

DR ŁUKASZ SZKLARSKI
ITTI sp. z o.o.
e-mail: lukasz.szklarski@itti.com.pl

DIAGNOZA POTRZEB W ZAKRESIE USPRAWNIENIA TECHNOLOGII I SPRZĘTU SŁUŻĄCEGO REAGOWANIU NA INCYDENTY O CHARAKTERZE CBRN. ZARYS PROBLEMU Z PERSPEKTYWY EUROPEJSKICH STRAŻY POŻARNYCH

ABSTRAKT

Zagadnienie ochrony przed czynnikami CBRN wpisuje się bezpośrednio w przedmiot badań realizowanych w naukach o bezpieczeństwie. Skrót CBRN oznacza Chemiczne, Biologiczne, Radiologiczne i Nuklearne zagrożenia zarówno w kontekście wypadków przemysłowych, jak i broni [1]. W kwestii sytuacji kryzysowych system bezpieczeństwa narodowego RP i właściwe mu systemy operacyjne nie ma zadań ważniejszych niż ochrona ludności przed wydarzeniami stanowiącymi zagrożenie dla zdrowia i życia oraz środowiska i eliminowanie ich następstw.

Poprzez pryzmat unikalnych badań prowadzonych w praktyce autora, a także realizacje badań na zlecenie Komisji Europejskiej autor zebrał wystarczającą ilość materiału badawczego. Artykuł ten uwzględnia przegląd obecnego rynku CBRN i propozycje rozwijania technologii potrzebnych do usprawnienia pracy służb pożarniczych. Doświadczenie to uwzględnia współpracę z uczelniami w kraju i obszarze Unii Europejskiej, jednocześnie obejmując spotkania z użytkownikami

technologii, dziesiątki rozmów, konferencji, wywiadów i warsztatów [2]. Przedmiotem zainteresowania autora jest także przekazanie unikalnej wiedzy zebranej jako koordynator projektu na potrzeby rozwoju dorobku nauk o bezpieczeństwie.

Badania czynników prowadzących do sytuacji kryzysowych przekłada się bezpośrednio na wyznaczanie standardów rozwijanych technologii i w efekcie zwiększanie skuteczności i bezpieczeństwa prowadzonych działań, zarówno prewencyjnych, jak i reagowania [3]. W obliczu rosnących obaw związanych nie tylko z wypadkami przemysłowymi, ale również tak priorytetowych kwestii jak ochrona ludności przed bronią masowego rażenia należy bardziej niż kiedykolwiek pamiętać o udziale pracy teoretycznej w dogłębnym zrozumieniu omawianych zagadnień i tego, w jaki sposób przekładają się one na praktykę.

SŁOWA KLUCZOWE

katastrofa, CBRN, sprzęt techniczny, reagowanie

Przyjęty: 16.11.2021; Zrecenzowany: 23.11.2021; Zatwierdzony: 10.12.2021

A DIAGNOSIS OF NEEDS FOR IMPROVEMENTS OF TECHNOLOGY AND HARDWARE USED BY UNITS RESPONDING TO CBRN-RELATED INCIDENTS. AN OUTLINE OF THE PROJECT FROM THE PERSPECTIVE OF EUROPEAN FIRE SERVICES

ABSTRACT

Protection against CBRN agents is an issue that is directly related to the subject of security research. The abbreviation CBRN stands for Chemical, Biological, Radiological and Nuclear threats both in the context of industrial accidents and weapons [1]. Moreover, in terms of severity and potential consequences of a crisis situation, the Polish national safety system and the underlying operational systems have no tasks more important than protecting the population from events posing a risk to health and life and to the environment, as well as eliminating their aftermath.

Taking into account unique research conducted during the author's practice as well as his implementation of research for the European Commission, the author has gathered enough research material. This work primarily included reviewing the current state of the CBRN market and as response developing technologies necessary to improve the operation of fire safety operators. This experience includes cooperation with universities and academic entities from Poland and the entire European Union, including also meetings with the end-users of technologies in question, dozens of talks, conferences, interviews, and workshops [2]. Further interests of the author comprise transferring the unique knowledge gathered as project coordinator for the development of the security sciences output.

Research into the factors leading to crisis situations translates directly into setting standards for the technologies developed and, as a result, increasing the effectiveness and safety of the actions carried out, both preventive and response [3]. In a situation of growing concerns not only concerning industrial accidents, but also such priority issues as protecting the public from weapons of mass destruction, it is more important than ever to remember the contribution of theoretical work to a profound comprehension of issues at hand and ways in which they are to practice.

KEYWORDS

disaster, CBRN, technical equipment, response

Received: 16.11.2021; Reviewed: 23.11.2021; Accepted: 10.12.2021

1. LUKI FUNKCJONALNE W ROZWIĄZANIACH TECHNOLOGICZNYCH WYKORZYSTYWANYCH W REAGOWANIU NA ZAGROŻENIA CBRN

Wyzwania, jakie mogą stanowić dla europejskich podmiotów bezpieczeństwa i służb pożarniczych sytuacje kryzysowe, można podzielić na kilka kategorii. Poszczególne problemy wpisujące się w poniżej wymienione kategorie mogą jednak wymagać zupełnie różnych innowacji i rozwiązań technologicznych w celu usprawnienia procesu reagowania na sytuacje kryzysowe i zapewnienia maksymalnej możliwej skuteczności działania, a także poprawienia bezpieczeństwa cywili, ochrony środowiska oraz samych podmiotów bezpieczeństwa w trakcie ich operacji.

Pierwsza z kategorii dotyczy dostępu do różnego rodzaju informacji zarówno w trakcie trwania działań reagowania, jak i przed ich rozpoczęciem, podczas fazy przygotowawczej, kiedy rozpoznawane są rodzaj zagrożenia, jego obszar i inne informacje, z pomocą których możliwe jest sprawne i adekwatne przygotowanie odpowiednich środków [4] reagowania. Uzyskane w ten sposób dane, które zbierane są po wystąpieniu zdarzenia, są wbrew pozorom absolutnie kluczowe i stanowią punkt wyjściowy dla każdego z kolejnych etapów działania służb reagowania kryzysowego. Pozwalają one bowiem na poprawne zaplanowanie i przygotowanie przebiegu akcji przed jej rozpoczęciem, a także śledzenie zmian sytuacji w trakcie trwania akcji. To właśnie dlatego sprzęt wspomagający europejskie służby pożarnicze w wyżej wspomnianych działaniach musi być możliwie jak najbardziej dokładny i niezawodny.

Aspektem działań straży pożarnej w sytuacji kryzysowej, który jest poniekąd powiązany z powyższym pod względem wyzwań technologicznych, z którymi mierzą się obecnie zespoły opracowujące technologie, jest kwestia komunikacji pomiędzy poszczególnymi podmiotami bezpieczeństwa w fazie przygotowawczej [5] oraz w trakcie trwania akcji [6]. Temu aspektowi poświęcona jest druga kategoria w niniejszym omówieniu luk w dostępnych rozwiązaniach technologicznych. Jak w każdym typie operacji przeprowadzanych na dużym terenie lub z udziałem zespołu koordynującego działania, który znajduje się poza miejscem zdarzenia, komunikacja pomiędzy poszczególnymi jednostkami i zespołami stanowi znaczne wyzwanie i jej poprawa jest absolutnie kluczowa dla kwestii bezpośredniego usprawnienia możliwości operacyjnych służb pożarniczych. Do czynników, które utrudniają wspomnianą komunikację, należą między innymi niesprzyjające warunki pogodowe, trudności wynikające z charakterystyki danej lokacji czy uzyskanie właściwej mocy sygnału. Prognozy dla rozwoju technologii w tej kategorii są na szczęście bardzo pozytywne i proces ten jest od dłuższego czasu bardzo sprawny, gdyż jest napędzany przez intensywne prace komercyjne, przez co rynek jest w stanie oferować z każdym rokiem coraz znaczniejsze ulepszenia, które realnie usprawniają możliwości komunikacyjne pomiędzy podmiotami bezpieczeństwa w warunkach operacyjnych. Nic obecnie nie wskazuje na to, by w przyszłości należało się spodziewać jakichkolwiek zmian tego trendu i dalszy postęp w rozwoju wspomnianych technologii powinien nadal przebiegać w zadowalającym tempie.

Ostatnia, główna kategoria jest jednocześnie najszersza i najtrudniejsza do ujęcia całościowego. Składają się na nią różne rodzaje problemów wynikających raczej z charakterystyki i metod działania podmiotów bezpieczeństwa (w tym straży pożarnej) w szerszym kontekście geograficzno-politycznym niż samych zagrożeń, z którymi mierzą się w swojej działalności operacyjnej [7, 8]. Mamy tu więc do czynienia z takimi czynnikami, jak koszty zaopatrzenia, sprawność wdrażania nowych rozwiązań w istniejących organizacjach czy wymiana praktyk i informacji pomiędzy zespołami na szczeblu międzynarodowym [9] – ze szczególnym uwzględnieniem wymiany pomiędzy podmiotami z krajów będących członkami Unii Europejskiej oraz pozostałymi krajami w kwestii np. wiedzy i danych dotyczących nowych rozwiązań i taktyk stosowanych przez wszelkiego rodzaju organizacje terrorystyczne, na które wspomniane podmioty bezpieczeństwa muszą być przygotowane. Wszystkie te czynniki muszą być brane pod uwagę w kwestii tematu problemów, z jakimi spotykają się europejskie służby bezpieczeństwa, aby można było mówić o kompleksowym ujęciu tego zagadnienia.

2. POZYSKIWANIE I PRZETWARZANIE INFORMACJI W SYTUACJI KRYZYSOWEJ

Jedną z najbardziej kluczowych wartości podczas działań ratunkowych są dokładne informacje na temat zagrożenia otrzymywane w czasie rzeczywistym. Pozwalają one nie tylko adekwatnie oszacować sytuację i podjąć optymalne decyzje przed rozpoczęciem właściwych działań, ale także reagować na potencjalne zmiany ryzyka i podejmować kolejne kroki w trakcie trwania rozpoczętej akcji ratunkowej.

Równie podstawową kwestią w przypadku działalności i możliwości operacyjnych straży pożarnej, podmiotów ratowniczych i innych jednostek reagowania kryzysowego, która w dalszym ciągu wymaga znaczącej poprawy, jest możliwość ciągłego monitorowania pozycji ratowników i strażaków na miejscu zdarzenia [10, 11] w czasie rzeczywistym. Śledzenie rozlokowania i przemieszczania się ratowników jest całkowicie niezbędne dla sprawnego prowadzenia akcji ratunkowej i musi być dostępne dla służb w najwyższym standardzie, czyli uwzględniając wszystkie dostępne rozwiązania technologiczne. Co więcej, dostępność szczegółowych informacji związanych z aktualnym położeniem personelu znajdującego się na terenie działań względem

zagrożenia umożliwiłoby zapewnienie im najwyższego bezpieczeństwa, gdyż pozwala koordynatorowi na odpowiednie wydawanie poleceń o ewentualnej ewakuacji lub przemieszczeniu się personelu znajdującego się w strefie zagrożenia w celu zminimalizowania ryzyka. Ogromna liczba decyzji podczas czynności operacyjnych jest zależna od dokładnej, pewnej i niezawodnej informacji na temat odległości od źródła zagrożenia, która musi być dostępna w czasie rzeczywistym nie tylko dla strażaków działających na miejscu zdarzenia, ale także dla koordynatorów misji, którzy zarządzają działaniami zdalnie z centrum dowodzenia. Oczywiście technologie GPS funkcjonują już nawet na rynku komercyjnym, ale nie oferują one poziomu technologicznego, który umożliwiłoby całkowite poleganie na ich dokładności i niezawodności. Dlatego właśnie wspomniany rodzaj usprawnień jest nadal tak ważnym punktem w kwestii rozwoju technologii bezpieczeństwa, który w miarę postępu technologicznego może nie tylko poprawić możliwości operacyjne europejskich służb reagowania kryzysowego, ale także znacznie poprawić bezpieczeństwo personelu operującego w obszarze bezpośredniego zagrożenia.

Powiązany problemem dotyczącym technologii informacyjnej jest możliwość zdalnego pozyskiwania kluczowych informacji na temat lokalizacji i obszaru zagrożenia. Sam teren, na którym operują ratownicy w trakcie działań operacyjnych, musi być możliwie jak najdokładniej zidentyfikowany, a informacje na jego temat dostępne koordynatorom działań reagowania kryzysowego, którzy wykorzystują je podczas organizowania przebiegu działań. Do tych informacji należą między innymi obszar, który obejmuje miejsce zdarzenia, charakterystyka terenu lub przestrzeni, na której do niego doszło, sposoby efektywnego przemieszczania po lokacji (dobrym przykładem jest umiejscowienie wszystkich drzwi i schodów przeciwpożarowych w przypadku budynków), a także informacje o wszelkich możliwych zagrożeniach charakterystycznych dla danego terenu działań [12]. Nie można także zapominać o znaczeniu informacji na temat architektury przestrzeni (wskazanie ścian nośnych oraz tych, które cechują się wysokim ryzykiem utraty nośności), która także może okazać się kluczowa dla przeprowadzenia skutecznych działań bez narażania strażaków na zbędne ryzyko.

Oczywiście najważniejszą wartością w kategorii informacji dotyczących przeprowadzanej akcji ratunkowej są dane na temat samych zagrożeń. Wykrywanie, monitorowanie i analiza zagrożeń w miejscu działań w czasie

rzeczywistym są niestety dalekie od satysfakcjonujących przy obecnie dostępnych technologiach, na co zresztą wskazują liczne dokumenty opracowywane przez użytkowników technologii, których przykładem może być analiza stanu rynku przygotowywana przez International Forum to Advance First Responder Innovation [13]. Bezpieczeństwo ratowników i strażaków jest kwestią absolutnie priorytetową podczas akcji i jedynie w przypadku, gdy dostępne są dokładne informacje na temat potencjalnych zagrożeń, możliwe jest zapewnienie sytuacji, w której przeprowadzenie działań w terenie zagrożonym odbywa się bez podejmowania dodatkowego ryzyka i pozwala na zminimalizowanie liczby wypadków przy pracy. Kolejną korzyścią płynącą z poprawy tego aspektu jest fakt, iż jednoznaczne potwierdzenie informacji, że przeprowadzenie danych działań operacyjnych na konkretnym obszarze jest bezpieczne na podstawie rzetelnych i dokładnych danych może znacząco przyspieszyć akcję służb reagowania i pozwolić na opanowanie sytuacji w sposób zdecydowanie bardziej sprawny i szybszy, zanim dojdzie do jej eskalacji. Podjęcie takich decyzji nie jest możliwe przy niedokładnym sprzęcie pomiarowym, któremu koordynatorzy działań nie mogą zaufać w stu procentach. Obecnie dostępne rozwiązania technologiczne w kwestii pozyskiwania informacji na temat zagrożeń są niestety niewystarczające pod względem dokładności i niezawodności, więc ich rozwój powinien być absolutnym priorytetem.

Szczególnym typem zagrożenia aktywnego są substancje i zanieczyszczenia zagrażające życiu i zdrowiu osób znajdujących się na terenie działań. Ta kwestia jest tym bardziej istotna, gdyż w przeciwieństwie do innych typów zagrożeń ten może być zupełnie niewykrywalny dla ludzkich zmysłów lub też będzie on wykrywany zdecydowanie za późno. Możliwość szybkiej identyfikacji takich substancji jest więc przede wszystkim zależna od technologii znajdujących się na miejscu zdarzenia. Do takich technologii należą różne rodzaje detektorów, zarówno stacjonarnych, jak i personalnych. Dane o substancjach muszą zawierać przede wszystkim rodzaj substancji, jednak w idealnej sytuacji technologia powinna być także w stanie identyfikować jej dokładny skład, zagęszczenie, a nawet pomóc namierzyć jej źródło i przewidzieć jej rozprzestrzenianie. Takie technologie są obecnie rozwijane w Europie pod patronatem Komisji Europejskiej (na przykład w ramach programu HORIZON 2020) i dają ogromne nadzieje na zwiększenie efektywności i bezpieczeństwa działań europejskich służb pożarniczych reagujących w obliczu

sytuacji kryzysowych, jeśli ich rozwój przebiegnie zgodnie z założeniami i zostaną następnie wprowadzone na rynek.

Jednym z priorytetowych kierunków rozwoju technologii wskazywanych w katalogu zapotrzebowania są systemy detekcji zdolne do wykrywania szerokiego spektrum substancji zarówno chemicznych, jak i radiologicznych. Obecnie dostępne na rynku technologie zazwyczaj wykorzystują pojedyncze mechanizmy pozwalające na rozpoznawanie wąskiej grupy substancji i oparte są często na pojedynczej technologii detekcji. Jest to często niewystarczające dla zapewnienia bezpieczeństwa europejskim służbom straży pożarnej, a tym bardziej do opanowania sytuacji zagrożenia o podstawie bezpośrednio związanej z substancjami niebezpiecznymi, takimi jak wycieki przemysłowe. Niezbędne zatem są urządzenia integrujące wiele różnorodnych sensorów w jeden system detekcji obejmujący wszystkie rodzaje zagrożeń mogące wystąpić na miejscu zdarzenia. Dodatkową korzyścią płynącą z implementacji takiego systemu poza znaczącym poszerzeniem możliwości detekcji i identyfikacji jest możliwość wykorzystania odczytów z czujników opartych na różnych technologiach wykrywania i porównania ich ze sobą w celu eliminacji zjawisk potocznie zwanych fałszywymi alarmami, które powodowane są brakami technologicznymi charakterystycznymi dla danej technologii wykrywania, a nie występują przy innej. Jeżeli więc system byłby w stanie uzyskać odczyty z dwóch czujników opartych na różnych technologiach, ale wykrywających substancje z podobnego spektrum i tylko jeden z nich wykazałby pojawienie się anomalii, byłby w stanie oznaczyć go jako potencjalnie fałszywy alarm, co znacząco poprawi jakość jego funkcjonowania.

Inną wadą pojedynczych detektorów, którą w niedalekiej przyszłości może rozwiązać wprowadzenie do użytku zintegrowanych systemów sensorów, jest obejmowanie dużych przestrzeni, takich jak przykładowo tereny leśne na obszarze granicznym albo duże kompleksy przemysłowe. Jest to szczególnie ważne w przypadku działań prewencyjnych, ale może dotyczyć również reagowania w przypadku sytuacji kryzysowych o dużej skali. Tereny objęte zwiększonym ryzykiem zagrożenia wymagają skalowalnych systemów monitorowania, pozwalających na dostosowanie zasięgu do dużych powierzchni i środowisk bez zmniejszania skuteczności i dokładności pomiarów. W tym przypadku ponownie obecne tendencje wskazują na spory potencjał systemów składających się z większej liczby sensorów, które operują na sieci niezależnych urządzeń. Wymaga to jednak pewnej elastycz-

ności takich rozwiązań technologicznych. Możliwość dodawania kolejnych urządzeń do funkcjonującego już systemu musi być wpisana w jego concept i dodatkowo uwzględniać kwestię optymalnego zasięgu sygnału w monitorowanym środowisku.

Oprócz monitorowania aktualnego stanu rzeczy na miejscu zdarzenia zaawansowane algorytmy mogą umożliwić również przewidywanie tego, jak dane zagrożenie będzie się rozwijać w miarę upływu czasu. Funkcjonalność, która pozwoli na oszacowanie dyspersji zagrożenia, oferuje dodatkowo wymiar usprawnienia pracy funkcjonariuszy oraz koordynatorów akcji. Wprowadzeniem takowej zajmują się aktualnie nowoczesne systemy oparte na sztucznej inteligencji, usprawniające modelowanie dyspersji substancji na podstawie danych wyjściowych obserwowanych przez detektory i mechanizmy fizyczne wpływające na ich zmiany. Co więcej, w celu zapewnienia możliwie najdokładniejszych przewidywań wspomniane zaawansowane rozwiązania biorą pod uwagę również czynniki takie jak pogoda, topografia przestrzeni oraz inne czynniki zewnętrzne [14].

Co więcej, system, który łączyłby w sobie wspomniane powyżej usprawnienia technologiczne i dodatkowo oferował także moduł, który umożliwiłby przeprowadzenie symulacji zagrożenia w kontrolowanych warunkach bez potrzeby użycia niebezpiecznych substancji, pozwoliłby na sprawne szkolenie personelu, zarówno zespołów zarządzania kryzysowego, jak i służb reagowania. Takowy moduł mógłby wykorzystywać scenariusze sytuacji zbudowane na podstawie wydarzeń historycznych lub wprowadzonych do niego przez operatora informacji. Taka funkcjonalność umożliwiłaby nie tylko szkolenie personelu pod kątem reagowania na sytuacje kryzysowe, ale także na testowanie funkcjonalności systemu i naukę jego obsługi. Tego typu możliwości systemowe również są aktualnie rozwijane i prognozy dotyczące ich pojawienia się na rynku wraz z dalszym rozwojem technologii są obiecujące.

Wreszcie, bardzo ważnym aspektem dotyczącym informacji dostępnych jednostkom straży pożarnej jest możliwość integrowania danych pochodzących z wielu niekonwencjonalnych źródeł w celu ułatwienia dowodzenia akcjami i poszerzenia świadomości sytuacyjnej. O ile poprzednie punkty dotyczyły fizycznego sprzętu, integracja informacji dotyczy przede wszystkim algorytmów, które je przetwarzają. Istnieje niewiele niezawodnych, odpornych na błędy systemów zdolnych do integrowania wyników wielu pomiarów

w celu zobrazowania sytuacji [15]. W zasadzie wszystkie wymienione wyżej rodzaje informacji – umiejscowienie strażaków, dane o miejscu zdarzenia, aktywne i pasywne zagrożenia, niebezpieczne substancje – mogą być integrowane w obraz sytuacji o wiele bardziej skutecznie przez oprogramowanie niż przez człowieka [16, 17]. Niezbędne jest jednak, by taki system oferował absolutną niezawodność, aby można go było skutecznie wykorzystywać w działaniach w terenie objętym zagrożeniem. Błąd ludzki może być źródłem zmniejszonej efektywności, spowolnienia działań, a nawet zwiększenia ryzyka w kwestii bezpieczeństwa strażaków, dlatego zaawansowane systemy integracji dostępnych danych są absolutnie kluczowym punktem na liście współczesnego zapotrzebowania technologicznego dla służb bezpieczeństwa.

3. TECHNOLOGIE KOMUNIKACYJNE – POTRZEBY FUNKCJONALNE W KONTEKŚCIE REAGOWANIA NA ZAGROŻENIA CBRN

Drugą z głównych kategorii technologii, których rozwój może znacząco usprawnić działania na miejscu zdarzenia, jest komunikacja [18] pomiędzy wszystkimi komórkami biorącymi udział w operacji. Nawet najlepiej przygotowany przed akcją plan ratowniczy może ulec zmianie wraz z nowymi danymi pozyskiwanymi w trakcie operacji lub niespodziewanym rozwojem sytuacji. Wówczas komunikacja pomiędzy ratownikami, a także kontakt z koordynatorami poza miejscem zdarzenia, są absolutnie kluczowe [19]. Na komunikację negatywnie wpływać mogą również różne warunki zewnętrzne, a technologia powinna stwarzać operatorom możliwość obejścia tychże trudności oraz ułatwiać przeprowadzenie skutecznych działań.

Głównym czynnikiem w tej kwestii są warunki pogodowe, które mają ogromne znaczenie dla technologii komunikacji. Odpowiednie narzędzia powinny być w stanie funkcjonować z zachowaniem pełnej sprawności zarówno w trakcie sztormu, jak i w bezchmurny, słoneczny dzień. Bez znajomości prawdziwych realiów działania europejskich służb reagowania kryzysowego może się to wydawać kwestią trywialną, jednak warunki, w których odbywają się misje ratunkowe, stawiają przed służbami znacznie więcej wyzwań niż większość sytuacji, w których może się kiedykolwiek znaleźć przeciętny cywil. Mowa tutaj bowiem nie tylko o warunkach mogących powodować zakłócenia funkcjonowania samych urządzeń, takich jak burze, ale również wpływać na

samą fizyczną możliwość korzystania ze sprzętu. Do tych drugich należą silne wiatry oraz deszcze, które mogą powodować problemy z właściwym odbiorem komunikatów, lub – w przypadku niewystarczającej odporności środowiskowej sprzętu – awarie i uszkodzenia, które kompletnie uniemożliwiają dalszą pracę z wykorzystaniem danych urządzeń.

Również sam teren operacji może stwarzać utrudnienia – grube ściany czy inne obiekty niekiedy skutecznie utrudniają sprawną komunikację, stawiając bezpieczeństwo i sprawność działań w bardzo niekorzystnym położeniu. Oczywiście sam rozmiar terenu odgrywa w tej sytuacji także dużą rolę, jak i również jego odległość od odbiorników – w zależności od zastosowanej technologii zasięg kontaktu może się znacząco zmniejszyć lub zwiększyć. Możliwość nawiązywania interoperacyjnej, bezprzewodowej komunikacji ze strażakami i ratownikami w każdych, nawet w niesprzyjających warunkach środowiskowych, musi zostać zaakcentowana przez rozwój i znalezienie zastosowanie nowoczesnej technologii.

Koordynatorzy czuwający nad przebiegiem działań poza miejscem zdarzenia powinni dodatkowo mieć możliwość zdalnego monitorowania parametrów życiowych i fizjologicznych strażaków przeprowadzających akcję. Komunikacja z ratownikami i strażakami w trakcie działania to nie tylko raportowanie sytuacji, ale także bezwzględnie dostępna informacja o funkcjonariuszach, którzy mogą nie być w stanie skontaktować się z koordynatorami. Te dane często decydują o życiu i śmierci ratownika, a technologia pozwalająca otrzymanie tej wiedzy sprawnie i bezbłędnie musi być standardem w wyposażeniu współczesnego zespołu działania kryzysowego. Te informacje muszą być również dostępne dla funkcjonariuszy na miejscu zdarzenia, aby mieć możliwość szybkiej i sprawnej reakcji na potencjalne zagrożenie zdrowia i podjęcie procedury ratunkowej lub przetransportowania zagrożonego funkcjonariusza poza strefę zagrożenia.

Wszystkie z wymienionych powyżej systemów komunikacji i ich funkcje są narażone na zakłócenia związane z tak zwanym szumem środowiskowym, czyli różnego rodzaju dźwiękami i innymi rodzajami zakłóceń występującymi stale na danym terenie. Zaawansowane algorytmy filtrowania tych zakłóceń mogą pomóc w oczyszczeniu dochodzących sygnałów z nieistotnych informacji, by przekazywane dane były dokładne i klarowne. Temat ten łączy się również z funkcjonowaniem sensorów – szumem tła mogą być bowiem nie tylko dźwięki, ale i profil chemiczny terenu. W tej kwestii algorytmy

filtrowania pozostają również bardzo istotnym wyzwaniem technologicznym, którego wprowadzenie w życie może znacząco poprawić jakość pracy systemu. Obecnie rozwijane rozwiązania są oparte o uczenie maszynowe i pozwalają coraz lepiej rozpoznawać i odróżniać naturalnie występujące elementy środowiska od istotnych informacji.

Dla sprawnego funkcjonowania takich rozwiązań niezbędne jest tworzenie i wdrażanie baz danych zakłóceń środowiskowych z różnych środowisk oparte o dane z sensorów. Szum tła jest charakterystyczny dla każdego indywidualnego środowiska, jest to więc zadanie tak naprawdę globalne, aczkolwiek pewne typy środowisk mogą mieć na tyle dużo cech wspólnych, że przy zastosowaniu inteligentnych algorytmów bazy danych mogą być do pewnego stopnia uniwersalne. Przykładowo tereny leśne o podobnej faunie i florze będą generować zbliżone spektrum zakłóceń, to samo można powiedzieć o dużych miastach.

4. PROBLEMY SYSTEMOWE ZWIĄZANE W ZAGROŻENIAMI CBRN

Powyższe informacje składają się na całościowy obraz zdarzenia i tym samym świadomość sytuacyjną straży pożarnej. W obecnych rozwiązaniach brakuje jednolitego systemu pozwalającego na zwiększanie świadomości sytuacyjnej. Nieustannie rośnie potrzeba ustandaryzowanej metodologii do walidacji zebranych informacji. Brakuje również standardów i mechanizmów decyzyjnych, które określają akceptowalne poziomy zanieczyszczeń. Technologia jest niezmiernie istotna, ale oprócz jej rozwoju niezbędne jest również sukcesywne wprowadzanie jej na rynek oraz wdrażanie jej w standardy działań europejskich służb na co dzień. Trzecią kategorią problemów są więc problemy systemowe.

Podstawową kwestią w tym przypadku jest luka między sprzętami dostępnymi na rynku a tymi, które są rzeczywiście użytkowane. Technologie sensorowe i inne metody detekcji są nieustannie rozwijane, wraz z integracją pochodzących z nich danych [20, 21]. Mimo to brakuje powszechnie stosowanych, stacjonarnych sensorów monitorujących zagrożenia w czasie rzeczywistym dla systemów wczesnego ostrzegania. Takie systemy mogą pełnić funkcję niemal prewencyjną, wykrywając zagrożenie na tyle wcześnie, że interwencja służb może nawet nie być konieczna. Również w przypadku większych kryzysów stacjonarne detektory znacząco zwiększają świadomość

sytuacyjną w obszarach, do których funkcjonariusze jeszcze nie zdołali dotrzeć. Takie rozwiązania powinny być standardem w miejscach o zwiększonym ryzyku wystąpienia sytuacji niebezpiecznych, takich jak tereny przemysłowe z niebezpiecznymi substancjami albo miejsca zebrania dużej liczby ludności (stadiony, sale koncertowe, place).

Brakuje również skutecznego sprzętu do natychmiastowego wykrywania zagrożeń na dużych obszarach, których pokrycie przez strażaków wyposażonych w ręczne sensory jest zwyczajnie niepraktyczne. Pewne rozwiązania w tym zakresie oferuje teledetekcja, ale ma spore ograniczenia (pusta przestrzeń pomiarowa, wysokie ryzyko wystąpienia fałszywych alarmów). Takie tereny mogą być znacznie łatwiej monitorowane przez stacjonarne systemy naziemne o zwiększonym zasięgu lub powietrzne, takie jak drony i urządzenia typu UAV.

Niewystarczająca jest również dostępność narzędzi pozwalających na wyznaczanie konkretnych obszarów skażeń na danym terenie (już po wykryciu skażenia) w celu identyfikacji stopnia zanieczyszczenia. Obecnie stosowane systemy są niedokładne w porównaniu z potencjalnie już dostępnymi technologiami. Często pozwalają jedynie na identyfikację substancji, podczas gdy urządzenia te mogą robić znacznie więcej – analizować rozprzestrzenianie substancji na większym terenie, identyfikować jej zagęszczenie oraz lokalizować jej źródła.

Może być kilka przyczyn takiego stanu rzeczy, jedną z nich bez wątpienia jest kwestia kosztów dostępnych rozwiązań. Istnieje możliwość, że brakuje detektorów chemicznych na tyle tanich, aby pozwolić na szerokie ich stosowanie we wszystkich rodzajach europejskich służb bezpieczeństwa oraz w instytucjach operujących niebezpiecznymi materiałami, jak laboratoria czy fabryki. Rozwój technologii w tej dziedzinie pozwala nie tylko na rozwiązania coraz lepsze i skuteczniejsze, ale również skutkuje znacznym obniżeniem kosztów zakupu i eksploatacji w odniesieniu do starszych technologii operujących na mniej optymalnych kosztowo rozwiązaniach.

Kolejnym usprawnieniem wymagającym większej uwagi jest rozwój wielofunkcyjnych detektorów zagrożeń oraz detektorów wbudowanych w urządzenia codziennego użytku. Ten problem w szczególności dotyczy placówek o zwiększonym zagrożeniu sytuacją kryzysową, których bezpieczeństwo w dowolnym momencie może być zależne od błyskawicznego wykrycia i zneutralizowania źródła zagrożenia. Integracja detektorów z istniejącymi elementami funkcjonowania tego typu placówek stanowi więc potencjalnie

idealne rozwiązanie dla zwiększenia efektywności i bezpieczeństwa przy jednoczesnej minimalizacji kosztów wprowadzenia takiego systemu. Ich wprowadzenie wymaga jednak opracowania odpowiednich międzynarodowych standardów, przetestowania i walidacji rozwiązań.

Innym rodzajem problemu systemowego jest przepływ informacji pomiędzy organizacjami stosującymi rozwiązania przeciwdziałania kryzysowego. Przykładowo, w Unii Europejskiej, która znacząco inwestuje w rozwój technologii bezpieczeństwa, jednocześnie brakuje wspólnych informacji o metodach i algorytmach identyfikacji źródeł zagrożenia. Wymiana informacji pomiędzy krajami jest w tym wypadku kluczowa dla rozwoju działań bezpieczeństwa, dając możliwość nie tylko wymiany rozwiązań i doświadczeń pomiędzy służbami, ale również unifikację metod, co w dalszej perspektywie pozwoliłoby na bardziej sprawne przeprowadzanie akcji międzynarodowych.

W perspektywie globalnej niewystarczający przepływ informacji może oznaczać, że narzędzia i metody wykorzystywane w państwach europejskich mogą być nieznanne w innych państwach. Rozwój technologii wykrywania zagrożeń, których państwa europejskie są przodownikiem, mogą pomóc w opanowywaniu kryzysów na całym świecie, również w krajach, gdzie występują one znacznie częściej niż w Europie.

Istnieje kilka dodatkowych problemów stojących przed europejskimi służbami bezpieczeństwa, poza wymienionymi kategoriami. Dotyczą one bardziej konkretnych sytuacji lub aspektów pracy w zapobieganiu i eliminowaniu zagrożeń.

Jak już wspomniano w poprzedniej sekcji, inny rodzaj problemu, którego rozwiązanie oferują nowoczesne technologie, dotyczy ludzkiego aspektu reagowania na sytuacje kryzysowe. Obecne systemy są zwykle bardzo skomplikowane w obsłudze, więc nie ma możliwości, by sprzęt był obsługiwany przez nieprzeszkolone osoby. Wiele istniejących systemów nie obsługuje trybu symulacji czy szkolenia, co utrudnia ich obsługę personelowi niez zaangażowanemu zwykle w działania związane z CBRNE. Sytuacje kryzysowe jednak bardzo często tego wymagają. Reakcja w momencie zagrożenia musi być natychmiastowa i obsługa urzędów jest jej kluczowym aspektem. Wszystkie z wymienionych rozwiązań muszą więc być nie tylko skuteczne, niezawodne i stale wprowadzane do standardów działań strażaków, ale przede wszystkim służby muszą mieć realną możliwość korzystania z nich w nawet najbardziej nagłych wypadkach.

Choć technologie komputerowe obejmują znaczącą część potencjalnych rozwiązań dla współczesnych wyzwań stojących przed siłami ratowniczymi, niezmiennie aktualnym tematem jest unowocześnianie zaawansowanego sprzętu ochronnego dla służb na miejscu zdarzenia. Obejmuje on szeroką grupę narzędzi, którymi dysponowanie zwiększa bezpośrednio ochronę strażaka w trakcie trwania akcji. Są one często pomijane w dyskusji o nowych technologiach, a jednak rozwój w tym zakresie jest nadal bardzo pożądanym i skierowanie większej uwagi ku temu problemowi może zaowocować nowymi, skuteczniejszymi rozwiązaniami.

Niektóre operacje stanowią na tyle duże zagrożenie dla strażaków, że optymalnym – a czasem niezbędnym – rozwiązaniem jest przeprowadzenie ich bezosobowo. Zdalne operowanie sprzętem na miejscu jest coraz bardziej realną opcją dla wielu rodzajów misji, które niegdyś wymagałyby interwencji personelu, tym samym narażając jego życie i zdrowie. Jest wiele projektów będących obecnie w fazie rozwoju lub testów opierających się na robotyce, różnych rodzajach komunikacji bezprzewodowej, a nawet rzeczywistości wirtualnej. Wszystkie te technologie zapowiadają obiecujące rozwiązania dla najbardziej niebezpiecznych operacji.

5. PODSUMOWANIE

Podsumowując, rozwój działań straży pożarnej i wszystkich podmiotów bezpieczeństwa wymaga jednoczesnego rozwoju technologii związanych z ich funkcjonowaniem. Do takich technologii należą rozwiązania pozwalające na uzyskanie jak najdokładniejszych informacji na temat miejsca zdarzenia, występujących tam zagrożeń, pozycji strażaków i ich stanu. Niezbędna jest również sprawna komunikacja odporna na warunki pogodowe i inne rodzaje zakłóceń. Wyzwaniem są również problemy systemowe, takie jak wprowadzanie rozwiązań rynkowych do praktyki straży pożarnej, co wymaga uwzględnienia kosztu technologii, oraz sprawna wymiana informacji i rozwiązań pomiędzy organizacjami. Dodatkowo istnieje potrzeba rozwijania technologii pozwalających na przeprowadzenie działań bez udziału człowieka. Wreszcie, potrzebne są rozwiązania pozwalające na efektywne działania treningowe, zwiększające dostępność technologii dla niewyszkolonego użytkownika. Wszystkie te luki w zapotrzebowaniu są istotnym wyzwaniem dla przyszłego rozwoju technologii i sprzętu praktyków reagujących na incydenty CBRN.

REFERENCES/BIBLIOGRAFIA

1. Support for European Union action in the field of CBRN security managers education, CBRN. Security Manager Handbook, Łódź University Press 2018.
2. Stig Rune Sellevåg (FFI), D2.2 User Requirements, European Sensor System for CBRN Applications (EU-SENSE) 2018.
3. Johansen I., *Scenario modelling with morphological analysis*, “Technological Forecasting & Social Change” 2018, 126, 116–125.
4. The International Forum to Advance First Responder Innovation, 2018, SOO Capability Gap2: The ability to detect, monitor and analyze Passive and active threats and hazards at scenes in real time (available at: https://www.internationalresponderforum.org/capability_gaps).
5. Dobrowolska-Opała M., Gudzbeler G., Misiuk A., D3.5 Training and Simulation Mode Concept, European Sensor System for CBRN Applications (EU-SENSE) 2019.
6. Stig Rune Sellevåg (FFI), D2.3 Key Performance Parameters, European Sensor System for CBRN Applications (EU-SENSE) 2018.
7. Lemyre L., Clément M., Corneil W., Craig L., Boutette P., Tyshenko M., Karyakina N., Clarke R., Krewski D., *Biosecurity and Bioterrorism: Biodefense Strategy, Practice, and Science*, Dec 2005, 316–330. <http://doi.org/10.1089/bsp.2005.3.316>.
8. Vitalii S., Khorram-Manesh A., Nyberg L., *Disaster cycle and management* [in:] A. Khorram-Manesh (ed.), *Handbook of Disaster and Emergency Management*, University of Gothenburg, Gothenburg 2017, pp. 24–25.
9. Dobrowolska-Opała M., D9.1 Dissemination Report, European Sensor System for CBRN Applications (EU-SENSE) 2019.
10. Dhekne A., Rangarajan S., TrackIO: Tracking First Responders Inside-Out (available at: <https://www.usenix.org/conference/nsdi19/presentation/dhekne>).
11. Maraña L.Y., Prasanna R., King M., *On-Site Information Systems Design for Emergency First Responders*, Jitta 2009.
12. Dickson E., Baker J.L., Hoornweg D., Tiwari A., *URBAN RISK ASSESSMENTS Understanding Disaster and Climate Risk in Cities*. International Bank for Reconstruction and Development / The World Bank, Washington 2012.

13. The International Forum to Advance First Responder Innovation, 2018 (available at: https://www.internationalresponderforum.org/capability_gaps).
14. Persson L., Grahn H., Sigg R., D6.1 EU-SENSE Report with algorithms specifications, European Sensor System for CBRN Applications (EU-SENSE) 2019.
15. The International Forum to Advance First Responder Innovation, 2018, SOO Capability Gap9: The ability to create actionable intelligence based on data and information from multiple sources (available at: https://www.internationalresponderforum.org/capability_gaps).
16. Kumar V., Rus D., Singh S., *Robot and sensor networks for first responders*, "IEEE Pervasive Computing" 2004, Vol. 3, No. 4, pp. 24–33, DOI: 10.1109/MPRV.2004.17.
17. Szklarski Ł., D1.3 Annual Report, European Sensor System for CBRN Applications (EU-SENSE) 2019.
18. The International Forum to Advance First Responder Innovation, 2018, SOO Capability Gap5: The ability to maintain interoperable communications with responders in any environmental conditions (available at: https://www.internationalresponderforum.org/capability_gaps)
19. Schumacher J., Arlidge J., Dudley D., et al., *First responder communication in CBRN environments: FIRCOM-CBRN study*, "Emergency Medicine Journal" 2019, 36, 456–458.
20. Piette A.S., Vybornova O., Bentahir M., Gala J.L., *CBRN: Detection and identification innovations*, "Crisis Response Journal" 2014, Vol. 10, No. 2, p. 36–38 (available at: <http://hdl.handle.net/2078.1/156935>).
21. Koblentz G.D., *Emerging Technologies and the Future of CBRN Terrorism*, "The Washington Quarterly" 2020, 43, 2, 177–196, DOI: 10.1080/0163660X.2020.1770969.

ŁUKASZ SZKLARSKI – uzyskał tytuł magistra informatyki (Uniwersytet Ekonomiczny w Poznaniu) oraz doktora nauk technicznych w zakresie bezpieczeństwa (Wyższa Szkoła Policji w Szczytnie). Od 2006 r. pracuje w ITTI Sp. z o.o. w Poznaniu, poprzednio jako kierownik działu badawczo-rozwojowego, obecnie jako kierownik działu rozwoju technologii CBRN. Doświadczenie zdobywał, pracując w gronie najlepszych europejskich specjalistów w dziedzinie nowoczesnych technologii

bezpieczeństwa i wojskowości, a w szczególności technologii sensorowych, ochrony CBRN, rozwiązań biometrycznych oraz systemów informatycznych. Od 15 lat jest zaangażowany w projekty badawczo-rozwojowe w obszarze bezpieczeństwa dla Komisji Europejskiej oraz EDA. Brał udział w licznych projektach dotyczących zarządzania kryzysowego oraz bezpieczeństwa granic zewnętrznych UE. W zakresie wojskowych i obronnych projektów badawczych (EDA) skupiał się na wykrywaniu potencjalnych zagrożeń, wykrywaniu sił wroga, ochronie żołnierza. Ponadto posiada doświadczenie w zarządzaniu systemami informatycznymi (certyfikowany na wszystkich poziomach ITIL 3, w tym certyfikat eksperta). Obecnie do jego trzech głównych obowiązków należą: koordynowanie prac w projektach EU-RADION i EU-SENSE oraz kierowanie pracami Wydziału Rozwoju Technologii CBRN jako Kierownik Wydziału.

ŁUKASZ SZKLARSKI – PhD gained a master's degree in Informatics (University of Economics Poznań) and a PhD in Security (Police Academy Szczytno). Since 2006, he has been working at ITTI Sp. z o.o. in Poznań, formerly as the head of the R&D department, currently as the head of the CBRN technology development department. He has gained expertise working among the very best European specialists in the field of modern security and military technologies, especially sensor technologies, CBRN protection, biometric solutions, and IT systems. For 15 years, he has been involved in R&D projects in the area of security for the European Commission as well as the EDA. He has participated in numerous projects focused on crisis management as well as the security of external borders of the EU. In terms of military & defense research projects (EDA), he focused on detection of potential hazards, detection of enemy forces, soldier protection. Moreover, he has experience in IT system management (certified on all ITIL 3 levels incl. an expert certificate). Currently, his 3 main responsibilities include: coordinating the work of EU-RADION and EU-SENSE projects and managing the work of the CBRN Technology Development Department as the Head of the Department