

**ABOUT THE NEED AND POSSIBILITIES OF COMPUTER SUPPORT
OF PUBLIC SECURITY ANALYST IN REGION
- STATE OF THE WORKS
O POTRZEBIE I MOŻLIWOŚCIACH KOMPUTEROWEGO
WSPOMAGANIA ANALITYKA BEZPIECZEŃSTWA PUBLICZNEGO
W REGIONIE – STAN PRAC**

Edward Kołodziński

Instytut Optoelektroniki
Wojskowa Akademia Techniczna, Warszawa
ekolodzinski@wp.pl

Piotr Zapert

Instytut Optoelektroniki
Wojskowa Akademia Techniczna, Warszawa
piotrzapert@gmail.com

ABSTRACTS

The effectiveness of services responsible for public security in the region is determined not only by the availability of the required forces and resources, but also by their location relative to the sources of threat and the protected entities. For this reason, the forces and resources that guarantee security in the region should be distributed in a manner that accounts for the current location of the protected entities and sources of threat to the operational security of those entities. Elaboration discusses state of the works of computer support of public security analyst in region. It presents short review of currently applied methods of determining optimal distribution of forces and resources that guarantee public security. It presents method of determining values of index of quality evaluation of the deployment in case of accurate reasoning using expert application based on skeletal expert system AITECH Sphinx. Verbal example task of optimising the deployment of active elements protecting two entities has been formulated and solved using developed application.

Skuteczność, a także efektywność działania służb odpowiedzialnych za zapewnienie bezpieczeństwa publicznego w regionie zależy nie tylko od stanu ich sił i środków, lecz także, w sposób zasadniczy, od ich rozmieszczenia względem źródeł zagrożeń i podmiotów ochraniających. Zasadne jest zatem, w ramach przygotowania sił i środków służb zapewniających

bezpieczeństwo publiczne w regionie, dostosowanie ich dyslokacji do aktualnego rozmieszczenia podmiotów ochraniających i źródeł zagrożeń. W artykule przedstawiono stan prac nad komputerowym wspomaganie analityka bezpieczeństwa publicznego w regionie. Dokonano krótkiego przeglądu obecnie stosowanych metod wyznaczania optymalnego rozmieszczenia sił i środków służb odpowiedzialnych za zapewnienie bezpieczeństwa publicznego. Przedstawiono metodę wyznaczania wartości wskaźnika oceny jakości dyslokacji w przypadku wniosku dokładnego za pomocą aplikacji ekspertowej, bazującej na szkieletowym systemie ekspertowym AITECH Sphinx. Sformułowano werbalnie przykładowe zadanie optymalizacji dyslokacji elementów aktywnych ochraniających dwa obiekty i podano sposób jego rozwiązania za pomocą opracowanej aplikacji.

KEY WORDS:

public safety, optimization of distribution of forces and resources, security analyst, security system, expert system
bezpieczeństwo publiczne, optymalizacja dyslokacji sił i środków, analityk bezpieczeństwa, system bezpieczeństwa, system ekspertowy

WPROWADZENIE

Bezpieczeństwo publiczne w regionie zapewnia się poprzez (Kołodziński, 2009a, 2009b):

1. **zapobieganie** zagrożeniom,
2. **przygotowanie** podmiotów regionu oraz sił i środków służb zapewniających bezpieczeństwo,
3. **reagowanie** w przypadku wyzwolenia zagrożeń,
4. **likwidację** skutków wyzwolonych zagrożeń.

Analiza bezpieczeństwa funkcjonowania podmiotów w regionie prowadzona jest w warunkach:

- niepewności i nieokreśloności wystąpienia zagrożeń,
- niepewności i nieokreśloności strat, jakie zagrożenia mogą spowodować,
- niepewności i nieokreśloności warunków, w jakich decyzje będą realizowane – mogą być inne od zakładanych przez decydenta w momencie ich podejmowania,
- ograniczenia czasowego na dokonanie ewentualnej zmiany dyslokacji sił i środków, ze względu na zmiany źródeł wystąpienia i skali zagrożeń.

Niepewność i nieokreśloność skali zagrożeń bezpieczeństwa publicznego, strat przez nie powodowanych oraz kosztów realizacji decyzji powoduje ich ryzyko (Kołodziński, Lachowicz, 2010), że będą inne, niż prognozuje się przy podjęciu danej decyzji.

Powyższe implikuje potrzebę wyposażenia analityka bezpieczeństwa publicznego regionu w oprogramowanie wspomagające:

- prognozowanie zagrożeń bezpieczeństwa publicznego w regionie,
- optymalizację dyslokacji sił i środków służb odpowiedzialnych za bezpieczeństwo publiczne w regionie, z uwzględnieniem powyższych uwarunkowań i ograniczeń, przede wszystkim, terenowych, kosztów i ryzyka.

W ocenie autorów artykułu skutecznym sposobem poprawy jakości zarządzania bezpieczeństwem publicznym w regionie jest opracowanie systemu informatycznego o właściwościach systemu ekspertowego, wspomagającego analityka bezpieczeństwa w realizacji zadań.

ReVelle i inni (2005) wskazują, że modele wyznaczania lokalizacji obiektów były badane w różnych formach od setek lat. Pomimo różnych kontekstów stosowania tych modeli ich główne założenia pozostają jednakowe: przestrzeń z miarą, klienci, których lokalizacja jest znana, oraz obiekty obsługi, których lokalizacje muszą być wyznaczone przy użyciu pewnej funkcji celu.

Najbardziej rozpowszechnione metody wyznaczania optymalnych rozmieszczeń sił i środków służb bazują na tzw. modelach pokrycia (ang. Covering Models). Ich celem jest zapewnienie odpowiedniego „pokrycia” miejsc żądań z wybranego obszaru. Modele pokrycia można podzielić na dwie zasadnicze kategorie, stosowane do rozwiązywania problemów: rozmieszczenia (LSCP – Location Set Covering Problem) oraz problemów maksymalnego pokrycia (MCLP – Maximal Covering Location Problem). Na uwagę zasługują zmodyfikowane modele pokrycia, uwzględniające „zapasową ochronę” – zapewnianą przez więcej niż jeden obiekt obsługi (Hoga, ReVelle, 1986; Curtin, Hayslett-McCall, Qiu, 2010; Pirkul, Schilling, 1988). Należy jednak zauważyć, że wzrost poziomu „zapasowego pokrycia” może powodować spadek poziomu maksymalnego pokrycia (rys. 1.). Istotny jest również fakt, że optymalne lokalizacje obiektów obsługi, wyznaczone przy wykorzystaniu modelu zapasowego wsparcia, mogą skupiać się w obszarach o zwiększonej gęstości zgłoszeń (rys. 2.).

AKTUALNY STAN BADAŃ NAD DOSKONALENIEM SYSTEMU BEZPIECZEŃSTWA PUBLICZNEGO

Curtin i inni (2010) wskazują na przykładzie służb policyjnych, że w większości przypadków nie ma metod ilościowych do określania bliskości eksperckich rozmieszczeń sił, tworzonych heurystycznie przez decydentów, do optymalnego rozmieszczenia. Heurystyczne rozmieszczenia często odpowiadają granicom administracyjnym, geograficznym czy też bliskości miejsc podwyższonego prawdopodobieństwa wyzwolenia zagrożenia. Brak metod ilościowych i formalnych procedur powoduje trudności w zarządzaniu zasobami na wyższym poziomie administracji (Taylor, Huxley, 1989). Problemy te implikują konieczność zwiększenia poziomu komputerowego wsparcia wyznaczania optymalnej dyslokacji sił i środków służb odpowiedzialnych za zapewnienie bezpieczeństwa publicznego w regionie. Wyniki analiz związanych z badaniami operacyjnymi w dziedzinie egzekwowania prawa są często jedynym źródłem ilościowych danych wspomagających decydentów (Aly, Litwhiler, Heggy, 1982). W kontekście policyjnej geografii metody badań operacyjnych wykorzystywane są przede wszystkim do projektowania marszrut patroli policji i rozmieszczenia funkcjonariuszy w obszarach zwiększonych zagrożeń. Autorzy wskazują na niedostatek badań w zakresie projektowania obszarów patrolowania przez policję, czym motywują swoje badania.

W przeciwieństwie do badań nad optymalnymi marszrutami badania nad optymalnym przydziałem funkcjonariuszy do miejsc zwiększonych zagrożeń zakończyły się kilkoma sukcesami. Korporacja Rand wsparła badania nad znajdowaniem optymalnego rozmieszczenia patroli policji (Larson, 1975). Model został zaprojektowany do wyznaczania wzorców rozmieszczeń sił policji dla predefiniowanych obszarów patrolowania. Bardziej zaawansowany model alokacji samochodów policyjnych został zaproponowany w (Chaiken, Dormont, 1978) i dystrybuowany w departamentach policji (Chaiken, 1978). W (Green, 1984) i (Green, Kolesar, 1984) model rozszerzono, a jego poprawność pozytywnie przetestowano (Green, Kolesar, 1989) z uwzględnieniem ograniczeń wynikających z ludzkiego zachowania. W innych badaniach przetestowano strategie dla obszaru wiejskiego patrolowania (Birge, Pollock, 1989) i rozmieszczenia sił (Kern, 1989).

W ciągu ostatnich 15 lat prowadzono relatywnie mało prac badawczych w obszarze modeli optymalnego planowania ratunkowego. Jeszcze mniej skupiało się na wyznaczaniu optymalnych obszarów patrolowania. W (Green, Kolesar, 2004) wykazano potrzebę zaprojektowania i implementacji takich modeli.

W (Curtin, Hayslett-McCall, Qiu, 2010) przedstawiono modele optymalizacji i procedury rozwiązań, pozwalających na projektowanie obszarów patrolowania, wykorzystując cele maksymalnego wsparcia i maksymalnego zapasowego wsparcia.

DOTYCHCZASOWE PRACE AUTORÓW UKIERUNKOWANE NA OPTYMALIZACJĘ DYSLOKACJI SIŁ I ŚRODKÓW BEZPIECZEŃSTWA DZIEDZINOWEGO

Dotychczasowe prace autorów niniejszego artykułu ukierunkowane były na wykorzystanie zaawansowanych narzędzi matematycznych i informatycznych do wspomagania pracy analityka bezpieczeństwa regionu.

W (Kołodziński, Zapert, 2011a) przedstawiono koncepcję wyznaczania optymalnej, dziedzinowej dyslokacji sił i środków służb, z zastosowaniem dokładnego modelu matematycznego oraz modelu opartego na logice rozmytej. W (Kołodziński, Zapert, 2011b) zaproponowano metodę wykorzystania dokładnych systemów ekspertowych, z wykorzystaniem oprogramowania szkieletowego firmy AITECH.

Po opracowaniu koncepcji wykorzystania narzędzi matematycznych i informatycznych rozpoczęto prace nad opracowaniem dedykowanego oprogramowania Systemu Wspomagania Analityka Bezpieczeństwa Publicznego (SWABP), wspomagającego pracę analityka bezpieczeństwa regionu w zakresie doskonalenia struktury systemu bezpieczeństwa publicznego. Wyniki prac były na bieżąco prezentowane w publikacjach oraz wystąpieniach na konferencjach związanych tematycznie z zarządzaniem bezpieczeństwem.

W (Kołodziński, Zapert, 2012c) zaprezentowano moduł SWABP odpowiedzialny za wyznaczanie optymalnego, dziedzinowego rozmieszczenia elementów aktywnych, przy wykorzystaniu modelu opartego na dokładnych systemach ekspertowych. Moduł wyznaczania optymalnej, dziedzinowej dyslokacji elementów aktywnych, wykorzystujący model oparty na symulacji komputerowej (rys. 3.), przedstawiono w (Kołodziński, Zapert, 2012b).

We wcześniej opublikowanym artykule (Kołodziński, Zapert, 2011a) przedstawiono moduł programowy SWABP do wyznaczania optymalnego rozmieszczenia elementów aktywnych Systemu Bezpieczeństwa Regionu oparty na logice rozmytej (rys. 4.).

Poprawność działania poszczególnych modułów programowych zweryfikowano na tym samym przykładzie (jedna dziedzina – rodzaj zagrożenia, dwa obiekty ochraniające, dwa elementy aktywne z dziewięcioma kombinacjami rozmieszczenia, dwa źródła zagrożeń).

Dzięki modułom programowym SWABP, służącym do wyznaczania optymalnego rozmieszczenia elementów aktywnych Systemu Bezpieczeństwa Regionu, możliwe było opracowanie modułu wyznaczania wypadkowej dyslokacji elementów aktywnych (rys. 5.), uwzględniającej rozmieszczenia dziedzinowe (Kołodziński, Zapert, 2012a, 2013).

W literaturze przeanalizowanej przez autorów w modelach rozmieszczenia elementów aktywnych rozważa się dwie kategorie obiektów: obiekty ochraniające oraz elementy aktywne. Autorzy uwzględniają dodatkowo źródła zagrożeń. Zwiększa to niewątpliwie adekwatność modeli wykorzystywanych w rozwiązywaniu problemów – zabezpieczanie obiektów potencjalnie niebezpiecznych (fabryki wykorzystujące substancje niebezpieczne, elektrownie atomowe, itd.), których awarie mogą powodować znaczne zniszczenia w bezpośrednim sąsiedztwie.

Długości tras oraz czasy dojazdu do obiektów ochraniających w rozpowszechnionych modelach alokacji są obliczane programowo, w najlepszym wypadku uwzględnia się losowość tych wielkości poprzez zastosowanie metod probabilistycznych. W niektórych publikacjach są one zmiennymi rozmytymi (Davari, Hossein, Zarandi, Hemmati, 2011; Takaci, Maric, Drakulic, 2012). W ocenie autorów pracy wyznaczone w ten sposób charakterystyki dojazdu istotnie odbiegają od rzeczywistych. W proponowanym podejściu do wyznaczania długości tras i czasów dojazdu wykorzystywane są webserwisy firmy Google (GoogleMaps). Uzyskane w ten sposób wartości uwzględniają uwarunkowania drogowe.

CHARAKTERYSTYKA PROPONOWANEGO SYSTEMU WSPOMAGANIA ANALITYKA BEZPIECZEŃSTWA PUBLICZNEGO

System Wspomagający Analityka Bezpieczeństwa Publicznego (Kołodziński, Zapert, 2013) to aplikacja o właściwościach systemu ekspertowego. Jest to okienkowa aplikacja typu klient-serwer przedstawiona na rys. 6. Do jej budowy użyto narzędzia Apache Maven (The Apache Software Foundation, 2011).

System korzysta ze środowiska naukowego MATLAB, za pośrednictwem stworzonych przez Google bibliotek języka Java matlabcontrol (Code.google.com, 2013). SWABP-klient korzysta z bibliotek dokładnego wnioskowania szkieletowego systemu ekspertowego AITECH Sphinx (Michalik, 2006), za pośrednictwem specjalnie stworzonej do tego celu biblioteki wnioskowania dokładne.dll (Starosta, 2006). Aplikacja klienta komunikuje się z serwerem przy wykorzystaniu mechanizmu RMI (JBoss™ The Professional Open Source Company, 2006; Sun Microsystems Inc., 2004).

Do obsługi map regionu w kliencie aplikacyjnym wykorzystano biblioteki GIS NASA World Wind Java SDK (NASA, 2013) (rys. 7.), stworzone przez Narodową Agencję Aeronautyki i Przestrzeni Kosmicznej Stanów Zjednoczonych. System pozwala korzystać z bogatej bazy map udostępnianych przez serwery WMS. Autentykacja i autoryzacja komunikacji z serwerem zrealizowana jest w oparciu o JAAS (Coté, 2009; Goodarzi, 2008; JBoss™ The Professional Open Source Company, 2006).

SWABP-serwer to aplikacja napisana w korporacyjnej wersji Java (Burke, Monson-Haefel, 2007), działająca na serwerze J2EE JBoss (JBoss™ The Professional Open Source Company, 2006). Komunikacja serwera aplikacji z bazą danych realizowana jest przy wykorzystaniu mechanizmu mapowania Java Persistence API (Burke, Monson-Haefel, 2007), korzystającego z silnika Hibernate (Bauer, King, 2007), dzięki czemu system może współpracować z różnymi systemami relacyjnych baz danych. Przy wnioskowaniu rozmytym serwer używa bibliotek Fuzzy Logic Toolbox systemu MATLAB (The MathWorks Inc., 2002) za pośrednictwem stworzonej do tego celu dynamicznej biblioteki wnioskowania lib.dll (Starosta, 2006).

PRZYKŁAD ZASTOSOWANIA SWABP DO ZWIĘKSZANIA POZIOMU BEZPIECZEŃSTWA PUBLICZNEGO

Według Słownika języka polskiego PWN bezpieczeństwo publiczne to „całość porządku i urządzeń społecznych chroniących państwo i obywateli przed zjawiskami groźnymi dla ładu prawnego”. Służbami odpowiedzialnymi za zapewnienie bezpieczeństwa publicznego są, w pierwszej kolejności, policja, straż miejska, firmy ochroniarskie itp.

Opracowany SWABP, zaprezentowany w punkcie czwartym, testowano przy następujących założeniach:

- obiekty ochraniające (koła na rys. 8.) przez System Bezpieczeństwa Publicznego (SBP) to hipotetyczne miejsca zgromadzeń dużej liczby osób, ważne obiekty pożytku publicznego, itd.,
- podmioty ochraniające są przez jednostki wykonawcze służb SBP – elementy aktywne (przykładowo mogą to być miejsca stacjonowania sił policji ochraniających zgromadzenie),
- każdy element aktywny jest w stanie skutecznie przeciwdziałać zagrożeniom bezpieczeństwa publicznego,
- każdy z elementów aktywnych może być ulokowany w kilku miejscach, określanych mianem dozwolonych położeń (żółte sześciany na rys. 8.),
- zbiór rozwiązań dopuszczalnych zadania badawczego to zbiór wariantów dyslokacji wyróżnionych elementów aktywnych. Jest to iloczyn

kartezjański zbiorów dozwolonych położen elementów aktywnych,

- w rejonie odpowiedzialności SBP położone są źródła generujące zagrożenia dziedzinowe (trójkąty na rys. 8.). Mogą to być np. miejsca przemarszu grup o radykalnych poglądach.

Optymalne rozmieszczenie sił służb SBP jest wyznaczane z uwzględnieniem dwóch kryteriów (rys. 9.) ilościowych z wykorzystaniem środowiska AITECH Sphinx (Kołodziński, Zapert, 2012c):

- prawdopodobieństwo rozprzestrzenienia (rys.10.) – prawdopodobieństwo rozprzestrzenienia się zamieszek z miejsc oznaczonych jako źródła zagrożeń,
- czas do udzielenia pomocy (rys. 11.) w miejscach oznaczonych jako obiekty ochraniające.

Dla danych:

- położen obiektów ochraniających i źródeł zagrożeń,
- dozwolonych lokacji elementów aktywnych wyznaczono rozmieszczenie elementów aktywnych minimalizujące prawdopodobieństwo rozprzestrzenienia oraz czas do udzielenia pomocy.

Po uruchomieniu procesu wyznaczania optymalnych dyslokacji SWABP wyznacza wartości wskaźników oceny dla każdego z możliwych rozwiązań, a następnie wyznacza rozwiązania optymalne. Po wyświetleniu listy rozwiązań optymalnych analityk bezpieczeństwa regionu ma możliwość wyświetlenia optymalnego rozmieszczenia (rys. 12.) poprzez zaznaczenie wybranej dyslokacji.

PODSUMOWANIE

W artykule przedstawiono cząstkowe wyniki prac nad wytworzeniem systemu ekspertowego wspomagającego analityka bezpieczeństwa publicznego w zakresie optymalizacji dyslokacji sił i środków służb odpowiedzialnych za tę dziedzinę bezpieczeństwa. Na podkreślenie zasługuje fakt, że powstaje on w środowisku programowym opracowanym przez polską firmę AITECH. Jego przydatność autorzy widzą zarówno w zakresie zarządzania bezpieczeństwem publicznym, jak i kierowania reagowaniem na zakłócania ładu i porządku publicznego.

Aktualne prace ukierunkowane są na modelowanie podstawowych rodzajów zagrożenia bezpieczeństwa publicznego, opracowywanie dla nich heurystycznych reguł decyzyjnych i rozszerzanie zakresu funkcjonalnego SWABP.

REFERENCES:

- Aly, A., Litwhiler, D., Heggy, T. (1982). Operations research: A useful police management tool. *Journal of Police Science and Administration*, volume 10 (3). pp. 279–283.
- Bauer, C., King, G. (2007). *Java Persistence with Hibernate*. Greenwich: Manning Publications Co.
- Birge, J.R., Pollock, S.M. (1989). Modelling rural police patrol. *The Journal of the Operational Research Society*, volume 40 (1). pp. 41–54.
- Burke, B., Monson-Haefel, R. (2007). *Enterprise Java Beans 3.0*. Gliwice: Wydawnictwo Helion.
- Chaiken, J.M., Dormont, P. (1978). A Patrol Car Allocation Model: Background. *Management Science*, volume 24 (12). pp. 1280–1290.
- Chaiken, J.M. (1978). Transfer of emergency service deployment models to operating agencies. *Management Science*, volume 24 (7). pp. 719–731.
- Coté (2009). JAAS in action. Pozyskano [02.10.2013] z <http://www.jaas-book.com>
- Curtin, K.M., Hayslett-McCall, K., Qiu F. (2010). Determining Optimal Police Patrol Areas with Maximal Covering and Backup Covering Location Models. *NETWORKS & SPATIAL ECONOMICS*, volume 10 (1). pp. 125–145
- Davari, S., Hossein, M., Zarandi F., Hemmati, A. (2011). Maximal covering location problem (MCLP) with fuzzy travel times. *Expert Systems with Applications*, volume 38 (12). pp. 14535–14541.
- Goodarzi, N. (2008). Develop JAAS Security on JBoss application server. Pozyskano [02.10.2013] z <http://www.javadev.org/files/JAAS-JBoss.pdf>
- Green, L.V. (1984). A multiple dispatch queueing model of police patrol operations. *Management Science*, volume 30 (6). pp. 653–664.
- Green, L.V., Kolesar, P.J. (1984). A comparison of the multiple dispatch and M/M/c priority queueing models of police patrol. *Management Science*, volume 30 (6). pp. 665–670.
- Green, L.V., Kolesar, P.J. (1989). Testing the validity of a queueing model of police patrol. *Management Science*, volume 35 (2). pp. 127–148.
- Green, L.V., Kolesar, P.J. (2004). Improving emergency responsiveness with management science. *Management Science*, volume 50 (8). pp. 1001–1014.
- Hogan, K., ReVelle, C. (1986). Concepts and applications of backup coverage. *Management Science*, volume 32 (11). pp. 1434–1444.
- Code.google.com (2013). Matlabcontrol – A Java API to interact with MATLAB – Google Project Hosting. Pozyskano [02.10.2013] z <https://code.google.com/p/matlabcontrol>

- JBoss™ The Professional Open Source Company (2006). The JBoss 4 Application Server J2EE Reference. Atlanta, Georgia: JBoss Inc.
- Kern, G.M. (1989). A computer simulation model for the study of police patrol deployment. *Simulation*, volume 52 (6). pp. 226–232.
- Kołodziński, E. (2009a). Model Podstawowej Jednostki Organizacyjnej Systemu Bezpieczeństwa Kraju. *Czasopismo internetowe Zagadnienia Inżynierii Bezpieczeństwa*. Pozyskano [10.10.2013] z <http://www.ptib.pl/component/remository/?func=fileinfo&id=103>
- Kołodziński, E. (2009b). O potrzebie doskonalenia struktury Systemu Bezpieczeństwa Kraju. *Czasopismo internetowe Zagadnienia Inżynierii Bezpieczeństwa*. Pozyskano [10.10.2013] z <http://www.ptib.pl/component/remository/?func=fileinfo&id=157>
- Kołodziński, E., Lachowicz, T. (2010, maj). Wprowadzenie do matematycznej analizy ryzyka w zagadnieniach bezpieczeństwa. Referat wygłoszono na: Międzynarodowa Konferencja Naukowa – Zarządzanie kryzysowe – różne oblicza, Wrocław.
- Kołodziński, E., Zapert, P. (2012a). Computer-aided determination of the optimal distribution of services that guarantee the security of entities. In: L. Kiełtyka, W. Jędrzejczak, R. Kucęba, K. Smolağ (red.), *Use of selected communication technologies in value management organization*, (pp. 101–118). Częstochowa: The Publishing Office of Częstochowa University of Technology.
- Kołodziński, E., Zapert, P. (2013). Optymalizacja wypadkowej dyslokacji elementów aktywnych Rejonowego Systemu Bezpieczeństwa. W: *Metodologia badań bezpieczeństwa narodowego: tom V*, (ss. 112–125). Warszawa: Wydawnictwo Akademii Obrony Narodowej.
- Kołodziński, E., Zapert, P. (2011a). Optymalizacja dyslokacji elementów aktywnych Dziedzinowego Systemu Bezpieczeństwa Regionu. W: Z. Mierczyk, R. Ostrowski (red.) *Ochrona przed skutkami nadzwyczajnych zagrożeń*, tom II, (ss. 69–82). Warszawa: Wydawnictwo Wojskowej Akademii Technicznej.
- Kołodziński, E., Zapert, P. (2012b). Symulacyjna metoda wyznaczania optymalnej dyslokacji elementów aktywnych dziedzinowego systemu bezpieczeństwa. W: *XXVI Międzynarodowa Konferencja Naukowo-Techniczna EKOMILITARIS 2012, Inżynieria bezpieczeństwa – ochrona przed skutkami nadzwyczajnych zagrożeń*, (ss. 329–340). Warszawa: BEL Studio.
- Kołodziński, E., Zapert, P. (2012c). System ekspertowy wspomagający analitykę bezpieczeństwa regionu. W: Z. Mierczyk, R. Ostrowski (red.)
- Ochrona przed skutkami nadzwyczajnych zagrożeń Tom III, (ss. 41–56). Warszawa: Wydawnictwo Wojskowej Akademii Technicznej.
- Kołodziński, E., Zapert, P. (2011b). Zastosowanie systemów ekspertowych do wspomagania zarządzania bezpieczeństwem dziedziny w regionie. W: *Narzędzia informatyczne w gospodarce elektronicznej i systemach wspomagania decyzji, Wybrane zagadnienia*, (ss. 97–106). Częstochowa: Wydawnictwo Politechniki Częstochowskiej.
- Michalik, K. (2006). *PC-Shell Szkieletowy system ekspertowy, część 2, podręcznik inżyniera wiedzy*. Katowice: Aitech.
- Pirkul, H., Schilling, D.A. (1988). The siting of emergency service facilities with workload capacities and backup service. *Management Science*, volume 34 (7). pp. 896–908.
- ReVelle, C.S., Eiselt, H.A. (2005). Location analysis: A synthesis and survey. *European Journal of Operational Research*, volume 165 (1). pp. 1–19.
- Larson, R.C. (1975). Approximating the Performance of Urban Emergency Service Systems. *Operations Research*, volume 23 (5). pp. 845–868.
- Starosta B. (2006). *Java Native Interface- łączenie Javy i C/C++*. *Software Developer's Journal* 8/2006, Warszawa: Software – Wydawnictwo Sp. z o.o.
- Sun Microsystems Inc. (2004). *Java™ RemoteMethodInvocation Specification*. Santa Clara, California: Sun Microsystems Inc.
- Takaci A., Maric M., Drakulic D. (2012, september). The role of fuzzy sets in improving maximal covering location problem (MCLP). Article presented at: *SISY 2012- 2012 IEEE 10th Jubilee International Symposium on Intelligent Systems and Informatics*, Subotica, Serbia.
- Taylor, P.E., Huxley, S.J. (1989). A break from tradition for the San-Francisco police-patrol officer scheduling using an optimization-based decision support system. *Interfaces*, volume 19 (1). pp. 4–24.
- The Apache Software Foundation (2011). *Apache Maven Current version User Guide*. Los Angeles: The Apache Software Foundation.
- The MathWorks Inc. (2002). *Fuzzy Logic Toolbox For Use with MATLAB®*. Natick, Massachusetts: The MathWorks Inc.