

**Artur BAJDA, Dariusz LASKOWSKI, Marian WRAŻEŃ**  
Wojskowa Akademia Techniczna, Wydział Elektroniki, Warszawa

## **TESTOWANIE MECHANIZMÓW REALIZACJI USŁUG W PROCESIE ZARZĄDZANIA SYTUACJĄ KRYZYSOWĄ**

### **Słowa kluczowe**

Dane, sytuacja kryzysowa, zarządzanie ryzykiem, zarządzanie kryzysem.

### **Streszczenie**

Zarządzanie w sytuacji kryzysowej jest systematycznym i przemyślanym działaniem zapobiegającym i zmniejszającym konsekwencje wynikające z wystąpienia destrukcyjnego narażenia. Skuteczność postępowań antykryzysowych zależy od metod kierowania pracą ludzi i zarządzania funkcjonowaniem urządzeń telekomunikacyjnych w Systemie Zarządzania Kryzysem (SZK). Urządzenia telekomunikacyjne zapewniają obieg danych między osobami funkcyjnymi (tj. kierujący akcją, wójt, prezydent).

Na potrzeby walidacji obiegu informacji wykonano model sieci komputerowej gwarantującej terminową realizację usług. Następnie przeprowadzono symulację z wykorzystaniem narzędzia Comnet III. Program ten umożliwił określenie przepustowości i opóźnienia między szesnastoma miastami wojewódzkimi będącymi Centrami Zarządzania Kryzysowego. Zbiór badanych usług obejmował e-mail, strony www, ftp, monitoring, telefonia i faks zgodnie z zaleceniami organizacji ITU-T i IETF, definiujących telekomunikacyjne środowisko sieciowe. Wyniki symulacji stały się podstawą do rekomendacji gwarantującej jakość usług w samym Centrum i między innymi Centrami Zarządzania Kryzysowego.

## Wprowadzenie

Egzystencja ludzkości od początków swego istnienia jest związana z wieloma rodzajami zdarzeń zarówno bezpiecznymi, jak i sytuacjami zagrożenia życia. Tworzą one załazek sytuacji kryzysowych wynikających ze zdarzeń losowych lub zamierzonych ludzi i pozostałych elementów środowiska. Ze względu na nieprzewidywalność i lawinowość zachowań tego rodzaju konieczne jest dążenie do ograniczenia ich źródeł oraz eskalacji. Tego rodzaju przedsięwzięcia zawierają się w metodologicznym katalogu procedur opisujących rolę i zadania podmiotów administracji rządowej i samorządowej odpowiedzialnych za Zarządzanie Sytuacją Kryzysową (ZSK) [1].

### 1. Ocena systemu zarządzania kryzysowego

System bezpieczeństwa narodowego odpowiedzialny jest za adekwatność podejmowanych przedsięwzięć antykryzysowych i gwarantować powinien efektywne wykorzystanie potencjału organów administracji publicznej w zakresie minimalizacji skutków wystąpienia destrukcyjnych narażeń. Terminowy obieg informacji między osobami funkcyjnymi w Systemie Zarządzania Kryzysowego (SZK) osiągnąć jest przez wysokiej jakości (ang. *Quality of Services*, QoS), bezpieczne sieci komputerowe w domenach lokalnych i rozległych.

Usługi oferowane użytkownikom w SZK muszą spełniać wymagania zalecenia ITU-T G.1010 dla opóźnienia (czasu zrealizowania usługi), fluktuacji i wahania opóźnienia (ang. *jitter*) oraz straty informacji (pakietów IPv4 – ang. *Internet Protocol version 4*). Cechy transportu pakietowego zależne są od mechanizmów kolejkowania i buforowania pakietów oraz sterowania obciążeniem na elementach szkieletowych sieci dla aplikacji czasu rzeczywistego (ang. *real time*, RT). Weryfikacja realizacji usług wymagała wyznaczenia wag preferencyjnych oraz normowania i agregacji parametrów technicznych, które z uogólnionym modelem symulacyjnym sieci telekomunikacyjnej ZSK stały się bazowymi wytycznymi do procesu symulacji.

### 2. Symulacja systemu zarządzania kryzysowego

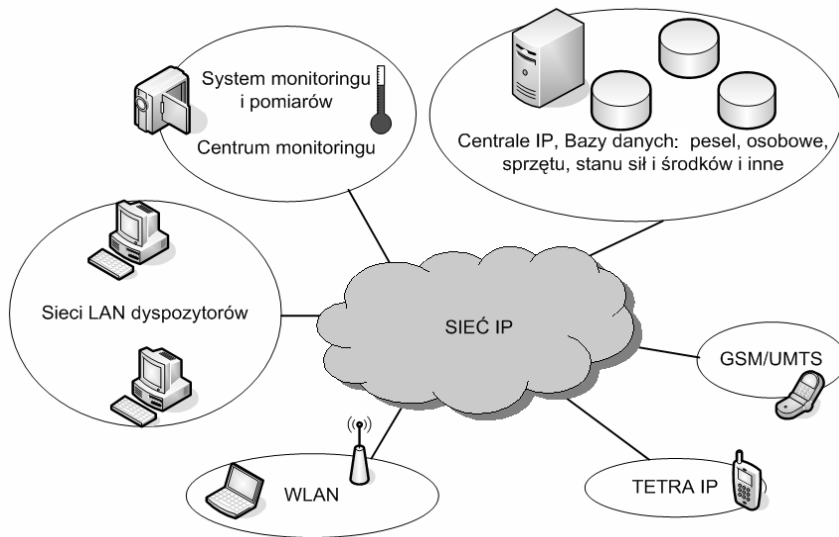
Celem badania było określenie zapotrzebowania na przepływności niezbędne do zapewnienia realizacji usług sieciowych z pożądaną jakością w przypadku uruchomienia systemu zarządzania kryzysowego o zasięgu krajowym. Metodyka badania parametrów usług zakładała poprawność konstrukcji architektury obiegu danych [1] w kontekście jej funkcjonowania i sprowadzała się do wykonania następujących prac analityczno-badawczych, tj.:

- 1) opracowanie matematycznego modelu topologii sieci teleinformatycznej z uwzględnieniem: trasy i długości oraz bazowej przepustowości i opóźnień

- łączy w relacjach end-to-end, technicznych własności koncentratorów ruchu dla grup roboczych i domen podsieci,
- 2) zebranie informacji o intensywność uszkodzeń i intensywność naprawy w oparciu o *Mil Hdbk 217* i *Mil Std 470*,
  - 3) wybór symulacyjnego programu komputerowego do obliczeń deterministycznych wskaźników (Comnet III),
  - 4) opracowanie scenariusza badania sieci ze stosem TCP/IPv4 / BGP4,
  - 5) przyjęcie kryterium oceny niezdatności sieci,
  - 6) powtórzenie badań (62 razy) dla uzyskania wiarygodności 95%.

Model symulacyjny charakteryzował się poniżej przytoczonymi własnościami (rysunek 1):

- sieci szkieletowa zawierała węzły 16 miast wojewódzkich,
- trakty łączące węzły szkieletu o przepustowości  $n155\text{Mb/s}$ ,
- trakty dostępne central powiatowych są o przepustowości  $n32\text{Mb/s}$ ,
- wiązki łączące central satelickich w gminach posiadają łącza  $n2\text{Mb/s}$ .



Rys 1. Model struktury Systemu Zarządzania Kryzysowego

Sieć telekomunikacyjna SZK składa się z sieci teleinformatycznej, ruchomych stanowisk dyspozytorskich, systemu zarządzania oraz systemów radiowych. Wykorzystanie w sieci central IP wspólnych mechanizmów sieciowych oraz szczególnie protokołu IP zapewnia zgodną pracę różnych systemów łączności, np. TETRA (ang. *Terrestrial Trunked Radio*), GSM/UMTS (ang. *Global System for Mobile Communications/Universal Mobile Telecommunications*

System), a także innych sieci, w tym telefonicznej. Ruchome stanowiska dyspozytorskie ulokowane w mobilnym punkcie kierowania, dołączone są drogą radiową i pozwalają między innymi na zarządzanie grupami użytkowników.

Wyniki otrzymane w procesie symulacji poddano zebraniu i uśrednieniu oraz wybrane z nich ujęto w poniższych tabelach (tabele 1÷3).

Tabela 1. Średnie prawdopodobieństwo wystąpienia blokad wywołań w liniach transmisyjnych i procentowa zajętość linii transmisyjnych

Relacja <sup>1</sup>	Wykorzystanie linii [%] / Średnie prawdopodobieństwo blokad	
	Poziom ruchu I	Poziom ruchu II
RZRK-WZRK	0,00/56,15	0,00/91,17
WZRK-PZRK	0,00/17,82	0,00/30,06
PZRK-GZRK	0,00/4,10	0,00/8,35
GZRK-GR	0,00/0,33	0,00/0,40

Wartość prawdopodobieństwa wystąpienia blokady w liniach transmisyjnych w żadnym z eksperymentów nie przekroczyła zera, natomiast procentowa zajętość traktów osiągnęła maksymalną wartość na poziomie ponad 90% w przypadku drugiej skali ruchu w relacjach RZRK-WZRK.

Tabela 2. Liczba wywołań/Średnie prawdopodobieństwo blokady usług telefonicznych

Umieszczenie generatora usługi / rodzaj usługi	Liczba połączeń / Prawdopodobieństwo blokady usługi	
	poziom ruchu I	poziom ruchu II
RZRK/TLF	392/0,00	785/0,00
RZRK/FAKS	110/0,00	197/0,00
WZRK/TLF	285/0,00	681/0,00
WZRK/FAKS	126/0,00	198/0,00
PZRK/TLF	378/0,00	756/0,00
PZRK/FAKS	93/0,00	234/0,00
GZRK/TLF	1121/0,00	2214/0,00
GZRK/FAKS	259/0,00	513/0,00
GR/TLF	72/0,00	135/0,00
Spółceństwo/tlf	RZRK-4Erl, WZRK-3 Erl, PZRK-2 Erl, GZRK-1Erl	RZRK-8Erl, WZRK-6 Erl, PZRK-4 Erl, GZRK-2Erl

<sup>1</sup> Oznaczenia: R/W/P/G ZKK – Rządowy/Wojewódzki/Powiatowy/Gminny Zespół Reagowania Kryzysowego, GR – Grupy Reagowania.

Uzyskane wyniki świadczą o braku występowania blokad wywołań i rozłączeń usług z komutacją kanałów. Zróżnicowana liczba zdarzeń polegających na wywołaniach i realizacji połączeń wynika z różnej liczby użytkowników tychże usług występujących na poszczególnych szczeblach zarządzania kryzysowego.

Tabela 3. Średnie opóźnienie wiadomości po zwiększeniu przepustowości stacjonarnych traktów międzywęzłowych do 8 Mb/s

Wiadomość	Opóźnienie [ms]	
	Skala ruchu 1	Skala ruchu 2
RZRK		
ftp_wys	58093	322727
e-mail_wys	30793	13170
www odb	3357	6023
WZRK		
ftp_wys	84239	341771
e-mail_wys	2525	4229
www odb	969	5226
PZRK		
ftp_wys	138054	286923
e-mail_wys	2260	2587
www odb		
GZRK		
ftp_wys	38854	248968
e-mail_wys	2460	2668

Otrzymane wyniki średnich opóźnień wiadomości znacznie przekraczają założone 10 minut, co było wynikiem zbyt małej przepustowości łączy międzywęzłowych. W związku z tym przeprowadzono kolejne dwa eksperymenty przy zwiększonej do 8 Mb/s przepustowości łączy dla usług informatycznych dla 1 i 2 skali ruchu. Zebrane w tabeli 3 wyniki potwierdzają, że przy dwukrotnym zwiększeniu przepustowości łączy na usługi teleinformatyczne opóźnienie wiadomości spełnia założenia jakościowe. Innym wskaźnikiem jakości, który został określony dla badanego obiektu było opóźnienie w dostarczaniu wiadomości (e-mail, FTP, WWW). W tym przypadku przyjęto, że opóźnienie wiadomości mniejsze od 10 minut spełnia kryterium jakości.

Zebrane w tabelach wyniki pozwalają na stwierdzenie, że dla przyjętej przepustowości linii transmisyjnych sieci stacjonarnej uzupełnionej traktami rozwiniętymi przez połowe środki łączności oraz założonej intensywności i natężenia ruchu generowanego z wszystkich punktów zarządzania antykryzysowego oraz z dowództw grup ratunkowych, a w tym służb mundurowych – sieć jest w stanie spełnić założone wymagania jakościowe w zakresie usług z komutacją kanałów.

W sieciach komputerowych punktów zarządzania kryzysowego liczba kolizji była na tyle mała, że nie miała istotnego wpływu na przekroczenie progu jakościowego nawet dla wiadomości, które były najdłużej transmitowane. Jednak zbyt mała zdolność przepustowa traktów międzywęzłowych wydzielona do transmisji danych w ramach usług teleinformatycznych spowodowała znaczne przekroczenie przyjętego kryterium jakościowego.

W związku z niezadowalającymi wynikami dla usług teleinformatycznych przeprowadzono kolejny eksperyment zwiększając przepustowość traktów stacjonarnych dla tych usług do wartości 8 Mb/s (pozostawiając przepustowości dla usług z komutacją kanałów na poziomie 4 Mb/s). Po zwiększeniu przepustowości łączy, do 8 Mb/s, na rzecz usług teleinformatycznych średnie opóźnienie wiadomości nie przekraczało progu jakościowego, a dla usługi www było znacznie niższe od niego. Wyżej wymieniony wniosek dotyczył podstawowego poziomu ruchu. W przypadku zwiększenia intensywności ruchu o 100% uzyskano średnie wartości opóźnień nieprzekraczające założonych 10 minut dla RZRK i znacznie niższe poziomy opóźnień dla niższych szczebli zarządzania działaniami kryzysowymi.

Wyniki zawarte w tabelach z danymi dotyczącymi wykorzystania linii transmisyjnych obrazują zróżnicowanie obciążenia traktów w zależności od szczebla zarządzania kryzysowego także w przypadku dwukrotnego zwiększenia intensywności i natężenia ruchu. W żadnym z eksperymentów nie wystąpiły blokady wywołań ani przerwania usług realizowanych z komutacją kanałów, co oznacza stuprocentową realizację usług fonicznych i faksowych. Średnie czasy dostarczania wiadomości również były zróżnicowane w zależności od poziomu szczebla organizacyjnego zarządzania antykryzysowego.

Najbardziej niekorzystne wyniki uzyskano na szczeblu rządowym przy skali ruchu dwukrotnie powiększonej, ale i w takim przypadku linie transmisyjne o przepustowości 4 Mb/s okazały się wystarczające, przy czym warto zauważyć, że ponad 91% wykorzystanie traktów między RPZK i WPZK oznacza praktycznie granicę, po przekroczeniu której zaczęłyby się pojawiać blokady połączeń i rozłączenia. Dla usług z komutacją pakietów intensywność ruchu ma większy poziom bezpieczeństwa w zakresie osiągnięcia progu jakościowego, ale przy przepustowości łączy zwiększonej do 16 Mb/s. Oczywiście można byłoby korzystniej zarządzać współdzieleniem łączy i przeznaczyć nieco więcej pasma na usługi z komutacją kanałów niż komutacją pakietów w zależności od poziomu kierowania antykryzysowego, co jeszcze bardziej poprawiłoby te wskaźniki jakościowe.

Reasumując, można stwierdzić, że omawiana sieć eksploatowana w warunkach jw. spełnia kryterium jakości dla usług telefonicznych, faksowych i informatycznych w przypadku nawet dwukrotnie większego niż zidentyfikowane obciążenie.

## Wnioski

Dotychczasowe dociekania uprawniają do stwierdzeń:

- 1) Sieć komputerowa zbudowana zgodnie ze zidentyfikowanymi przepustowościami w pełni spełnia warunki jakościowe dla usług telefonicznych i teleinformatycznych (e-mail, www, monitoring, ftp).
- 2) Dwukrotne zwiększenie natężenia i intensywności ruchu powoduje znaczne zwiększenie wykorzystanie zasobów transmisyjnych i dla usług z komutacją kanałów zbliża je do wartości krytycznej, po przekroczeniu której pojawiają się blokady bądź rozłączenia.
- 3) Ze względu na dużą nadmiarowość jakościową dla relacji grupy ratunkowe – GZRK można przyjąć, że wykorzystanie starszych mobilnych środków radioliniowych zapewniłoby realizację usług z komutacją kanałów i pakietów na zaleconym poziomie.

Zatem eksploatacja sieci telekomunikacyjnej z opisaną zdolnością przepustową wraz liniami teletransmisyjnymi wybudowanymi za pomocą środków mobilnych i przy zidentyfikowanym poziomie generacji ruchu zapewni systemowi reagowania kryzysowego realizację wymaganych usług telekomunikacyjnych na potrzeby kierowania systemem reagowania kryzysowego, a w tym dowodzenia pododdziałami wydzielonymi z formacji mundurowych.

Jedną z możliwości zbudowania podsystemu łączności ruchomej w terenie jest wykorzystanie systemów telefonii komórkowej GSM/UMTS. Wykorzystanie możliwości sieci 2G/3G jest rozwiązaniem o tyle wygodnym na potrzeby systemu SZK, że pokrywają one sygnałem radiowym szerokie obszary miejskie. Ich zasadniczą przewagą jest także redundancja wynikająca z nakładania się zasięgów pochodzących od różnych operatorów.

System komunikacji ruchomej trzeciej generacji – UMTS poza połączeniami głosowymi oferuje przekaz multimedialny, jednoczesną transmisję zarówno głosu, obrazu, jak i danych. Wszystko to odbywa się z dużymi prędkościami i, co istotne, w czasie rzeczywistym. Zaimplementowane w UMTS technologie HSDPA (ang. *High Speed Downlink Packet Access*) i HSUPA (ang. *High Speed Uplink Packet Access*) pozwalają na osiąganie transferu z przepływnością 1,46 Mbit/s przy wysyłaniu informacji i 7,2 Mbit/s dla odbierania danych. Kolejną wersją sieci komórkowej będzie wchodzący aktualnie na rynek światowy system LTE (ang. *Long Term Evolution*). Oparty jest o protokół IP i wspiera standardy IPv4 i IPv6.

Zaprezentowana wiedza teoretyczna i przeprowadzona symulacja komputerowa są częścią wyników osiągniętych w ramach jednego z zagadnień pracy badawczej PBZ-MNiSW-DBO-01I2007 Monitoring, identyfikacja i przeciwdziałanie zagrożeniom bezpieczeństwa obywateli.

## **Bibliografia**

1. Laskowski D., Wrażeń M.: Minimalizacja ryzyka w zarządzaniu sytuacją kryzysową przez wspomaganie komputerowe, XXXIX ZNS 2010.
2. Nowak E.: Zarządzanie kryzysowe w sytuacjach zagrożeń niemilitarnych, Warszawa 2007.
3. Nr PBZ-MNiSW-DBO-01/I/2007 pt.: Monitoring, identyfikacja i przeciwdziałanie zagrożeniom bezpieczeństwa obywateli. WAT, Warszawa 2008÷2010.

Recenzent:

**Wojciech ZAMOJSKI**

## **The mechanisms of testing for realisation services in the process of crisis situation management**

### **Key words**

Data, critical situation, risk management, crisis management.

### **Summary**

Management in a critical situation is a systematic and well-thought-out task with the aim of prevention and mitigation of the consequences of a crisis. The effectiveness depends on the methods of the management and functioning telecommunication devices in the Crisis Management System. Telecommunication devices assure the circulation of the data between functional persons (village mayor, president).

A model network has been created that ensures timely delivery of services. The subsequent steps are carried out using simulations created in Comnet III. Comnet allows the qualification of capacity and delay between sixteen province cities that are the Centres of Crisis Management. The set of test services provides the following: e-mail, web browsing, downloading files from the database, and monitoring telephone and fax communication. Statistical distribution services are distributed as normal and exponential functions. These are generally accepted distributions for these services, conforming to the recommendations of ITU-T and IETF defining the environment network. The results of the simulation became the basis of recommendations guaranteeing the quality of services in the Crisis Management Centre.

Presented theoretical knowledge and conducted computer simulation are a part of the results achieved in the one of the research work issues PBZ-MNiSW-DBO-01I2007. Monitoring, identifying and countering threats of the citizen's security.