

Współdziałanie w zarządzaniu systemem zaopatrzenia w wodę w czasie ataku terrorystycznego

Cooperation in the management of the water supply system during a terrorist attack

MIROSŁAW SZEMLA, LESZEK PIETRASZEK

DOI 10.36119/15.2020.12.7

Niniejszy artykuł przedstawia wnioski z przebiegu ćwiczeń współdziałania służb ratunkowych, policji, instytucji ochrony sanitarnej i przedsiębiorstw odpowiedzialnych za zaopatrzenie w wodę aglomeracji śląskiej w Polsce obejmującej około 3,5 mln mieszkańców. W październiku 2018 roku przeprowadzono eksperyment w formie ćwiczenia symulacyjnego pod kryptonimem Kryzys 2018. Obrazował on incydent ataku terrorystycznego na wodociągi miejskie mający na celu skażenie wody przeznaczonej do spożycia przez ludzi. Przeprowadzone według własnego scenariusza autorskiego ćwiczenie symulacyjne miało na celu sprawdzenie skuteczności procedur stosowanych w takich sytuacjach. Zaangażowano jednostki straży pożarnej, policji, służb sanitarnych, pracowników przedsiębiorstw wodociągowych oraz przedstawicieli administracji rządowej odpowiadającej za bezpieczeństwo publiczne. Symulacja dotyczyła ataku terrorystycznego polegającego na skażeniu wody poprzez zatłoczenie substancji szkodliwych bezpośrednio do wodociągu magistralnego. Stwierdzono, że stanowi to poważne zagrożenie, z uwagi na trudność wykrywania, szybkość i skutki oddziaływania. Dotychczas nie opisywano takiego rodzaju ataku terrorystycznego. Uzyskane wyniki motywują do przyjęcia nowych zaleceń i korekty stosowanych procedur. Stwierdzono, że reakcja służb ratunkowych może być spóźniona. Przeprowadzanie cyklicznych ćwiczeń obejmujących współdziałanie różnych instytucji, służb w obiektach w zakresie zarządzania kryzysowego pozwala na praktyczne sprawdzenie przyjętych procedur i przyczynia się do ich ciągłego doskonalenia. Przedstawiona w niniejszym artykule metodologia opisuje etap przygotowania i przeprowadzenia oraz spotkanie analizujące. Umożliwia to przeprowadzenie analogicznych symulacji w innych krajach. Wnioski z obserwacji współdziałania służb i instytucji w czasie wspólnych ćwiczeń posłużą mogą doskonaleniu planów ochrony i procedur ratowniczych oraz poprawić przygotowanie przedsiębiorstwa wodociągowego na ewentualne zdarzenia o charakterze terrorystycznym.
Słowa kluczowe: terrorizm, wodociąg, infrastruktura krytyczna, zarządzanie kryzysowe

The article presents the conclusions from the exercise of rescue services, the police, the institutions responsible for sanitary security and companies responsible for providing water for the Silesia Region in Poland, inhabited by approximately 3.5 mln people. In October 2018, the simulation exercise code-named 'Crisis 2018' was carried out. It involved an incident of a terrorist attack aiming at infecting drinking water in the Municipal Water Works. The simulation exercise carried out on the basis of the proprietary script was meant to check the effectiveness of the procedures expected to be used in such situations. It was established that contamination of water by pouring hazardous substances directly into the main waterwork is a serious danger due to the difficulty in its detection, pace and its impact. The conclusions motivate to accept new recommendations and introduce modifications of the secure procedures for critical infrastructure. The monitoring system of an extensive critical infrastructure should be equipped with the remote notifying system informing about a possible interference. The duty to notify the area owner/administrator, the Sanitary Inspection and the City Council about the suspicion of water contamination in order to turn off the relevant parts of a pipeline should be introduced to the notifying instruction used on the command post. The conclusions drawn from the observation like this could also make the water company better prepared for possible terrorist attacks in the future.

Keywords: terrorism, water supply system, critical infrastructure, crisis management

Wstęp

W ciągu ostatniej dekady rosła wiedza na temat koncepcji i zaangażowania decydentów i przedsiębiorców w społecz-

nie odpowiedzialne działania [27]. Przedsiębiorstwa podejmują działania związane z zapobieganiem i przewidywaniem kryzysów oraz szybkim reagowaniem w momencie ich wystąpienia. Najczęściej

podejmują one działania w dwóch obszarach. Pierwszy dotyczy stworzenia bardziej przejrzystych procedur postępowania oraz ograniczenia szeroko pojmowanych kosztów. Drugi natomiast obejmuje

mgr Mirosław Szemla, <https://orcid.org/0000-0001-6643-0415>, mgr Leszek Pietraszek leszek.pietraszek@wp.pl – Akademia WSB Dąbrowa Górnicza. Adres do korespondencji/Corresponding author: mszemla@wp.pl

koncentrację na głównej działalności przedsiębiorstwa czyli produkcji oraz usprawnieniu zarządzania jakością [58]. Hambach i in. przedstawili rozwój cyfrowych systemów doskonalenia zarządzania [24]. Zjawisko dyfuzji pomiędzy systemem zarządzania jakością a CSR badano na przykładzie dwóch kategorii, takich jak jakość i odpowiedzialność organizacji [28]. Skuteczne zmaganie się z kryzysem wymaga zarządzania antykrzysowego. W kulturze organizacyjnej firmy ważnym elementem podnoszenia jakości i doskonalenia kompetencji jest wprowadzanie udoskonaleń [61]. Niniejsze opracowanie dotyczy eksperymentu ćwiczenia przeprowadzonego w jednym z największych przedsiębiorstw wodociągowych w Europie prowadzącego działalność w regionie śląskim w Polsce w związku z przewidywanym zagrożeniem wystąpienia celowego działania osób tj. ataku terrorystycznego poprzez ingerencję w infrastrukturę krytyczną wodociągu. Sprawdzenie skuteczności i prawidłowości podejmowanych decyzji na podstawie przygotowanych instrukcji pozwala na ich weryfikację i umożliwia wprowadzanie korekt doskonalących. Inspiracją do przeprowadzenia tego eksperymentu jest niedostatek literatury opisującej atak terrorystyczny na systemy zaopatrzenia w wodę a szczególnie brak opisanych przypadków incydentów ataku terrorystycznego na rurociągi wodociągu i komory wodomierzowej. To skłoniło autorów niniejszego opracowania do przeprowadzenia w tym zakresie ćwiczenia symulującego atak terrorystyczny polegający na zatłoczeniu substancji toksycznych bezpośrednio do wodociągu w komorze wodomierzowej. Wnioski z ćwiczenia posłużyć mogą do poszerzenia wiedzy teoretycznej w zakresie zarządzania i jej praktyczne zastosowanie w procesie ochrony systemem zaopatrzenia w wodę jako elementu infrastruktury krytycznej. Bezpieczeństwo jest podstawową potrzebą państw i systemów międzynarodowych. Jego brak wywołuje niepokój, poczucie zagrożenia [9]. Bezpieczeństwo powinno zaspokoić potrzeby fundamentalne: przetrwania, stabilizacji i niezakłóconego rozwoju, stwarzając warunki do osiągnięcia dobrobytu. Konurr i Rai uważają, że bezpieczeństwo jest zróżnicowane w swojej strukturze oraz wypełnianych funkcjach. Zawiera odniesienia subiektywne i może być definiowane między innymi z perspektywy sytuacyjnej [29]. Wyodrębniają oni system bezpieczeństwa określonego podmiotu, który stanowi skoordynowany wewnętrznie zbiór elementów (podsystemów) organizacyjnych, ludzkich

i materiałowych (sił i środków), ukierunkowanych na przeciwdziałanie zagrożeniom i zapewniających osiągnięcie akceptowalnego przez ten podmiot poziomu bezpieczeństwa. Agencja Unii Europejskiej ds. Bezpieczeństwa Sieci i Informacji wiąże problematykę bezpieczeństwa i zagrożeń z zagadnieniem ryzyka wystąpienia zagrożenia [12]. Podobne stanowisko prezentuje Zawifa-Niedźwiecki [83]. ENISA współpracuje z instytucjami i przedsiębiorstwami w celu opracowania porad i zaleceń dotyczących dobrych praktyk w zakresie bezpieczeństwa informacji. Pomaga państwom członkowskim UE we wdrażaniu odpowiednich przepisów UE i działa na rzecz poprawy ochrony krytycznej infrastruktury informacyjnej i sieci. Dotyczy to również cyberbezpieczeństwa [13]. Zarządzanie zasobami krytycznymi jest kluczowe dla możliwości utrzymania ciągłości procesów krytycznych. Menadżerowie powinni posiadać lub uzupełnić zdolność antykrzysowego zarządzania sytuacyjnego a standardowe procedury powinny być stale doskonalone, weryfikowane i uzupełniane o dobre praktyki. Uliru i Worthington do ochrony infrastruktury krytycznej proponują holoniczny system cyberbezpieczeństwa, który rozwija się w infrastrukturę zarządzania kryzysowego, zdolną do reagowania w odpowiednim czasie na nieznanne i nowe rodzaje zagrożeń [68]. System może dostosowywać się do zmieniającego się otoczenia dzięki zdolności do samoorganizacji. Lorenz i Shaver przedstawili przekrojowy opis prawodawstwa oraz systemów zarządzania kryzysowego w różnych krajach [33]. Friedberg przedstawił problematykę zarządzania kryzysowego i ochrony w krajach Azji [22]. Papa i Sheno charakteryzują ochronę infrastruktury krytycznej w USA [42]. W Polsce obowiązuje prawodawstwo określające wyraźne uprawnienia oraz obowiązki władz państwowych, samorządowych i przedsiębiorstw wodociągowych w zakresie zarządzania kryzysowego, reagowania oraz ochrony infrastruktury krytycznej. W Polsce zgodnie z ustawą z dnia 26 kwietnia 2007 r. o zarządzaniu kryzysowym za infrastrukturę krytyczną uważa się systemy oraz połączone ze sobą funkcjonalne obiekty (w tym obiekty budowlane, urządzenia, instalacje i usługi), konieczne i ważne, aby zapewnić bezpieczeństwo państwu i jego obywatelom oraz służące zapewnieniu sprawnego funkcjonowania organów administracji publicznej, instytucji i przedsiębiorców [73]. Wspomniana Ustawa charakteryzuje pojęcie Operatora Infrastruktury Krytycznej (Operator IK). Opera-

tor IK to właściciel oraz posiadacz samostanny i zależny obiektów, instalacji, urządzeń i usług infrastruktury krytycznej [39], [70]. System zaopatrzenia w wodę jest jednym z systemów Infrastruktury Krytycznej (IK). W systemie zaopatrzenia w wodę (SZW) mogą wystąpić różne zdarzenia incydentalne [47]. Podstawową zasadą zarządzania systemem infrastruktury krytycznej jest ciągłe doskonalenie procedur ochrony infrastruktury krytycznej. W tym zakresie nasila się zapotrzebowanie na skoordynowane działania i określenia ram współpracy Operatora IK ze służbami i formacjami ratowniczymi podczas zdarzeń zagrażających życiu i zdrowiu a tym samym doskonalenie działania. Operator SZW ma obowiązek opracowania i uzgodnienia Planu Ochrony infrastruktury krytycznej oraz Planu Bezpieczeństwa Wodnego. Ochrona infrastruktury krytycznej jest procesem mającym na celu zachowanie funkcjonalności, ciągłości działania oraz integralności tej infrastruktury co przekłada się na zapewnienie ciągłości dostaw wody [51], [52], [53]. Dotyczy to nie tylko ciągłej dostępności do wody, ale przede wszystkim zapewnienia jakości wody zgodnej z wymaganiami fizyko-chemicznymi i mikrobiologicznymi [14], [15], [18]. Podstawowe wymagania w tym zakresie określono w 2017 r. w Rozporządzeniu Ministra Zdrowia w sprawie jakości wody przeznaczonej do spożycia przez ludzi. Odniesienia międzynarodowe znaleźć można w opracowaniach [5], [17], [79], [66], [74]. W technologii uzdatniania wody stosuje się szereg środków do dezynfekcji wody do picia. Charakterystykę tych środków przedstawiono między innymi w publikacjach [21], [25], [50], [75], [76], [82]. Nowe podejście do bezpieczeństwa wody, oparte na zarządzaniu ryzykiem w całym łańcuchu dostaw wody od ujęcia do kranu konsumenta skutkowało rewizją Dyrektywy 98/83/WE przeprowadzoną w 2015 roku [8]. W Polsce przełożyło się to na zmiany wprowadzone ustawą Prawo wodne, które weszło w życie 1 stycznia 2018 roku. W zarządzaniu przedsiębiorstwem posiadającym system lub systemy infrastruktury krytycznej jako Operatora IK konieczne jest łączenie zadań stawianych przez system zarządzania kryzysowego stanowiącego element bezpieczeństwa narodowego z ekonomicznymi zadaniami stawianymi przed korporacją. Narodowy Plan Ochrony Infrastruktury Krytycznej charakteryzuje 3 filary współdziałania Operatora IK z administracją państwową oraz instytucjami i służbami. Jest to współodpowiedzialność, współpraca i zaufanie. Oznaczają

one, że ochrona infrastruktury krytycznej leży w interesie zarówno jej operatorów, jak i odpowiedzialnej za funkcjonowanie państwa administracji. Polega to na wykonywaniu zbieżnych i wzajemnie uzupełniających się zadań dla osiągnięcia wspólnego celu oraz unikaniu powielania działań i kosztów oraz efektywniejszego wykorzystania posiadanych sił i środków. Nandi i in. wskazują na ułatwienia wynikające z zastosowania Systemu Informacji Geograficznej (GIS) [38]. GIS umożliwia szybkie identyfikowanie miejsca ataku oraz ewidencję zasobów i ułatwia współdziałanie różnych służb i instytucji.

Polski Krajowy System Ratowniczo-Gaśniczy

W Polsce, na podstawie Ustawy o ochronie przeciwpożarowej z dnia 24 sierpnia 1991 roku funkcjonuje krajowy system ratowniczo-gaśniczy (KSRG) [44], [72]. Podstawowym celem KSRG jest ochrona życia, zdrowia, mienia lub środowiska poprzez: walkę z pożarami i innymi klęskami żywiołowymi, ratownictwo techniczne, chemiczne, ratownictwo ekologiczne i medyczne. KSRG jest zintegrowany z systemem powiadamiania ratunkowego. Krajowy system ratowniczo – gaśniczy w ramach posiadanych sił i środków współpracuje z właściwymi organami i podmiotami podczas zdarzeń nadzwyczajnych wywołanych zagrożeniem czynnikami biologicznymi, w tym podczas zdarzeń o charakterze terrorystycznym. Sieć jednostek ochrony przeciwpożarowej umożliwia dotarcie sił ratowniczych do zagrożonej ludności w ciągu 15 min. do 85 % populacji. W tabeli 1 wskazano liczbę interwencji wszyst-

Tabela 1. Interwencje KSRG w 2017 r.
Table. 1. NFRS' interventions in 2017

Liczba zdarzeń	Liczba zdarzeń	Interwencje średnio
Pożary	125 892	do zdarzenia co 1 min.
Miejscowe zagrożenia	354 741	do pożaru co 4,17 min.
Alarmy fałszywe	39 269	do miejscowego zagrożenia co 1,48 min
Ogółem	519 902	do alarmu fałszywego co 13,38 min

Źródło: Biuletyn Informacyjny PSP za 2017 r.
Source: NFRS' bulletin for 2017 (SFS 2018) [55].

kich jednostek ochrony przeciwpożarowej na terenie Polski w 2017 roku. Przepisy szczegółowe określają przedsięwzięcia do realizacji w ramach wymienionych dziedzin ratownictwa w tym współdziałanie KSRG, Państwowego Ratownictwa Medycznego i Systemu Powiadamiania Ratunkowego.

Funkcjonowanie KSRG na mocy porozumień wspomagają następujące instytucje: Policja, Straż Graniczna, Państwowa Inspekcja Ochrony Środowiska, Państwowa Inspekcja Sanitarna (PIS), Instytut Meteorologii i Gospodarki Wodnej (IMGW), Państwowa Agencja Atomistyki, Stacje Ratownictwa Górniczego, Morska Służba Poszukiwania i Ratownictwa, Lotnicze Pogotowie Ratunkowe oraz ratownicze instytucje pozarządowe. Kierowaniem działaniem ratowniczym to planowanie, organizowanie, nadzorowanie i koordynowanie. Kierującym działaniem ratowniczym jest dowódca pierwszej przybyłej na miejsce zdarzenia jednostki ochrony przeciwpożarowej do czasu przejęcia kierowania przez inną osobę uprawnioną. W przypadku przedsiębiorstw wodociągowych zarządzających infrastrukturą krytyczną w zakresie zaopatrzenia w wodę istotną jest współpraca ze wszystkimi instytucjami współdziałającymi w ramach KSRG.

Telefon 112

Jednolitym numerem alarmowym obowiązującym na terenie całej Unii Europejskiej jest numer 112. W Polsce działa 17 centrów powiadamiania ratunkowego (CPR). Miasto stołeczne Warszawa ma swój własny CPR, pozostałe są zlokalizowane po jednym w każdym województwie i swoim zasięgiem obejmują cały kraj [49], [53]. W 2017 roku zarejestrowano łącznie 18.997.544 zgłoszeń przychodzących do centrów powiadamiania ratunkowego, z czego 8.463.820 (tj. 44,55%) stanowiły zgłoszenia fałszywe, złośliwe, niezasadne. W 6.621.363 przypadkach dzwoniący anulował połączenie w ciągu kilku sekund. Średni czas oczekiwania na połączenie z operatorem CPR wynosił w 2017 roku około 10 sekund, w tym 5 sekund zapowiedzi. Średni czas prowadzenia rozmów w ramach obsługi zgłoszeń alarmowych wynosił średnio 128 sekund [49].

Identyfikacja zagrożeń w systemie zaopatrzenia w wodę

Potencjalne zagrożenia w publicznych systemach zaopatrzenia w wodę jako elementach infrastruktury krytycznej wraz z ich analizą opisano między innymi w publikacjach [2], [3], [20], [36], [43], [45], [66], [67], [74], [78], [80], [81]. Literatura wskazuje na występowanie zagrożeń naturalnych, zagrożeń technicznych i terrorystycznych. W tym aspekcie najczęściej wymieniane są: awarie techniczne, klęski żywiołowe, zagrożenia mikrobiolo-

giczne, chemiczne, fizyczne, błędy pracowników oraz zagrożenia terrorystyczne. W zakresie awarii technicznych wymieniane są często zmiany ciśnienia i wycieki powodujące brak ciągłości dostaw [35]. W zakresie środków chemicznych i toksycznych analizowana literatura wskazuje na możliwość niebezpiecznego wykorzystania różnych substancji chemicznych. Ich charakterystykę przedstawiono między innymi w [1], [16], [26], [30], [56]. Skazić wodę mogą również substancje pochodzące z lekarstw [37], [60], [63]. W celu zapewnienia bezpieczeństwa funkcjonowania systemu zaopatrzenia w wodę konieczne jest prowadzenie ciągłego monitoringu jakości wody [19]. Organizację działań antyterrorystycznych w Polsce określono w Narodowym Programie Antyterrorystycznym na lata 2015-2019 [69]. Przykłady dobrych praktyk prewencji i predykcji jakości wody wskazywane są w pracach [4], [40], [77], [78], [85], [86]. Zagadnienia ataku i incydentu terrorystycznego w systemie zarządzania kryzysowego przedstawiono między innymi w opracowaniach [6], [10], [11], [34], [57]. Terrorystyci stosują pięć podstawowych strategii: wyniszczenie, zastraszenie, prowokacja, zepsucie i przelicytowanie. Terrorystyci chcą zasygnalizować, że mają siłę i wolę, aby obciążyć kosztami tych, którzy im się sprzeciwiają oraz, że wrogowi i umiarkowanym grupom po stronie terrorystów nie można ufać i nie należy ich wspierać. [31]. LaFree i Dugan przedstawili bazę danych o otwartym kodzie źródłowym, która obejmuje około 70 000 incydentów krajowych i międzynarodowych od 1970 roku [32]. Na podstawie tej bazy oraz aplikacji Pinkerton Global Intelligence Service opracowano Globalną Bazę Terroryzmu (GTD). Substancje trujące mogą być wprowadzone do Systemu zaopatrzenia w wodę poprzez ujęcie wody lub zbiorniki wodociągowe [62], [64]. Jako broń chemiczna używany jest np.: Adamsyt, cyjanowodór, chlorocyjan, fosgen, difosgen, iperyt, luizyt, soman, sarin czy tabun. Czynniki zaliczane do broni biologicznej są m.in.: bakterie, wirusy, grzyby, toksyny bakteryjne i inne. W przypadku zatrucia wody w rzece powyżej ujęcia wody substancjami trującymi efektywność ich działania maleje na skutek rozcieńczenia wodą rzeczno [47], [65]. Groźniejsze wydaje się być zatrucie wody znajdującej się w zbiornikach sieciowych. Woda ta trafia bezpośrednio do sieci i jej zatrucie stanowi poważne zagrożenie dla zdrowia i życia mieszkańców [7], [46].

Efektywność systemu antyterrorystycznego w Polsce i na świecie jest powiązana

ze stosowaniem sprawdzonych procedur obejmujących przygotowanie i wyszkolenie służb umożliwiających reagowanie na poszczególne zagrożenia. W Raporcie o stanie bezpieczeństwa w Polsce w 2016 roku Polskę określa się jako cel rezerwy ewentualnych zamachów [48]. Mimo, że Polska nie jest traktowana jako główny cel działań terrorystycznych to jest pewne, że wraz ze wzrostem liczby różnego rodzaju aktów terrorystycznych i charakteru przeprowadzanych zamachów nasze zagrożenie ma tendencję wzrostową. Jednocześnie zagrożenie w wielu krajach jest większe niż w Polsce. Tym bardziej należy doskonalić procedury reagowania na atak terrorystyczny. Nie bez znaczenia jest również powstanie nowych form terroryzmu w cyberprzestrzeni oraz zagrożenie terroryzmem z wykorzystaniem broni masowego rażenia. W dniu 10.06.2016 r. weszła w życie Ustawa o działaniach antyterrorystycznych [71], która uporządkowała zakres i zasady prowadzenia działań antyterrorystycznych oraz współpracy pomiędzy poszczególnymi organami odpowiedzialnymi za aktywność w tej sferze. Przedmiotowa regulacja odnosi się również bezpośrednio do podmiotów zarządzających infrastrukturą mogącą mieć krytyczne znaczenie dla państwa i społeczeństwa. Wzrost liczby ataków i incydentów terrorystycznych na świecie wymusza przeprowadzanie, w każdym kraju, okresowego audytu systemu antyterrorystycznego na poziomie strategicznym, operacyjnym i taktycznym. Konieczne jest doskonalenie i dostosowanie systemu do zmieniającego się otoczenia. System antyterrorystyczny w Polsce złożony jest z wielu podsystemów: rozpoznania, przeciwdziałania, zwalczania i usuwania zaistniałych skutków. W fazie zapobiegania wysiłki skoncentrowane są na wykrywaniu przestępstw o charakterze terrorystycznym i zapobieganiu im, a działania w tej fazie to przede wszystkim działania operacyjno-rozpoznawcze. W fazie przygotowania celem jest rozpoznanie zagrożeń dla bezpieczeństwa państwa oraz ich likwidacja, względnie neutralizacja źródeł zagrożeń terrorystycznych. Tym samym w omawianej fazie będą się odbywać działania prewencyjne, obejmujące zwalczanie źródeł terroryzmu oraz jego finansowania. Na tym etapie należy się skupić na zabezpieczeniu potencjalnych celów ataków terrorystycznych. W fazie reagowania celem podejmowanych działań jest zwalczanie i likwidacja negatywnych następstw zamachów/ataków terrorystycznych oraz ograniczanie ich skutków. W fazie odbudowy następuje przywraca-

nie w miarę możliwości stanu sprzed zdarzenia o charakterze terrorystycznym. Dodatkowo podejmowana jest wymiana doświadczeń i wiedzy, dostosowanie zebranych informacji do warunków w danym państwie, przygotowanie scenariusza i odpowiednich procedur na przyszłość. Na potrzeby niniejszej pracy autorzy dokonali zestawienia wybranych zdarzeń związanych z zagrożeniami dla systemów wodociągowych wskazujących na próby czy też zamierzenia podejmowania działań bezpośrednio dotyczących przedmiotowej infrastruktury. Przedstawiono je w tabeli 2. Niektórzy eksperci uważają, że zagrożenia dla systemów wodnych są w rzeczywistości niewielkie, ponieważ trudno byłoby wprowadzić wystarczającą ilość środków, aby spowodować powszechne szkody. Ich obliczenia odnoszą się do ataku na źródło wody lub terenowe zbiorniki [7]. W analizowanej literaturze nie przedstawiono symulacji ataku terrorystycznego bezpośrednio na wodociąg i załóżanie substancji toksycznych przez komorę wodomierzową.

Dobrym przykładem jest wprowadzony w Polsce obowiązek współpracy opera-

wiono przykładów ataku polegającego na skażeniu wody bezpośrednio w wodociągu magistralnym poprzez załóżenie substancji szkodliwych. To skłoniło autorów niniejszego opracowania do przeprowadzenia w tym zakresie eksperymentu w formie ćwiczeń symulacyjnych na terenie miejskim.

Metodyka badań

Badanie przeprowadzono metodą obserwacji uczestniczących w ćwiczeniu współdziałania służb i instytucji z Operatorem IK. Metodologię badań oparto na propozycji Schmoll i in. [54]. W zakresie opracowania scenariusza symulacji przyjęto metodologię Stergiopoulos i in. poszerzoną o analizę problemu, który może zostać wywołany jako zdarzenia kaskadowe [59]. Metodę eksperymentu polegającego na przeprowadzeniu typowych ćwiczeń symulacyjnych i weryfikujących działania oparto na propozycji Yusta J.M i in. [82]. W czasie wspólnych ćwiczeń weryfikowano przydatność posiadanych procedur, instrukcji i planów ochrony infrastruktury krytycznej w związku z zagrożeniem wynika-

Tabela 2. Przykłady odnotowanych prób o charakterze terrorystycznym na infrastrukturę wodociągową
Table 2. Examples of the noted terroristic attempts for water supply infrastructure

Rok	Państwo	Zdarzenie
2000	Francja	Pracownicy zakładów wyrobów sztucznych roślin Cellatex w północnej Francji wylali 5000 litrów kwasu siarkowego do dopływu rzeki Mouse, gdyż odmówiono im dodatku do pensji pracowniczej.
2002	Francja	Aresztowano osoby powiązane z Al. Kaida planujących atak na sieć wody do picia w Paryżu.
2002	USA	Były pracownik „water department” został oskarżony o zatrucie studni miejskich trichloroetylenem
2002	Włochy	Plany przeprowadzenia ataku w Rzymie poprzez zatrucie wody rycyną, głównym celem miała być Ambasada USA. Włoska policja aresztowała czterech Marokańczyków, którzy mieli powiązania z Al.-Kaidą.
2002	USA	FBI znalazło komputer, należący do osoby z pośredniego powiązania z Osama bin Laden, który zawierał architekturę i inżynierię oprogramowania związaną z zaporami wodnymi i innymi konstrukcjami.
2003	Wlk. Brytania	Brytyjska policja znalazła w jednym z prywatnych domów w Londynie beczkę ze szklaną rycyną. Aresztowano sześciu mężczyzn pochodzących z krajów Maghrebu, którym postawiono zarzut planowania zamachu terrorystycznego poprzez zatrucie wód Tamizy.
2003	USA	Al.-Kaida zagroziła amerykańskiemu systemom wodnym na łamach magazynu Saudi Arabian i nie wykluczała zatrucia wody do picia w amerykańskich i zachodnich miastach.

Źródło: Opracowanie własne na podstawie materiałów Rządowego Centrum Bezpieczeństwa 2018 [39].
Source: Based on GCS materials 2018 [39].

torów infrastruktury krytycznej z organami, służbami i instytucjami właściwymi w sprawach bezpieczeństwa i zarządzania kryzysowego przy realizacji działań antyterrorystycznych. Analiza dotychczasowych opracowań w zakresie ataków terrorystycznych na systemy zaopatrzenia w wodę dotyczy incydentów przeprowadzonych na źródła wody do picia przed uzdatnianiem oraz atak na terenowe zbiorniki z wodą do picia. Nie przedsta-

jącym z ataku terrorystycznego polegającego na załóżeniu substancji toksycznych do wodociągowej sieci dystrybucyjnej. Do planowania ćwiczenia wykorzystano metodę koordynowania działań ludzkich dla osiągnięcia zamierzonych celów, w sposób możliwie najbardziej efektywny [6] oraz przykłady dobrych praktyk w przeprowadzaniu ćwiczeń [41]. Po analizie kwestii narastania zagrożenia terrorystycznego oraz charakterystyki współdziałania przy

ochronie infrastruktury krytycznej opracowano autorski scenariusz przebiegu ćwiczenia symulującego. Ćwiczenie podzielono na 3 fazy: przygotowanie, przeprowadzenie, opracowanie wyników obserwacji. W każdym etapie brali udział przedstawiciele Wojewody Śląskiego i przedsiębiorstwa – Operatora IK.

Obszar badań

Ćwiczenie przeprowadzone było z wykorzystaniem części systemu zaopatrzenia w wodę eksploatowanego przez jedno z największych przedsiębiorstw wodociągowych w Europie, które zarządza siecią około 950 km wodociągów magistralnych o średnicach od 600 do 1600 mm i dostarcza wodę przeznaczoną do spożycia do około 3,5 mln odbiorców aglomeracji śląskiej. W ćwiczeniu wykorzystano elementy wodociągu zaopatrującego wybrane osiedle zamieszkałe przez około 100 tysięcy ludzi. To przedsiębiorstwo wodociągowe prowadzi ciągły monitoring sieci nadzorowany przez dyspozytorów oraz posiada bazę komputerową urządzeń, rurociągów powiązaną z systemem GIS. Obowiązuje tu wewnętrzna procedura powiadamiania o awariach i innych sytuacjach kryzysowych. Ćwiczenie obejmowało działania ratownicze oraz koordynację różnych służb w czasie rzeczywistym po uzyskaniu zgłoszenia do Centrum Powiadamiania Ratunkowego (CPR). W zakresie tematyki opisanej w niniejszym opracowaniu istotne jest, że przedsiębiorstwa wodociągowe w zakresie zaopatrzenia ludności w wodę posiadają infrastrukturę o charakterze infrastruktury krytycznej.

Przebieg ćwiczenia symulacyjnego

Przygotowanie

Przygotowano założenia, scenariusz i zakres ćwiczenia symulacyjnego. Dokumenty konsultowano z Wydziałem Zarządzania Kryzysowego Śląskiego Urzędu Wojewódzkiego. Plan ćwiczeń został zatwierdzony w dniu 15 października 2018 r. przez Wojewodę Śląskiego. W dniu 16 października odbyło się spotkanie, podczas którego przedstawiciele zaangażowanych instytucji i służb omówili sposób realizacji zadań opisanych w Planie ćwiczenia. W dniu 24 października weszło w życie Zarządzenie nr 379/18 Wojewody Śląskiego w sprawie przygotowania i przeprowadzenia ćwiczenia z zakresu zarządzania kryzysowego pod kryptonimem „Kryzys 2018”. Zainstalowano kamery zdalnego monitoringu umożliwiające rejestrację obrazu i dźwięku w okolicy

wybranej komory wodomierzowej znajdującej się poza terenem zamieszkania. Zainstalowano oprogramowanie umożliwiające przesyłanie i archiwizowanie danych. Opracowano tekst komunikatu – zgłoszenia do CPR. Na terenie przedsiębiorstwa wodociągowego przygotowano pokój obserwacyjny wyposażony w środki komunikacji i prezentacji. Dla uwiarygodnienia wyników obserwacji wszystkie elementy i zakres ćwiczenia utrzymywano w tajemnicy służbowej.

Przeprowadzenie ćwiczenia

- W pokoju obserwacyjnym zgromadzili się przedstawiciele Wojewody, Centrum Powiadamiania Ratunkowego (CPR), Państwowej Straży Pożarnej (PSP), Komendy Wojewódzkiej Policji (KWPP), Państwowego Inspektora Sanitarnego, Powiatowej Stacji Sanitarno-Epidemiologicznej (Sanepid) i Przedstawiciele Przedsiębiorstw Wodociągowych. Łącznie 18 osób zarządzających odpowiednimi instytucjami i służbami. Ćwiczenia rozpoczęły się 25 października 2018 r. o godz. 9.27, rozmową telefoniczną zainicjowaną przez przygotowanego Informatora, który telefonując anonimowo na numer 112 poinformował, że podczas spaceru w pobliżu studzienki usytuowanej blisko ścieżki rekreacyjnej w „Wodnej Dolinie” (nazwa zmieniona), zauważył mężczyznę (obcokrajowca), który otworzył właz, wielokrotnie wchodził do środka studzienki. Za każdym razem, zabierał z przycepy zaparkowanego obok studzienki pojazdu niezidentyfikowane przedmioty, takie jak: pojemniki z naklejkami, instalacje z kablem. Informator dodał, że:
 - zauważył czarne popiersie z białą gwiazdą – widoczne na pojemniku,
 - przy studzience i w komorze zauważył tam rury o średnicy około 0,5 m, a także pojemniki zawierające oznaczenia oraz maski przeciwgazowe, przeciwpyłowe i rękawiczki,
 - nieznaną mężczyznę uciekł po tym jak zobaczył Informatora. Odjechał w stronę autostrady. Nie wyglądał na bezdomnego oraz nie był w ubraniu świadczącym o przynależności do jakichkolwiek służb, bądź instytucji. Rozmowa trwała 6 min. 24s. W trakcie rozmowy telefonicznej Operator CPR wypełniał Kartę zgłoszenia.
- Przebieg zdarzeń:
 - 9.35 operator telefonu 112 przekazał zgłoszenie do Państwowej Straży Pożarnej,

- 9.37 operator telefonu 112 przekazał zgłoszenie do Policji,
 - ok. 10.00 funkcjonariusze obu służb pojawili się na miejscu zdarzenia i rozpoczęli prowadzenie działań,
 - 09.37 operator przekazał informację o zdarzeniu do Wojewódzkiego Centrum Zarządzania Kryzysowego, które przekazało ją do kierownictwa Wydziału i Urzędu oraz do Rzecznika Prasowego Wojewody Śląskiego,
 - 11.30 informację (uzyskaną od Państwowej Straży Pożarnej) o możliwości skażenia wody w punkcie zakupowym KAT 7/8 otrzymał Dyspozytor miejskiego przedsiębiorstwa wodociągów (MPW),
 - 11.35 Dyspozytor MPW powiadomił Kierownika Oddziału Eksploatacji Sieci Wodociągowej oraz Dyrektora ds. Technicznych tego przedsiębiorstwa,
 - 12:15 Dyspozytor regionalnego przedsiębiorstwa wodociągów (RPW) otrzymał od Dyspozytora MPW telefoniczną informację o obecności substancji chemicznej niewiadomego składu w wodzie dostarczonej w punkcie zakupowym KAT 7/8. Dyspozytor podczas tej rozmowy uzyskał także informację o tym, że na miejscu są już pracownicy prowadzący czynności – przedstawiciele MPW i Straż Pożarna. Po uzyskaniu tych informacji Dyspozytor RPW poinformował o zdarzeniu Dyrektora Pionu Sieci i Dystrybucji, który przekazał informację członkowi Zarządu GPW S.A. ds. produkcji,
 - 12:18 po powzięciu informacji od Dyspozytora RPW kierownik Oddziału Eksploatacji Sieci telefonicznie zweryfikował przedmiotową informację u Dyspozytora MPW,
 - 12:20 o możliwości skażenia wody została poinformowana Państwowa Inspekcja Sanitarna,
 - 12:28 Kierownik Oddziału Eksploatacji Sieci RPW udał się z pracownikami na miejsce zdarzenia (dotarli na nie o godz. 12.36).
- W ćwiczeniu symulacyjnym poza osobami zgromadzonymi w pokoju obserwacyjnym zaangażowane były: 4 jednostki straży pożarnej wraz z oficerami stanowiska kierowania, 2 patrole Policji wraz z dyżurnymi operacyjnymi, 1 zespół Policji do wykrywania bomb z psami poszukującymi, 1 zespół specjalistyczny antyterrorystyczny, 3 pracowników Państwowej Inspekcji Sanitarnej, 12 pracowników MPW, 24 pracowników RPW, 4 oficerów łącznikowych oraz Operator centrum powiadamiania ratunkowego. Łącznie w przeprowadzenie symulacji zaangażowane były

84 osoby bezpośrednio oraz 22 osoby pośrednio – wydający decyzje administracyjne. Całość działań ratowniczych na miejscu została zapisana i zarchiwizowana na nośnikach cyfrowych. Uwagi ogólne obserwatorów z ćwiczenia zostały odnotowane w Protokole.

Opracowanie wyników obserwacji

Przedstawiciele poszczególnych służb i instytucji zobowiązali się do dokonania analizy spostrzeżeń oraz zaprezentowania propozycji doskonalących, zidentyfikowanych w czasie przebiegu ćwiczenia symulacyjnego. Dotyczy to propozycji uzupełnienia istniejących procedur specyficznych dla danej służby i instytucji, a także w zakresie współdziałania podczas akcji ratunkowej. W dniu 23.01.2019 roku w siedzibie RPW odbyło się posiedzenie przedstawicieli wszystkich służb i instytucji biorących udział w ćwiczeniu. Przedstawiono i omówiono film z odbytego ćwiczenia. Przedstawiciele poszczególnych służb przekazali zidentyfikowane nieprawidłowości i propozycje doskonalące oraz sformułowali wnioski i zalecenia. Zgłoszono także uwagi do współdziałania poszczególnych przedsiębiorstw, instytucji i służb w zakresie zarządzania infrastrukturą krytyczną. Istotne jest, że wypracowane rezultaty stanowią wspólne opracowanie obejmujące uwagi przedstawicieli administracji rządowej, Państwowej Straży Pożarnej, Policji, Państwowej Inspekcji Sanitarnej oraz zarządów przedsiębiorstw wodociągowych. Umożliwiło to dokonanie korekt w zakresie przepisów prawnych oraz procedur operacyjnych.

Podsumowanie

Przedstawiciele podmiotów biorących udział w ćwiczeniach zgodnie uznali za istotne lub wymagające doskonalenia:

- opracowanie procedur działania i współpracy przy sytuacjach kryzysowych, w tym dotyczących informowania użytkowników o ograniczonym korzystaniu z wody, wstrzymaniu dostaw wody oraz ponownej zdatności wody do spożycia,
- opracowanie procedur szybkiego informowania o podejrzeniu skażenia wody wszystkich interesariuszy a szczególnie zarządcy infrastruktury i Urzędu Miasta,
- zinventaryzowanie możliwości badawczych laboratoriów zarówno przedsiębiorstw wodociągowych jak i innych laboratoriów celem osiągnięcia maksymalnych możliwości operacyjnych umożliwiających badanie różnorodnych skażeń oraz szybkiego wykrywania nieprawidłowego składu wody,

- ujednoczenie sposobu zabezpieczenia wejść do komór i studzienek wodociągowych przedsiębiorstw wodociągowych, poprawę systemów sygnalizacji informacji alarmowych raportujących ingerencję w zabezpieczenie infrastruktury,
- opracowanie i wdrożenie systemów zabezpieczeń przed możliwością wstąpienia substancji szkodliwych w komorach i studzienkach wodomierzowych,
- przeprowadzenie specjalistycznych szkoleń dla funkcjonariuszy Policji z obsługi i użytkowania kombinezonów gazoszczelnych,
- zabezpieczenie możliwości wykorzystywania paczkowarki do wody w czasie dostaw awaryjnych,
- doskonalenie procedury dotyczącej organizacji odcięć wody oraz dostaw zastępczych,
- zwiększenie zasobów dostępnych beczkowozów do dostaw awaryjnych.

W przeprowadzonym eksperymencie stosunkowo niewielka ilość trucizny (20l) zatłoczona poprzez komorę wodomierzową do rurociągu dociera w ciągu 8 min do osiedla miejskiego odległego od miejsca zatłoczenia o 2 km i zagraża życiu około 100 tysięcy ludzi. W przeprowadzonym eksperymencie opisanym w niniejszym opracowaniu zamknięcie dostaw wody na zaatakowanym odcinku nastąpiło po 3h. Reakcja służb ratunkowych, antyterrorystycznych może okazać się spóźniona. Wystąpienie zidentyfikowanego w niniejszym opracowaniu zagrożenia powodować może bardzo wysokie straty. Należy rozpatrywać możliwość równoczesnego cyberataku uniemożliwiającego komunikację lub zdalne sterowanie infrastrukturą. Niewątpliwie ciągłego doskonalenia wymagają procedury reakcji służb, a także przepisy aktów prawnych oraz procedury zarządzania. Wszyscy uczestnicy podkreślali przydatność wspólnych ćwiczeń w zakresie współdziałania instytucji i służb z Operatorem IK w zakresie ochrony infrastruktury krytycznej.

Wnioski

Przeprowadzone ćwiczenie pozwoliło na sformułowanie następujących wniosków szczegółowych:

1. Skażenie wody poprzez zatłoczenie substancji szkodliwych bezpośrednio do wodociągu magistralnego jest poważnym zagrożeniem, z uwagi na trudność wykrywania, szybkość i zakres oddziaływania.
2. Przeprowadzanie ćwiczeń obejmujących współdziałanie różnych instytucji,

służb i Operatora IK pozwala na doskonalenie w zakresie ochrony Infrastruktury Krytycznej.

3. Przeprowadzanie cyklicznych ćwiczeń w zakresie zarządzania kryzysowego pozwala na praktyczne sprawdzenie przyjętych procedur i przyczynia się do ich ciągłego doskonalenia.
4. System monitoringu rozległej infrastruktury krytycznej w przedsiębiorstwie wodociągowym należy wyposażyć w system zdalnego powiadamiania o ingerencji.
5. Do instrukcji powiadamiania stanowiącego kierowania należy wprowadzić konieczność powiadamiania właściciela/administratora terenu o akcji oraz PSSE i Urzędu Miasta o podejrzeniu skażenia wody.
6. Należy przeprowadzić i doskonaląc cykl specjalistycznych szkoleń dla funkcjonariuszy Policji z obsługi i użytkowania kombinezonów gazoszczelnych.

Wnioski powyższe mogą posłużyć do doskonalenia planów i procedur ratowniczych oraz mogą poprawić przygotowanie przedsiębiorstwa wodociągowego na ewentualne zdarzenia o charakterze terrorystycznym a także skorygować istniejące procedury. W związku z powyższym zasadnym jest przeprowadzenie kolejnego ćwiczenia w zakresie ochrony infrastruktury o krytycznym znaczeniu dla państwa w przypadku ataku terrorystycznego i doskonalenia współdziałania różnych służb i instytucji. Jako kierunek kolejnych badań wskazuje się opracowanie i wdrożenie systemów zabezpieczeń przed możliwością wstąpienia substancji szkodliwych w komorach i studzienkach wodomierzowych. Analiza dostępnej literatury przedmiotu oraz przebiegu opisanego ćwiczenia symulacyjnego potwierdziła przydatność opracowania jednego kompleksowego aktu normatywnego regulującego zagadnienia związane z wykrywaniem, przeciwdziałaniem, zwalczaniem zjawisk o charakterze terrorystycznym. Dotyczy to szczególnie akcji wymagających koordynacji i współdziałania wielu służb i instytucji.

LITERATURA

- [1] Benjamin, M. M.: Water Chemistry. 2nd Edition. Waveland Press, Inc., Long Grove (USA), 2015.
- [2] Boryczko, K.: Water age in the water supply network as health risk factor associated with collective water supply, *ECOL CHEM ENG A*, 23(1), 33-43, DOI 10.2428/ecea.2016.23(1)3, 2016.
- [3] Boryczko, K., Piegoń, I., Eid, M.: Collective water supply systems risk analysis model by means of RENO software. *Safety, Reliability and Risk Analysis: Beyond the Horizon* –

- Steenbergen et al. [Eds.], Taylor & Francis Group, London 2014, 1987–1992.
- [4] Bourdon, L. D. Liggett, J., Sidari, F. P., Tri-Antafyllidou, S.: Preventing disease from Legionella is a shared responsibility. *AWWA Opflow* 2019, Vol. 45(2), 10–13.
- [5] Bruchet, A., Duguet, J. P.: Role of oxidants and disinfectants on the removal, masking and generation of tastes and odours. *Water Science and Technology* 2004, Vol. 49(9), 297–306.
- [6] Cederman, L-E, Weidmann, N,B, Predicting armed conflict: Time to adjust our expectations? *Science* 03 2017, Vol.355, Issue6324, pp.474-476, DOI: 10.1126/science.aal4483
- [7] Copeland, C., Cody, B.: Terrorism and Security Issues Facing the Water Infrastructure Sector, CRS Report to Congress. 2010. <http://www.fas.org/irp/crs/RS21026.pdf>
- [8] Directive 2014/101/EU: Commission Directive 2014/101/EU of 30 October 2014 amending Directive 2000/60/EC of the European Parliament and of the Council establishing a framework for Community action in the field of water policy Text with EEA relevance.
- [9] Donzelli, P., Setola, R.: Identifying and evaluating risks related to enterprise dependencies: a practical goal-driven risk analysis framework, *International Journal of Risk Assessment and Management*, 2007, 7(8), 1120–1137.
- [10] Dugan, L., LaFree, G.: Determinants of Global Terrorism Incident, Paper presented at the annual meeting of the American Society of Criminology, Los Angeles, 2006.
- [11] Enders, W., Sandler T.: *The Political Economy of Terrorism*, Cambridge University Press, Cambridge, UK, 2006.
- [12] ENISA: Good practices on the implementation of regulatory technical standards. MS approaches on PSD 2 implementation: commonalities in risk management and incident reporting. ENISA, 2018, ISBN 978-92-9204-279-0, DOI 10.2824/98934
- [13] ENISA: Proactive detection-survey results. ENISA, 2020, ISBN: 978-92-9204-346-9, DOI: 10.2824/01659
- [14] EPA: A New Approach to Protecting Drinking Water and Public Health. United States Environmental Protection Agency, 2010.
- [15] EPA: Drinking Water Advice Note – Advice Note No. 8: Developing Drinking Water Safety Plans. Environmental Protection Agency., 2011.
- [16] EPA/635/R-01/002: Toxicological Review of Bromate. United States Environmental Protection Agency, Washington DC. 2001.
- [17] EPA/822-5-12-001: Edition of the Drinking Water Standards and Health Advisories. United States Environmental Protection Agency, Washington DC. 2012.
- [18] ESW: European Strategic Workshop on Water Safety Planning, 12-13 March 2014, Berlin, Germany.
- [19] Figueras, M. J., Borrego, J. J.: New perspectives in monitoring drinking water microbial quality. *International Journal of Environmental Research and Public Health* 2010, No. 7, 4179–4202
- [20] Fischer, I., Kastl, G., Sathasivan, A.: A comprehensive bulk chlorine decay model for simulating residuals in water distribution systems. *Urban Water Journal* 2016, Vol. 14,(4), 361–368.
- [21] Fischer, I., Kastl, G. & Sathasivan, A.: New model of chlorine wall reaction for simulating chlorine concentration in drinking water distribution systems. *Water Research* 2017, Vol. 125, 427–437.
- [22] Friedberg, A.: Next generation perspectives on the future of Asian security, The German Marshall Fund of the United States, 2015.
- [23] GCS National Critical Infrastructure Protection Program Appendix 1. Standards to ensure the efficient functioning of critical infrastructure – good practices and recommendations, Government Center for Security. (Polish). (2018).
- [24] Hambach, J., Kümmel, K. & Metternich, J.: Development of a digital continuous improvement system for production, The 50th CIRP Conference on Manufacturing Systems ScienceDirect, 2017, Volume No.5, Issue Special 1, 250-256
- [25] Heeb, M. B., Criquet, J., Zimmermann-Steffens, S. G., von Gunten, U.: Oxidative treatment of bromide-containing waters: Formation of bromine and its reactions with inorganic and organic compounds – a critical review. *Water Research*, 2014. Vol. 48, 15–42.
- [26] Huang, Y., Zhang, H., Zamyadi, A., Andrews, S., Hofmann R.: Predicted impact of aeration on toxicity from trihalomethanes and other disinfection byproducts. *Journal – American Water Works Association*, 2017, Vol. 109(10), 13–21.
- [27] Hys, K., Hawrysz, L.: Corporate social responsibility reporting. *China-USA Business Review*, 2012, 11(1).
- [28] Hys K.: Dyfuzja systemu zarządzania jakością i koncepcji społecznej odpowiedzialności organizacji, Politechnika Opolska, 2018.
- [29] Konnur, B. A., Rai, R. K.: Optimal Design of Water Transmission Networks, *International Journal of Engineering Research*, 2016, ISSN:2319-6890(online), 2347-5013(print)
- [30] Kumari, M., Gupta, S. K., Mihra, B. K.: Multi-exposure cancer and non-cancer risk assessment of trihalomethanes in drinking water supplies – a case study of Eastern region of India. *Ecotoxicology and Environmental Safety*, 2015, Vol. 113, 433–438.
- [31] Kydd, A. H., Walter, B. F.: *The Strategies of Terrorism*. Harvard College and the Massachusetts Institute of Technology. *International Security*, 2006, Volume 31, Issue 1, 49-80.
- [32] LaFree, G., Dugan, L.: *Introducing the Global Terrorism Database*. Taylor & Francis. *Terrorism and political violence*, 2007, Volume 19, Issue 2, 181-204
- [33] Lorenz, F. M., Shaver, G.: *The Protection of Water Facilities Under International Law*. A Research Project Sponsored by the International Water Academy, Oslo, Norway, 2003.
- [34] McCauley, C.: Psychological Issues in Understanding Terrorism and the Response to Terrorism, in Stout, C. [ed.], *The Psychology of Terrorism* (Westport, CT), 2003.
- [35] Meguid, H. A., Ulanicki, B.: Pressure and leakage management in water distribution systems via flow modulation PRVS, *American Society of Civil Engineers, 12th Annual Conference on Water Distribution Systems Analysis (WDSA)*, 2010.
- [36] Mena, K. D., Gerba, C. P.: Risk assessment of *Pseudomonas aeruginosa* in water. *Reviews of Environmental Contamination and Toxicology*, 2009, Vol. 201, 71–115.
- [37] Michihiko, I., Min-Yu, C., Chang-Suk, J., Masa-Noro, F.: Acute toxicity, mutagenicity, and estrogenicity of biodegradation products of bisphenol-A. *Environmental Toxicology* 2002, Vol. 17,(5), 457–461.
- [38] Nandi, S., Hansda, T., Himangshu, H., Nandi, T. P.: Geographical Information System (GIS) in Water Resources Engineering, *International Journal of Engineering Research*, 2016, Volume No.5, Issue Special 1, 210-214, ISSN:2319-6890(online),2347-5013(print), DOI 10.17950/ijer/v5i1/050.
- [39] Narodowy Program Ochrony Infrastruktury Krytycznej Załącznik nr 1 Standardy służące zapewnieniu sprawnego funkcjonowania infrastruktury krytycznej – dobre praktyki i rekomendacje. RCB, 2020
- [40] Olejnik, A., Nawrocki, J.: Does drinking water have to be chemically disinfected?. *Ochrona Środowiska*, 2013, vol. 35,(4), 3–8.
- [41] Olejnik, T.: Ćwiczenia praktyczne jako przygotowanie samorządu do reagowania podczas zdarzeń, *Security, Economy & Law*, 2, Apeiron Krakow, 2013.
- [42] Papa, M., Shenoi, S.: *Critical Infrastructure Protection II*, IFIP International Federation for Information Processing, a Springer Series in Computer Science, 2008. ISSN: 1571-5736 / 1861-2288 (Internet), ISBN: 978-0-387-88522-3
- [43] Pietrucha-Urbaniak, K.; Rak, J.R.: Consumers' Perceptions of the Supply of Tap Water in Crisis Situations. *Energies* 2020, 13, 3617.
- [44] Radkowski R.: Krajowy System Ratowniczo-Gaśniczy jako element organizacji ratownictwa i ochrony ludności w Polsce – Zeszyty Naukowe PWSZ im. Witelona w Legnicy Nr 14(1)/2015.
- [45] Rak, J. R.: Selected problems of water supply safety. *Environment Protection Engineering*, 2009, Vol. 35, (2), 23–28.
- [46] Rak, J. & Pietrucha, K.: Some factors of crisis management in water supply system, *Environment Protection Engineering*, 2008, Vol. 34,(2)
- [47] Rak, J.R.; Pietrucha-Urbaniak, K.: An Approach to Determine Risk Indices for Drinking Water–Study Investigation. *Sustainability*, 2019, 11, 3189.
- [48] Raport o stanie bezpieczeństwa w Polsce w 2015 roku, Ministerstwo Spraw Wewnętrznych, Warszawa, 2016.
- [49] Raport z funkcjonowania systemu powiadamiania ratunkowego w 2017 r, MSWiA Warszawa, 2018.
- [50] Rincón, A. A.: Public-private partnerships used to manage water in Mexico: Puebla, a case study. *Journal American Water Works Association*, 2016, Vol. 108(5), 40–45.
- [51] Rozporządzenie Ministra Administracji i Cyfryzacji z dnia 28 kwietnia 2014 r. w sprawie organizacji i funkcjonowania centrów powiadamiania ratunkowego, Dz.U. z 2014r poz. 574
- [52] Rozporządzenie Ministra Spraw Wewnętrznych i Administracji z dnia 31 lipca 2001 r. w sprawie szczegółowych zasad kierowania i współdziałania jednostek ochrony przeciwpożarowej biorących udział w działaniu ratowniczym, Dz.U. z 2013 r. poz. 709, §1.
- [53] Rozporządzenie Ministra Spraw Wewnętrznych i Administracji z 18 lutego 2011 r. w sprawie szczegółowych zasad organizacji krajowego systemu ratowniczo-gaśniczego, Dz.U. Nr 46, poz. 239.
- [54] Schmoll, O., Howard, G., Chilton, J., Chorus, I.: *Protecting groundwater for health: managing the quality of drinking-water sources*. World Health Organization, Geneva, 2006.
- [55] SFS, State Fire Service. *Biuletyn Informacyjny Państwowej Straży Pożarnej* za 2017, Warszawa, 2018.
- [56] Siembida-Lösch, B., Anderson, W. B. Bonsteele, J., Huck, P. M.: Pretreatment impacts on biopolymers in adjacent ultrafiltration plants. *Journal – American Water Works Association*, 2014, Vol. 106,(9), E372–E382.
- [57] Silke, A.: *The Devil You Know: Continuing Problems with Research on Terrorism*, *Terrorism and Political Violence*, 2001, 13, 1–14.
- [58] Starosta, A.: *Anti-crisis Management Strategies: an Empirical Approach*, Management,

- 2014, vol. 18,(1), 255-266, DOI:10.2478/manment-2014-0019.
- [59] Stergiopoulos, G., Kotzanikolaou, P., Theocharidou, M., Lykou G., Gritzalis, D.: Time-based critical infrastructure dependency analysis for large-scale and cross-sectoral failures, *International journal of critical infrastructure protection*, 2016, 12, 46–60.
- [60] Swarczewicz, M. K., Sobczak, J., Pazdzioch, W.: Removal of carbamazepine from aqueous solution by adsorption on fly ash amended soil. *Water Science and Technology*, 2013, Vol. 67,(6), 1396–402.
- [61] Szczepańska-Woszczyzna, K.: The importance of organizational culture for innovation in the company, *Forum Scientiae Oeconomia*, 2014.
- [62] Szpak, D., Tchórzewska-Cieślak, B.: Sources of incidental events in collective water supply system, *Journal of KONBiN* 2015, 3,(35), 127-136, DOI 10.1515/jok-2015-0046.
- [63] Taylor, D., Senac, T.: Human pharmaceutical products in the environment – the ‘problem’ in perspective. *Chemosphere*, 2014, Vol. 95–99.
- [64] Tchórzewska-Cieślak, B.: Risk in water supply system crisis management, *Journal of KONBiN* 2008., 2,(5), ISSN 1895-8281, DOI 10.2478/v10040-008-0047-1
- [65] Tchórzewska-Cieślak, B.: Water supply system reliability management, *Environment Protection Engineering*, 2009, Vol. 35,(2).
- [66] Tchórzewska-Cieślak B., Rak J., Wybraniec A.: Hybrydowa metoda analizy scenariuszy awaryjnych w systemie zaopatrzenia w wodę. *Ośrodek Informacji „Technika Instalacyjna w Budownictwie”*, Instal, nr 10 (z. 288), s. 102-105, 2008.
- [67] Tixier, C., Singer, H. P., Oellers, S., Muller, S. R.: Occurrence and fate of carbamazepine, clofibric acid, diclofenac, ibuprofen, ketoprofen, and naproxen in surface waters. *Environmental Science & Technology* 2003, Vol. 37,(6), 1061–1068.
- [68] Ulieru, M. & Worthington, P.: Adaptive risk management system (ARMS) for critical infrastructure protection, *Integrated Computer-Aided Engineering*, 2006, vol. 13,(1), 63-80, DOI 10.3233/ICA-2006-13105
- [69] Uchwała nr 252 Rady Ministrów z dnia 9 grudnia 2014 r. w sprawie “Narodowego Programu Antyterrorystycznego na lata 2015-2019”, M.P. 2014 poz. 1218
- [70] Uchwała nr 210/2015 Rady Ministrów z dnia 2 listopada 2015 r. w sprawie przyjęcia Narodowego Programu Ochrony Infrastruktury Krytycznej z uwzględnieniem Uchwały nr 116/2020 Rady Ministrów z dnia 13 sierpnia 2020r. zmieniającej uchwałę w sprawie przyjęcia Narodowego Programu Ochrony Infrastruktury Krytycznej.
- [71] Ustawa z dnia 10 czerwca 2016 roku o działaniach antyterrorystycznych. Dz.U. 2016, poz. 904.
- [72] Ustawa z dnia 24 sierpnia 1991 r. o ochronie przeciwpożarowej, Dz.U. 2018.0 poz. 620
- [73] Ustawa z dnia 26 kwietnia 2007r.o zarządzaniu kryzysowym. Tekst jednolity Dz. U. 2018 r. poz. 1401, 1560
- [74] Vermeulen, L. C., van Hengel, M., Kroeze, C., Medema, G., Spanier, J. E., van Vliet, M. T. H., Hofstra, N.: Cryptosporidium concentrations in rivers worldwide. *Water Research*, 2019, Vol. 149, 202–214.
- [75] von Gunten, U.: Ozonation of drinking water: Part II. Disinfection and by-product formation in presence of bromide, iodide or chlorine. *Water Research*, 2003, Vol. 37, 1469–1487.
- [76] Wang, S., Li, H.: Dye adsorption on unburned carbon: Kinetics and equilibrium. *Journal of Hazardous Materials*, 2005, Vol. 126,(1–3), 71–77.
- [77] Wang, Y. M., Chin, K. S., Poon, G. K. K., Yang J. B.: Risk evaluation in failure mode and effects analysis using fuzzy weighted geometric mean. *Expert Systems with Applications*, 2009, Vol. 36, No. 2, Part 1, 1195–1207.
- [78] WHO Guidelines for Drinking-water Quality, fourth edition. WHO, Geneva., 2011.
- [79] Wróblewski, R.: Chosen problems of the business administration in crisis situations. *Zeszyty Naukowe Uniwersytetu Przyrodniczo-Humanistycznego w Siedlcach*. Seria: Administracja i Zarządzanie, 2010 Nr 14 (87).
- [80] WSP: Water safety plan manual (WSP manual), Step-by-step risk management for drinking-water suppliers. WHO, International Water Association. 2009.
- [81] Xu, J., Huang, C., Shi, X., Dong, S., Yuan, B., Nguyen, T. H.: Role of drinking water biofilms on residual chlorine decay and trihalomethane formation: An experimental and modeling study. *Science of The Total Environment*, 2018, Vol. 642, 516–525.
- [82] Yusta, J. M., Correa, G. J., Lalac-Arategui, R.: Methodologies and applications for critical infrastructure protection: State-of-the-art, *Energy Policy*, 2011, 39, 6100-6119
- [83] Zawita-Niedźwiecki, J.: *Business Continuity, Foundations of Management*, 2010 nr 2.
- [84] Zhao, R., Reckhow, D. A., Becker, W. C., Schindler, S.: Seasonal variation of disinfection by product precursors in a large water supply. *Journal – American Water Works Association*, 2018, Vol. 110,(11).
- [85] Zimmer, L. J.: Inactivation and potential repair of selected waterborne pathogens exposed to ultraviolet radiation. Master’s Thesis, University of Waterloo, Waterloo(Canada), 2002.
- [86] Zimoch, I., Bartkiewicz, E.: Analysis of disinfectant decay in a water supply system based on mathematical model. *Desalination and Water Treatment*, 2018, Vol. 134,272–280.