

sekc. mgr inż. Rafał WRÓBEL
st. kpt. mgr inż. Wiktor GAWROŃSKI
mł. kpt. mgr inż. Paweł GROMEK
Szkoła Główna Służby Pożarniczej w Warszawie

Filtry warszawskie infrastrukturą komunalną o strategicznym znaczeniu dla bezpieczeństwa miasta i jego mieszkańców – część 1

Omówienie
LEAD

W artykule przedstawiono problematykę ochrony infrastruktury komunalnej, której charakter i zakres świadczonych dzięki niej usług spełnia kluczowe znaczenie dla gospodarki państwa. Rozważania podjęte przez autorów rozpoczynają się od określenia istoty ochrony obiektów kluczowych dla gospodarki państwa i bezpieczeństwa ludności; definiują charakter i zasięg skutków powstałych w wyniku wybranego zagrożenia oraz odnoszą się do praktycznych elementów ochrony ludności. Podjęto również próbę wskazania możliwego obszaru zastosowania systemów informacji przestrzennej w zakresie określania zasięgu potencjalnych skutków zagrożenia w odniesieniu do procesu planowania cywilnego oraz reagowania w sytuacji zagrożenia. W końcowym etapie pracy, autorzy wskazali rozwiązania związane z organizacją i przeprowadzeniem ewakuacji ludności oraz samoewakuacją.

Słowa kluczowe: zarządzanie kryzysowe, planowanie cywilne, infrastruktura krytyczna, ochrona infrastruktury krytycznej, system zaopatrzenia w wodę, modelowanie zagrożeń, systemy informacji przestrzennej, wspomaganie decyzji, narzędzia do wspomaganie decyzji, ewakuacja, samoewakuacja, ochrona ludności.

Wstęp

Rola, jaką odgrywa woda w codziennym funkcjonowaniu społeczeństwa jest ogromna. Wykorzystywana jest w gospodarstwach domowych, sektorach gospodarki, przemyśle, rolnictwie, żegludze czy turystyce. O jej służebnym i nieoceanionym charakterze wiedzano już w starożytności. Egipcjanie osiedlali się wśród rzeki Nilu, używając wody w życiu codziennym i w rolnictwie. Z biegiem czasu sposobem na dostarczanie wody na tereny znacznie oddalone od jej źródeł stały się akwedukty, czyli wodociągi, kanały naziemne i podziemne docierające do

fontann miast, łaźni i bogatych domostw. Obecnie woda nie jest już tak limitowanym towarem jak dawniej. Ma charakter tyleż samo służebny, co powszechny.

Dostawa wody, w różnych postaciach, zaspokaja potrzeby bytowo-gospodarcze ludności, bez względu na miejsce, w których jest realizowana. Z drugiej strony traktowana w kategoriach usług materialnych stanowi element gospodarki komunalnej, obejmującej w szczególności zadania o charakterze użyteczności publicznej, których zasadniczym celem jest bieżące i nieprzerwane (niezakłócone) zaspokojenie zbiorowych potrzeb ludności poprzez świadczenie usług powszechnie dostępnych¹. Przykładem infrastruktury umożliwiającej zaopatrywanie znacznej liczby odbiorców wodę są filtry wody należące do systemu wodociągów warszawskich zaprojektowanych i zbudowanych w pod koniec dziewiętnastego wieku przez brytyjskiego inżyniera Williama Lindleya. Ich potoczna nazwa to filtry warszawskie, sukcesywnie modernizowane, obejmowane punktowo ochroną jako zabytek, a w 2012 r., na mocy rozporządzenia Prezydenta RP, uznane za pomnik historii². Historia obiektu, lokalizacja w centrum dwumilionowego miasta, a przede wszystkim charakter świadczonych przez nie usług wymagają ich skutecznej ochrony. Zadanie polegające na zaopatrzeniu miasta stołecznego Warszawa w wodę jest domeną Miejskiego Przedsiębiorstwa Wodociągów i Kanalizacji (MPWiK S.A.). Miasto stołeczne Warszawa zaopatrywane jest w wodę z Wodociągów Układu Warszawskiego (WUW), które stanowią trzy zakłady:

- Zakład Wodociągu Centralnego (ZWC),
- Zakład Wodociągu Praskiego (ZWP),
- Zakład Wodociągu Północnego (ZWP1).

Źródłem wody dla ZWC i ZWP jest rzeka Wisła, zaś dla ZWP1 Zalew Zegrzyński, zasilany wodami Bugu i Narwi. MPWiK S.A. eksploatuje sieć wodociągową o długości ponad 3000 km WUC do sieci miejskiej doprowadzają blisko 400 tys. m wody na dobę.

Charakter infrastruktury gospodarki komunalnej o strategicznym znaczeniu dla gospodarki miasta i bezpieczeństwa jego mieszkańców oraz konieczność jej ochrony sprawiają, iż dążąc do rozwiązań mających zwiększać odporność infrastruktury na zagrożenia, powinniśmy poddać analizie kwestie wpływu negatywnego działania infrastruktury na otoczenie oraz możliwości szacowania strat i organizowania działań mających na celu chronić potencjalne obszary zagrożeń wywołane dysfunkcją infrastruktury gospodarki komunalnej, jaką stanowią filtry warszawskie. W związku z tym, tezy przyjęte przez autorów artykułu sprowadzają się do następujących twierdzeń:

¹ Ustawa z 20 grudnia 1996 r. o gospodarce komunalnej (DzU z 1997 r., nr 9, poz. 43, z późn. zm.), art. 1, ust. 2.

² Rozporządzenie Prezydenta RP z 4 stycznia 2012 r. w sprawie uznania za pomnik historii „Warszawa – Zespół Stacji Filtrów Williama Lindleya” (DzU z 2012 r., nr 0, poz. 64).

- system ochrony obiektów gospodarki komunalnej ze względu na ich charakter powinien spełniać normy, żądania i oczekiwania użytkowników,
- obiekty gospodarki komunalnej ze względu na swój gospodarczy i służebny charakter powinny być chronione w sposób kompleksowy, uwzględniający różne formy ochrony i angażujący zarówno podmioty sektora publicznego i prywatnego,
- dysfunkcja obiektów gospodarki komunalnej wynikająca z zagrożeń naturalnych i antropogenicznych, oddziałuje na infrastrukturę zlokalizowaną w najbliższym sąsiedztwie,
- określenie potencjalnego zasięgu oddziaływania skutków związanych z dysfunkcją obiektów gospodarki komunalnej oraz wspomaganie prowadzonych działań możliwe jest dzięki zastosowaniu Systemów Informacji Przestrzennej,
- dysfunkcja obiektu gospodarki komunalnej stwarzająca bezpośrednie zagrożenie dla zdrowia i życia ludzi wymaga rozważenia zasadności przeprowadzenia ewakuacji z zagrożonych obszarów,
- organizacja ewakuacji masowej związanej z dysfunkcją obiektu gospodarki komunalnej stwarzającej bezpośrednie zagrożenie dla zdrowia i życia ludzi, powinna uwzględniać samoewakuacji ludności.

1. Istota ochrony obiektów o szczególnym znaczeniu dla gospodarki i bezpieczeństwa ludzi

Ochrona obiektów o szczególnym znaczeniu dla gospodarki i bezpieczeństwa ludzi, bez względu na przynależność tych obiektów, powinna stanowić przedmiot ochrony. Ich niezakłócone funkcjonowanie nierozzerwalnie związane jest z zapewnieniem podstawowych potrzeb ludzi, wśród nich dostępu do wody. Bezpieczeństwo ludności w literaturze przedmiotu jest postrzegane jako stan i proces. Tymczasem, patrząc na nie z punktu widzenia dostarczanych usług (w tym wody), należałoby je określić mianem produktu, którego postrzegane dokonuje się przez pryzmat życia codziennego i przejawia się w postaci poczucia bezpieczeństwa, czy to indywidualnego, czy to społecznego. J. Świniarski przypomina, że bezpieczeństwo ludności, w najszerszym znaczeniu tego pojęcia, nie tylko zapewnia przeżycie jednostki czy też społeczności, ale również komfort życia³.

Sektory i jednostki komunalne świadczące usługi dla mieszkańców tworzą infrastrukturę komunalną, którą każdorazowo należy rozpatrywać w całości, jako system złożony z mniejszych części, uwzględniający relacje między nimi i ich autonomiczne zadania. System infrastruktury komunalnej, zdaniem S. Dencze-wa, to *zbiór podsystemów infrastruktury technicznej, ogólnomiejskiej i krytycznej składających się z określonej liczby elementów o charakterze inżynierskim, społecznym i strategicznym, wraz z powiązaniem wewnętrznymi i relacjami z otoczeniem, stanowiący pewną całość oraz realizujący określone cele, głównie w postaci usług mate-*

³ J. Świniarski, O naturze bezpieczeństwa, Wyd. Ulmak, Warszawa – Pruszków 1997, s. 11.

rialnych i niematerialnych⁴. Takie podejście wskazuje, iż charakter krytyczny posiada jedynie niewielka część elementów komunalnych (miejskich). Jest to taki zbiór elementów (usługi, urządzenia, instalacje, obiekty), powiązanych ze sobą więzami funkcjonalnymi, o charakterze strategicznym ze względu na zapewnienie bezpieczeństwa państwa i obywateli⁵. Idea ochrony infrastruktur krytycznych przyświeca od lat państwom rozwiniętym. Działania w tym kierunku podejmowane są sukcesywnie na poziomie Rady, Komisji i Parlamentu Unii Europejskiej, a następnie adaptowane przez państwa członkowskie stosownie do ich specyfik narodowych. Przypadki zdarzeń o dużej różnorodności i specyfice skutków, takie jak zamachy terrorystyczne na wieże światowego Centrum Handlu w Nowym Jorku (2001), metro w Madrycie (2004) i Londynie (2005) wydają się potwierdzać konieczność poszukiwania i implementacji rozwiązań w zakresie strategicznych elementów z punktu widzenia gospodarki i bezpieczeństwa ludności. Ich ochrona możliwa jest jedynie w przypadku rozpoznania, wyznaczenia i określania potrzeb w zakresie bieżących i zmieniających się potrzeb i możliwości ochrony. Unia Europejska w dyrektywie Rady Europy z 2008 roku⁶ szczególnie uwagę zwraca na europejską infrastrukturę krytyczną (EIK), której zakłócenie lub zniszczenie miałyby istotne skutki transgraniczne, ustanawiając procedurę jej rozpoznawania i wyznaczenia. Równocześnie dyrektywa nakłada na państwa członkowskie obowiązek rozpoznania infrastruktury krytycznej (IK), która może być wyznaczona jako EIK, ale co do zasady nie ingeruje w krajowe metodyki rozpoznania infrastruktury krytycznej. W rozumieniu dyrektywy, infrastruktura krytyczna, to *składnik, system lub część infrastruktury zlokalizowane na terytorium państw członkowskich, które mają podstawowe znaczenie dla utrzymania niezbędnych funkcji społecznych, zdrowia, bezpieczeństwa, ochrony, dobrobytu materialnego lub społecznego ludności oraz których zakłócenie lub zniszczenie miałyby istotny wpływ na dane państwo członkowskie w wyniku utracenia tych funkcji*⁷. Europejski program ochrony infrastruktury krytycznej (EPOIK) w sposób szczegółowy został dookreślony w Zielonej księdze w sprawie europejskiego programu ochrony infrastruktury krytycznej przyjętej w 2005 r.⁸ Dokument ten w wykazie sektorów infrastruktury krytycznej zawiera sektor dotyczący wody, obejmujący trzy podsektory:

- dostawy wody do spożycia,
- kontroli wody do spożycia (kontroli jakości),
- monitorowania i ilościowej kontroli zasobów wodnych.

⁴ S. Denczew, Organizacja i zarządzanie infrastrukturą komunalną w ujęciu systemowym, SGSP, Warszawa 2006, s. 9.

⁵ Tamże, s. 10.

⁶ Dyrektywa Rady Unii Europejskiej 2008/114/WE z 8 grudnia 2008 r. w sprawie rozpoznawania i wyznaczania europejskiej infrastruktury krytycznej oraz oceny potrzeb w zakresie poprawy jej ochrony (DzU UE., L 345, 23/12/2008 P. 0075 – 0082).

⁷ Tamże, art. 2, pkt. 2.

⁸ Zielona księga z 17 listopada 2005 r. w sprawie europejskiego programu ochrony infrastruktury krytycznej, COM (2005) 576.

Potrzeba ochrony sektora dotyczącego wody została dostrzeżona przez Polskę na podwórku krajowym. Ustawa z 26 kwietnia 2007 r. o zarządzaniu kryzysowym (wraz z ustawami zmieniającymi ustawę o zarządzaniu kryzysowym z 2009 i 2010 r.) identyfikuje jedenaście systemów infrastruktury krytycznej, wśród których znajdują się systemy:

- zaopatrzenia w energię, surowce energetyczne i paliwa,
- łączności,
- sieci teleinformatycznych,
- finansowe,
- zaopatrzenia w żywność,
- zaopatrzenia w wodę,
- ochrony zdrowia,
- transportowe,
- ratownicze,
- zapewniające ciągłość funkcjonowania administracji publicznej, produkcji, składowania, przechowywania i stosowania substancji chemicznych i promieniotwórczych, w tym rurociągi substancji niebezpiecznych⁹.

Ustawa o zarządzaniu kryzysowym (UZK), poprzez infrastrukturę krytyczną określa *systemy oraz wchodzące w ich skład powiązane ze sobą funkcjonalnie obiekty, w tym obiekty budowlane, urządzenia, instalacje, usługi kluczowe dla bezpieczeństwa państwa i jego obywateli oraz służące zapewnieniu sprawnego funkcjonowania organów administracji publicznej, a także instytucji i przedsiębiorców*¹⁰. Definicja, choć zrozumiała, nie pozwala na ustalenie, czy dany element można nazwać infrastrukturą krytyczną, czy też nie. Powodem takiego stanu rzeczy jest niejawni charakter kryteriów przekrojonych (progowych) stanowiących trzeci etap w procedurze identyfikacji krajowej infrastruktury krytycznej (KIK). Wobec powyższego trudno, bez znajomości wartości kryterium przekrojowego stwierdzić ze stuprocentową pewnością, czy filtry warszawskie, stanowiące kluczowe ogniwo systemu zaopatrzenia w wodę stolicy są de facto infrastrukturą krytyczną w myśl przepisów UZK.

Literatura przedmiotu odnotowuje przypadki, w których poszczególni autorzy infrastrukturą krytyczną nazywają również obszary, obiekty, urządzenia i transporty podlegające obowiązkowej ochronie¹¹ oraz obiekty szczególnie ważne dla bezpieczeństwa i obronności państwa¹². Zgodnie z ustawą o ochronie osób i mienia, filtry warszawskie mają szczególne znaczenie dla bezpieczeństwa pu-

⁹ Ustawa z 26 kwietnia 2007 r. o zarządzaniu kryzysowym (DzU z 2007 r., nr 89, poz. 590, z późn. zm.), art. 3, pkt 2.

¹⁰ Tamże.

¹¹ Ustawa z 22 sierpnia 1997 r. o ochronie osób i mienia (DzU z 1997 r., nr 114, poz. 740, z późn. zm.).

¹² Rozporządzenie Rady Ministrów z 24 czerwca 2003 r. w sprawie obiektów szczególnie ważnych dla bezpieczeństwa i obronności państwa oraz ich szczególnej ochrony (DzU z 200 r., nr 116, poz. 1090 z późn. zm.).

blicznego jako zakłady, obiekty i urzędnia mające istotne znaczenie dla funkcjonowania aglomeracji miejskich, których zniszczenie lub uszkodzenie może stanowić zagrożenie dla życia i zdrowia ludzi oraz środowiska. Spoglądając na wspomniany kompleks przez pryzmat rozporządzenia o obiektach szczególnie ważnych dla bezpieczeństwa państwa, należy stwierdzić, że wymaga on szczególnej ochrony, gdyż stanowi obiekt będący we właściwości organów administracji rządowej, organów jednostek samorządu terytorialnego, formacji, instytucji państwowych przedsiębiorców lub innych jednostek organizacyjnych, których zniszczenie lub uszkodzenie może stanowić zagrożenie dla życia i zdrowia ludzi, dziedzictwa narodowego oraz środowiska w znacznych rozmiarach albo spowodować poważne straty materialne, a także zakłócić funkcjonowanie państwa.

Ochrona obowiązkowa prowadzona jest w czasie pokoju, zaś szczególna na wypadek zagrożenia bezpieczeństwa państwa i wojny¹³. Oznacza to, że zakwalifikowanie filtrów warszawskich do obydwu rodzajów obiektów, z jednej strony pokazuje ciągłość prowadzonej ochrony, niezależnie od stanu funkcjonowania państwa, z drugiej zaś przypomina o wartości przedmiotu ochrony.

Z uwagi na brak wiedzy dotyczącej kryterium przekrojowego wprawdzie trudno wpisać filtry warszawskie w poczet infrastruktur krytycznych systemu zaopatrzenia w wodę, zwłaszcza w kontekście danych określających liczbę infrastruktur krytycznych w poszczególnych systemach¹⁴. Można jedynie domniemywać, że mimo niewielkiej liczby infrastruktur krytycznych, filtry warszawskie spełniają kryteria przekrojowe, kwalifikujące je do obiektów chronionych w myśl art. 3, ust. 2 UZK. Potwierdzeniem tego może być opis systemu zaopatrzenia w wodę przedstawiony w załączniku nr 1 do Narodowego Programu Ochrony Infrastruktury Krytycznej¹⁵ (NPOIK), charakteryzujący ten system jako powiązane ze sobą przedsiębiorstwa i urzędnia pobierające, uszlachetniające, dostarczające i oczyszczające wodę dla ludności i przemysłu oraz zapewniający sprawne funkcjonowanie społeczności w zakresie zaopatrzenia w wodę i odbioru ścieków komunalnych w obliczu postępującej koncentracji ludności w ośrodkach miejskich.

Próba ustalenia tego, czy filtry warszawskie są infrastrukturą krytyczną, czy też nie mogłyby okazać się niepotrzebna, gdybyśmy do swojej strategii ochrony obiektów o kluczowym znaczeniu dla gospodarki państwa i bezpieczeństwa obywateli zaimplementowali rozwiązania funkcjonujące w innych państwach. Istot-

¹³ Z. Sobejko, Teoretyczne i praktyczne problemy ochrony infrastruktury krytycznej [w:] Kosowski B., Włodarski A. (red.), *Wyzwania Bezpieczeństwa Cywilnego w XXI wieku – inżynieria działań w obszarze nauki, dydaktyki i praktyki*, Warszawa 2007, Fundacja Edukacja i Technika Ratownictwa, s. 281.

¹⁴ W 2012 r. liczba infrastruktur krytycznych w ramach systemu zaopatrzenia w wodę to pięć [na podstawie I. Kulik, *Bezpieczeństwo obiektów europejskiej infrastruktury krytycznej na obszarach morskich* [w:] W. Kustra (red.), *Współpraca Sił Zbrojnych z Administracją Publiczną na obszarach morskich*, Wyd. SRWO, Warszawa 2012, s. 130.

¹⁵ Narodowy Program Ochrony Infrastruktury Krytycznej – załącznik 1: charakterystyka systemów infrastruktury krytycznej, s. 58.

nym dokumentem wskazującym działania zmierzające do podniesienia poziomu ochrony infrastruktury krytycznej w Stanach Zjednoczonych Ameryki Północnej (USA) jest Strategia Bezpieczeństwa Kraju ds. Ochrony Fizycznej Infrastruktury Krytycznej (National Strategy for Homeland Security for the Physical Protection of Critical Infrastructures and Key Assets – NSPP¹⁶). Określa ona cele narodowe, a zarazem zwraca dużą uwagę na majątek kluczowy dla USA, do którego zalicza się:

- pomniki, symbole i ikony narodowe,
- zapory, wały oraz zbiorniki wodne oraz ośrodki wytwarzające energię nuklearną;
- duże miejsca zgromadzeń.

Według przyjętej strategii, obszary ochrony wyznaczające kierunki działań, to nie tylko systemy rozumiane jako obiekty, w tym obiekty budowlane, urządzenia, instalacje i usługi, ale także miejsca kultu i zgromadzeń publicznych.

Filtry warszawskie stanowiące, co do zasady, obiekt infrastruktury komunalnej, i z dużym prawdopodobieństwem obiekt infrastruktury krytycznej, należy chronić za wszelką cenę. Z jednej strony zapewnią nieprzerwany charakter usługi, z drugiej są nieocenionym elementem gospodarki, także z finansowego punktu widzenia, związanego z odpłatnym charakterem świadczonej usługi.

Ochrona infrastruktur krytycznych zgodnie z dyrektywą Rady Europy, co do zasady, stanowi domenę operatorów tychże infrastruktur. To na nich spoczywa zasadnicza odpowiedzialność za jej bezpieczeństwo i utrzymanie ciągłości działania. Z drugiej strony dokument sektorowy, jakim jest zatwierdzony 26 marca 2013 r. Narodowy Program Ochrony Infrastruktury Krytycznej, opiera się na trzech zasadniczych filarach:

- współodpowiedzialności – wspólnym (zbiorowym) dążeniu do poprawy bezpieczeństwa IK wynikającym ze świadomości jej znaczenia, zarówno dla organów administracji publicznej, jej operatorów, społeczeństwa, gospodarki, i w konsekwencji państwa,
- współpracy – wykonywaniu razem przez uczestników NPOIK ochrony IK określonych, zbieżnych i wzajemnie uzupełniających się zadań, dla wspólnego osiągnięcia celu, który wynika z zasady współodpowiedzialności,
- zaufaniu – przekonaniu uczestników Programu, że motywacją działania wszystkich beneficjentów IK jest dążenie do poprawy bezpieczeństwa IK.

Ochrona infrastruktury obiektów filtrów warszawskich prowadzona powinna być zgodnie z zasadami ochrony infrastruktur krytycznych, z jednej strony zapewniającej jej niezakłócone funkcjonowanie (wynikające z wewnętrznych i zewnętrznych zagrożeń), z drugiej – spełniającej normy i żądania odbiorców końcowych (użytkowników). Implikuje to konieczność organizacji ochrony

¹⁶ The National Strategy for the Physical Protection of Critical Infrastructures and Key Assets, February 2003.

w sposób kompleksowy, uwzględniający różne formy ochrony i angażujący zarówno podmioty sektora publicznego, jak i prywatnego.

Rządowe Centrum Bezpieczeństwa rekomenduje stosowanie w obiektach infrastruktury krytycznej sześć form ochrony:

- ochronę fizyczną obejmującą podejmowanie działań mających na celu zapewnienie bezpieczeństwa życia i zdrowia, nietykalności cielesnej oraz ochronę mienia i w znacznej mierze nawiązuje do realizacji czynności, o których mowa w ustawie o ochronie osób i mienia,
- ochronę techniczną rozumianą jako techniczne elementy ochrony jednostki – sprowadza się do zapewnienia systemu alarmowania i działań ratowniczych, systemów sygnalizacji przeciwpożarowej, produkcji i dystrybucji ostrzeżeń w zakresie bezpieczeństwa instalacji, środków technicznych mających zapobiegać błędom operatora,
- ochronę osobową obejmującą praktyki i procedury minimalizujące ryzyko powstania zagrożenia wskutek działalności człowieka (umyślnej bądź przypadkowej) – ochrona tego typu obejmuje ograniczenie dostępu do określonych stref osobom trzecim, dokładny skaning przed zatrudnieniem (badania przesiewowe), poziomowanie wyszkolenia pracowników, promowanie przestrzegania przepisów,
- ochronę teleinformatyczną w sposób nieunikniony nawiązującą do zapewnienia poufności, integralności i niezawodności danych – oznacza wszelkie przedsięwzięcia minimalizujące ryzyko „ugodzenia” systemów infrastruktury krytycznej za pośrednictwem infrastruktury teleinformatycznej, zapewnia również działania na rzecz przeciwdziałania wirtualnym atakom oraz inną działalnością cybernetyczną rodzącą zaburzenia w funkcjonowaniu infrastruktur krytycznych,
- ochronę prawną wyrażoną poprzez podejmowanie prawnych działań mających ograniczać ryzyko ingerowania w podmioty o kapitalnym znaczeniu dla funkcjonowania państwa – polega na podejmowaniu działań chroniących przed rozwiązaniem, zmianą przeznaczenia, zbycia lub przeniesienia siedziby za granicę spółek, których mienie zostało ujawnione w jednolitym wykazie obiektów, urządzeń, instalacji i usług wchodzących w skład infrastruktury krytycznej, o którym mowa w art. 5b, ust. 7, pkt 1 ustawy o zarządzaniu kryzysowym,
- plany odtwarzania rozumiane jako odtwarzanie funkcji realizowanych przez infrastrukturę krytyczną.

Zakres stosowanej ochrony powinien być proporcjonalny do poziomu ryzyka danej infrastruktury, gdzie owa proporcjonalność odnosi się zarówno do przyjętego modelu ochrony, jak i użytych sił i środków. Przyjęty system ochrony powinien mieć zastosowanie do wszystkich typów zidentyfikowanych zagrożeń naturalnych, intencjonalnych i technicznych. Wśród głównych cech go charakteryzujących powinny znaleźć się kompleksowość i elastyczność oraz łatwość użycia i pełne zrozumienie przez tych, którzy są odpowiedzialni za IK. Zależność

zastosowanych rozwiązań od poziomu ryzyka oznacza, że działania ochronne wiążą się z obniżaniem poziomu ryzyka poprzez:

- obniżanie prawdopodobieństwa wystąpienia danego scenariusza zagrożeń,
- zmniejszanie podatności (warunek lub zbiór warunków, które mogą umożliwić zagrożeniu oddziaływanie na IK),
- minimalizację skutków powstałych w wyniku wystąpienia danego scenariusza.

2. Zagrożenia obiektów infrastruktury komunalnej

Plan zarządzania kryzysowego miasta stołecznego Warszawy w części głównej zawiera identyfikację i charakterystykę awarii różnego typu, w tym awarii związanych z funkcjonowaniem infrastruktury wodno-kanalizacyjnej. Zagrożenia przerwania usługi dostaw wody noszą miano zagrożeń o charakterze nadzwyczajnym. Generalna klasyfikacja zagrożeń tego typu nakazuje dokonanie podziału na:

- zagrożenia typowe,
- zagrożenia specyficzne (wyjątkowe).

Zdarzenia typowe charakteryzują się tym, że mogą wystąpić w każdym miejscu kompleksu, dotykać go w całym zakresie, natomiast zdarzenia wyjątkowe związane są z wystąpieniem zagrożenia w konkretnym miejscu tego kompleksu, są spowodowane sabotażem lub innym zdarzeniem losowym. Do zagrożeń typowych dla Filtrów Warszawskich należą:

- planowane zamknięcie poszczególnych zakładów (elementów),
- zanik napięcia na połączeniu elektroenergetycznym,
- wystąpienie awaryjne wysokich lub niskich stanów na Wiśle i w Zalewie Zegrzyńskim.

Wśród zagrożeń specyficznych można wymienić:

- zanieczyszczenie wód powierzchniowych (lub infiltracyjnych) Wisły lub Zalewu Zegrzyńskiego powodujące w stopniu ograniczonym pobór wody do celów produkcyjnych,
- zanieczyszczenie wód powierzchniowych (lub infiltracyjnych) Wisły lub Zalewu Zegrzyńskiego eliminujące pobór wody do celów produkcyjnych,
- próbę sabotażu,
- katastrofy i inne zdarzenia losowe.

Powyższa kwalifikacja nie wyczerpuje wszystkich możliwości występowania zagrożeń. Oprócz zdarzeń incydentalnych i powstałych w wyniku działań natury, należy wymienić awarie związane z uszkodzeniem rurociągów, zbiorników magazynujących niebezpieczne chemikalia wykorzystywane w procesie uzdatniania wody, niekontrolowane zrzuty ścieków do miejsc poboru wody czy wypadki drogowe w pobliżu kompleksu obiektów.

Wspomniane zdarzenia z udziałem substancji niebezpiecznych, połączone z intencjonalnym działaniem człowieka, stanowią często zagrożenie nie tylko dla

samej infrastruktury gospodarki komunalnej i zapewniającej jej obsługę załogi, ale również dla infrastruktury zlokalizowanej w najbliższym sąsiedztwie oraz ludzi tam przebywających.

Identyfikacja zagrożeń polega na próbie odpowiedzi na pytanie, jakie niekorzystne zdarzenia mogą dotknąć IK. Źródłem informacji na temat systemu zaopatrzenia w wodę jest Raport o zagrożeniach bezpieczeństwa narodowego oraz Krajowy Plan Zarządzania Kryzysowego. Źródłem informacji na temat zagrożeń na poziomie operatorów i właścicieli infrastruktur krytycznych jest ocena ryzyka dokonująca klasyfikacji występujących ryzyk, plany ochrony infrastruktury krytycznej oraz, w przypadku zagrożenia terrorystycznego, Szef Agencji Bezpieczeństwa Wewnętrznego. Ostatni z przypadków, którego delegacja ustawowa została zawarta w art. 12 a ustawy o zarządzaniu kryzysowym precyzuje, że Szef Agencji Bezpieczeństwa Wewnętrznego, w przypadku podjęcia informacji o możliwości wystąpienia sytuacji kryzysowej będącej skutkiem zdarzenia o charakterze terrorystycznym, zagrażającego infrastrukturze krytycznej, życiu lub zdrowiu ludzi, mieniu w znacznych rozmiarach, dziedzictwu narodowemu lub środowisku może udzielać zaleceń organom i podmiotom zagrożonym tymi działaniami oraz przekazywać im niezbędne informacje służące przeciwdziałaniu zagrożeniu.

Usuwanie zagrożeń i ich skutków nie jest wyłącznie domeną operatora infrastruktury krytycznej. Działania w zakresie usuwania skutków różnorodnych zagrożeń, w tym powstałych w wyniku klęsk żywiołowych, poważnych awarii przemysłowych czy też katastrof technicznych, adekwatnie do ich poziomu zagrożenia infrastruktur krytycznych powinna podejmować również w zależności od podległości systemów administracja rządowa lub samorządowa. W przyjętym Narodowym Programie Ochrony Infrastruktury Krytycznej współodpowiedzialność za system (status współgospodarza systemu) przypisano dwóm ministrom: administracji i cyfryzacji oraz środowiska.

Przywołany system zaopatrzenia w wodę jest przykładem systemu, za który z jednej strony odpowiadają samorzady podległe ministrowi administracji i cyfryzacji, z drugiej zaś podległe bezpośrednio ministrowi środowiska jako ministrowi zajmującego się działem gospodarki wodnej, w tym:

- kształtowaniem, ochroną i racjonalnym wykorzystywaniem zasobów wodnych,
- utrzymaniem śródlądowych wód powierzchniowych, stanowiących własność Skarbu Państwa wraz z infrastrukturą techniczną związaną z tymi wodami, obejmującą budowle oraz urządzenia wodne,
- budowę, modernizację oraz utrzymanie śródlądowych dróg wodnych,
- ochronę przeciwpowodziową, w tym budowę, modernizację oraz utrzymanie urządzeń wodnych zabezpieczających przed powodzią oraz koordynację przedsięwzięć służących osłonie i ochronie przeciwpowodziowej państwa,
- funkcjonowanie państwowej służby hydrologiczno – meteorologicznej i państwowej służby hydrologicznej, z wyłączeniem zagadnień monitoringu jakości wód podziemnych,

- współpracę międzynarodową na wodach granicznych w zakresie zadań należących do działu¹⁷.

Wskazane rozwiązanie wskazuje na sprawowanie nadzoru w formule odgórnej i oddolnej. Ten rodzaj rozwiązania, charakterystyczny dla podejścia holistycznego do ochrony kluczowych elementów dla gospodarki państwa i zbiorowej pomyślności jego obywateli, wynika z obowiązku zapewnienia przez państwo bezpieczeństwa każdemu obywatelowi we wszystkich aspektach, także w aspekcie dostarczania usług, tj. opieki zdrowotnej, zaopatrywania w żywność, wodę czy media. W ten sposób państwo chroni dobra publiczne. Unikatowość, podatność na zagrożenia, wielowymiarowość i dotkliwość strat, zróżnicowany czas odbudowy instalacji, urządzeń, dóbr i usług dostarczanych wskutek niezakłóconego funkcjonowania wymagają od państwa takich rozwiązań organizacyjnych (w tym prawnych i proceduralnych), technicznych oraz strategicznych, które zapewnią resortom i instytucjom włączonym do działań na rzecz ochrony infrastruktury krytycznej adekwatną do potrzeb liczbę zadań i kompetencji. Skomplikowana i nie do końca rozpoznana współzależność infrastruktur krytycznych potwierdzają konieczność rozwiązań kompleksowych. Jest to szczególnie ważne w kontekście jednej z zasadniczych właściwości infrastruktur krytycznych, to jest ich sieciowości. Oznacza to, że w coraz większej ilości przypadków infrastruktura krytyczna, w sposób niekontrolowany, może być wykorzystywana przez różnego rodzaju przestępców, w tym terrorystów¹⁸. Uwzględnienie zróżnicowanych rodzajów zagrożeń pozwala na uodpornianie infrastruktury krytycznej funkcjonującej wokół połączonych relacjami zmiennych: otoczenia cywilizacyjnego – technologii – człowieka. Zdaniem A. Tyburskiej zagrożenie infrastruktury krytycznej może być efektem zadziałania jednej z wymienionych względnych albo być ich wzajemną kompilacją. Uodpornianie infrastruktury krytycznej, a więc de facto zmniejszanie jej podatności na zagrożenia, możliwe jest w przypadku zrozumienia, że ochrona infrastruktury krytycznej przypomina system naczyń połączonych, w którym: infrastruktura krytyczna może stanowić zagrożenie dla środowiska (otoczenia), środowisko może wywoływać zagrożenie dla infrastruktury krytycznej, funkcjonowanie infrastruktury związane jest w sposób bezpośredni z nowoczesnymi technologiami, ochrona infrastruktury krytycznej opiera się w pewnym zakresie na wykorzystaniu nowoczesnych technologii¹⁹. Powyższa zależność wydaje się potwierdzać, że zależność infrastruktur krytycznych względem siebie ma skomplikowany i nierozpoznany do końca charakter. W praktyce oznacza to, że ochrona infrastruktury krytycznej, w tym systemu zaopatrzenia w wodę, i zaliczanych do niego filtrów warszawskich nie tylko powinna być orga-

¹⁷ Ustawa z 4 września 1997 r. o działach administracji rządowej (DzU z 1997 r., nr 141, poz. 943, z późn. zm.), art. 11.

¹⁸ A. Tyburska, Nowe technologie wyzwaniem w ochronie infrastruktury krytycznej [w:] Z. Piątek, R. Truchan (red.), Technologie w ochronie infrastruktury krytycznej zewnętrznego kraju Unii Europejskiej, Wyd. SRWO, Warszawa 2013, s. 21.

¹⁹ Tamże, s. 23.

nizowana w oparciu o formy ochrony wybrane na podstawie wartości oszacowanego ryzyka, ale również powinna angażować różne podmioty o charakterze prywatnym i publicznym, a także służby ratownicze i dostępne rozwiązania wspomagające proces podejmowania decyzji.

3. Zarządzanie kryzysowe w ochronie obiektów gospodarki komunalnej

Zarządzanie kryzysowe rozumiane zgodnie z ustawą o zarządzaniu kryzysowym (DzU z 2007 r., nr 89, poz. 590, z późn. zm.) nie jest jednoznacznie interpretowane, a trudności z jego definiowaniem wystąpiły już na etapie tworzenia ustawy. Jak zauważa R. Grocki kolejne nowelizacje wspomnianej ustawy zmieniają definicje zarówno zarządzania kryzysowego, jak i sytuacji kryzysowej²⁰. Aktualna definicja opisuje zarządzanie kryzysowe jako *działalność organów administracji publicznej będącą elementem kierowania bezpieczeństwem narodowym, która polega na zapobieganiu sytuacjom kryzysowym, przygotowaniu do przejmowania nad nimi kontroli w drodze zaplanowanych działań, reagowaniu w przypadku wystąpienia sytuacji kryzysowych, usuwaniu ich skutków oraz odtwarzaniu zasobów i infrastruktury krytycznej*²¹.

Nieodłącznym elementem zarządzania kryzysowego jest planowanie cywilne. Tu również należy zwrócić uwagę na zakres tego pojęcia. Analizując je w kontekście ustawy o zarządzaniu kryzysowym, należy mieć na uwadze, że nie jest ono tożsame z planowaniem cywilnym na sytuacje nadzwyczajne w NATO²². Ustawa definiuje planowanie cywilne w dwóch aspektach, jako działalność przygotowującą administrację publiczną do zarządzania kryzysowego oraz planowanie wspierania i wykorzystania Sił Zbrojnych RP do realizacji zadań z zakresu zarządzania kryzysowego²³.

Odnosząc się do przywołanych powyżej definicji, należy zwrócić uwagę, że działalność ta prowadzona jest przez organy administracji publicznej różnych szczebli. Zagrożenia natomiast nie uwzględniają granic administracyjnych czy kompetencyjnych poszczególnych organów i wpływać mogą na zdrowie i życie ludzi czy infrastrukturę krytyczną. Dysfunkcja obiektów gospodarki komunalnej wynikająca z zagrożeń naturalnych i antropogenicznych, oddziałuje na infrastrukturę zlokalizowaną w jej najbliższym sąsiedztwie. W sytuacji wystąpienia zagrożenia niezbędne jest podjęcie skutecznych działań zmierzających do odtworzenia takiej infrastruktury czy usług w celu umożliwienia normalnego funkcjonowania na terenie objętym oddziaływaniem zagrożenia. Podejmowane w sytuacji kryzysowej działania będą wymagały skoordynowania i współpracy wszystkich zaangażowanych podmiotów. Określenie potencjalnego zasięgu od-

²⁰ R. Grocki, Zarządzanie kryzysowe. Dobre praktyki, Difin, Warszawa 2012, s. 14.

²¹ Ustawa z 26 kwietnia 2007 r. o zarządzaniu [...], art. 2.

²² W. Kitler, Planowanie cywilne w zarządzaniu kryzysowym, AON, Warszawa 2011, s. 8.

²³ Ustawa z 26 kwietnia 2007 r. o zarządzaniu [...], art. 3 pkt. 3.

działywania skutków związanych z dysfunkcją obiektów gospodarki komunalnej oraz wspomaganie koordynacji prowadzonych działań możliwe jest dzięki zastosowaniu Systemów Informacji Przestrzennej.

4. Praktyczne zastosowanie Systemów Informacji Przestrzennej w zarządzaniu kryzysowym

Zarządzanie w czasie sytuacji niekorzystnej jest działaniem, którego celem jest optymalizacja podejmowanych decyzji związanych z przejęciem nad nim kontroli i ograniczeniem skutków danego zdarzenia, w tym ochronę życia i zdrowia zagrożonych osób oraz ograniczenie strat. Jedną z metod prognozowania rozwoju zdarzenia niekorzystnego (powodzi, pożaru, chmury toksycznych gazów, itp.), która wspomaga podjęcia decyzji, jest metoda oparta na modelach matematycznych i opracowaniu możliwych scenariuszy przebiegu sytuacji przy wykorzystaniu programów komputerowych. Zatem, poprzez zbieranie danych, ich analizę i przetwarzanie (np. modele rozwoju pożaru, modele rozprzestrzeniania się chmury gazowej itp.) istnieje możliwość wsparcia decydenta przedstawiając prawdopodobne scenariusze rozwoju sytuacji. Aspekt ten poruszany jest również w ustawie o zarządzaniu kryzysowym w definicji mapy zagrożenia²⁴. Mapy te, jako część planów zarządzania kryzysowego powinny być opracowywane w ramach procesu planowania cywilnego. Wykorzystanie modeli i tworzenie map zagrożeń czy ryzyka może jednak być realizowane również w fazie reagowania do zobrazowania zaistniałej sytuacji, nie tylko możliwych, ale i hipotetycznych scenariuszy.

Obok modeli rozprzestrzeniania się zagrożenia istotne jest badanie wpływu na otaczającą rzeczywistość. Pomocne w tym zakresie są systemy informacji przestrzennej. Pojęcie Systemów Informacji Przestrzennej (SIP) wywodzące się angielskojęzycznej nazwy Geographical Information System (GIS), tłumaczonej również jako systemy informacji geograficznej, nie jest jednoznacznie interpretowane. Można spotkać się z wąskim utożsamianiem tych terminów jako oprogramowania przeznaczonego do gromadzenia i analizowania danych geograficznych (przestrzennych)²⁵. Jest też wymieniany jako jedynie jedno z narzędzi do prezentacji wyników analiz w systemach wspomaganie biznesu elektronicznego²⁶. Szerokie znaczenie natomiast definiuje je jako złożony system powiązanych ze sobą elementów, do których zaliczane są produkty informacyjne, dane, oprogramowanie, sprzęt komputerowy, procedury i ludzie²⁷. Na potrzeby artykułu przyjęto narzędziową definicję opisującą SIP jako system do zbierania, przecho-

²⁴ Ustawa z 26 kwietnia 2007 r. o zarządzaniu [...], art. 3 pkt. 9.

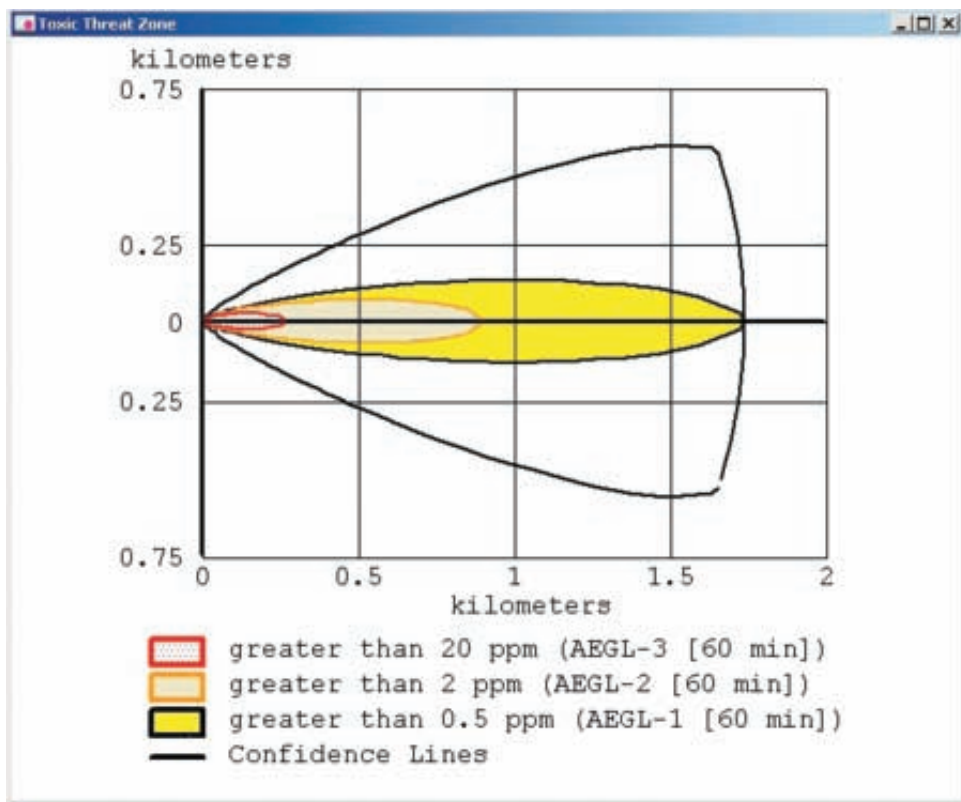
²⁵ D. Gotlib, A. Iwaniak, R. Olszewski, GIS obszary zastosowań, Wydawnictwo Naukowe PWN, Warszawa 2007, s. 9.

²⁶ J. Janczak, Informatyczne systemy wspomaganie zarządzania, AON, Warszawa 2011, s. 91.

²⁷ R. Tomlinson, Rozważania o GIS. Planowanie Systemów Informacji Geograficznej dla menedżerów, Wyd. ESRI Polska, 2008, s. 5.

wywania, edycji, analizowania i wizualizacji danych, które są przestrzennie odniesione do powierzchni Ziemi.

Przedstawienie tej samej chmury toksycznej substancji na wykresie (rys. 1), nie daje tylu możliwości prowadzenia analiz, co przedstawienie jej zasięgu na mapie (rys. 2). Skuteczne wspomaganie decydenta powinno zatem dostarczać mu kontekst w postaci informacji przestrzennych²⁸.

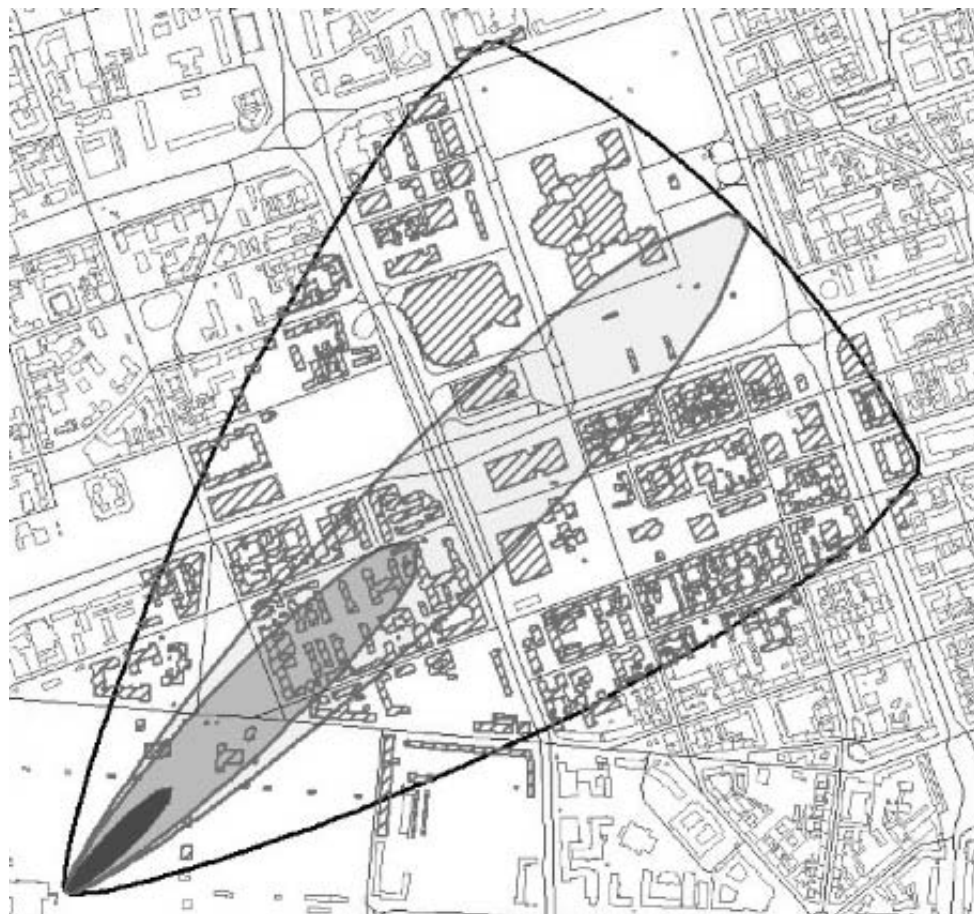


Rys. 1. Zasięgi stref niebezpiecznych, symulacja w aplikacji ALOHA 5.4.3.

Źródło: opracowanie własne.

Na rys. 1 przedstawiono efekt symulacji chmury substancji niebezpiecznej w programie ALOHA 5.4.3. (Areal Locations of Hazardous Atmospheres). Program ten jest darmową aplikacją komputerową, zaprojektowaną i opracowaną przez Narodową Administrację Oceanu i Atmosfery USA (NOAA) i Agencję Ochrony Środowiska USA (EPA). Modele zaimplementowane w tym programie

²⁸ T. Tarnawski, M. Chmielewski, P. Kędziński, D. Pierzchała, K. Wiecka, Usługi udostępniania oraz zobrazowania danych z wykorzystaniem systemów GIS, [w:] A. Najgebauer (red.), Modele zagrożeń aglomeracji miejskiej wraz z systemem zarządzania kryzysowego na przykładzie miasta stołecznego Warszawy, WAT, Warszawa 2009, s. 725.



Rys. 2. Zasięgi stref niebezpiecznych w aplikacji ArcGIS 10

Źródło: opracowanie własne.

dają możliwość tworzenia scenariuszy dotyczących: toksyczności, palności, promieniowania cieplnego i nadciśnienia połączonych z uwolnieniem substancji chemicznej, które może wywoływać dyspersję gazu, zapłon i/lub eksplozję²⁹. Program został zaprojektowany w taki sposób, by w krótkim czasie przeprowadzać obliczenia. Program minimalizuje możliwość popełnienia błędu przez operatora, kontrolując dane wejściowe oraz ostrzegając w przypadku wprowadzenia błędnej wartości. Obliczenia reprezentują kompromis między dokładnością i szybkością. Program umożliwia modyfikację zadanych scenariuszy, a wyniki przedstawia w łatwej do wykorzystania formie graficznej. Dodatkowym atutem programu ALOHA jest możliwość wizualizacji stref zagrożeń na mapach. Zapis wyniku

²⁹ <http://response.restoration.noaa.gov/oil-and-chemical-spills/chemical-spills/response-tools/alo-ha.html> (dostęp: 05.06.2013).

symulacji w postaci pliku *.kml³⁰ czy *.shp³¹ umożliwia wczytanie ich do Google-Earth czy ArcGIS.

Analiza stref zagrożenia w odniesieniu do otoczenia oddaje właściwą skalę problemu, z jakim mierzą się osoby odpowiedzialne za zapewnienie bezpieczeństwa. Przyjmując założenie, że w filtrach warszawskich, zlokalizowanych w kwadracie ulic Koszykowej, Krzywickiego, Filtrowej i Raszyńskiej, ze względu na prowadzony tam proces oczyszczania wody niezbędne jest magazynowanie i przetwarzanie chloru, można przygotować analizę związaną z jego uwolnieniem będącym następstwem awarii bądź intencjonalnego działania człowieka np. ataku terrorystycznego.

W odniesieniu do parametrów wejściowych programu ALOHA niezbędne jest wprowadzenie danych związanych m.in. z warunkami atmosferycznymi czy źródłem wycieku. W symulacji, której wyniki zostały przedstawione na rys. 1 przyjęto warunki atmosferyczne: wiatr słaby z kierunku południowo-zachodniego, temperaturę powietrza 21°C, zachmurzenie duże, wilgotność 75%. Założono również, że chlor wycieka ze zbiornika o pojemności 1 m³, wypełnionego w ok. 25%, poprzez otwór o średnicy 1 cm zlokalizowany w górnej części zbiornika.

Uzyskane w wyniku symulacji dane wyjściowe, obliczone na podstawie modelu gazu ciężkiego, przedstawiają trzy strefy zagrożenia oraz linię pewności związaną z największą ze stref (opcjonalnie dla każdej strefy). Strefy obliczane są w założonym przypadku zgodnie z poziomami odczuwania efektów toksycznych AEG³². Ich linie graniczne są wyznaczone przez punkty o tym samym stężeniu, które mogą wywołać skutki³³:

- AEG¹ – stężenie substancji w powietrzu, powyżej którego cała populacja, włączając wrażliwe jednostki, może odczuć dyskomfort, podrażnienie lub pewne bezobjawowe działania, które są odwracalne,

³⁰ KML jest otwarty standard opracowany przez firmę Keyhole Inc., pozwala na wizualizację danych przestrzennych.

³¹ Format pliku shapefile (*.shp) został opracowany przez firmę ESRI producenta oprogramowania ArcGIS i służy do zapisu danych przestrzennych wektorowych, stał się obecnie jednym ze standardów używanych w Systemach Informacji Przestrzennej. Zapis wyników symulacji opracowanych w programie ALOHA do pliku shapefile możliwy jest poprzez program Marplot.

³² Acute Exposure Guideline Levels (AEG^L) określają dopuszczalne stężenia progowe dla ludzi w sytuacji narażenia incydentalnego (jednorazowego), związanego z wyciekami substancji toksycznej. Poziomy te określane są dla czasu przebywania w strefie zagrożonej 10 min, 30 min, 1 godzina, 8 godzin. W odniesieniu do czasu ekspozycji określane są stężenia, które mogą powodować skutki opisane w tekście artykułu dla poszczególnych stopni AEG^L 1, AEG^L 2 i AEG^L 3. Więcej informacji na temat AEG^L znaleźć można na stronach internetowych Agencji Ochrony Środowiska USA (EPA) <http://www.epa.gov>. Stosowanie AEG^L jest też rekomendowane przez Emergency Management Issues Special Interest Group jako pierwszy z trzech sposobów określania stref zagrożenia powstałego w wyniku nagłego uwolnienia substancji toksycznych. W przypadku braku wyznaczonych poziomów AEG^L stosowane są pozostałe metodyki (ERPG, TEEL) orise.orau.gov/emi/scapa/chem-pacs-teels/default.htm (05.06.2013).

³³ Z. Salamonowicz, M. Majder-Łopatka, Prognozowanie zasięgu strefy zagrożenia toksycznego przy pomocy programu komputerowego ALOHA, Materiały Zakładu Ratownictwa Chemicznego Szkoły Głównej Służby Pożarniczej, www.sgsp.edu.pl/uczelnia/kdrg/zrch/zaj.php [dostęp 05.06.2013].

- AEGL 2 – stężenie substancji w powietrzu, powyżej którego cała populacja, włączając wrażliwe jednostki, poniesie nieodwracalny uszczerbek na zdrowiu,
- AEGL 3 – stężenie substancji w powietrzu, powyżej którego cała populacja, włączając wrażliwe jednostki, ulegnie długotrwałym poważnym skutkom w zdrowiu lub poniesie śmierć.

Stężenia AEGL dla chloru zostały ustalone częściowo w drodze eksperymentów³⁴, a ich wielkości zostały zaimplementowane do programu ALOHA:

- AEGL 1 = 0,5 ppm³⁵ przy ekspozycji 60 min;
- AEGL 2 = 2 ppm przy ekspozycji 60 min;
- AEGL 3 = 20 ppm przy ekspozycji 60 min.

Stężenia poniżej poziomu AEGL 1 mogą być wyczuwalne przez zmysły węchu czy smaku, mogą też być przyczyną podrażnień w postaci kaszlu czy łzawienia, nie powodują jednak zagrożenia dla zdrowia i życia³⁶.

Odwołując się do wyniku symulacji w programie ALOHA, dla podanych wyżej parametrów, otrzymano zasięgi dla poszczególnych stref: najbardziej zagrożonej (AEGL 3) w programie przedstawianej za pomocą koloru czerwonego 272 metry w kierunku wiatru, AEGL 2 przedstawianej za pomocą koloru pomarańczowego 903 metry oraz najmniej narażonej strefy żółtej (AEGL 1) o długości około 1700 metrów. Jak wspomniano wcześniej program ALOHA generuje też informację dotyczącą linii pewności – confidence lines, która przedstawia możliwy obszar zagrożenia zaistniały w przypadku zmian kierunku wiatru. Taka symulacja daje informację na temat zasięgu stref zagrożonych i może stanowić przykładowy scenariusz do mapy zagrożenia.

Przedstawienie takiego zasięgu zagrożenia powodowanego przez uwolnienie substancji niebezpiecznej, jak na rys. 2, na tle danych przestrzennych³⁷ w aplikacji ArcGIS, oprócz bezpośredniego, wizualnego zestawienia tych informacji, umożliwi także prowadzenie analiz. Przechodząc od podstawowych selekcji według położenia, po wykorzystanie zaimplementowanych modeli można dokonać analizy danego zagrożenia w określony położeniu geograficznym. Umożliwia to zbadanie zasięgu oddziaływania, powstałej w wyniku dysfunkcji infrastruktury komunalnej, strefy zagrożenia na inne obiekty znajdujące się w jej zasięgu. Zakres prowadzonych analiz uzależniony będzie od rodzaju oprogramowania użytego do ich przeprowadzenia, ale i zakresu danych przestrzennych dostępnych dla tej lokalizacji. Wykorzystując zaawansowane funkcje analiz sieciowych okre-

³⁴ <http://www.epa.gov/opptintr/aegl/pubs/tsd56.pdf> [dostęp 05.06.2013r.].

³⁵ ppm (parts per million) jest to jednostka stężenia określająca ilość cząsteczek substancji na milion cząsteczek roztworu, 10000 ppm = 1% objętościowemu.

³⁶ D. Krewski, K. Bakshi, R. Garrett, E. Falke, G. Rusch, D. Gaylor, Development of acute exposure guideline levels for airborne exposures to hazardous substances, Regulatory Toxicology and Pharmacology 2004, vol. 39, s. 186.

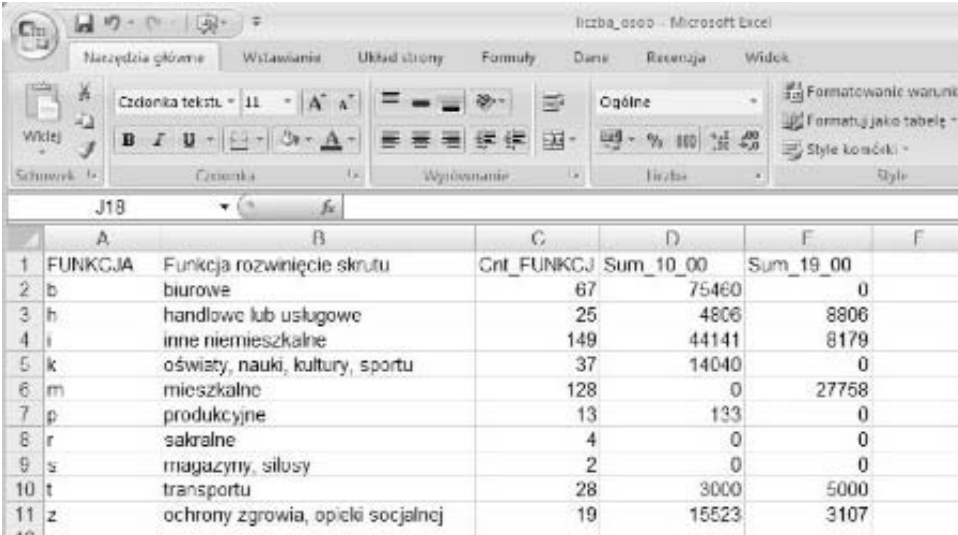
³⁷ Dane przestrzenne mogą być postaci rastrowej przedstawiającej np. ukształtowanie terenu, pokrycie terenu, postaci wektorowej np. budynki, drogi, punkty adresowe, czy numerycznego modelu terenu np. TIN. Możliwe jest też zasilanie systemów informacji przestrzennej danymi z zewnętrznych baz danych jak np. PESEL.

ścić można obszar, na którym wystąpić mogą przerwy w dostawie wody, o ile wymuszone to będzie skalą powstałych uszkodzeń. Wstrzymanie czy ograniczenie świadczenia tej usługi prowadzić może do zakłóceń w funkcjonowaniu np. obiektów ochrony zdrowia czy przebiegu procesów technologicznych. Wystąpić też mogą dodatkowe straty i zagrożenia wynikające z braku możliwości korzystania z sieci hydrantowej podczas działań gaśniczych. Na potrzeby artykułu została przeprowadzona przykładowa analiza relacji przestrzennej przecinania m.in. warstwy budynków ze strefą zagrożenia (confidence lines) rozprzestrzeniającej się chmury chloru. Dzięki tej funkcjonalności otrzymano informację o liczbie budynków zagrożonych, których liczba w przywołanym przykładzie jest równa 472. W polu zainteresowania osoby odpowiedzialnej za koordynację akcji ratowniczej czy planisty rozważającego różne scenariusze związane z zagrożeniami na wybranym terenie, istotniejszą od liczby budynków była by informacja pozwalająca oszacować liczbę osób w nich przebywających, potencjalnie narażonych na skutki rozważanego zagrożenia. Nie posiadając dostępu do bazy PESEL czy danych meldunkowych, na potrzeby tego artykułu, do obliczenia szacunkowej liczby osób zostały przyjęte wartości, liczby metrów kwadratowych przypadających na jedną osobę, w poszczególnych rodzajach budynków z Rozporządzenia Ministra Infrastruktury z 12 kwietnia 2002 r. w sprawie warunków technicznych, jakim powinny odpowiadać budynki i ich usytuowanie. W rozporządzeniu tym, dla budynków, których sposób zagospodarowania i przeznaczenie nie wskazują jedno- znacznie maksymalnej liczby użytkowników, zamieszczone są wskaźniki pozwalające obliczyć liczbę osób do celów określania parametrów dróg ewakuacyjnych³⁸. Skorzystanie z tych wskaźników możliwe jest przy znanej funkcji budynku oraz jego powierzchni. Dzięki temu, że dane przestrzenne dotyczące budynków, dostępne są w postaci wektorowej, oprócz widocznej na mapie części graficznej (obiektów powierzchniowych tzw. poligonów) posiadają również część opisową zwaną tabelą atrybutów³⁹. Atrybuty warstwy budynki wykorzystane w przykładowym scenariuszu do szacowania liczby osób to funkcja budynku, liczba kondygnacji i powierzchnia rzutu budynku (obiektu wrysowanego w mapę). Iloczyn liczby kondygnacji i rzutu budynku niezbędny jest do wyliczenia powierzchni całkowitej budynku, natomiast funkcja pozwala zastosować odpowiedni wskaźnik liczby metrów kwadratowych powierzchni przypadających na jedną osobę dla różnych kategorii obiektów. Działanie to wykonuje się przy pomocy narzędzia w ArcGIS nazwanego kalkulatorem pól. Kolejne narzędzie podsumowania pozwala wygenerować tabelę z zestawieniem liczby budynków oraz szacowaną liczbą osób. Tabela taka może być prezentowana w oknie programu ArcGIS bądź wyeksportowana do formatów umożliwiających dalszą analizę czy

³⁸ Rozporządzenie Ministra Infrastruktury z 12 kwietnia 2002 r. w sprawie warunków technicznych, jakim powinny odpowiadać budynki i ich usytuowanie (DzU z 2002 r., nr 75, poz. 690), art. 236, ust. 6.

³⁹ J. Urbański, GIS w badaniach przyrodniczych, Wydawnictwo Uniwersytetu Gdańskiego, Gdańsk 2010, s. 12.

wymianę danych przy użyciu powszechnie dostępnych pakietów oprogramowania biurowego (rys. 3).



	A	B	C	D	E	F
1	FUNKCJA	Funkcja rozwinięcie skrótu	Cnt_FUNKCJ	Sum_10_00	Sum_19_00	
2	b	biurowe	67	75460	0	
3	h	handlowe lub usługowe	25	4806	8806	
4	i	inne niemieszkalne	149	44141	8179	
5	k	oświaty, nauki, kultury, sportu	37	14040	0	
6	m	mieszkalne	128	0	27758	
7	p	produkcyjne	13	133	0	
8	r	sakralne	4	0	0	
9	s	magazyny, silosy	2	0	0	
10	t	transportu	28	3000	5000	
11	z	ochrony zdrowia, opieki socjalnej	19	15523	3107	
12						

Rys. 3. Widok tabeli przedstawiającej liczbę budynków w podziale na kategorie oraz przypisane im szacowane liczby osób

Źródło: opracowanie własne.

Szacowana liczba osób została określona na potrzeby scenariuszy ewakuacji opisanych w dalszej części artykułu. Zostały tu wprowadzone korekty w stosunku do wyników uzyskanych przy zastosowaniu wskaźników opisanych w przywołanym rozporządzeniu ministra infrastruktury w celu urealnienia liczby osób w wybranych, nietypowych budynkach jak np. centrum handlowe Złote Tarasy czy Pałac Kultury i Nauki. Dla tego typu obiektów przyjęto liczbę osób w budynkach na podstawie informacji dostępnych na stronach internetowych dotyczących tych obiektów. Dodatkową informacją, wartą uwagi, wynikającą z przedstawionej tabeli obok liczby osób, jest liczba obiektów zaliczonych do poszczególnych funkcji, z uwypukleniem budynków oświaty, nauki, kultury, sportu (funkcja k), opieki zdrowotnej i pomocy socjalnej (funkcja z) czy produkcyjnych i magazynowych (funkcje p i s). Z tymi kategoriami obiektów mogą być związane dodatkowe zagrożenia mogące prowadzić do zwielokrotnienia negatywnych skutków zagrożenia pierwotnego.

Tabela przedstawiona na rys. 3 zawiera w kolumnach:

- A – funkcję budynku skrótowo;
- B – rozwinięcie skrótu funkcji budynku;
- C – liczbę budynków w strefie zagrożenia dla każdej z funkcji;
- D – szacowaną liczbę osób na godzinę 10:00;
- E – szacowaną liczbę osób na godzinę 19:00.

Przy wykorzystaniu podstawowych funkcjonalności programu ArcGIS możliwa jest realizacja szeregu działań mogących wspierać decydena, jak np.:

- Eksport adresów zagrożonych budynków (lub innych dowolnych atrybutów zawartych w danych przestrzennych) do tabeli w celu przygotowania precyzyjnego ostrzeżenia,
- Wskazanie zagrożonej infrastruktury (ciągów komunikacyjnych, stacji transformatorowych, ujęć wody i innych w zależności od zakresu posiadanych danych przestrzennych),
- Wskazanie linii transportu zbiorowego przebiegających przez strefę zagrożenia w celu organizacji objazdów i wyłączenia z użytkowania przystanków oraz stacji,
- Wskazanie punktów przecięcia strefy zagrożonej z drogami wraz z podaniem ich współrzędnych GPS w celu rozmieszczenia patroli służb odpowiedzialnych za bezpieczeństwo i porządek publiczny ograniczających dostęp do strefy zagrożonej,
- Przygotowania produktów mapowych wspomagających podmioty reagujące w realizacji zadań (np. podział na odcinki bojowe, wyznaczenie stref ewakuacji, lokalizacja punktów zbiórki, wskazanie dróg wyłączonych na potrzeby służb ratowniczych).

D. Gotlib wskazuje przykładowe wykorzystanie GIS w pracy zespołów zarządzania kryzysowego w m.in.⁴⁰:

- ewidencji i prezentacji na mapie obiektów niebezpiecznych,
- prowadzeniu analiz demograficznych na obszarach potencjalnych zagrożeń⁴¹,
- ewidencji i prezentacji obiektów użyteczności publicznej,
- planowaniu rozmieszczenia punktów gromadzenia ludności, centrów dowodzenia, planowania dróg ewakuacyjnych,
- prowadzeniu symulacji rozchodzenia się fali powodziowej⁴²,
- prowadzeniu symulacji zalewania terenu w przypadku uszkodzenia wałów przeciwpowodziowych,
- szacowaniu zniszczeń w zależności od przyjętych działań w trakcie katastrofy lub klęski żywiołowej (analiza wariantów działań) lub szacowania zniszczeń po wystąpieniu katastrofy lub klęski żywiołowej.

Do powyższego zakresu możliwych zastosowań dodać można również całą gałąź współpracy systemów informacji przestrzennej z danymi GPS. Instalacja na-

⁴⁰ D. Gotlib, A. Iwaniak, R. Olszewski, GIS obszary zastosowań, Wydawnictwo Naukowe PWN, Warszawa 2007, s 122.

⁴¹ Posiadając dostęp np. do danych bazy PESEL możliwe jest nie tylko szacowanie liczby osób zamieszkujących teren objęty strefą zagrożenia, ale również możliwa jest analiza struktury społecznej pod względem wieku czy płci.

⁴² Zaawansowane wykorzystanie Systemów Informacji Przestrzennej w kontekście zagrożenia powodziowego realizowane jest w ramach projektu Informatyczny system osłony kraju przed nadzwyczajnymi zagrożeniami (ISOK), więcej informacji na stronach internetowych <http://isok.imgw.pl/> (dostęp: 05.06.2013).

dajników w samochodach czy radiostacjach nasobnych służb mogących uczestniczyć w likwidacji skutków sytuacji kryzysowej umożliwia sprawne zarządzanie siłami i środkami. Powstały w ramach projektu Geoportal 2⁴³ Uniwersalny Moduł Mapowy, przeznaczony dla służb ratowniczych, jest stykiem referencyjnych danych przestrzennych, danych operacyjnych służb ratowniczych oraz narzędzi SIP⁴⁴. Dzięki UMM w kontekście zarządzania siłami i środkami możliwe jest m. in. wyznaczanie tras dojazdu do zgłoszonych zdarzeń z uwzględnieniem bieżącej sytuacji na drogach⁴⁵, bieżące monitorowanie zasobów na mapie (wraz z raportowaniem statusów obsługi zgłoszenia). Przywołane funkcjonalności możliwe są do wykorzystania dzięki szybko postępującemu rozwojowi systemów informacji przestrzennej.

Literatura

- [1] Carnegie J., DeKa D.: Evacuation vs. shelter-in-place: How will residents respond?, National Evacuation Conference, Nowy Orlean 2008, prezentacja konferencyjna.
- [2] Denczew S.: Organizacja i zarządzanie infrastrukturą komunalną w ujęciu systemowym, Wyd. SGSP, Warszawa 2006.
- [3] Dyrektywa Rady Unii Europejskiej 2008/114/WE z 8 grudnia 2008 r. w sprawie rozpoznawania i wyznaczania europejskiej infrastruktury krytycznej oraz oceny potrzeb w zakresie poprawy jej ochrony (DzU UE., L 345, 23/12/2008 P. 0075 – 0082).
- [4] Evacuation and Shelter. Non-statutory guidance to complement Emergency Preparedness and Emergency Response & Recovery, Wyd. Emergency Planning College, York 2006.
- [5] Evacuation planning. Manual Number 11, Wyd. Emergency Management Australia, Dickson 2005.
- [6] Feng Wang, Chao Li, Xuesong Zhou, Mahesh Nayak, Xiaoming Chen: Effectiveness of Traffic Management Strategies at Destination during Emergency Evacuation, *Journal of Transportation Safety & Security* 2010, nr 2.
- [7] Ficoń K.: Inżynieria Zarządzania Kryzysowego. Podejście systemowe, BEL Studio Sp. z o.o., Warszawa 2007.
- [8] Gotlib D., Cwaniak A., Olszewski R.: GIS obszary zastosowań, Wydawnictwo Naukowe PWN, Warszawa 2007.
- [9] Grocki R.: Zarządzanie kryzysowe. Dobre praktyki, Difin, Warszawa 2012.
- [10] Instrukcja Szefa Obrony Cywilnej Kraju w sprawie zasad ewakuacji ludności, zwierząt i mienia na wypadek masowego zagrożenia.
- [11] Janczak J.: Informatyczne systemy wspomagania zarządzania, AON, Warszawa 2011.
- [12] Kitler W.: Planowanie cywilne w zarządzaniu kryzysowym, AON, Warszawa 2011.

⁴³ http://geoportal.gov.pl/index.php?view=article&id=142%3Aumm&option=com_content&Itemid=2 (05.06.2013).

⁴⁴ http://wingik.slask.eu/files/Prezentacje/UMM_17_11_2011.pdf (05.06.2013).

⁴⁵ Przykładowym serwisem oferującym informację o bieżącym natężeniu ruchu (średnie prędkości przejazdu) jest www.targeo.pl/_juz_dziala_traffic_live.html (05.06.2013).

- [13] Kady R.A., Davis J.: The effect of occupant characteristics on crawling speed in evacuation, *Fire Safety Journal* 2009, nr 44.
- [14] Krewski D., Bakshi K., Garrett R., Fale E., Rusch G., Gaylor D.: Development of acute exposure guideline levels for airborne exposures to hazardous substances, *Regulatory Toxicology and Pharmacology* 2004vol. 39.
- [15] Mass Evacuation Planning. Directors's Guideline for Civil Defence Emergency Management Groups, Wyd. Ministry of Civil Defence & Emergency Management, Wellington 2008.
- [16] Najgebauer A., Antkiewicz R., Pierzchała D.: Koncepcja systemu wspomagania decyzji w sytuacjach kryzysowych[w:] Najgebauer A. (red.): Modele zagrożeń aglomeracji miejskiej wraz z systemem zarządzania kryzysowego na przykładzie miasta stołecznego Warszawy, WAT, Warszawa 2009.
- [17] Narodowy Program Ochrony Infrastruktury Krytycznej – załącznik 1: charakterystyka systemów infrastruktury krytycznej.
- [18] Pietrantoni L., Saccinto E.: Psychological Models and Evacuation Behavior, [w:] Emergency evacuation of people from buildings, red. P. Kępką, W. Jaskółowski, Wyd. BEL Studio Sp. z o.o., Warszawa 2011.
- [19] Przeworski K.: Ewakuacja jako sposób ochrony ludności, Wyd. AON, Warszawa 2002.
- [20] Rozporządzenia Ministra Infrastruktury z 12 kwietnia 2002 r. w sprawie warunków technicznych, jakim powinny odpowiadać budynki i ich usytuowanie (DzU z 2002, nr 75, poz. 690).
- [21] Rozporządzenie Rady Ministrów z 24 czerwca 2003 r. w sprawie obiektów szczególnie ważnych dla bezpieczeństwa i obronności państwa oraz ich szczególnej ochrony (DzU z 200 r., nr 116, poz. 1090 z późn. zm).
- [22] Rozporządzenie Prezydenta RP z 4 stycznia 2012 r. w sprawie uznania za pomnik historii „Warszawa – Zespół Stacji Filtrów Williama Lindleya” (DzU z 2012 r., nr 0, poz. 64).
- [23] Simanova M., Polednak P.: Rescue and evacuation operations in the intervention, [w:] Emergency evacuation of people from buildings, red. P. Kępką, W. Jaskółowski, Wyd. BEL Studio Sp. z o.o., Warszawa 2011.
- [24] Słownik terminów z zakresu bezpieczeństwa narodowego, Wydanie II, red. W. Łepkowski, Wyd. AON, Warszawa 2002.
- [25] Sobejko Z.: Teoretyczne i praktyczne problemy ochrony infrastruktury krytycznej [w:] Kosowski B., Włodarski A. (red.): Wyzwania Bezpieczeństwa Cywilnego w XXI wieku – inżynieria działań w obszarze nauki, dydaktyki i praktyki, Warszawa 2007, Fundacja Edukacja i Technika Ratownictwa.
- [26] Świniarski J.: O naturze bezpieczeństwa, Wyd. Ulmak, Warszawa – Pruszków 1997,
- [27] Tarnowski T., Chmielewski M., Kędzierski P., Pierzchała D., Wiecka K.: Usługi udostępniania oraz zobrazowania danych z wykorzystaniem systemów GIS, [w:] Najgebauer A. (red.), Modele zagrożeń aglomeracji miejskiej wraz z systemem zarządzania kryzysowego na przykładzie miasta stołecznego Warszawy, WAT, Warszawa 2009.

- [28] The National Strategy for the Physical Protection of Critical Infrastructures and Key Assets, February 2003.
- [29] Tomlinson T.: Rozważania o GIS. Planowanie Systemów Informacji Geograficznej dla menedżerów, Wyd. ESRI Polska, 2008.
- [30] Tyburska A.: Nowe technologie wyzwaniem w ochronie infrastruktury krytycznej [w:] Piątek Z., Truchan R. (red.): Technologie w ochronie infrastruktury krytycznej zewnętrznego kraju Unii Europejskiej, Wyd. SRWO, Warszawa 2013,
- [31] Uniwersalny Słownik języka polskiego, PWN, Warszawa 2003, t. 1.
- [32] Urbański J.: GIS w badaniach przyrodniczych, Wydawnictwo Uniwersytetu Gdańskiego, Gdańsk 2010.
- [33] Ustawa z 24 sierpnia 1991 r. o ochronie przeciwpożarowej (DzU z 2009 r. nr 178, poz. 1380, z późn. zm.).
- [34] Ustawa z 20 grudnia 1996 r. o gospodarce komunalnej (DzU z 1997 r., nr 9, poz. 43, z późn. zm.).
- [35] Ustawa z 22 sierpnia 1997 r. o ochronie osób i mienia (DzU z 1997 r., nr 114, poz. 740, z późn. zm.).
- [36] Ustawa z 4 września 1997 r. o działach administracji rządowej (DzU z 1997 r., nr 141, poz. 943, z późn. zm.).
- [37] Ustawa z 26 kwietnia 2007 r. o zarządzaniu kryzysowym (DzU z 2007 r., nr 89, poz. 590, z późn. zm.).
- [38] Wytyczne Szefa Obrony Cywilnej Kraju w sprawie zasad ewakuacji ludności, zwierząt i mienia na wypadek masowego zagrożenia.
- [39] Zielona księga z 17 listopada 2005 r. w sprawie europejskiego programu ochrony infrastruktury krytycznej, COM (2005) 576.
- [40] www.response.restoration.noaa.gov
- [41] www.orise.orau.gov
- [42] www.sgsp.edu.pl
- [43] www.epa.gov
- [44] www.isok.imgw.pl
- [45] www.geoportal.gov.pl
- [46] www.ingik.slask.eu
- [47] www.targeo.pl
- [48] www.press.cbk.waw.pl
- [49] www.fakty.interia.pl
- [50] www.tvp.info
- [51] www.usatoday30.usatoday.com
- [52] www.guardian.co.uk
- [53] www.nola.com
- [54] www.nytimes.com

Paweł GROMEK
Wiktor GAWROŃSKI
Rafał WRÓBEL

Warsaw Filtering Station Infrastructure of Strategic Importance for the Safety of the City and its Inhabitants – the First Part

The article takes communal infrastructure protection and its problematic aspects into consideration. Its character and the scope of service are crucial for the national economy. An exemplification of such object is the Warsaw Filtering Station. It could pose some threats for local communities in case of anthropogenic, technical and natural disturbances.

The article presents a relation between the Warsaw Filtering Station infrastructure disturbance and its influence on local environment. The attempt of showing a potential GIS use areas while determining the threat zones for civil planning and crisis situation response needs, has been undertaken.

At the end, the authors have presented the solutions connected with mass evacuation, taking volunteered evacuation into account. The guidelines of subject organization have been gathered.

Keywords: crisis management, civil planning, critical infrastructure, protection of critical infrastructure, water supply system, geographic information system, threats modeling, decision support, tools for decision support, evacuation, civil protection.

SUMMARY