



Systemy IT we wspomaganii procesu podejmowania decyzji i zarządzaniu ryzykiem

*Mariusz Smolarkiewicz, Marcin Mieczysław Smolarkiewicz,
Stanisław Biedugnis*

Szkoła Główna Służby Pożarniczej, Warszawa

*Paweł Podwójci, Andrzej Czapczuk
Politechnika Warszawska*

Zarządzanie kryzysowe jest jednym z najbardziej złożonych rodzajów zarządzania. Wynika to z faktu, że „Kryzys, można traktować jako ‘punkt osobliwy’ w przestrzeni cywilizacyjnej. Niewątpliwie jest to zjawisko soczewkujące niemal wszystkie problemy z powodu presji czasu, na ogół mającym miejsce na ograniczonej przestrzeni. Do tego należy dodać silną presję społeczną, zawsze występującą w takich okolicznościach. Dlatego właśnie w czasie kryzysu, w ‘bardzo krótkim czasie’, ujawniają się, w sposób niezwykle jaskrawy, wady złych rozwiązań (...) Z sytuacjami kryzysowymi mamy do czynienia wówczas, gdy skutki zdarzenia są poważne lub bardzo poważne, a działania ratownicze wymagają koordynacji wielu służb” [9]. Powyższy cytat w sposób syntetyczny i rzeczowy definiuje pojęcie kryzysu. Zarządzanie kryzysowe jest to zatem proces z którym decydent chciałby stykać się jak najrzadziej. Jednakże, mimo że sytuacje kryzysowe występują relatywnie rzadko, nie da się im zapobiec. Stąd należy odpowiednio wcześniej przygotować się na ich nadejście.

Zarządzanie kryzysowe jest procesem ciągłym, w którym wyróżnia się cztery fazy: Zapobiegania (Profilaktyka), Przygotowania (Gotowość), Reagowania i Odbudowy [9]. W każdej z tych faz podejmowane są decyzje, które w mniejszy bądź większy sposób wpływają na „podatność” systemu podlegającego ochronie (zwykle w zarządzaniu bezpieczeństwem obywateli system taki sprowadza się do pojęcia społeczności lokalnej) na zagrożenia. Zarządzanie kryzysowe ponadto odbywa się na szczeblach od lokalnego (gmina), przez pośredni (powiat, województwo) aż do centralnego (kraj). Wraz ze wzrostem szczebla zarządzania zmniejsza się rola bezpośredniego dowodzenia, zaś rośnie rola koordynacji działań. Dzieje się tak, gdyż od działań na poziomie operacyjnym przechodzi się do działań na poziomie taktycznym i strategicznym. Aby zachować racjonalność podejmowanych decyzji wielce istotnym staje się proces przepływu informacji i decyzji pomiędzy poszczególnymi szczeblami decyzyjnymi.

Odwołując się do teorii zarządzania można zauważyć, że przepływ informacji w procesie zarządzania kryzysowego niewiele różni się o przepływu informacji w zarządzaniu przedsiębiorstwem. Różnice pomiędzy zarządzaniem informacją w przedsiębiorstwie i w procesie zarządzania kryzysowego wynikają głównie z różnicy w obszarach decyzyjnych. W przedsiębiorstwie podejmowane są decyzje głównie w obszarze pewności lub obszarze ryzyka. Dlatego tak ważną rolę odgrywa w zarządzaniu przedsiębiorstwem zbieranie, gromadzenie i przetwarzanie informacji. Podjęcie zbyt dużego ryzyka może wiązać się z utratą płynności finansowej i ostatecznie bankructwem. W zarządzaniu kryzysowym, z uwagi na fakt, że mamy do czynienia z definicji z kryzysem, decyzje są podejmowane głównie w obszarze ryzyka i obszarze niepewności. Z powyższego wynika, że zarządzanie informacją w procesie zarządzania kryzysowego można porównać do zarządzania przedsiębiorstwem na granicy upadku, czyli w momencie, gdy liczba zmiennych znanych procesu znacznie jest mniejsza od liczby zmiennych nieznanych. Różnice pojawiają się również w obszarze konsekwencji. W zarządzaniu przedsiębiorstwem można mówić o stratach akceptowalnych. W zarządzaniu kryzysowym nie ma strat akceptowalnych, gdyż pojęcie to zwykle oznacza ofiary w ludziach i znaczne straty w mieniu.

Skoro zarządzanie kryzysowe jest procesem (w pewnym zakresie) bliźniaczym do zarządzania przedsiębiorstwem, to można wykorzystać

istniejące narzędzia wspomaganie procesu decyzyjnego w przedsiębiorstwie w obszarze zarządzania kryzysowego.

W.T. Bielecki wyróżnia następujące rodzaje systemów wspomagających zarządzanie [1]:

- Systemy transakcyjne (ang. Transaction Processing Systems),
- Systemy automatyzacji biura (ang. Office Automation Systems),
- Systemy informacyjne zarządzania (ang. Management Information Systems),
- Systemy wspomaganie decyzji (ang. Decision Support Systems),
- Systemy informacyjne kierownictwa (ang. Executive Information Systems),
- Systemy wspomagające kierownictwo (ang. Executive Support Systems),
- Systemy eksperckie (ekspertowe) (ang. Expert Systems),
- Systemy interpretacji danych (ang. Data Interpretation Systems),
- Zintegrowane systemy zarządzania (ang. Integrated Management Information Systems).

Z powyższego zestawienia, z punktu widzenia użyteczności w obszarze zarządzania kryzysowego, na czoło wysuwają się dwa rodzaje systemów: Systemy Wspomaganie Decyzji (SWD) i Systemy Ekspertowe (SE). Zanim jednak zostanie scharakteryzowana rola tych systemów w procesie zarządzania kryzysowego istotne jest ustalenie dla jakiego modelu danych (rodzaju bazy danych) takie systemy winny być tworzone.

Cytując za [4] możemy wyróżnić następujące modele danych:

- Hierarchiczny (Bazy danych są oparte na rekordach powiązanych w hierarchię związków jednoznacznych. Każdy rekord (oprócz Pierwszego) podlega bezpośrednio jednemu rekordowi nadrzędnemu).
- Sieciowy (Cechą charakterystyczną modelu sieciowego jest to, że danemu rekordowi można przyporządkować więcej niż jeden rekord nadrzędny. Każdemu typowi rekordów nadrzędnych przypisuje się odrębnie nazwane powiązanie).
- Relacyjny (Dane w takim modelu grupowane są w tabelach. Wiersze tabeli reprezentują konkretne wystąpienie rekordu, kolumny to pola tych rekordów).
- Obiektowy (Wprowadza abstrakcyjny typ danych, który określa zintegrowany pakiet struktur danych i procedur).

- Hurtownie danych (*ang. data warehouse*) (Dane do hurtowni pobierane są z baz operacyjnych. Przed wprowadzeniem do hurtowni dane są poddawane procesowi integracji. Dostęp do danych następuje poprzez aplikacje współpracujące).

Z uwagi na wiele zalet hurtowni danych (m.in. zintegrowany, całościowy obraz przedstawiony w układzie historycznym, wspomaganie wielu obszarów działania, integracja danych z wielu źródeł) w procesie zarządzania kryzysowego właśnie ten model danych wydaje się stosowny [10]. Aczkolwiek barierą w tym momencie może stać się brak narzędzi (a niejednokrotnie i umiejętności) umożliwiających szybkie dotarcie do potrzebnych informacji. Idea wykorzystania hurtowni danych powinna iść w parze z wykorzystaniem struktury tzw. rozproszonych baz danych [6]. Przez rozproszoną bazę danych będziemy rozumieli rodzinę baz danych spełniających warunki:

- Przezroczystości geograficznej – użytkownicy nie muszą wiedzieć, w którym dokładnie miejscu są przechowywane dane. Dostęp do informacji z bazy własnego komputera (serwera) powinien być równie łatwy jak do serwera oddalonego o kilkaset kilometrów.
- Przezroczystości fragmentaryzacji – użytkownicy nie muszą wiedzieć, w jaki sposób dane są podzielone (nie jest istotne które dane są umieszczone na określonym serwerze).
- Przezroczystości replikacji – użytkownicy nie muszą wiedzieć, w jaki sposób dane są powtarzane. Oznacza to, że dobrze zaprojektowany system rozproszonych baz danych, bez ingerencji użytkownika, kontroluje dane powielane w lokalnych bazach.

W przypadku zarządzania kryzysowego mamy zwykle do czynienia z koniecznością gromadzenia różnego rodzaju informacji pochodzących z wielu źródeł. Osoba koordynująca działania sięga do baz danych samorządów (na różnym szczeblu), służb, inspekcji, straży, organizacji pozarządowych, organizacji pożytku publicznego i niejednokrotnie mediów. Co prawda nie istnieją w tej chwili zintegrowane systemy umożliwiające bezpośredni dostęp do tych wszystkich źródeł, jednakże nie zmienia to faktu, że istnieje konieczność konsolidacji wielce rozproszonych informacji. Biorąc pod uwagę zalety systemów rozproszonych (m.in. możliwość odzwierciedlenia geograficznej struktury systemu,

zwiększenie niezawodności i wydajności, możliwość wprowadzenia lokalnej odpowiedzialności za dane, większą kontrolę nad danymi, ze względu na przechowywanie ich w miejscu, w którym są najbardziej potrzebne, możliwość automatycznej synchronizacji baz danych na zapasowych serwerach bez względu na to, jak daleko się od siebie znajdują, możliwość wprowadzenia lokalnej autonomii, brak uzależnienia od węzła centralnego) zastosowanie tego typu struktury źródeł danych wraz z modelem hurtowni danych stanowi filar do budowy systemu informacyjnego wspomagającego proces podejmowania decyzji w zarządzaniu kryzysowym.

System tego typu powinien być hybrydą SWD i SE, która stała by się swoistym zintegrowanym systemem zarządzania na potrzeby kryzysowego. Hybrydą funkcjonującą w oparciu o System Informacji Przestrzennej (GIS) [2, 7], gdyż tylko systemy informacji przestrzennej pozwalają na agregację informacji pochodzących z wielu źródeł w czytelnej reprezentacji odwzorowującej większość aspektów zdarzenia niekorzystnego.

Systemem Wspomagania Decyzji (SWD) za [3] nazywamy system informatyczny, który dostarcza informacje w danej dziedzinie przy wykorzystaniu analitycznych modeli decyzyjnych z dostępem do baz danych w celu wspomagania decydentów w skutecznym działaniu w kompleksowym i źle ustrukturalizowanym środowisku. SWD to systemy komputerowe wyposażone w interaktywny dostęp do danych i modeli, które wspomagają rozwiązanie specyficznych sytuacji decyzyjnych nie dających się rozwiązać automatycznie przy użyciu samego komputera. SWD bazuje na komputerowych algorytmach i modelach decyzyjnych. Do podstawowych zalet Systemu Wspomagania Decyzji w obszarze zarządzania kryzysowego można zaliczyć:

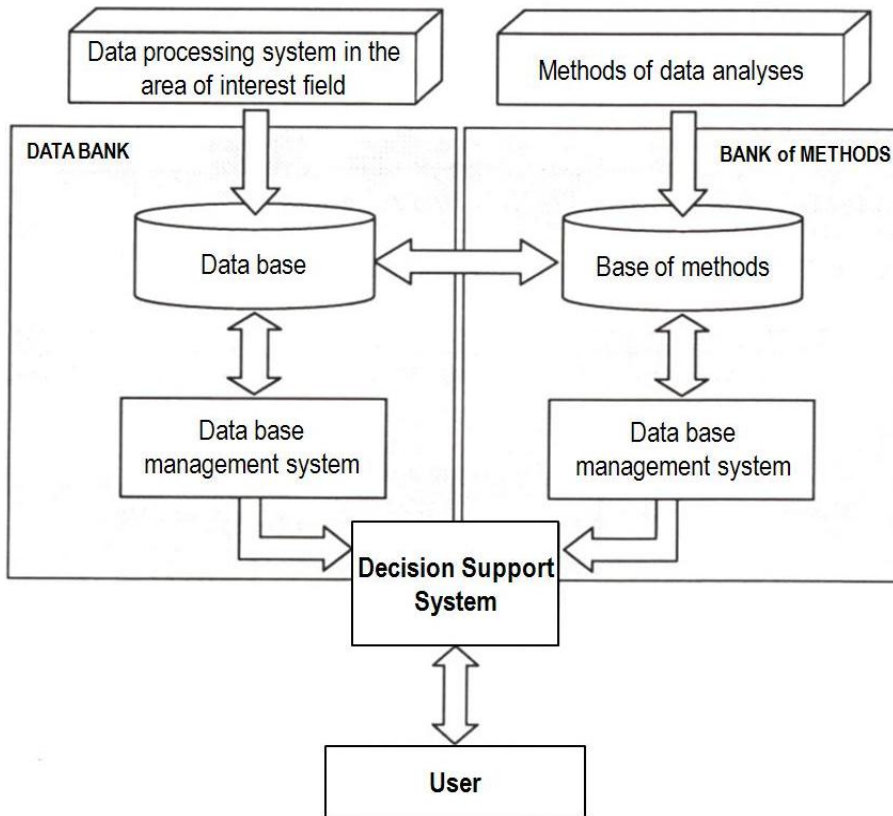
- łatwą i szybką manipulacją danymi,
- integrację z istniejącymi różnymi (rozproszonymi) bazami danych,
- możliwość szybkiej analizy w tym także prowadzenie analizy wrażliwości,
- możliwość poszukiwania dokładnych i trafnych rozwiązań,
- wzrost jakości przetwarzanej informacji.

Na rys. 1 przedstawiono za [8] przykładową strukturę Systemu Wspomagania Decyzji. Dlaczego wykorzystanie SWD może mieć tak duże znaczenie w zarządzaniu kryzysowym? W prawie polskim,

w aspekcie zarządzania bezpieczeństwem obywateli, funkcjonuje jednoosobowa odpowiedzialność. Wójt, burmistrz, prezydent miasta, starosta, wojewoda odpowiadają za koordynację działań w przypadku wystąpienia sytuacji kryzysowej na podległym im obszarze. Część z tych decydentów jest wybierana w wyborach powszechnych. Oznacza to, że niejednokrotnie nie są oni przygotowani do tak trudnego zadania, jakim jest podejmowanie decyzji w sytuacjach nadzwyczajnych. Z uwagi na istotne zalety SWD, który pozwala decydentowi m.in. na projektowanie lub poszukiwanie stosownych wariantów rozwiązań, wzbogacenie umiejętności w podejmowaniu decyzji, planowanie i wdrożenie decyzji oraz adaptację, zastosowanie systemu tego typu w znacznym stopniu może podnieść efektywność podejmowanych decyzji. Oczywiście jest, że nie da się wyeliminować czynnika ludzkiego, jednakże decydent korzystający z SWD także uczy się. Rozwijają w sobie zdolności w obszarze podniesienia skuteczności osobistej, rozszerzenia obszaru poszukiwania rozwiązania problemu, ułatwienia komunikacji międzypersonalnej [3].

Nieco inną rolę w zarządzaniu kryzysowym pełnią Systemy Ekspertowe. W podejmowaniu decyzji podczas zaistnienia sytuacji kryzysowej często istnieje potrzeba skorzystania z wiedzy ekspertów. W skrajnie trudnych sytuacjach, w obszarze głębokiej niepewności, gdy nie można polegać na źródłach informacji (z uwagi na chaos informacyjny) często jedynym rozwiązaniem pozostaje powierzenie decyzji doświadczeniu i wiedzy ekspertów. W tym obszarze pojawia się możliwość zastosowania dedykowanych systemów ekspertowych.

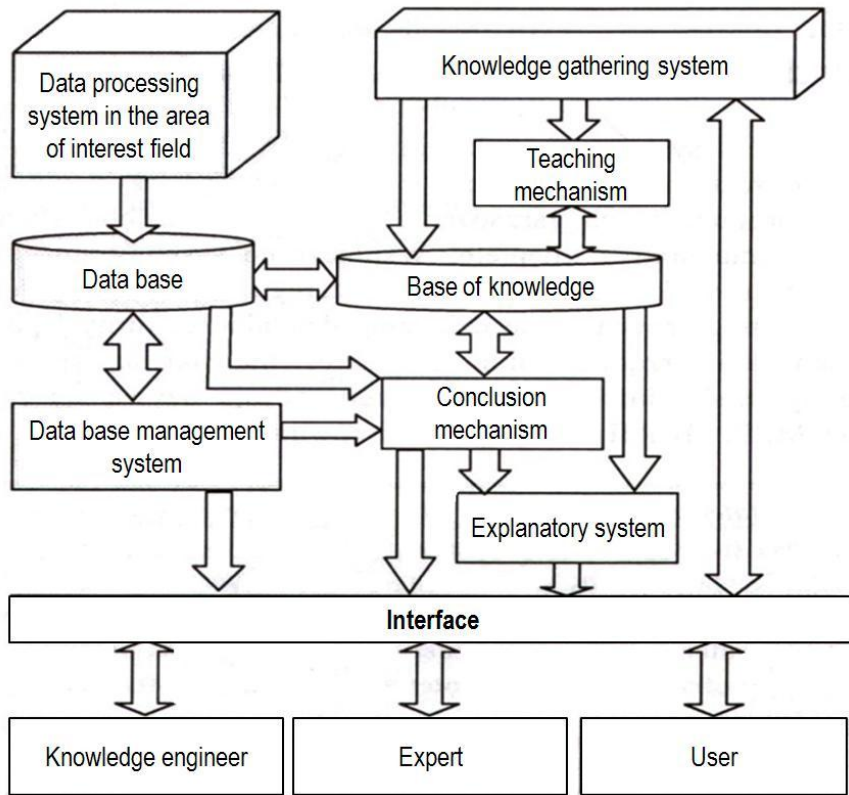
Systemy Ekspertowe (SE), cytując za [3, 8], są to programy, których rola polega na przeniesieniu wiedzy eksperta do komputera, który jest wyposażony w specjalne reguły wnioskowania i język, dzięki któremu może komunikować się z użytkownikiem (decydem). SE jest systemem komputerowym, zawierającym wyspecjalizowaną wiedzę na temat specyficznego obszaru ludzkiej działalności. Wiedza ta zorganizowana jest w taki sposób, że umożliwia systemowi wejście w interakcyjny dialog z użytkownikiem, w wyniku którego system może oferować rozsądne rady lub proponować rozsądne decyzje oraz objaśniać sposób rozumowania, leżący u podstaw tych rad lub propozycji. Systemy ekspertowe mogą samodzielnie tworzyć różne modele sytuacji decyzyjnej, uwidaczniać otrzymywane rozwiązanie i objaśniać je. Aby rozstrzygnąć problem, muszą posługiwać się specjalistycznymi programami zawierającymi reguły heurystyczne, które odzwierciedlają wiedzę ekspertów dziedzinowych.



Rys. 1 Przykładowa struktura Systemu Wspomagania Decyzji [8]; tłumaczenie własne

Fig. 1. Example structure of Decision Support System [8]

Na rys. 2 przedstawiono przykładową strukturę Systemu Ekspertowego [8]. Decydent, który stanie twarzą w twarz z sytuacją kryzysową nie zawsze ma bezpośredni dostęp do wiedzy eksperckiej. SE może zapewnić mu taką wiedzę. Z punktu widzenia decydenta najistotniejszymi zaletami SE są: gromadzenie jak najbardziej kompletnej wiedzy z danej dziedziny oraz możliwość jej permanentnej aktualizacji zgodnie z następującym w niej postępowaniem naukowym, umiejętność naśladowania sposobu rozumowania człowieka-eksperta stosowanego przy rozwiązywaniu tego samego typu problemów oraz zdolność wyjaśniania przeprowadzonego toku „rozumowania” dla przyjętych rozwiązań [3].



Rys. 2. Przykładowa struktura Systemu Ekspertowego [8]; tłumaczenie własne
Fig. 2. Example structure of Expert System [8]

Mimo tych niezaprzeczalnych zalet systemy ekspertowe mają również swoje ograniczenia. Ich wykorzystanie staje się możliwe tylko wtedy, gdy decyzje zależą od dobrze zdefiniowanego zbioru zmiennych, których wartości są znane, znana jest zależność jaką wywierają poszczególne zmienne na decyzje, oraz gdy zależności między zmiennymi są złożone na tyle, aby opłacalne było wykorzystanie SE. Ważnym również jest aby problem miał dobrze zdefiniowane rozwiązania, które mogą być ustalone na początku, oraz by logika wnioskowania była z góry określona. Wynika z tego, że SE mogą być stosowane na potrzeby zarządzania kryzysowego tylko w ograniczonym obszarze.

Logika wnioskowania Systemu Ekspertowego budowanego na potrzeby zarządzania kryzysowego musi być zgodna z przyjętą metodo-

logią opisu problemu i poszukiwania jego rozwiązania. Cytując za [3] mechanizm wnioskowania SE jest jego elementem sterującym. Uruchamia on wiedzę w bazie wiedzy, oraz decyduje o kolejności uruchamiania reguł wnioskowania. W SE stosowane są dwa typy wnioskowania: wnioskowanie w przód i wnioskowanie wstecz.

We wnioskowaniu wprzód cykl wygląda następująco:

- poszukiwanie reguł, których warunki pasują do danych w przestrzeni roboczej,
- wybór jednej z reguł zgodnie z zastosowaną strategią wyszukiwania,
- dodanie rezultatów, będących wynikiem konkluzji, do przestrzeni roboczej.

We wnioskowaniu wstecz cykl wygląda następująco:

- poszukiwanie reguł, których konkluzje odpowiadają bieżącym pod-celom.
- wybór jednej z tych reguł według zastosowanej strategii,
- zastąpienie pod-celu koniunkcją konkluzji tych reguł, które stanowiąc będą nowe pod-cele.

Stosowanie tego rodzaju reguł wnioskowania ma miejsce w zarządzaniu kryzysowym w obszarze analizy i zarządzania ryzykiem, gdzie konstruuje się oraz prowadzi się ewaluację jakościową i ilościową drzew zdarzeń (*ang. Event Tree Analysis*) i drzew błędów (*ang. Fault Tree Analysis*) [9]. Stosowanie drzew zdarzeń pozwala na identyfikację i ocenę zdarzeń początkowych (inicjujących sytuację niekorzystną) dających pewien skutek, poprzez ukazanie w niej, istniejących pomiędzy różnymi fazami zdarzenia wzajemnych związków i zależności. Analiza drzewa błędów daje możliwość określenia powiązanych ze sobą zarówno błędów ludzkich jak i technicznych defektów prowadzących do określonych skutków (powstania zdarzenia inicjującego). Jakościowa analiza drzew zdarzeń i drzew błędów (tj. bez oszacowania prawdopodobieństw), pomaga zorientować się w całym zakresie ryzyka i w zrozumieniu sytuacji, której ryzyko dotyczy. Ilościowa analiza drzew pomaga w wyznaczeniu prawdopodobieństw pewnych ciągów zdarzeń lub zdarzeń pojedynczych. Wyjściowym punktem do budowy drzewa zdarzeń jest zdarzenie inicjujące, które jest przyczynkiem do powstania łańcucha zdarzeń niekorzystnych. Drzewo błędów buduje się w drugą stronę, sta-

rając się odpowiedzieć na pytanie co doprowadziło do zdarzenia inicjującego drzewo zdarzeń. Wynika z powyższego, że Systemy Ekspertowe mogą być wykorzystywane w obszarze wspomagania procesu decyzyjnego poprzez analizę ryzyka, dając decydentowi inżynierskie narzędzie zwiększające efektywność jego decyzji. Ograniczenie jakie pojawia się na tym obszarze wykorzystania SE to złożoność problemów w obszarze zarządzania kryzysowego oraz znaczna liczba możliwych scenariuszy zdarzeń, które należy uwzględnić.

Jak powinien zatem wyglądać Zintegrowany System Zarządzania na potrzeby zarządzania kryzysowego? System ten powinien w sposób umożliwiający wystąpienie dodatknej synergii konsolidować ze sobą trzy rodzaje systemów zarządzania informacją i wspomagania podejmowania decyzji: System Informacji Przestrzennej (GIS), System Wspomagania Decyzji (SWD) oraz rodzinę Systemów Ekspertowych (SE), reprezentującą wiedzę z szerokiego zakresu dziedzin istotnych z punktu widzenia zarządzania kryzysowego.

Literatura

1. **Bielecki W.T.:** *Informatyzacja zarządzania*. Polskie Wydawnictwo Ekonomiczne. Warszawa 2001.
2. **Gotlib B., Iwaniak A., Olszewski R.:** *GIS – Obszary zastosowań*. Warszawa. Wydawnictwa Naukowe PWN, 2007.
3. **Kisielnicki J., Sroka H.:** *Systemy informacyjne biznesu. Informatyka dla zarządzania*. Agencja Wydawnicza Placet. Warszawa 2005.
4. **Kolbusz E., Nowakowski A.:** *Informatyka w zarządzaniu – metody i systemy*. Wydawnictwo Zachodniopomorskiej Szkoły Biznesu. Szczecin 1999.
5. **Kolbusz E., Rejer I. i inni:** *Wstęp do informatyki w zarządzaniu*. Wydawnictwo Naukowe Uniwersytetu Szczecińskiego. Szczecin 2006.
6. **Smolarkiewicz M.M.:** *Koncepcje baz danych niezbędnych dla funkcjonowania struktur zarządzania kryzysowego (CPR, GCR)*. VI edycja Konferencji “Teleinformatyczne standardy i procedury w zarządzaniu kryzysowym – narzędzia GISowskie oraz programy symulacyjne”. Elektroniczna Administracja, nr 3. Warszawa 2006. str. 39÷60.
7. **Smolarkiewicz M.M.:** *Rola GIS w zarządzaniu bezpieczeństwem*. Redakcja: M. Lisiecki. Wyższa Szkoła Zarządzania i Prawa im. H. Chodkowskiej w Warszawie. Warszawa 2008.
8. **Szmit M.:** *Informatyka w zarządzaniu*. Centrum Doradztwa i Informacji Difin sp. z. o. o. Warszawa 2003.

9. **Wolanin J.:** *Zarys teorii bezpieczeństwa obywateli*. DANMAR. Warszawa 2005.
10. **Żebrowski P., Abramowicz W., Filipowska A., Wróblewski D., Smolar-kiewicz M.M., Wolanin J., Wiśniewski M., Bassara A.:** *Progressive crisis management system*. Symposium on Risk Management and Cyber-Informatics RMCI. 2005. str. 419÷424.

IT Systems in the Decision Making Support Process and in Crisis Management

Abstract

Crisis management is one of the most complex types of management. This is a result of the fact that "The crisis can be regarded as 'odd point' civilization in space. Undoubtedly, this phenomenon is focusing almost all problems due to pressure of time, generally taking place in a limited space. You need to add to that a strong social pressure, always acting in such circumstances. That is why in times of crisis, in 'very a very short time', in an extremely bright way, the defect of bad solutions manifest themselves (...). We face the crisis situations when the effects of events are serious or very serious, and salvage operations demand the coordination of many departments." The above quote in a concise and factual way defines the notion of a crisis. Crisis management is therefore a process with which the decision maker would like to come up as rarely as possible. However, despite the fact that crises are relatively rare, it is impossible to prevent them. Therefore we should be prepared in advance on their arrival.

Crisis management is a continuous process, which is divided into four phases: Prevention (Prophylaxis), Preparation (Readiness), Response and Reconstruction. In each of these phases decisions are taken which, in smaller or greater way influence the "vulnerability" of the protected system (usually in the management of public safety, such a system is reduced to the concept of local community).

Safety management of society in the crisis situations requires effective and proficient decision making process from leaders and coordinators – people responsible for life and property. If taking into account that typical aspects of crisis situation are lack of information and lack of time a conclusion can be made that use of any tools which help in the decision making process is needed. Decision Support Systems (DSS) and Expert Systems (ES) may play an important role in the process of crisis management. In this article the role, tasks and some limitations of these kinds of systems as a part of crisis management process and safety system of society were described.

