

Raport Badawczy
Research Report

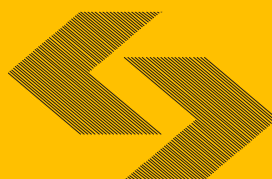
RB/60/2010

**Model krajowego
systemu zarządzania
kryzysowego w środowisku
sieciocentrycznym**

G. Kiljan

Instytut Badań Systemowych
Polska Akademia Nauk

Systems Research Institute
Polish Academy of Sciences



MODEL KRAJOWEGO SYSTEMU ZARZĄDZANIA KRYZYSOWEGO W ŚRODOWISKU SIECIOCENTRYCZNYM

Gerard Kiljan

Studia Doktoranckie IBS PAN

Ostatnie katastrofy naturalne po raz kolejny ujawniły istotne wady funkcjonujących obecnie systemów zarządzania kryzysowego. W rezultacie klęsk żywiołowych podstawowe zadania takich systemów jak: monitorowanie zagrożenia, ostrzeganie przed zagrożeniem oraz reagowanie na zagrożenie, były realizowane częściowo lub nie były realizowane całkowicie. W konsekwencji, na terenach dotkniętych katastrofą ponoszono znaczne straty materialne a w skrajnych przypadkach notowano ofiary śmiertelne wśród ludności cywilnej. Aby uniknąć podobnych wydarzeń w przyszłości, niezbędne jest zastosowanie nowych metod tworzenia oraz modelowania systemów zagrożenia kryzysowego, które będą oparte na budowie środowiska sieciocentrycznego w ujęciu Teorii Złożoności. Koncepcja schematu takiego systemu zostanie przedstawiona w referacie.

Słowa kluczowe: zarządzanie kryzysowe, komputerowe systemy wspomagania decyzji, systemy GIS, środowisko sieciocentryczne, teoria złożoności, matematyczne modelowanie systemów.

MODEL OF COUNTRY CRISIS MANAGERMENTS SYSTEM BASED ON NETWORK CENTRIC ENVIRONMENT

Recent natural disasters once more unveiled crucial errors within functionalities of currently operating crisis management systems. As a result of their influence main tasks of mentioned systems like: threat monitoring, threat warning and threat reacting were executed partially or were not executed at all. In consequence, on territories affected by catastrophe, heavy losses and even casualties among civilians were observed. To avoid similar occurrences in the future, it is essential to implement new methods of creating and modeling crisis management systems which will be based on network centric structure within the frameworks of Complexity Theory. The conception of scheme of such system will be presented in this article.

Keywords: crisis management, decision support computer systems, GIS systems, network centric environment, complexity theory, system mathematical modelling.

Wprowadzenie

Podstawowym zadaniem systemu zarządzania kryzysowego (SZK) w państwie jest zapewnienie bezpieczeństwa. Powinno być ono realizowane w każdym z trzech etapów przebiegu zagrożenia: przed zdarzeniem – prewencja i ostrzeżenie, w trakcie zdarzenia – reakcja i przeciwdziałanie, po zdarzeniu – usuwanie strat i odnawianie. Systemy ZK są najczęściej organizowane w oparciu o strukturę administracji publicznej, w zależności od zasięgu oraz charakteru potencjalnego zagrożenia. W ich skład wchodzi różne rodzaje służb publicznych, jednostki o charakterze militarnym, cywilnym oraz porządkowym. Z uwagi na fakt, że w większości krajów kompetencje wymienionych organizacji są oddzielone od siebie, zarządzanie i koordynowanie wspólnych działań stanowi skomplikowane zagadnienie zarówno w zakresie przepływu informacji jak i podejmowania decyzji. Główną przeszkodę w efektywnym współdziałaniu stanowią zazwyczaj niejasne regulacje prawne, niejasny podział kompetencji, brak ustalonej hierarchii przy podejmowaniu decyzji oraz brak jednego systemu informatycznego, do którego miałyby dostęp wszystkie jednostki należące do grupy reagowania kryzysowego. Katastrofy, które miały miejsce w ciągu ostatnich lat pokazują, że obecnie stosowane systemy ZK stale zawodzą w powtarzających się sferach związanych z przepływem informacji co ma istotne znaczenie dla podejmowania decyzji. W rezultacie błędnej decyzji, zbyt długiego czasu jej podejmowania, zmian decyzji obszary dotknięte klęską ponoszą znaczne straty materialne, a w najgorszym przypadku notowane są ofiary śmiertelne wśród zamieszkującej je ludności cywilnej. Dowodzi to, że aktualnie działające systemy ZK są nieefektywne i należy zweryfikować podejście do metod stosowanych do ich budowy i modelowania. Jest to możliwe do realizacji w stosunkowo krótkim czasie, gdyż technologie, które należy wykorzystać są dostępne i stale rozwijane. Głównym celem referatu jest wskazanie przyczyn niewłaściwego funkcjonowania wybranych elementów systemów ZK na przykładzie przebiegu dużych katastrof notowanych w ostatnich latach: huraganu Karina w USA, oraz powodzi 2010 w Polsce. W dalszych krokach zostanie przedstawiona propozycja wykorzystania schematu budowy systemu sieciocentrycznego w ujęciu Teorii Złożoności do tworzenia takich systemów oraz wskazane zostaną wymierne korzyści, które przyniesie zastosowanie tej technologii. W opinii autora jest to właściwy kierunek rozwoju systemów zapewniających bezpieczeństwo publiczne z uwagi na dynamicznie rosnący poziom skomplikowania relacji oraz wzajemnych zależności pomiędzy różnymi dziedzinami współczesnych społeczeństw.



1. Model systemu zarządzania kryzysowego (ZK)

Teoretyczny model zarządzania kryzysowego zakłada, że podstawową rolę w działaniach podejmowanych na wypadek wystąpienia zagrożenia, pełnią jednostki administracji terenowej. W przypadku zaistnienia sytuacji, w której kompetencje oraz posiadane środki są niewystarczające do pełnego panowania kryzysu, dowodzenie przejmuje szczebel nadrzędny. Przykładowo, w Polsce są to organy władzy samorządowej: gminy, powiaty i województwa; natomiast w USA hrabstwo, władze stanowe i władze federalne. Aby precyzyjnie opisać teoretyczny model systemu zarządzania kryzysowego (SZK), należy się na początku odnieść do podstawowych kwestii, które go charakteryzują: przebiegu całego procesu, przyczyn czyli zagrożeń, celów stawianych przed systemem oraz środków do osiągnięcia celu. Podstawowym aktem prawnym regulującym zarządzanie (reagowanie) kryzysowe jest ustawa z dnia 18 kwietnia 2002 r. o stanie klęski żywiołowej. Większość dostępnych źródeł fachowych zgadza się z tezą, że przebieg procesu klasycznego modelu zarządzania kryzysowego zamyka się w czterech fazach¹:

fazie zapobiegania: działania redukujące i eliminujące prawdopodobieństwo wystąpienia sytuacji kryzysowej, działania uprzedzające, mające na celu ograniczenie skutków sytuacji kryzysowej

fazie przygotowania: działania planistyczne dotyczące sposobów reagowania na czas wystąpienia sytuacji kryzysowej, działania mające na celu powiększenie zasobów sił i środków niezbędnych do efektywnego reagowania

fazie reagowania: działania polegające na dostarczeniu pomocy poszkodowanym, działania hamujące rozwój występujących zagrożeń, działania ograniczające straty i zniszczenia

fazie odbudowy: działania mające na celu przywrócenie zdolności reagowania, działania mające na celu odbudowę zapasów służb ratowniczych, działania mające na celu odtworzenie kluczowej dla województwa infrastruktury telekomunikacyjnej, energetycznej, paliwowej, transportowej i dostarczania wody

Schemat budowy modelu takiego systemu obrazuje rysunek 1.²:

Procedury rozpoczęcia omawianego procesu podejmowane są w przypadku wystąpienia zdarzenia definiowanego jako sytuacja kryzysowa. Jest to sytuacja będąca następstwem zagrożenia i prowadząca w konsekwencji do zerwania lub

¹ Stanisław Biedugnis, Mariusz Smolarkiewicz, Paweł Podwójci, Andrzej Czapczyk, Ciągłość działania rozległych układów technicznych, Środkowo-Pomorskie Towarzystwo Naukowe Ochrony Środowiska, Tom 11. Rok 2009, s. 322

² Jan Gołębiowski, Narodziny zarządzania kryzysowego, Przegląd Pożarniczy Nr 09/2005

znacznego naruszenia więzów społecznych przy równoczesnym poważnym zakłóceniu w funkcjonowaniu instytucji publicznych jednak w takim stopniu, że użyte środki niezbędne do zapewnienia lub przywrócenia bezpieczeństwa, nie uzasadniają wprowadzenia żadnego ze stanów nadzwyczajnych, o których mowa w art. 228 ust. 1 Konstytucji Rzeczypospolitej Polskiej.



Rysunek. 1. Model systemu zarządzania kryzysowego

Zakres zdarzeń, które powinno się określić jako zagrożenia, wobec których niezbędne jest podjęcie akcji przeciwdziałających został zawarty w Strategii bezpieczeństwa Rzeczypospolitej Polskiej, przyjętej na posiedzeniu Rady Ministrów w dniu 4 stycznia 2000 r. i zawiera następującą listę takich incydentów jak:

- wojna i agresja zbrojna
- kryzysy i konflikty lokalne
- regiony nadmiernej koncentracji potencjału militarnego
- proliferacja broni masowego rażenia
- zagrożenia ekonomiczne
- niekontrolowane migracje trans-graniczne
- terroryzm i przestępczość zorganizowana
- aktywność obcych służb specjalnych oraz ochrona informacji

Oddzielną grupą zagrożeń są klęski ekologiczne spowodowane przez człowieka albo siły przyrody i żywioły mające charakter losowy. Zgodnie z dostępnymi publikacjami, można je podzielić na³:

³ K. Zieliński, Bezpieczeństwo obywateli podczas kryzysów niemilitarnych oraz reagowanie w razie katastrof i klęsk żywiołowych, AON, Warszawa 2004

- gwałtowne opady atmosferyczne
- huraganowe wiatry, tornada, trąby powietrzne
- trzęsienia ziemi
- bardzo wysokie lub bardzo niskie temperatury
- występowanie smogu lub silnego zanieczyszczenia atmosfery
- powódzie

Podstawowe zadania, które stanowią cel operacyjny zarządzania kryzysowego, są adekwatne do wytycznych zawartych w deklaracjach Wspólnej Europejskiej Polityki Bezpieczeństwa i Obrony (EPBiO)⁴:

- zapewnienie funkcjonowania administracji publicznej
- zapewnienie funkcjonowania i możliwości odtwarzania infrastruktury lub przywrócenie jej pierwotnego charakteru
- racjonalne gospodarowanie siłami w sytuacjach kryzysowych, w czasie stanów nadzwyczajnych i w czasie wojny
- zapewnienie ludności cywilnej warunków przetrwania w sytuacjach kryzysowych, w czasie stanów nadzwyczajnych i w czasie wojny

Realizacja wyżej wymienionych zadań opiera się przede wszystkim na utrzymaniu sprawnego funkcjonowania oraz zapewnieniu organom administracji publicznej i obywatelom, dostępu do obiektów wchodzących w skład tzw. infrastruktury krytycznej. Zgodnie z materiałami pochodzącymi ze strony internetowej Rządowego Centrum Bezpieczeństwa⁵ obejmuje ona następujące systemy:

- zaopatrzenia w energię i paliwa
- łączności i sieci teleinformatycznych
- finansowe
- zaopatrzenia w żywność i wodę
- ochrony zdrowia
- transportowe i komunikacyjne
- ratownicze
- produkcji, składowania, przechowywania i stosowania substancji chemicznych i niebezpiecznych

⁴ EU Security and Defence: Core Documents 2004, vol. V, s. 121-128

⁵ Rządowe Centrum Bezpieczeństwa, Infrastruktura krytyczna, <http://rcb.gov.pl/infrastruktura/>, Dostęp dnia 2010-05-11

Podstawowym elementem systemu reagowania kryzysowego w Polsce jest Krajowy System Ratowniczo-Gaśniczego (KSRG). Aktem prawnym regulującym problematykę ochrony przeciwpożarowej, a w tym funkcjonowanie Krajowego Systemu Ratowniczo – Gaśniczego jest ustawa z dnia 24 sierpnia 1991 r. o ochronie przeciwpożarowej. Zgodnie z założeniami teoretycznymi, jest on zbudowany na trzech poziomach administracyjnych: powiatowym, wojewódzkim oraz krajowym, przy czym 2 ostatnie pełnią przede wszystkim rolę wspomagającą oraz koordynacyjną. System skupia jednostki ochrony przeciwpożarowej, inne służby, inspekcje, straże, instytucje oraz podmioty, które dobrowolnie w drodze umowy cywilnoprawnej zgodziły się współdziałać w akcjach ratowniczych. W jego skład wchodzi jednostki, organizacyjne Państwowej Straży Pożarnej, ochotnicza Straż Pożarna a także inne jednostki ratownicze. Najważniejsze zadania realizowane w ramach działań operacyjnych (KSRG) obejmują zapobieganie, walkę oraz neutralizowanie skutków lokalnych klęsk żywiołowych takich jak: pożary, skażenie chemiczne, klęski ekologiczne. Wszystkie zagrożenia, których zakres przekracza kompetencje oraz potencjał jednostek wchodzących w skład KSRG, stanowią zadanie operacyjne dla systemu Obrony Cywilnej Kraju (OCK).

Na chwilę obecną funkcjonowanie OCK w Polsce napotyka na poważne problemy, rozpoczynając od braku szczegółowych rozporządzeń wykonawczych, będących konsekwencją wyczerpania się definicji dotychczasowego modelu, a kończąc na powszechnej nieznanomości faktu istnienia takiej organizacji oraz błędne definiowanie jej obowiązków. Rozwiązaniem takiej sytuacji, które proponuje dr Krzysztof Przeworski⁶ jest przede wszystkim skoordynowanie oraz połączenie w jednym modelu systemów: zarządzania kryzysowego, systemu ochrony ludności, systemu wykrywania skażeń i alarmowania, systemu ratowniczo – gaśniczego (KSRG) czyli w perspektywie stworzenie powszechnego systemu ratowniczego, działającego na terenie kraju.

2. Przypadki nieefektywnego funkcjonowania systemów zarządzania kryzysowego

Wśród przyczyn nieprawidłowego funkcjonowania systemów zarządzania kryzysowego podczas katastrof, a w konsekwencji niezadowolających rezultatów podejmowanych działań, najczęściej wymieniane były: nieprawidłowa koordynacja prac pomiędzy jednostkami operacyjnymi, zakłócenia oraz opóźnienia w procesie wymiany informacji pomiędzy jednostkami operacyjnymi

⁶ dr Krzysztof Przeworski, *Koncepcja rozwoju OC w Polsce, Przegląd Obrony Cywilnej*, Dom Wydawniczy BELLONA, 2009

i decyzyjnymi. Brak koordynacji oraz błędy procesu wymiany informacji były zauważane przede wszystkim w zakresie:

- ustalania i przydzielania zadań do wykonania (jednostka A realizuje cele sprzeczne z celami jednostki B)
- ustalania harmonogramu oraz kalendarza zadań (jednostka A niepotrzebnie oczekuje na zakończenie pracy jednostki B)
- przydzielania zasobów (jednostki A oraz B dublują prace na sąsiadujących obszarach)
- podejmowania decyzji (jednostki A i B oczekują na rozkaz albo instrukcję działania)

Analiza doniesień medialnych (publikacje prasowe), opisujących przebieg oraz skutki klęsk żywiołowych, pozwala na przypisanie konkretnych zdarzeń do każdej z wyżej wymienionych grup. Dowodzi to, że obecnie stosowane systemy są zawodne w powtarzających się punktach. W referacie jako przykłady posłużą relacje ze zdarzeń zaistniałych podczas trzech najbardziej spektakularnych katastrof, które miały miejsce w ostatnich latach w USA, Europie oraz Polsce.

Huragan KATRINA, USA, 2005: Huragan Katrina pojawił się 25 sierpnia 2005 r. nad wybrzeżem Atlantyku, w okolicach Południowej Florydy. Straty, które wyrządził wyceniono na 2 BLN USD. Najbardziej zniszczony został Nowy Orlean. Miasto zniszczył nie tylko huragan, ale także powódź i rozboje. Jako główną przyczynę wystąpienia wymienionych zjawisk podawano: chaotyczną akcję ratowniczą, nieskuteczną organizację ewakuacji mieszkańców, niewystarczające ilości wojska i policji w niebezpiecznych punktach miasta, drastyczny wzrost oraz niekontrolowany rozwój obszaru działań przestępczych oraz brak dostępnych publicznie źródeł wody, pożywienia i lekarstw. Opieszałość i nieudolność działań rządowych na każdym szczeblu wywołała głośną falę krytyki w Stanach Zjednoczonych oraz na całym świecie. Przedsięwzięta akcja ratownicza wykazała kompromitujący brak koordynacji między władzami miejskimi, stanowymi i federalnymi^{7 8 9 10}.

Podsumowując, w odniesieniu do schematu systemu zarządzania kryzysowego, działania podjęte przez lokalne oraz federalne służby całkowicie nie spełniły

⁷ M. Kozina, Stan klęski, Przegląd Obrony Cywilnej Nr 9/2005, Urząd Szefa Obrony Cywilnej Kraju, 2005

⁸ K.P. Marczuk, Wizyta strasznej pani. Huragan Katrina zamienił Nowy Orlean

w piekło, Przegląd Pożarniczy Nr 10/2005, Komenda Główna Państwowej Straży Pożarnej, 2005

⁹ B. Petersom, Katrina Response, Fire Prevention & Fire Engineers Journal, November 2005

¹⁰ KATRINA TIMELINE, <http://thinkprogress.org/katrina-timeline>, Dostęp dnia 2010-05-15

założeń zawartych w fazie reagowania, pomimo posiadania wystarczających zasobów do opanowania sytuacji.

Powódź, Polska, 2010: Powódź w Polsce, która miała miejsce w obecnym roku, dotknęła praktycznie teren całego kraju (14 z 16 województw). Według najnowszych danych MSWiA wskutek żywiołu ucierpiało około 40,000 osób. Największe zniszczenia woda spowodowała przede wszystkim w Polsce południowej. Straty materialne poniosły takie miasta jak: Kraków, Tarnów, Nowy Sącz, Sandomierz plus tysiące mniejszych miejscowości i wsi. Szacowane koszty odbudowania tylko infrastruktury kolejowej wynoszą ok. 300mln PLN, dodatkowo na różne działania związane z powodzią resort przeznaczył już 435mln PLN. Obecnie na terenach dotkniętych żywiołem trwa odbudowa zniszczeń, prawdziwą plagą stały się roje komarów. Nie można nie zauważyć, że podobnie jak w roku 1997, główną przyczyną powstania zagrożenia oraz eskalacji zniszczeń jest brak odpowiedniej infrastruktury, niewłaściwe planowanie zagospodarowania przestrzennego, ignorowanie ostrzeżeń synoptyków, permanentny brak inwestycji i inne. Jednak, analiza przebiegu tej katastrofy na podstawie relacji w mediach, ujawniła również poważne braki w systemie zarządzania kryzysowego. Najbardziej zauważalny był brak koordynacji oraz ciągłości działań, co zniwelowało efekty reagowania (wysadzenie w maju oraz nie załatanie wału przeciwpowodziowego w Woli Rogowskiej), brak aktualnych danych dotyczących obszarów dotkniętych katastrofą, który uniemożliwił przewidzenie kolejnych zdarzeń (1300 osunąć terenu w Małopolsce), zły przepływ informacji związany z organizacją pomocy w centrach powodziowych (tony używanej odzieży, niepotrzebnie przekazanej do gmin na Lubelszczyźnie), brak informacji o aktualnym stanie zagrożeń (chaos na ulicach w Krakowie, zatrzymanie komunikacji kolejowej), brak jednolitego systemu informowania (spontanicznie organizowane akcje, podejmowane wobec zagrożeń, miały charakter wyłącznie lokalny, z uwagi na brak możliwości komunikowania się pomiędzy jednostkami operacyjnymi). Podsumowując, na przykładzie przebiegu powodzi w Polsce można dostrzec, abstrahując od faktu, że fazy przewidywania i zapobiegania praktycznie nie istnieją, poważne niedociągnięcia w realizacji zadań stawianych przed fazą reagowania.

W obu opisanych wyżej przypadkach katastrof, decydujący wpływ na powstanie oraz późniejszą niekontrolowaną eskalację przebiegu zagrożenia, posiadały w największym stopniu:

- ograniczona ilość dostępnych w danym czasie zasobów
- zbyt długi czas przeznaczony na podejmowanie decyzji
- wysoka dynamika zmieniających się w danym czasie warunków otoczenia

- niska wydajność procesu wymiany informacji pomiędzy jednostkami operacyjnymi
- brak efektywnie działających centrów decyzyjnych

3. System sieciocentryczny w ujęciu Teorii Złożoności

Aby przetrwać w swoim otoczeniu, każda organizacja musi wytworzyć system umożliwiający interpretowanie oraz przewidywanie zdarzeń, na podstawie których podejmowane są decyzje strategiczne oraz operacyjne. Dynamiczny wzrost znaczenia informacji dla skuteczności działania organizacji spowodował, że standardową praktyką stało się regularne zbieranie oraz magazynowanie danych w celu późniejszego ich wykorzystania do celów analitycznych. Paradoksalnie, pomimo znacznego postępu technologicznego w dziedzinach dotyczących zagadnień z obszarów telekomunikacji i baz danych, systemy wspomaganie decyzji stanęły przed problemem zjawiska określanego jako złożoność obliczeniowa. Główną przyczyną takiego stanu był wzrost ilości dostępnych źródeł danych, niezależnych od siebie, często prezentujących sprzeczne ze sobą fakty, które dodatkowo w krótkim czasie stawały się nieaktualne. Złożoność obliczeniową (computational complexity) najczęściej interpretuje się jako pewien poziom wymaganiach zdolności obliczeniowych, po przekroczeniu, którego problem decyzyjny staje się nierozwiązywalny¹¹. Rozróżniane są następujące rodzaje złożoności obliczeniowej:

- nierozwiązywalność: którą należy tłumaczyć jako brak możliwości rozwiązania danego zagadnienia z uwagi na długi lub praktycznie nieskończony okres czasu, wymagany do realizacji obliczeń (teoria grafów, teoria gier)
- chaos deterministyczny: który występuje w przypadkach, kiedy system dynamiczny staje się w dużym stopniu podatny na zmiany warunków początkowych w połączeniu z warunkami zewnętrznymi, co w rezultacie powoduje, iż staje się nieprzewidywalny („efekt motyla” E. Lorentz)
- samoorganizację: która można rozumieć jako przeciwieństwo wyżej wymienionego, czyli proces odwrotny do zaniku porządku („niewidzialna ręka rynku” Adam Smith’)

Tradycyjne podejście do procesów i zależności zdarzeń zakładało, że zmiany postępują liniowo. W nowych koncepcjach dotyczących systemów, opartych na Teorii Złożoności, zaproponowano podejście, zgodnie z którym: złożoność uniemożliwia efektywne planowanie długookresowe, zmiany nastę-

¹¹ Czesław Mesjasz, Organizacja jako system złożony, Zeszyty Naukowe nr 652, Akademia Ekonomiczna, Kraków 2004

pują skokowo, niewielka zmiana jednego z parametrów może spowodować gwałtowną zmianę działania całego systemu, natomiast struktury hierarchiczne czy dyscyplina postępowania powinny zostać wyparte przez takie słowa jak sieć i samoorganizacja. Jako przykład wskazania istnienia związku pomiędzy porządkiem a chaosem, można wskazać hipotezę S.A. Kauffmana „Życie na krawędzi chaosu”¹².

Rozwój technologii sieciowych (rozbudowa infrastruktury, unowocześnienie urzędów mobilnych itp.) na początku XXI wieku, pozwolił na praktyczne wykorzystanie koncepcji opartych na Teorii Złożoności do tworzenia i modelowania systemów informacyjnych. Zgodnie z wybranymi opracowaniami dotyczącymi złożoności, jej negatywny wpływ na efektywność działań podejmowanych przez organizacje, będący przyczyną błędów obliczeń oraz długiego czasu ich trwania, można istotnie ograniczyć. Pierwszą próbą było zastosowanie podczas wojny w Iraku doktryny wojny sieciocentrycznej (Network Centric Warfare) zaproponowanej przez Arthura K. Cebrowskiego¹³. Jest ona w dużym stopniu oparta na badaniach prowadzonych przez J. Moffata, w których autor przedstawia zakres możliwych rozwiązań, pozwalających na wykorzystanie hipotez wywiedzionych z Teorii Złożoności w rozbudowanym środowisku sieciowym¹⁴. Główna idea odnosi się do sytuacji kryzysowej, za jaką można uznać działania zbrojne. Złożoność relacji oraz zależności pomiędzy uczestniczącymi w niej jednostkami, wskazuje na potrzebę rozproszenia obliczeń z uwagi na zbyt dużą ilość danych w dostępnych źródłach. Dodatkowym czynnikiem komplikującym podejmowanie decyzji jest stale rosnąca i zmieniająca się ilość wzajemnych interakcji w trakcie postępu zdarzeń. W tak zdefiniowanym otoczeniu, tradycyjne hierarchiczne systemy wspomaganie decyzji, oparte na architekturze wielu klientów i jeden serwer, nie spełniają oczekiwań albo realizują zadania po upływie czasu wymaganego na dokonanie działania. Autor wskazuje dokładnie zakres cech opisujących działania wojenne i odnosi je do konkretnych idei bazujących na Teorii Złożoności:

¹² S. A. Kauffman, *The Origins of Order, Self Organization and Selection in Evolution*, Oxford University Press, New York 1993

¹³ Arthur K. Cebrowski; John J. Garstka, *Network-Centric Warfare: Its Origin and Future*, Naval Institute, January 1998

¹⁴ James Moffat, *Complexity Theory and Network Centric Warfare*, CCRP Publication Series, September 2003

KONCEPCJE ZŁOŻONOŚCI	SIŁY ZBROJNE WIEKU INFORMACJI
Nieliniowe interakcje	Siły zbrojne składają się z wielu niezależnych jednostek o nieliniowych interakcjach
Zdecentralizowana kontrola	Nie istnieje jedna „wyrocznia” kierująca działaniami każdej jednostki
Samorganizacja	Lokalne akcje, pozornie postrzegane jako chaotyczne, prowadzą do stanu stabilizacji w długim okresie czasu
Równowaga / porządek	Natura konfliktów militarnych przebiega daleko od stanu równowagi. Kluczem jest korelacja efektów lokalnych
Adaptacja	Siły zbrojne muszą stale adaptować się i ewoluować do zmieniającego się otoczenia
Zbiorowa dynamika	Niezbędne jest ciągłe sprzężenie zwrotne pomiędzy zachowaniami jednostek oraz struktura dowodzenia

Tabela. 1. Relacje pomiędzy złożonością a wojną wieku informacji

Każdą z wyżej wymienionych cech, można w istocie potraktować jako zadanie decyzyjne wyznaczone systemowi wspomagającemu działania. Z uwagi na wysoką dynamikę eskalacji zdarzeń na współczesnym polu walki lub podczas innej sytuacji kryzysowej, aby były one realizowane na bieżąco, niezbędne jest osadzenie systemu w środowisku sieciocentrycznym, składającym się ze ściśle ze sobą powiązanych warstw, stale wymieniających się informacjami. Proces mierzenia oraz raportowania wzajemnych interakcji oraz ich zmian, powinien dotyczyć wszystkich, powiązanych w skupiska obiektów (clusters), które uczestniczą w zdarzeniu. Co więcej, niezbędne jest aby obejmował każdą z nich na poziomie zarówno lokalnym jak i globalnym. Przykładową symulację zdarzenia, zawierającą pozycje wszystkich uczestników, cechy opisujące oraz reguły limitujące zakres akcji obrazuje ekran pochodzący z przebiegu modelowania aplikacji ISAAC – rysunek 2¹⁵:

Przejęcie każdego etapu zdarzenia określają cykle, których rezultaty zasilają macierz danych źródłowych, stanowiącej podstawę dla modeli automatów komórkowych zawartych w ISAAC. Na podstawie dostępnych publikacji¹⁶

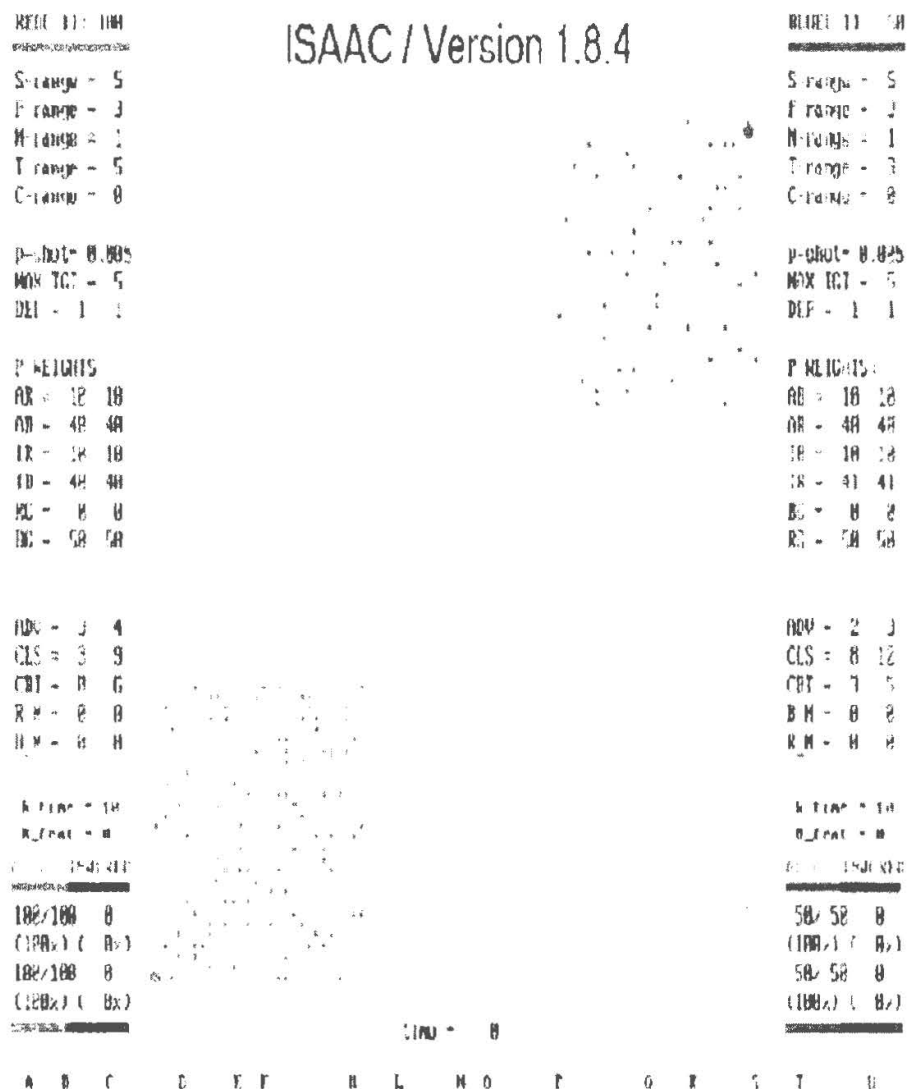
¹⁵ James Moffat, Complexity Theory and Network Centric Warfare, CCRP Publication Series, September 2003, p. 140

¹⁶ K. Kułakowski, Automaty komórkowe, Ośrodek Edukacji Niestacjonarnej AGH, 2000

można stwierdzić, że modele te są zbudowane na regularnej, uporządkowanej siatce złożonej z jednakowych komórek o takim samym kształcie. Dodatkowo, baza zawiera wektor pozycji każdej komórki; skończony zbiór stanów, które może ona osiągnąć (S); skończony zbiór komórek z nią sąsiadujących (N) oraz funkcję definiującą reguły ewolucji automatu oraz ich dynamikę w kolejnych cyklach (F). Wzór opisujący najprostszy automat komórkowy, wygląda następująco:

$$A \equiv (\alpha, S, N, f)$$

W jednym automacie nie mogą być zawarte komórki, które nie posiadają takich samych parametrów opisujących wszystkich elementów (przykładowo



Rysunek 2. Obraz startowy standardowego przebiegu symulacyjnego w ISAAC

różnią się kształtem). Budowa wszystkich komórek musi być identyczna (tyle samo komórek sąsiadujących, takie same zbiory stanów itp.). Aby model automatu komórkowego był kompletnie wypełniony, konieczne jest zdefiniowanie warunków brzegowych i startowych.

4. **Możliwe zastosowania sieciocentrycznego systemu ZK w praktyce**

Obecnie, zagadnienie praktycznego wykorzystania systemów działających w środowisku sieciocentrycznym realizowane jest w projektach związanych z branżami komercyjnymi: firmy telekomunikacyjne, handlowe, logistyczne oraz branżami niekomercyjnymi: wojsko, policja, służby graniczne. Najważniejszymi celami, które stawia się przed takimi systemami są: określenie potencjalnych zasobów niezbędnych do realizacji danego zadania; pozyskiwanie, przekazywanie i wykorzystywanie informacji w warunkach ciągłych zmian otoczenia, integracja systemów dowodzenia / wspomaganie decyzji. Nawiązując do schematu modelu systemu zarządzania kryzysowego, każda faza jego przebiegu powinna być realizowana przez poszczególne warstwy systemu funkcjonującego w środowisku sieciocentrycznym. Poniżej podane zostaną przykłady praktycznej realizacji wybranych zadań systemu ZK za pomocą rozwiązań działających zgodnie z regułami systemu sieciocentrycznego:

Faza zapobiegania / warstwa monitorująca: wczesne ostrzeżenie o nadchodzącym zagrożeniu lub katastrofie umożliwia przede wszystkim przewidzenie czy dane zdarzenie zajdzie, jaka będzie trasa oraz zakres jego skutków, jak dynamiczny będzie ich rozwój a także w jakim stopniu posiadane zasoby będą w stanie przeciwdziałać zagrożeniu. W tym celu niezbędna jest budowa sieci czujników, które będą stale monitorować parametry uznane jako istotne, opisujące stan danego środowiska a następnie przekazywać ich wartości do warstwy analitycznej za pośrednictwem warstwy komunikacyjnej. Sieć taka powinna mieć charakter instalacji stacjonarnych, natomiast w przypadku wydarzeń o dynamicznym charakterze, niezbędne będzie użycie sensorów mobilnych. Mogą być one rozmieszczane za pomocą dokonywania zrzutów lotniczych na tereny lub akweny objęte katastrofą lub stanowić autonomiczne samodzielnie przemieszczające się jednostki. Jako przykłady podobnych rozwiązań, które jednak charakteryzują się zbyt małą, jak na obecne potrzeby, skalą działania, należy przytoczyć:

- typ stacjonarny: system monitoringu i osłony kraju POLRAD¹⁷, który obejmuje 8 radarów meteorologicznych, służących do osłony prowadzonej przez IMGW, głównie przeciwpowodziowej systemie ostrzegania o niebezpiecznych zjawiskach w zakresie bezpieczeństwa lotnictwa cywilnego, gospodarki morskiej, energetyki i gospodarki wodnej, transportu drogowego, rolnictwa, informacji dla środków masowego przekazu, turystyki

- typ mobilny: czujnikowy system zdalnego nadzorowania pola walki REM-BASS (Remotely Monitored Battlefield Sensor System)¹⁸ używany przez armię USA oraz bezzałogowe samoloty DRON produkowane przez koncern BAE Systems we współpracy z konsorcjum złożonego z agend rządowych.

Faza reagowania / warstwa komunikacyjna: bieżący dostęp do aktualnej informacji dotyczącej zagrożenia oraz rozwoju sytuacji jest podstawowym warunkiem dla zminimalizowania ofiar cywilnych oraz uniknięcia paniki, związanej z brakiem wiedzy. Wraz z rozwojem cywilizacji postępowała ewolucja sygnałów i systemów alarmowych. Miały one różny zasięg oddziaływania, czytelność komunikatu czy stopień kojarzenia z niebezpieczeństwem. W obecnych czasach, w których powszechnie dostępna jest technologia mobilna, takim nośnikiem staje się SMS. W momencie stanu klęski lokalne bądź ogólnokrajowe jednostki reagowania kryzysowego powinny posiadać system, który wysyłałby do abonentów wszystkich operatorów wiadomości SMS zawierające: instrukcje postępowania, obecny status terenu, na którym znajduje się odbiorca, dane adresowe (ewentualnie oznaczone mapy GPS) punktów zbiorczych i budynków specjalnych i inne. Jedną z koncepcji implementacji rozwiązania tego typu została zaprezentowana w artykule Dariusza Dziwulskiego¹⁹.

Faza reagowania / warstwa analityczna: aby warstwa komunikacyjna zasilała urządzenia odbiorcze właściwą oraz aktualną informacją, niezbędne jest ciągłe analizowanie wyników przekazanych przez czujniki. Mechanizmy analityczne powinny być ściśle powiązane z warstwą odpowiedzialną za podejmowanie decyzji. Informacja, zawierająca instrukcje postępowania, kierowana do ludności przebywającej na terenie zagrożonym, powinna być w największym stopniu oparta na ostatnim aktualnym stanie jego eskalacji. Metodą, którą należy ocenić jako najbardziej przydatną do modelowania geograficznego stanu katastrofy, jest Logika Rozmyta (Fuzzy Logic)²⁰. Jest ona obecnie szeroko wykorzystywana w zagadnieniach, z którymi klasyczna logika, klasyfikująca jedynie według

¹⁷ Rozbudowa Systemu Radarów Meteorologicznych POLRAD,
http://www.imgw.pl/internet/zz/dziala/projekty/_smok_real/html/b2_9.html, Dostęp dnia 2010-05-15

¹⁸ Mjr. Szymon Markiewicz, Rozpoznanie czujnikowe, Przegląd Wojsk Lądowych, Maj 2009

¹⁹ Dariusza Dziwulski, SMS zamiast syreny, Przegląd Pożarniczy, Grudzień 2006

²⁰ Jörg Verstraete, Fuzzy Spatial Modelling, IBS PAN Wykład, Czerwiec 2010

kryterium prawda / fałsz, nie potrafi sobie skutecznie poradzić z uwagi na istnienie wielu niejednoznaczności i sprzeczności. Ważnym elementem, istotnie wspomagającym efektywność wdrożenia wspomnianej teorii, jest zastosowanie funkcjonalności geokodowania, zawartej w systemach informacji geograficznej (GIS).

Faza reagowania / warstwa decyzyjna: katastrofy mają zazwyczaj charakter losowy, często ich przebieg jest zbyt dynamiczny aby zareagować prawidłowo w odpowiednim czasie. Decyzje podejmowane w fazie reagowania, powinny być w dużej mierze automatyczne i oparte na minimalnej niezbędnej ilości danych, powiązanej z regułami i ograniczeniami działania. Aby decyzja, będąca wynikiem wyboru określonego wariantu reakcji, była efektywna, należy uwzględnić czynnik ryzyka a także stany i interakcje wszystkich obiektów znajdujących się w obszarze zdarzenia. Ważnym elementem jest przewidzenie ich ewolucji a następnie wyboru najbardziej prawdopodobnego scenariusza. Metodą, za pomocą której, można wydajnie modelować podobne zachowania jest wspomniana przez J. Moffata koncepcja Automatów Komórkowych. Zgodnie z podziałem dokonany przez S. Wolframa wyróżniamy 4 klasy takich modeli

Klasa I Automaty niezmiennie – ewoluują do czasu, kiedy wszystkie komórki osiągną identyczny stan niezależnie od stanu początkowego (zbieżne)

Klasa II Automaty ewoluujące do stanu stabilnego lub okresowych wzorców (okresowe)

Klasa III Automaty wykazujące nieporządek zarówno lokalnie jak i globalnie, nie wykazujące żadnego wzorca (chaotyczne)

Klasa IV Automaty wykazujące bardziej złożone, długotrwałe zachowanie ("żywe")

Do najbardziej znanych i popularnych symulacji komórkowych można zaliczyć: Grę w życie, Mrówkę Langtona, Wireworld czy Turmity

Uwagi końcowe

Przewaga informacyjna, od zawsze decydowała o powodzeniu akcji militarnych. Świadomość sytuacyjna²¹, wymaga ciągłego oraz przebiegającego w czasie rzeczywistym przekazywania danych na każdym poziomie relacji pomiędzy jednostkami. Aby zaistniała ona w praktyce, niezbędne jest zapewnienie odpowiedniej infrastruktury komunikacyjnej oraz zastosowanie odpowiednich metod modelowania informacji w systemach wspierających podejmowanie decyzji.

Korzyści z wdrożenia systemów tego typu, inne niż cele związane z działaniami wojennymi, z pewnością mogą mieć miejsce w innych branżach bezpieczeństwa publicznego, także w zarządzaniu kryzysowym. Istotnym argumentem potwierdzającym potrzebę unowocześnienia obecnych metod budowania systemów zarządzania kryzysowego jest czynnik finansowy. Koszty zniszczeń spowodowanych przez katastrofy z uwagi na brak lub opóźnienie odpowiedniej reakcji na zagrożenie oraz jego postęp, są niewspółmiernie wyższe niż wydatki związane z implementacją nowoczesnych systemów.

Opinie taką prezentuje w wywiadzie prasowym klimatolog prof. Zbigniew Jaworowski²²: “Powodzie są cyklicznym zjawiskiem losowym, nie da się ich uniknąć. Średnio trafiają się co sześć lat. Do obecnej powodzi trzeba podejść racjonalnie – ratujmy, co się da, później zajmijmy się odbudową. Ale koniecznie wprowadźmy w życie ogólnopolski program regulacji rzek oraz modernizacji istniejących zabezpieczeń przeciwpowodziowych. Jest to zadanie na długie lata, ale opłacalne w świetle tego, że obecnie wydajemy sześciokrotnie więcej na likwidację szkód niż na zapobieganie powodziom. W czasie ostatnich 13 lat powodzie kosztowały nas około 28 mld zł, na realizację wszystkich inwestycji przeciwpowodziowych zaś wydaliśmy tylko 4,5 mld zł. Obyśmy wreszcie zaczęli być mądrzy po szkodzie”.

Podsumowując, aby w pełni wykorzystać koncepcje bazujące na Teorii Złożoności w rozwiązaniach praktycznych, polegających na stworzeniu Systemu Zarządzania Kryzysowego, który będzie efektywnie wspomagał proces podejmowania decyzji, niezbędne jest osadzenie go w środowisku Sieciocentrycznym, zastosowanie do pomiaru stanów i interakcji obiektów metod Logiki

²¹ Mirosław Siedlecki, Wielowarstwowe systemy łączności?, Przegląd wojsk lądowych, Październik 2009

²² prof. Zbigniew Jaworowski, Tegoroczna powódź to małe piwo w porównaniu z tym, co nas czeka, Polska Times, Czerwiec 2010

Rozmytej a do śledzenia ich zmian użycie modeli Automatów Komórkowych. Będą to systemy nowej generacji, które pozwolą współczesnej cywilizacji unikać lub zniwelować skutki zagrożeń i katastrof. Konsekwencje takich zdarzeń, z uwagi na wzrost złożoności wzajemnych relacji pomiędzy wieloma różnymi organizacjami czy społecznościami na świecie, dotyczą coraz szerszej grupy przedsiębiorstw, miast, państw czy całych kontynentów. Paraliż i chaos komunikacyjny po wybuchu islandzkiego wulkanu Eyjafjoell był tego najlepszym przykładem.

Literatura

- [1] Stanisław Biedugnis, Mariusz Smolarkiewicz, Paweł Podwójci, Andrzej Czapczyk (2009): *Ciągłość działania rozległych układów technicznych*, Środkowo-Pomorskie Towarzystwo Naukowe Ochrony Środowiska, Tom 11, 322 s.
- [2] Jan Gołębiowski (2005): *Narodziny zarządzania kryzysowego*, *Przegląd Pożarniczy* Nr 09.
- [3] K. Zieliński (2004): *Bezpieczeństwo obywateli podczas kryzysów niemilitarnych oraz reagowanie w razie katastrof i klęsk żywiołowych*, AON, Warszawa.
- [4] EU Security and Defence: Core Documents 2004, vol. V, 121-128.
- [5] Rządowe Centrum Bezpieczeństwa, Infrastruktura krytyczna, <http://rcb.gov.pl/infrastruktura/>, Dostęp dnia 2010-05-11
- [6] Krzysztof Przeworski (2009): *Koncepcja rozwoju OC w Polsce*, *Przegląd Obrony Cywilnej*, Dom Wydawniczy BELLONA.
- [7] M. Kozina (2005): *Stan klęski*, *Przegląd Obrony Cywilnej* Nr 9, Urząd Szefa Obrony Cywilnej Kraju.
- [8] K.P. Marczuk (2005): *Wizyta strasznej pani. Huragan Katrina zamienił Nowy Orlean w piekło*, *Przegląd Pożarniczy* Nr 10, Komenda Główna Państwowej Straży Pożarnej.
- [9] B. Petersom (2005): *Katrina Response*, *Fire Prevention & Fire Engineers Journal*, November.
- [10] KATRINA TIMELINE, <http://thinkprogress.org/katrina-timeline>, Dostęp dnia 2010-05-15
- [11] Czesław Mesjasz (2004): *Organizacja jako system złożony*, *Zeszyty Naukowe* nr 652, Akademia Ekonomiczna, Kraków.
- [12] S. A. Kauffman (1993): *The Origins of Order, Self Organization and Selection in Evolution*, Oxford University Press, New York.
- [13] Arthur K. Cebrowski; John J. Garstka (1998): *Network-Centric Warfare: Its Origin and Future*, *Naval Institute*, January.

- [14] James Moffat (2003): Complexity Theory and Network Centric Warfare, *CCRP Publication Series*, September.
- [15] K. Kułakowski (2000): *Automaty komórkowe*, Ośrodek Edukacji Niestacjonarnej AGH.
- [16] Rozbudowa Systemu Radarów Meteorologicznych POLRAD, http://www.imgw.pl/internet/zz/dziala/projekty/_smok_real/html/b2_9.html, Dostęp dnia 2010-05-15
- [17] Szymon Markiewicz (2009): Rozpoznanie czujnikowe, *Przegląd Wojsk Lądowych*, Maj.
- [18] Dariusz Dziwulski (2006): SMS zamiast syreny, *Przegląd Pożarniczy*, Grudzień.
- [19] Jörg Verstraete (2010): *Fuzzy Spatial Modelling*, IBS PAN Wykład, Czerwiec.
- [20] Mirosław Siedlecki (2009): Wielowarstwowe systemy łączności, *Przegląd wojsk lądowych*, Październik.
- [21] Zbigniew Jaworowski (2010): Tegoroczna powódź to małe piwo w porównaniu z tym, co nas czeka, *Polska Times*, Czerwiec.

