

Agnieszka KOWALSKA-STYCZEŃ  
Politechnika Śląska, Wydział Organizacji i Zarządzania  
agnieszka.kowalska-styczen@polsl.pl

## ORGANIZACJA JAKO ZŁOŻONY SYSTEM ADAPTACYJNY

**Streszczenie.** W artykule przedstawiono koncepcję traktowania organizacji jako złożonego systemu adaptacyjnego (CAS). Wskazano cechy, jakie spełnia taki system, a także sposób, w jaki odnoszą się one do systemu społecznego, którym jest organizacja. Podano również przykłady narzędzi i metod, odzwierciedlających złożony charakter procesów zachodzących w CAS i stosowanych do ich badania. Są to symulacja, modele agentowe – w szczególności automaty komórkowe. W pracy pokazano także przykłady badań zjawisk zachodzących w organizacji w kontekście złożonego systemu adaptacyjnego z zastosowaniem modelu opartego na automacie komórkowym.

**Słowa kluczowe:** organizacja, złożony system adaptacyjny, symulacja, modele agentowe, automaty komórkowe

## ORGANIZATION AS COMPLEX ADAPTIVE SYSTEM

**Summary.** The paper presents the concept of treatment the organization as a complex adaptive system (CAS). The characteristics of the system, as well as the way in which they relate to the social system which is the organization are shown. Examples of tools and methods that reflect the complexity of the processes occurring in the CAS and are used for their study were also presented. It is a simulation, agent-based models - especially cellular automata. In addition, the article shows examples of studies of phenomena occurring in the organization in the context of a complex adaptive system using a model based on cellular automaton.

**Keywords:** organization, complex adaptive systems, simulation, agent-based models, cellular automata

## 1. Wprowadzenie

Ze zjawiskiem złożoności spotykamy się właściwie we wszystkich tradycyjnych dziedzinach nauki, ale także w inżynierii, medycynie oraz w naukach o zarządzaniu. Jesteśmy otoczeni przez skomplikowane światy społeczne. Te światy składają się z mnóstwa nieporównywalnych elementów, które często czynią je trudnymi do zrozumienia i sterowania. Według Bar-Yama i Longmana [5] system złożony (z ang. *complex system*) to system składający się ze wzajemnie połączonych lub splecionych ze sobą części. Zrozumienie zachowania takiego systemu wymaga zatem zrozumienia nie tylko zachowania się jego części, lecz także zrozumienia, jak one działają razem i jak tworzą zachowanie całości. Można więc przyjąć, że system złożony to system utworzony z wielu elementów, którego zachowania nie można łatwo wywnioskować z zachowania jego elementów składowych.

Szczególnym przykładem systemu złożonego jest złożony system adaptacyjny (z ang. *complex adaptive systems* – CAS). Jest to zbiór indywidualnych agentów, działających w sposób, który nie zawsze jest całkowicie przewidywalny, a zachowanie jednego agenta wpływa na zachowania innych agentów [30]. CAS pozwalają na podstawie lokalnych zachowań generować globalne zmiany, które z kolei zmieniają lokalne zachowania [6]. Adaptacyjność takich systemów polega na zdolności do zmiany i uczenia się przy wykorzystaniu doświadczenia, tzn. systemy te mają umiejętność dostosowywania się do zmian zachodzących w ich środowisku i reagowania na nie [33]. Złożone systemy adaptacyjne charakteryzują między innymi koewolucja<sup>1</sup>, samoorganizacja i emergencja.

Koewolucja w kontekście CAS jest rozumiana jako sposób, w jaki każdy element wpływa na inne i jest pod wpływem innych powiązanych ze sobą elementów systemu. Oznacza to, że między złożonym systemem a jego otoczeniem istnieją współzależności i pozytywne informacje zwrotne [26], a ważną rolę odgrywają zarówno konkurencja, jak i współpraca.

Samoorganizacja (ang. *self-organisation*) to zjawisko, w którym elementy układu złożonego ulegają spontanicznemu uporządkowaniu, będącemu wynikiem niezależnych interakcji między pojedynczymi agentami w ramach systemu [25]. Jest to proces, w którym wewnętrzna organizacja złożonego układu powoduje wzrost złożoności bez kierowania lub zarządzania przez zewnętrzne źródło [33]. Samoorganizacja odnosi się więc do zdolności rozwoju nowej struktury systemu będącego wynikiem wewnętrznej budowy systemu, a nie zewnętrznego zarządzania [31].

Zjawiskiem charakteryzującym CAS jest także emergencja. System ma właściwości emergentne, jeśli jej obecność jest nowością na poziomie ewolucyjnym lub na poziomie fizycznej złożoności układu, w którym występuje [28]. Jest to powstawanie nowych

---

<sup>1</sup> Koewolucja to współzależna ewolucja dwóch lub większej liczby gatunków, jednostek, z których w każdej zachodzi stopniowe dostosowanie do pozostałych na zasadzie pewnego rodzaju sprzężenia zwrotnego.

i spójnych struktur, wzorów i właściwości w procesach samoorganizacji zachodzących w złożonych systemach [16]. Checkland [9] określa właściwości emergentne jako te wynurzające się z systemu działalności ludzkiej jako jedna całość, co wynika z działalności jego elementów składowych i ich struktury, ale nie może być tylko do nich zredukowana. Emergencja polega więc na pojawieniu się własności nieobserwowalnych wcześniej w zachowaniu układu i których nie da się sprowadzić do własności poszczególnych jego składników.

W dalszej części artykułu organizacja zostanie przedstawiona jako złożony system adaptacyjny. Pokazane zostaną również narzędzia odpowiednie do badania organizacji w kontekście CAS, a także przykłady badań wykorzystujących takie narzędzia.

## 2. Organizacja jako CAS

Spojrzenie na organizację jak na złożony system ma swój początek w latach sześćdziesiątych ubiegłego wieku i było konsekwencją traktowania organizacji jako systemu otwartego [1] (system, ponieważ składa się z połączonych ze sobą elementów, które współpracują ze sobą; otwarty, bo wymienia zasoby z otoczeniem). W 1967 r. Thompson [36] opisał złożoną organizację jako zestaw niezależnych części, które razem tworzą całość współzależną od jakiegoś większego środowiska.

Jedną z cech organizacji w kontekście CAS jest koewolucja. W społecznym koewolucyjnym systemie każda organizacja jest w pełni uczestniczącym agentem nie tylko koewolucji, lecz także adaptacji. Organizacja jest pod wpływem systemu złożonego ze wszystkich powiązanych przedsiębiorstw, konsumentów i dostawców, a także instytucji gospodarczych, kulturalnych i prawnych. Jest pod wpływem jednostek, ale równocześnie wpływa na jednostki w niej zawarte (osoby fizyczne, organizacje i instytucje).

Organizacje mogą być również traktowane jako struktury rozpraszające, których utrzymanie zależy od energii dostarczanej przez ich członków. Jeśli członkowie organizacji wykonują pracę (czyli dostarczają energię do systemu), to organizacje samoorganizują się. Wynikiem takiej samoorganizacji są pojawiające się nieformalne struktury, które utrzymują się w sposób niezwykle odporny na formalną strukturę organizacyjną (członkowie organizacji często tworzą nieformalne grupy, które funkcjonują dzięki lokalnym interakcjom, bez centralnego sterowania lub zarządzania). Przykładem takiego zjawiska w kontekście organizacji może być zespół powołany do realizacji jakiegoś projektu. Pracownicy danej firmy będący poza tym zespołem stanowią konkurencję dla niego, ale wewnątrz zespołu chodzi o współpracę i stworzenie atmosfery zaufania w celu zapewnienia, że poufne informacje, niezbędne do stworzenia nowego produktu, mogą być swobodnie wymieniane, dochodzi tym samym do samoorganizacji [27].

Z pojęciem samoorganizacji wiążą się również stany dalekie od równowagi, które tworzą nowe struktury i porządek, tzw. samozorganizowany stan krytyczny (SKK) [3]. Jest to taki stan krytyczny, do którego doprowadzają ośrodek rozchodzące się w nim zaburzenia, niezależnie od warunków początkowych. W kontekście społecznym jest to wiele decyzji krytycznych każdej jednostki, pochodzących z kilku możliwych alternatyw, które mogą określić konkretną ścieżkę postępowania/życia dla tej osoby. Gdy jednostka społeczna napotyka ograniczenia, znajduje często nowe sposoby działania, bo z dala od równowagi (od ustalonych norm) systemy są zmuszone do eksperymentowania i odkrywania nowych możliwości, a to sprzyja odkrywaniu i tworzeniu nowych wzorców relacji i różnych struktur, co następuje również w kontekście organizacji [27].

W organizacji mamy również do czynienia z emergentnymi zjawiskami, które wiążą się ściśle z obecnością ludzi w systemie. To właśnie członkowie organizacji mają tendencję do tworzenia nieodwracalnych struktur lub pomysłów, relacji i form organizacyjnych, które stają się częścią historii osób i instytucji i wpływają na rozwój tych podmiotów, np. generowanie wiedzy i innowacyjnych pomysłów.

Oprócz wspomnianych powyżej cech złożonego systemu adaptacyjnego, jakim jest organizacja, Mitleton-Kelly [27] zwraca również uwagę na konektywność (z ang. *connectivity*), współzależność, przestrzeń możliwości (z ang. *space of possibilities*), sprzężenie zwrotne, stany dalekie od równowagi.

Konektywność i współzależność w złożonym systemie społecznym oznacza, że decyzje lub działania każdej jednostki, grupy, organizacji, instytucji lub systemu mogą mieć wpływ na powiązane z nimi inne jednostki i systemy. Im większa jest konektywność, tym wyższy jest poziom współzależności, a to oznacza szersze możliwe fale zakłóceń lub zaburzeń, jakie może wywołać jedna jednostka i które mogą mieć wpływ na pozostałe jednostki, powiązane z nią. Ponadto w systemie społecznym każdy należy do wielu grup i występuje w nich w różnych kontekstach. Relacje między jednostkami lub grupami nie są stałe i jednolite, ale zmieniają się w czasie, mogą być formalne lub nieformalne, zaplanowane lub nie, ukryte lub jawne.

W systemach społecznych stany dalekie od równowagi występują, gdy system jest zaburzony z dala od swoich ustalonych norm i zwyczajowych sposobów pracy. Gdy organizacja jako system jest zakłócona, może osiągnąć punkt krytyczny i ulec zaburzeniu lub stworzyć jakiś nowy porządek i nową organizację. U podstaw takiej transformacji leży sprzężenie zwrotne, które w przypadku interakcji ludzi oznacza wpływ zmieniający potencjalne działania i zachowania. Ponadto w interakcjach między ludźmi sprzężenie zwrotne jest rzadko prostą procedurą wejście-proces-wyjście. Działania i zachowania ludzi mogą się różnić w zależności od stopnia powiązań między różnymi jednostkami, jak również w zależności od czasu i kontekstu.

Złożone systemy społeczne to także przestrzeń możliwości. Jednostka, aby przetrwać i rozwijać się, musi odkryć i analizować swoje możliwości oraz stwarzać warunki dla nowych. W istocie niestabilne otoczenie i szybko zmieniające się rynki wymagają elastycznego podejścia opartego na odkrywaniu zarówno wielu możliwości, jak i ich różnorodności [2]. Podczas poszukiwania przestrzeni dla nowego produktu, czy innego sposobu działania, nie jest możliwe zbadanie wszystkich możliwości. Można natomiast rozważyć zmianę o jeden krok od tego, co już istnieje, czyli badać tzw. sąsiedztwa możliwości (z ang. *adjacent possible*). Według Kauffmana [18] jest to odkrywanie jednego kroku dalej z zastosowaniem „cegiełek” już dostępnych, ale połączonych w nowatorski sposób. Mimo że prędkość, z jaką można wprowadzić nowości, jest ograniczona, to sąsiedztwo możliwości ma nieskończone sposobności rozbudowy [18]. Przykładem stale rozszerzających się perspektyw w sąsiedztwie możliwości jest otwarcie niszowych rynków w obszarach i dla produktów, o których kilka lat wcześniej nawet nie pomyśleliśmy.

### 3. Metody i narzędzia do badania CAS

#### 3.1. Symulacja

Przykładem metody, która może odzwierciedlać złożony charakter procesów zachodzących w złożonych systemach adaptacyjnych i która, jak podkreśla Anderson [1], jest podstawową metodą do badania takich systemów, jest symulacja. W kontekście badań CAS, używając pojęcia symulacji, mamy na myśli symulację komputerową, która wykorzystuje oprogramowanie komputerowe do modelowania rzeczywistych działań, procesów i systemów [23] zmieniających się w czasie.

Jest to metoda naturalnie przystosowana do rozwiązywania problemów, które charakteryzują się dynamiką, heterogenicznością i występowaniem składników oddziałujących na siebie [26]. Niewątpliwą zaletą symulacji jest możliwość ujawnienia wyników interakcji wielu elementów, szczególnie gdy podlegają one zmianie w czasie [34], a także sposobność dogłębnego spojrzenia na złożone relacje między elementami, szczególnie gdy brak jest danych empirycznych [39].

W naukach społecznych, w tym również w badaniu procesów zachodzących w organizacji, szczególna wartość symulacji polega na możliwości zrozumienia i wyjaśniania zjawisk i procesów, a nie ich przewidywania [14]. Jak pokazują prace Carrolla i Harrisona [8] oraz Krepsa [22], symulacja może dostarczyć precyzyjnych środków do uszczegółowienia założeń leżących u podstaw teorii sformułowanych jedynie w sposób werbalny. Ponadto, co wynika z prac Rivkina [32] oraz Rudolpha i Repenninga [34], wirtualne eksperymenty mogą przyczynić się do rozwoju teorii, która nie jest jeszcze ugruntowana, ponieważ umożliwiają

eksperymentowanie w obszarach, w których występuje niekompletna wiedza teoretyczna dotycząca danego zjawiska [10]. Jest to więc doskonały sposób modelowania i próby zrozumienia procesów społecznych [15].

Można zatem budować bardzo proste modele, które koncentrują się na jakimś małym aspekcie społecznego świata, i odkrywać konsekwencje swoich teorii w „sztucznym społeczeństwie”<sup>2</sup>, które do tego celu zostało stworzone. Symulacja może również pomóc w zrozumieniu relacji między cechami i zachowaniami jednostek (mikropoziom) a globalnymi właściwościami grup społecznych (makropoziom), co jest bardzo interesujące w aspekcie badania organizacji.

### 3.2. Modele agentowe

Wspomniana wyżej symulacja jest wykorzystywana w modelach agentowych (z ang. *agent-based models* – ABM) do szukania mechanizmów wyjaśniających zachowania społeczne. ABM jest to więc oparta na agentach symulacja społeczna, która jest realizacją paradygmatu badania dynamiki dużych systemów na podstawie lokalnych interakcji ich składników elementarnych [17]. Jest to zatem analiza typu indukcyjnego (z ang. *bottom-up*). Agenci współdziałają i wpływają na siebie nawzajem, uczą się ze swoich doświadczeń i dostosowują swoje zachowanie do otoczenia [24]. Pozyskują informacje od swoich sąsiadów, których zestaw może ulegać zmianie, np. w wyniku przestrzennego poruszania się agentów. Jest to sąsiedztwo w sensie fizycznym, geograficznym lub określone przez sieć społeczną agenta. Mogą reprezentować ludzi, ale także zbiorowości, takie jak organizacje lub państwa.

Swego rodzaju przewodnik stosowania modeli agentowych, a także szerokie spektrum możliwości ich wykorzystania w badaniu organizacji zawiera praca [12]. Przykładem zastosowania ABM w kontekście organizacji jest publikacja [38], w której przedstawiono model agentowy współpracy przedsiębiorstw w procesie produkcji i wprowadzania innowacji oraz wpływ takiej współpracy na postęp technologiczny, a także praca [13], w której badany jest proces podejmowania decyzji strategicznych w relacjach biznesowych, jak również opisane są badania wydajności firm o różnym rozmiarze i z różną możliwością adaptacji do nowych warunków rynkowych [29].

Przykładem prostego modelu agentowego jest automat komórkowy (z ang. *cellular automaton* – CA) [37]. Automat komórkowy to matematyczny obiekt, który składa się z sieci komórek w przestrzeni D-wymiarowej, ze skończonego zbioru stanów pojedynczej komórki oraz z reguły, która określa stan komórki w chwili  $t + 1$  w zależności od stanu w chwili  $t$  tej

---

<sup>2</sup> Pojęcie sztucznego społeczeństwa (ang. *artificial society*) oznacza agentowy model komputerowy społeczeństwa lub grupy osób, używany do odkrywania globalnych struktur społecznych i zachowań powstałych z lokalnych reguł i mechanizmów interakcji. Więcej na ten temat zob. prace: [11, 4].

komórki i komórek ją otaczających [21]. Te otaczające komórki (agenci) to sąsiedztwo i-tej komórki, które dla wszystkich agentów jest takie samo. Dwa najczęściej wykorzystywane sąsiedztwa to sąsiedztwo o promieniu  $r = 1$  i  $r = 2$  von Neumanna (odpowiednio 4-elementowe i 12-elementowe) i Moore'a (odpowiednio 8-elementowe i 24-elementowe) [21]. Mimo swojej prostoty automaty komórkowe mogą tworzyć skomplikowane wzory o zadziwiającej złożoności i zaskakujących właściwościach, takich jak: samoorganizacja czy emergencja [37], a tym samym mogą skutecznie być stosowane w badaniu organizacji przez konstruowanie sztucznych środowisk, w których agenci podejmujący decyzje, kontaktując się ze sobą według określonych reguł, tworzą rodzaj zbiorowego procesu decyzyjnego.

#### 4. Przykłady badań zjawisk w organizacji w ujęciu CAS

Możliwość modelowania dynamiki procesu zmiany kultury organizacyjnej w ujęciu CAS przedstawiono m.in. w pracy [19]. Wykorzystano dwuwymiarowy automat komórkowy. Grupy członków organizacji, w których dyskutowany jest problem zmiany kultury organizacyjnej, przedstawiono jako sąsiedztwa 4-, 8- i 12-elementowe. Ponieważ, jak pokazują badania Burta [7], kontakty pośrednie nie mają znaczenia, natomiast ważną rolę odgrywają sieci bezpośrednich kontaktów poszczególnych osób, informacje między członkami organizacji wymieniane są za pomocą tzw. komunikacji z ust do ust (z ang. *word-of-mouth* – w-o-m). W przedstawionym modelu oprócz członków organizacji wprowadza się do symulacji liderów, którzy w silny sposób wpływają na członków organizacji, ponieważ ich obecność wydaje się kluczowym czynnikiem powodzenia w przypadku zmian postaw w organizacjach.

Przeprowadzone symulacje pokazały, że rozmiar sieci agentów utożsamiany z wielkością organizacji nie ma wpływu na zmianę opinii wśród członków organizacji. Dynamika zmian opinii zależy natomiast od wielkości sąsiedztwa, które odzwierciedla liczbę nieformalnych kontaktów w symulowanym procesie. Ponadto dla większych grup nieformalnych możliwość uzyskania pełnego zaufania do nowych pomysłów (idei, kultury) następuje z udziałem mniejszej liczby liderów zmian.

Kontynuacją wyżej opisanych badań jest praca [20], w której zbadano, jak zmiana gęstości zapelnienia sieci (sieć rzadka i gęsta) wpływa na efektywność liderów w zależności od różnych sąsiedztw (grup nieformalnych). Liderzy komunikują potrzebę zmian, mobilizując i przekonując innych do ich poparcia. Symulacje przeprowadzono dla sąsiedztwa 4- i 12- elementowego i dla trzech różnych gęstości zapelnienia sieci:  $p = 0,3$  (sieć rzadka),  $p = 0,7$  (sieć gęsta) i  $p = 1$  (sieć zapelniona w 100%). Wyniki symulacji pokazują zależności zmian opinii/poglądów w organizacji jako całości od gęstości zapelnienia sieci i wielkości sąsiedztwa, które odzwierciedla liczbę kontaktów nieformalnych. W przypadku gęstszej sieci

nieformalnych kontaktów istnieje możliwość uzyskiwania pełnego przekonania do nowej idei (poglądów, kultury) przy zaangażowaniu mniejszej liczby liderów zmian niż w przypadku rzadkiej sieci. Ponadto otrzymane wyniki pokazują możliwość uzyskiwania pełnego przekonania do nowej idei przy zaangażowaniu mniejszej liczby liderów zmian dla większych grup nieformalnych, czyli większego sąsiedztwa.

## 5. Podsumowanie

Jak wykazano w poprzednich sekcjach, organizacje można traktować jako złożone systemy adaptacyjne składające się z niejednorodnych jednostek, między którymi dochodzi do interakcji przez różne formy komunikowania się. Należy podkreślić, że są to autonomiczne jednostki, które inicjują swoje działanie bez zewnętrznego sterowania i kontrolowania i mają zdolność uczenia się. Badanie takiego niestabilnego, dynamicznie zmieniającego się otoczenia wymaga nowego podejścia, jakie stwarza oparta na agentach symulacja, a w szczególności modele oparte na automatach komórkowych. Zastosowanie takich metod może przyczynić się do zrozumienia lokalnej dynamiki w skomplikowanym systemie, co może zapewnić wspaniały wgląd w zachowania całego systemu i pomóc w identyfikacji kluczowych powodów zmiany i ich przekształceń [35].

Przedstawiane w pracy przykłady badań organizacji w ujęciu CAS są wprawdzie wstępne w tym obszarze, jednak otrzymane wyniki wskazują na potencjał narzędzia, jakim są automaty komórkowe.

## Bibliografia

1. Anderson P.: Complexity Theory and Organization Science, Organization Science, Vol. 10, No. 3, 1999, s. 216-232.
2. Ashby W.R.: Self-regulation and Requisite Variety in Systems Thinking, ed. by F.E. Emery, Penguin 1969.
3. Bak P., Tang C., Wiesenfeld K.: Self – organized criticality, Physical Review A 38, 1988, p. 364-374.
4. Barry G.L., Park S.: Asynchronous Time Evolution in an Artificial Society Model. Journal of Artificial Societies and Social Simulation, Vol. 3, No. 1, 2000.
5. Bar-Yam Y., Longman A.W.: Dynamics of Complex Systems, Addison Wesley Longman, Inc, 1997.
6. Burkhart R.: The SWARM simulator: Applications in science and business. Embracing Complexity: Exploring the Application of Complex Adaptive Systems to Business, Ernst & Young Center for Business Innovation, Cambridge MA, 1996.



7. Burt R.S.: Secondhand brokerage: evidence on the importance of local structure for managers, bankers, and analysts, *Academy of Management Journal*, Vol. 50, No. 1, 2007, p. 119-148.
8. Carroll G., Harrison J.R.: Organizational demography and culture: Insights from a formal model and simulation, *Administrative Science Quarterly*, Vol. 43, 1998, p. 637-667.
9. Checkland P.: *Systems thinking, systems practice*, John Wiley & Sons Ltd., 1981.
10. Davis J.P., Eisenhardt K.M., Bingham C.B.: Developing theory through simulation methods, *Academy of Management Review*, Vol. 32, No. 2, 2007, p. 480-499.
11. Epstein J.M., Axtell R.: Artificial societies and generative social science, *Artificial Life and Robotics*, Vol. 1, Issue 1, 1997, p. 33-34.
12. Fioretti G.: Agent-Based Simulation Models in Organization Science, *Organizational Research Method*, Vol. 16, No. 2, 2012.
13. Forkmann S., Wang D., Henneberg S.C., Naudé P., Sutcliffe A.: Strategic decision making in business relationships: A dyadic agent-based simulation approach, *Industrial Marketing Management*, Vol. 41, No. 5, 2012, p. 816-830.
14. Gilbert N., Terna P.: *How to build and use agent-based models in social science*, 1999.
15. Gilbert N., Troitzsch K.G.: *Simulation for the Social Scientist*, Great Britain by Bell & Bain Ltd, Glasgow, 2005.
16. Goldstein J.: Emergence as a construct: History and issues. *Emergence*, Vol. 1, No. 1, 1999, p. 49-72.
17. Gotts N.M., Polhill J.G., Law A.N.R.: Agent-Based Simulation in the Study of Social Dilemmas, *Artificial Intelligence Review*, 19, 2003, p. 3-92.
18. Kauffman S.: *Investigations*, Oxford University Press, 2000.
19. Kowalska-Styczeń A.: A cellular based model as a tool of the organizational culture change analysis, [in:] Rebelo F., Soares M. (eds.): *Advances in Usability Evaluation: Part II*, CRC Press / Taylor & Francis, 2012.
20. Kowalska-Styczeń A.: Automaty komórkowe w modelowaniu procesów przywództwa w organizacjach, *Zeszyty Naukowe Politechniki Śląskiej, Organizacja i Zarządzanie*, z. 64, Gliwice 2013, s. 147-155.
21. Kowalska-Styczeń A.: *Symulowanie złożonych procesów ekonomicznych za pomocą automatów komórkowych*, Wydawnictwo Politechniki Śląskiej, Gliwice 2007.
22. Kreps D.M.: Corporate culture and economic theory w J. E. Alt & K. A. Shepsle (eds.): *Perspectives on positive political economy*, [in:] Cambridge University Press, Cambridge, New York 1990, p. 90-143.
23. Law A.M., Kelton D.W.: *Simulation modeling and analysis (2nd ed.)*, McGraw-Hill, New York 1991.
24. Macal C.M., North M.J.: Tutorial on agent-based modelling and simulation, *Journal of Simulation*, Vol. 4, 2010, p. 151-162.
25. Mainzer K.: *Thinking in Complexity: The Complex Dynamics of Matter, Mind, and Mankind*, Springer, New York 1994.
26. Miller J. H., Page S. E., *Complex Adaptive Systems*, Princeton University Press, 2007.

27. Mitleton-Kelly E.: Ten principles of complexity and enabling infrastructures, [in:] *Complex systems and evolutionary perspectives of organizations: The application of complexity theory to organizations*, E. Mitleton-Kelly (ed.), Elsevier, London 2003.
28. Newman D.: Emergence and strange attractor', *Philosophy of Science*, Vol. 63, No. 2, 1996, p. 245-261.
29. Owczarek T.: Competition Between Heterogeneous Agents in Complex Environment, *International Journal of Computing*, Vol. 11, No. 4, 2012, p. 345-350.
30. Plsek P., Greenhalgh T.: The challenge of complexity in health care, *British Medical Journal*, 323, 2001, p. 625-628.
31. Prigogine I., Stengers I.: *Order out of chaos: Man's new dialogue with nature*, Boulder, CO: New Science Library, 1984.
32. Rivkin J.W.: Imitation of complex strategies, *Management Science*, 46, 2000, p. 824-844.
33. Rotmans J., Loorbach D.: Complexity and Transition Management, *Journal of Industrial Ecology*, Vol. 13, No. 2, 2009, p. 184-196.
34. Rudolph J., Reppenning N.: Disaster dynamics: Understanding, the role of quantity in organizational collapse, *Administrative Science Quarterly*, 47, 2002, p. 1-30.
35. Sanders T.I., McCabe J.A.: *The Use of Complexity Science*, <http://www.hcs.ucla.edu/DoEreport.pdf>, 2003.
36. Thompson D.: *Organizations in Action*, McGraw-Hill, New York 1967.
37. Wolfram S.: *A New Kind of Science*, Wolfram Media, Inc., 2002.
38. Vermeulen B., Pyka A.: The Effects of Supraregional Innovation and Production Collaboration on Technology Development in a Multiregional World: A Spatial Agent-Based Model Study, *Cellular Automata, Lecture Notes in Computer Science*, Vol. 8751, 2014, p. 698-707.
39. Zott C.: Dynamic capabilities and the emergence of intra-industry differential firm performance: Insights from a simulation study, *Strategic Management Journal*, Vol. 24, 2003, p. 97-125.

## Abstract

This article introduces organization as a complex adaptive system. It uses the basic characteristics that describe the CAS in relation to the organization. They are: coevolution, self-organisation, emergence. The basic method for the study of such systems is simulation, and the appropriate tools are agent-based models, in particular cellular automata. It is the realization of the paradigm of studying the dynamics of large systems based on local interactions of elementary components. This paper also shows examples of organization research in terms of CAS using cellular automata.