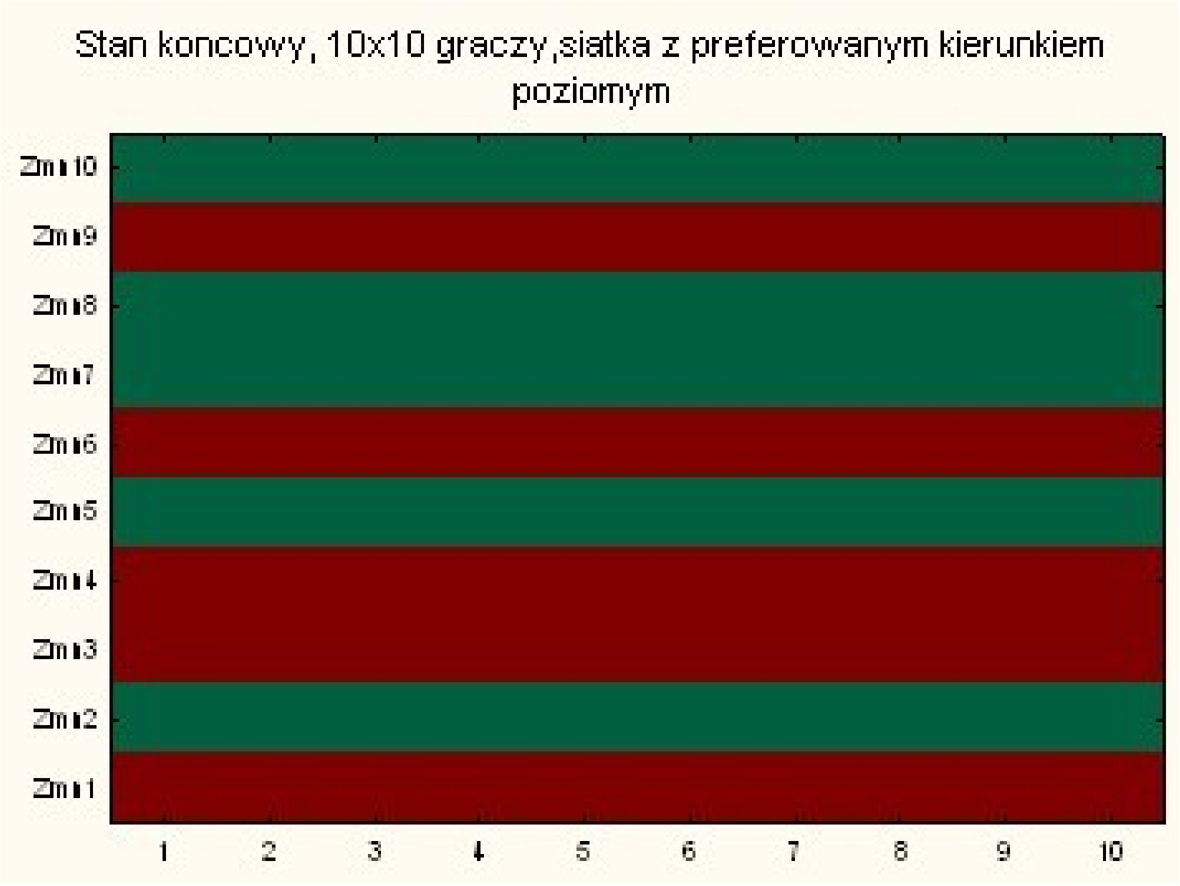
X_ε != 0, sieć kwadratowa



JAGIELLONIAN UNIVERSITY IN KRAKOW

X_s != 0, sieć kwadratowa

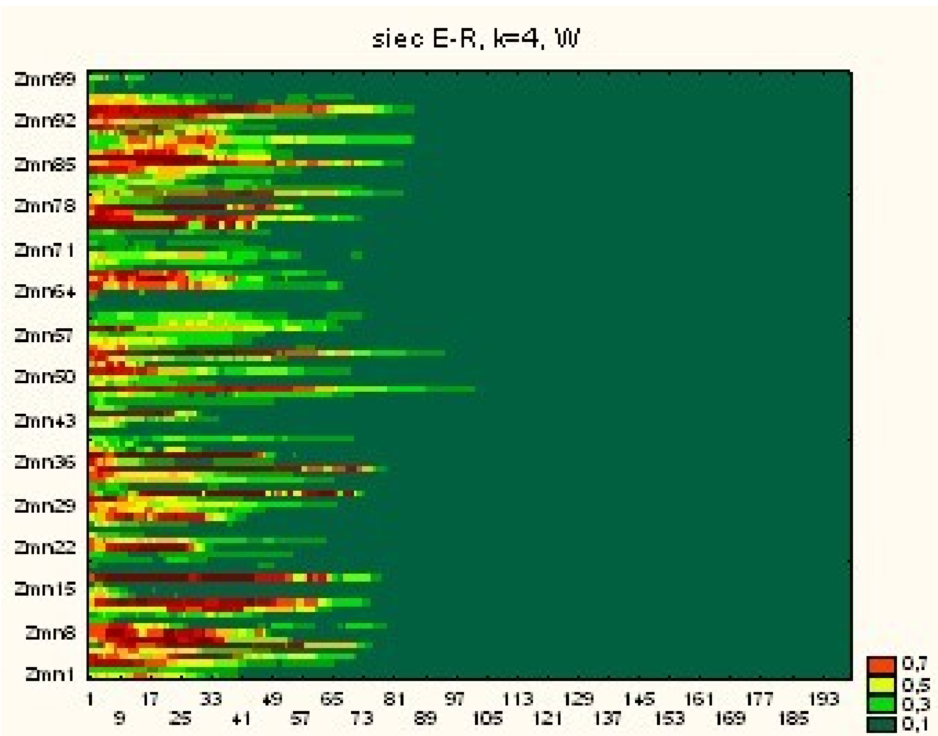
Gra na sieci, a domeny...

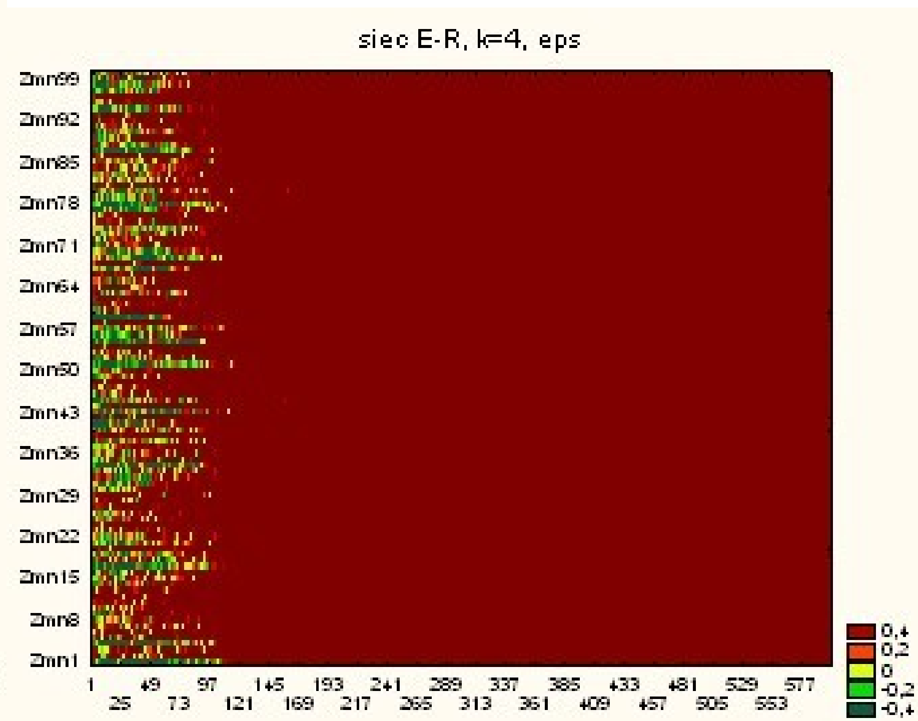


JAGIELLONIAN UNIVERSITY IN KRAKOW

X_ε != 0, sieć E-R

Gra na sieci, gdzie każda krawędź jest równie prawdopodobna, a średnia krotność wierzchołków wynosi 4 (porównywalnie do sieci kwadratowej)



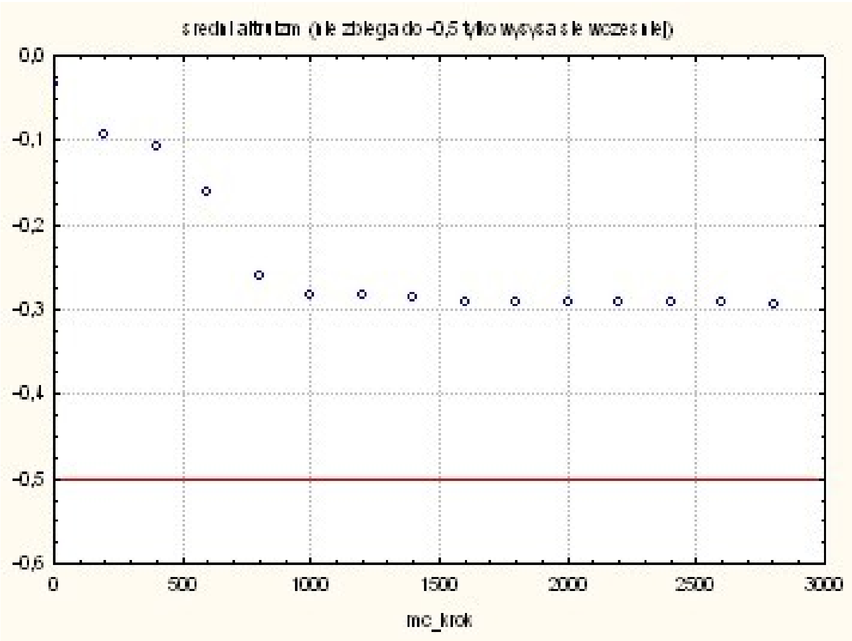


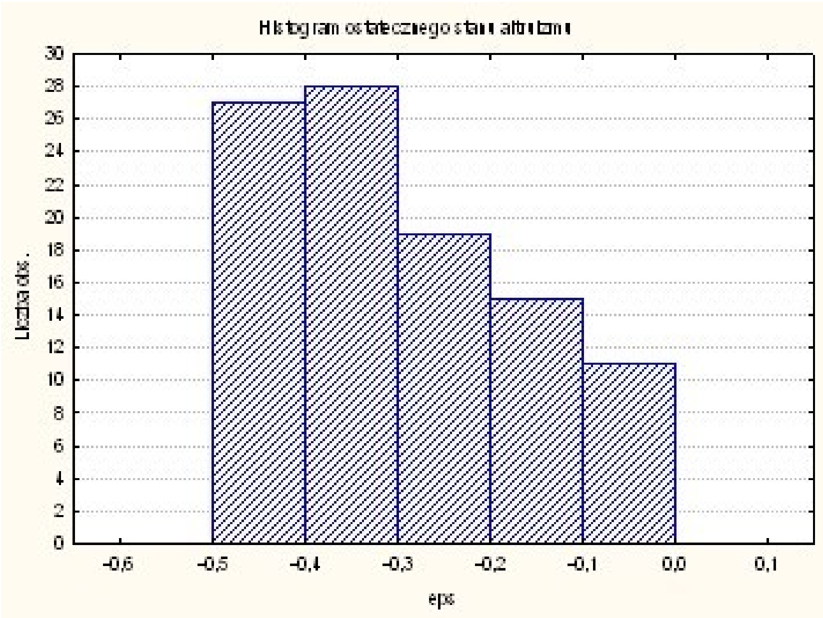
X_ε != 0

Niech altruizm zmienia się nie po każdej kolejce a tylko w wyznaczonych sytuacjach:

- Rośnie kiedy obaj gracze współpracują
- Maleje kiedy gracz współpracował a jednak został oszukany

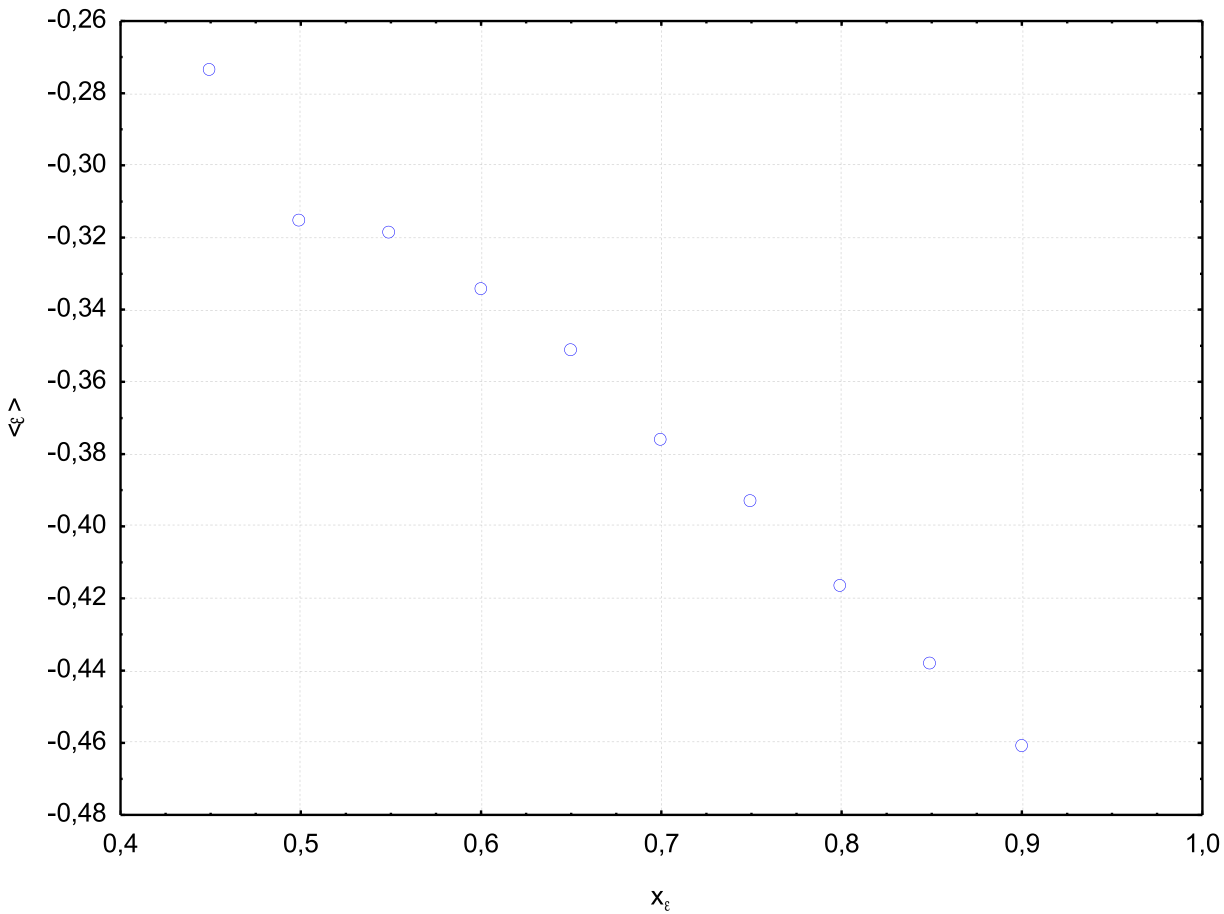
W tej sytuacji również nie otrzymamy różnych strategii po ustaleniu się stanu końcowego z tym, że:





x_ε != 0

Zależność stanu negatywnego od x_ε



Jakkolwiek prawdopodobieństwo stanu pozytywnego: 0,65

Wnioski

- „Uzmiennienie” altruizmu przyczyną rozdzielenie się faz współpracujących i oszukujących
- Dynamika w obszarze o niedeterministycznym stanie końcowym odzwierciedleniem procesów społecznych

Wnioski

- „Uzmiennienie" altruizmu przyczyną rozdzielenie się faz współpracujących i oszukujących
- Dynamika w obszarze o niedeterministycznym stanie końcowym odzwierciedleniem procesów społecznych

- Socjotechniczne zabiegi, a regulacja układu

Wnioski

- „Uzmiennienie” altruizmu przyczyną rozdzielenie się faz współpracujących i oszukujących
- Dynamika w obszarze o niedeterministycznym stanie końcowym odzwierciedleniem procesów społecznych

- Socjotechniczne zabiegi, a regulacja układu

- Jeżeli któryś ze stanów jest premiowany, to jest nim współpraca (jako norma społeczna)

Wnioski

- „Uzmiennienie” altruizmu przyczyną rozdzielenie się faz współpracujących i oszukujących
- Dynamika w obszarze o niedeterministycznym stanie końcowym odzwierciedleniem procesów społecznych

- Socjotechniczne zabiegi, a regulacja układu

- Jeżeli któryś ze stanów jest premiowany, to jest nim współpraca (jako norma społeczna)

Dziękuję za uwagę

Zaproszenie

ECMTB 2011

8th European Conference on Mathematical and Theoretical Biology,

and

Annual Meeting of
The Society for Mathematical Biology,
Kraków, June 28 - July 2, 2011