SFT VOL. 64 ISSUE 2, 2024, PP. 158–174

ArkadiuszTrzos[a*)], Karol Łyziński[a)]

[a)] *Jagiellonian University Medical College / Uniwersytet Jagielloński Collegium Medicum*
[*] *Corresponding author / Autor korespondencyjny: arkadiusztrzos@gmail.com*

The Potential of Emergency Medical Response to CBRNE Threats in the Context of Military-Civilian Cooperation

Potencjał reagowania ratownictwa medycznego na zagrożenia CBRNE w kontekście współpracy wojskowo-cywilnej

ABSTRACT

Purpose: The objective of this study is to present the contemporary response options of civilian medical rescue and healthcare systems to the effects of weapons of mass destruction weapons and civilian toxic agents with mass impact potential. The study also demonstrated the preparation and response potential of medical services with proper additional equipment, training and implementation of new systemic solutions to enable the collaboration and cooperation of military and civilian services.

Introduction: The complicated international situation and increased risk of armed conflict require increasing the preparation level and response capability of medical services to the health effects of weapons of mass destruction. One aspect of preparations is increasing the response potential of medical rescue and healthcare systems in the area of rescue and treatment of CBRNE (Chemical, Biological, Radiological, Nuclear and Explosive) incident victims.

Methodology: The authors described the gaps in medical rescue and healthcare systems and presented the options and methods to elevate the preparation and response level in the two fields of medicine.

Conclusions: Based on the results of four-year research and conceptual works completed under the project "Strengthening CBRNE Safety and Security — Coordination and Standardisation", as part of Norway Grants for 2014–2021, a new medical rescue and healthcare functioning model was developed based on the potential of the latest technical solutions, resources and security management systems. In their work, the authors focused on presenting the concepts of CBRNEmed specialised teams, applying new solutions on using protective suits and respiratory protection equipment, innovative methods of decontamination of contaminated patients, options of point-of-care testing and identification of hazardous agents (POCT-CBRNE), isolation and transport of contaminated and highly infective patients and new CBRNE triage methods. In the publication, they demonstrated the compatibility of the developed solutions with the tactics, equipment and command system operating in the armed forces of NATO member states. The implementation of the developed solutions will enable effective military-civilian collaboration in the elimination of the health effects of weapons of mass destruction.

Keywors: CBRNE, triage, management, decision making
Type of article: review aricle

Received: 02.01.2025; Reviewed: 13.01.2025; Accepted: 13.01.2025;
Authors' ORCID IDs: A. Trzos – 0000-0002-4390-0901; K. Łyziński – 0000-0003-3292-2459;
The authors contribiuted the equally to this article;
Please cite as: SFT Vol. 64 Issue 2, 2024, pp. 158–174, https://doi.org/10.12845/sft.64.2.2024.10;
This is an open access article under the CC BY-SA 4.0 license (https://creativecommons.org/licenses/by-sa/4.0/).

ABSTRAKT

Cel: Celem publikacji jest przedstawienie współczesnych możliwości reagowania cywilnych służb ratownictwa medycznego i systemu ochrony zdrowia na skutki użycia broni masowego rażenia i cywilnych środków toksycznych o masowym potencjale oddziaływania. W publikacji wykazano możliwości tkwiące w obszarach przygotowania i reagowania służb medycznych przy odpowiednim doposażeniu, wyszkoleniu i wprowadzeniu nowych rozwiązań systemowych, pozwalających na współpracę i współdziałanie wojskowo-cywilne.

Wprowadzenie: Skomplikowana sytuacja międzynarodowa i wzrost zagrożenia konfliktem zbrojnym, wymaga podniesienia poziomu przygotowania i zdolności do odpowiedzi służb medycznych na skutki zdrowotne wykorzystania broni masowego rażenia. Jednym z elementów przygotowań jest wzrost potencjału reagowania systemu ratownictwa medycznego i systemu ochrony zdrowia w obszarze ratowania i leczenia ofiar zdarzenia CBRNE (tzw. czynników chemicznych, biologicznych, radiologicznych, nuklearnych i materiałów wybuchowych).

Metodologia: Autorzy opisali luki w systemie ratownictwa medycznego i systemie ochrony zdrowia oraz przedstawili możliwości i sposoby podniesienia poziomu przygotowania i reagowania obu obszarów medycyny.

Wnioski: Na podstawie wyników czteroletnich badań i prac koncepcyjnych, realizowanych w zakresie zadań projektu pn. „Wzmocnienie bezpieczeństwa w zakresie CBRNE – koordynacja i standaryzacja", w ramach Funduszy Norweskich na lata 2014–2021, wypracowano nowy model funkcjonowania ratownictwa medycznego i ochrony zdrowia w oparciu o możliwości wykorzystania najnowszych rozwiązań technicznych, systemów zarządzania zasobami i bezpieczeństwem. W swojej pracy autorzy skupili się na przedstawieniu koncepcji specjalistycznych zespołów CBRNEmed, wykorzystania nowych rozwiązań w zakresie stosowania kombinezonów ochronnych i środków ochrony dróg oddechowych, nowatorskich technik dekontaminacji skażonych pacjentów, możliwościach przyłóżkowej detekcji i identyfikacji czynników niebezpiecznych (POCT-CBRNE), izolacji i transportu skażonych i wysoce zakaźnych pacjentów, oraz nowych metodach triage'u CBRNE. W publikacji wykazali kompatybilność wypracowanych rozwiązań z taktyką, wyposażeniem i systemem dowodzenia funkcjonującym w siłach zbrojnych krajów członkowskich NATO. Wdrożenie wypracowanych rozwiązań pozwoli na podjęcie efektywnej wojskowo-cywilnej współpracy przy likwidacji skutków zdrowotnych użycia broni masowego rażenia.
Słowa kluczowe: CBRNE, triage, zarządzanie, podejmowanie decyzji
Typ artykułu: artykuł przeglądowy

Przyjęty: 02.01.2025; Zrecenzowany: 13.01.202; Zaakceptowany: 13.01.2025;
Identyfikatory ORCID autorów: A. Trzos – 0000-0002-4390-0901; K. Łyziński – 0000-0003-3292-2459;
Autorzy wnieśli równy wkład merytoryczny w opracowanie artykułu;
Proszę cytować: SFT Vol. 64 Issue 2, 2024, pp. 158–174, https://doi.org/10.12845/sft.64.2.2024.10;
Artykuł udostępniany na licencji CC BY-SA 4.0 (https://creativecommons.org/licenses/by-sa/4.0/).

Introduction

Poland, given the current complicated international situation, became a front-adjacent country, by which it is exposed to the effects of the use of weapons of mass destruction by the sides of the armed conflict beyond its eastern border. This exceptional situation requires increasing the readiness of medical rescue services to the level enabling effective response to the effects of the use of weapons of mass destruction against the soldiers and civilians of both sides of the conflict. The probability of the use of CBRNE (C – chemical, B – biological, R – radiological, N – nuclear, E – explosive) weapons of mass destruction by both sides of the conflict, in the opinion of the authors, is very high at present. The health effects of its use are difficult to predict, like the engagement of medical rescue and healthcare systems in Poland and elsewhere in Europe.

The research on the medical rescue system and competences of medical personnel conducted by the authors over the recent years revealed disturbing gaps in the medical rescue and healthcare systems in the fields of planning, preparation and response to CBRNE hazards at pre-hospital and hospital stages.

In response to the expectations and needs of the medical rescue system related to the increased level of the CBRNE hazard response readiness, the Department of Disaster and Emergency Medicine in the Jagiellonian University Medical College model solutions were developed, including the concept of medical rescue teams designed to operate in case of CBRNE incidents (CBRNEmed). It assumed new medical tactics, organisation of medical operations in cooperation with different entities and services, resource management system (human, equipment, IT), point-of-care testing and identification of hazardous agents, methods of medical decontamination and use of personal protection equipment (PPE). Those solutions were tested during the 20th CBRNEmed workshops organised jointly with Polish Armed Forces and civilian rescue systems: the national rescue and fire-fighting system (KSRG) and the national medical rescue

Wstęp

Polska, w obecnej skomplikowanej sytuacji międzynarodowej, stała się krajem przyfrontowym, przez co narażona jest na skutki wykorzystania broni masowego rażenia (BMR) przez strony toczącego się za wschodnią granicą konfliktu zbrojnego. Ta wyjątkowa sytuacja wymaga podniesienia gotowości służb ratownictwa medycznego do poziomu pozwalającego na skuteczne reagowanie na konsekwencje użycia BMR przeciwko żołnierzom obu stron konfliktu i ludności cywilnej. Prawdopodobieństwo wykorzystania broni masowego rażenia CBRNE (zagrożenia: C – chemiczne, B – biologiczne, R – radiacyjne, N – nuklearne, E – wybuchowe) przez obie strony konfliktu, w ocenie autorów, jest obecnie wysoce prawdopodobne. Skutki zdrowotne jej wykorzystania są trudne do przewidzenia, podobnie jak zaangażowanie systemów ratownictwa medycznego i ochrony zdrowia w Polsce i pozostałej części Europy.

Prowadzone przez autorów na przestrzeni ostatnich lat badania systemu ratownictwa medycznego i kompetencji personelu medycznego wykazały niepokojące braki ochrony zdrowia w obszarach planowania, przygotowania i reagowania na zagrożenia CBRNE w tym systemie, jak i w systemie na etapach przedszpitalnym i szpitalnym.

W odpowiedzi na oczekiwania i potrzeby systemu ratownictwa medycznego w zakresie podniesienia poziomu gotowości do reagowania na zagrożenia CBRNE w Zakładzie Medycyny Katastrof i Pomocy Doraźnej Uniwersytetu Jagiellońskiego Collegium Medicum opracowano modelowe rozwiązania, w tym koncepcję zespołów ratownictwa medycznego przeznaczonych do działania w zdarzeniach CBRNE (CBRNEmed). Zakłada ona nową taktykę medyczną, sposób organizacji działań medycznych w ramach współdziałania z innymi podmiotami i służbami, system zarządzania zasobami (ludzkimi, sprzętowymi, informacyjnymi), system przyłóżkowej detekcji i identyfikacji czynników niebezpiecznych, techniki dekontaminacji medycznej i użytkowania środków ochrony indywidualnej (ŚOI). Rozwiązania te przetestowano

system (PRM). The experience from these meetings were collected in the form of procedures designed for medical rescue and emergency medicine.

podczas 20 warsztatów CBRNEmed, organizowanych wspólnie z Siłami Zbrojnymi RP i cywilnymi systemami ratowniczymi: krajowym systemem ratowniczo-gaśniczym (KSRG) i systemem państwowe ratownictwo medyczne (PRM). Doświadczenia z tych spotkań zebrano w formie procedur przeznaczonych dla ratownictwa medycznego i medycyny ratunkowej.

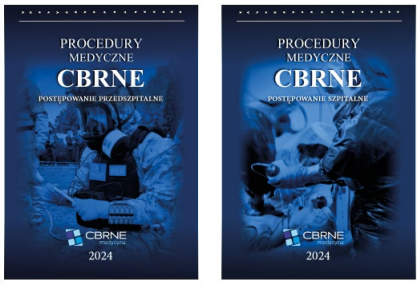

Figure 1. Pre-hospital and hospital medical procedures
Rycina 1. Procedury medyczne przedszpitalne i procedury medyczne szpitalne
Source: Own archives.
Źródło: Archiwum własne.

Objective of the article

The objective of this article is to present the contemporary response options of civilian medical rescue and healthcare systems to the effects of weapons of mass destruction weapons and civilian toxic agents with mass impact potential. The study also demonstrated the preparation and response potential of medical services with proper additional equipment, training and implementation of new systemic solutions to enable the collaboration and cooperation of military and civilian services.

Cel artykułu

Celem artykułu jest przedstawienie współczesnych możliwości reagowania cywilnych służb ratownictwa medycznego i systemu ochrony zdrowia na skutki użycia broni masowego rażenia i cywilnych środków toksycznych o masowym potencjale oddziaływania. W publikacji wykazano możliwości istniejące w obszarach przygotowania i reagowania służb medycznych przy odpowiednim doposażeniu, wyszkoleniu i wprowadzeniu nowych rozwiązań systemowych, pozwalających na współpracę i współdziałanie wojskowo-cywilne.

CBRNE hazards preparation level of the medical rescue system in Poland

Preparation and completion of the survey among the PRM system units was a tasks to perform under the project "Strengthening CBRNE Safety and Security — Coordination and Standardisation", funded from the "Internal Affairs" Programme as part of Norway Grants for 2014-2021. The objective of the survey was identification of existing gaps and needs in healthcare and medical rescue systems related to CBRNE hazards.

For these purpose, four questionnaires (surveys) were created:

a) questionnaire for hospital emergency departments, trauma centres and admission rooms in the PRM system (consisting of 60 questions),
b) questionnaire for PRM medical rescue team administrators (consisting of 60 questions),
c) questionnaire for PRM medical dispatch centres (consisting of 60 questions),
d) questionnaire for PRM system personnel and cooperative unit personnel (consisting of 51 questions).

Poziom przygotowania systemu ratownictwa medycznego w Polsce na zagrożenia CBRNE

Przygotowanie i przeprowadzenie badania ankietowego wśród jednostek systemu PRM było jednym z zadań w ramach realizacji projektu pt. „Wzmocnienie bezpieczeństwa w zakresie CBRNE – koordynacja i standaryzacja", finansowanego z Programu „Sprawy wewnętrzne", realizowanego w ramach Funduszy Norweskich na lata 2014–2021. Celem ankiety była identyfikacja istniejących luk i potrzeb w systemie ochrony zdrowia i ratownictwa medycznego, dotyczących zagrożeń CBRNE.

Stworzono cztery kwestionariusze (ankiety):

a) kwestionariusz dla szpitalnych oddziałów ratunkowych, centrów urazowych oraz izb przyjęć w systemie PRM (zawierający 60 pytań),
b) kwestionariusz dla dysponentów zespołów ratownictwa medycznego PRM (zawierający 60 pytań),
c) kwestionariusz dla dyspozytorni medycznych PRM (zawierający 60 pytań),
d) kwestionariusz dla pracowników systemu PRM oraz

The survey was conducted using the electronic response questionnaire. In cooperation with the Ministry of Health, the information on the survey was delivered to all above-listed units of the PRM system. At the same time, an intensive informational campaign was conducted to maximise the number of fully completed surveys. In cooperation with the Ministry of Health, through voivodeship offices and the national consultant in rescue medicine, heads of PRM unit entities were asked for active participation in the survey.

The survey questionnaire consisted of questions related to the current readiness of the national medical rescue to CBRNE hazards in the fields of preparation, hazard monitoring, training, response, logistics and transport. The surveys for all entities checked the above-listed areas. The question structure was mixed: multiple choice (with the "Other" field for optional comment), questions with scale for own evaluation, closed-ended. The survey was anonymous for the respondents.

The survey obtained:

a) 199 questionnaires from hospital emergency departments, trauma centres and admission rooms in the PRM system,
b) 122 questionnaires from PRM medical rescue team administrators,
c) 26 questionnaires from PRM medical dispatch centres,
d) 665 questionnaires from PRM employees and cooperative unit employees, including 60 physicians, 145 nurses, 413 paramedics and 47 other people connected with the PRM system.

As part of the conducted analysis of system gaps, survey results were analysed in detail based on the prepared Excel spreadsheet (quantitative assessment). Also, statistic analysis was conducted to determine the preparation level and quantify the gaps in particular research areas (qualitative assessment).

Project results were made available to the lead beneficiary of the project and covered with confidentiality clause. For that reason, detailed analysis cannot be presented. However, general conclusions were collected below:

1. In case of CBRNE incidents, PRM units assess that they are prepared the best for multiple and mass incidents (without CBRNE agent) and worst for radiological and nuclear incidents.
2. PRM units do not have a unified system for information exchange on safe and effective response options of emergency response teams/hospital emergency departments/trauma centres/dispatch centres to CBRNE hazards.
3. PRM units do not have a unified system for CBRNE hazard detection and monitoring and relevant information exchange.
4. PRM units do not have a segregation procedure for biological, chemical, radiological, nuclear and tactical hazards. If in place for selected hazards, they are not unified for the entire system.
5. PRM units do not have quick access to personal protection equipment for chemical and radiological hazards. They have quick access to personal protection equipment for biological hazards (level C — biological).

pracowników jednostek współpracujących z tym systemem (zawierający 51 pytań).

Badanie ankietowe zostało przeprowadzone za pośrednictwem elektronicznego kwestionariusza odpowiedzi. Przy współpracy z Ministerstwem Zdrowia (MZ) informacja o ankiecie została dostarczona do wszystkich wymienionych powyżej jednostek wchodzących w skład systemu PRM. Jednocześnie była prowadzona intensywna kampania informacyjna mająca na celu zebranie jak największej liczby w pełni wypełnionych ankiet. Przy współpracy z MZ, poprzez urzędy wojewódzkie oraz konsultanta krajowego w dziedzinie medycyny ratunkowej, zwrócono się do kierowników podmiotów jednostek PRM z zaleceniem aktywnego uczestnictwa w badaniu.

Kwestionariusz badania ankietowego zawierał pytania dotyczące aktualnej gotowości państwowego ratownictwa medycznego na zagrożenia CBRNE w obszarach przygotowania, monitorowania zagrożeń, szkolenia, reagowania oraz logistyki i transportu. Ankiety dla wszystkich podmiotów sprawdzały wyżej wymienione obszary. Konstrukcja pytań miała charakter mieszany: wielokrotnego wyboru (z możliwością wypowiedzenia się w polu „Inne"), pytania ze skalą według własnej opinii, zamknięte. Ankieta była anonimowa dla osób wypełniających.

W ramach badania uzyskano:

a) 199 kwestionariuszy od szpitalnych oddziałów ratunkowych, centrów urazowych oraz izb przyjęć w systemie PRM,
b) 122 kwestionariusze od dysponentów zespołów ratownictwa medycznego PRM,
c) 26 kwestionariuszy od dyspozytorni medycznych PRM,
d) 665 kwestionariuszy od pracowników PRM oraz jednostek współpracujących, w tym od 60 lekarzy, 145 pielęgniarek/pielęgniarzy, 413 ratowników medycznych oraz 47 innych osób związanych z systemem PRM.

W ramach przeprowadzonej analizy luk systemowych dokonano szczegółowej analizy wyników badań ankietowych podstawie opracowanego arkusza kalkulacyjnego Excel (ocena ilościowa). Przeprowadzono także analizę statystyczną pozwalającą na określenie stopnia przygotowania i wielkości luk w poszczególnych obszarach badawczych (ocena jakościowa).

Wyniki projektu zostały przekazane do dyspozycji głównego beneficjenta projektu i są objęte klauzulą poufności. Z tego powodu szczegółowa analiza nie może być przedstawiona. Jednak ogólne wnioski zebrano poniżej:

1. Jednostki PRM w zdarzeniach CBRNE oceniają, że są przygotowane najlepiej na zdarzenia mnogie i masowe (bez czynnika CBRNE), a najgorzej na zdarzenia radiacyjne i nuklearne.
2. Jednostki PRM nie posiadają jednolitego systemu wymiany informacji pomiędzy sobą na temat możliwości bezpiecznego i efektywnego reagowania ZRM/SOR/CU/dyspozytorni na zagrożenia CBRNE.
3. Jednostki PRM nie posiadają jednolitego systemu zakresie wykrywania i monitorowania zagrożeń CBRNE oraz wymiany tych informacji.
4. Jednostki PRM nie posiadają procedury segregacyjnej na wypadek zagrożeń biologicznych, chemicznych , radiacyjnych, nuklearnych, taktycznych. Te istniejące na wybrane zagrożenia nie są jednolite dla całego systemu.

6. PRM units do not have respiratory protection equipment in the form of respiratory tract isolation (level A and B).
7. PRM units do not have ballistic protection equipment.
8. The PRM command support system should be capable of detecting the effects of hazardous agents based on the clinical data of patients input to the system.
9. There is no consistent system of information on the feasibility of advanced medical rescue operations by medical rescue teams and medical teams in hospital emergency departments/trauma centres/admission rooms with personal protection equipment for CBRNE incidents.
10. There are no adequate post-CBRNE incident logistics and transport capabilities in the PRM system.
11. Logistics capabilities for (medical) decontamination are limited; there are no unified decontamination procedures for a single patient in imminent danger to life.
12. There is a need to conduct simulations and exercises using personal protection equipment, involving other services, at least once a year.
13. There is a need to teach the subject of disaster medicine in a broader range during the studies to increase the operation effectiveness and security of the pre-hospital PRM system.
14. The respondents agree with the idea to form special trained and equipped medical rescue teams, prepared to operate in case of CBRNE incidents, as part of the medical rescue teams of the PRM system (pre-hospital).

The research conducted by the authors revealed disturbing gaps in the medical rescue and healthcare systems in the fields of planning, preparation and response to CBRNE hazards in pre-hospital and hospital areas. At present, the CBRNE hazards preparation level of the medical rescue system is inadequate.

The remainder of the publication will explain the primary assumptions of the project to strengthen the readiness of the medical rescue and healthcare systems to respond to CBRNE hazards, which are reflected in the medical procedures presented above.

Concept of CBRNEmed teams

A part of effective response of the national security system to CBRNE hazards is proper operation of the rescue and healthcare system. Based on the CBRNE hazard response gaps in the PRM system and healthcare system demonstrated by the survey, a concept of CBRNEmed specialised medical teams, designed

5. Jednostki PRM nie posiadają szybkiego dostępu do środków ochrony indywidualnej przeznaczonych dla zagrożeń chemicznych i radiacyjnych. Posiadają go do środków ochrony indywidualnej dla zagrożeń biologicznych (poziom C – biologiczny).
6. Jednostki PRM nie posiadają sprzętu ochrony dróg oddechowych w formie izolacji dróg oddechowych (poziom A i B).
7. Jednostki PRM nie posiadają środków ochrony balistycznej.
8. System SWD PRM powinien mieć możliwość wykrywania skutków działania materiałów niebezpiecznych na podstawie wprowadzonych do systemu danych klinicznych pacjentów.
9. Brakuje spójnego systemu informacji na temat możliwości prowadzenia zaawansowanych medycznych czynności ratunkowych przez zespoły ratownictwa medycznego i zespoły medyczne w SOR/CU/IP w środkach ochrony indywidualnej w zdarzeniach CBRNE.
10. Brakuje wystarczających możliwości logistycznych oraz transportowych dla pacjentów po zdarzeniu CBRNE w systemie PRM.
11. Możliwości logistyczne pod względem dekontaminacji (medycznej) są ograniczone; brakuje jednolitych procedur dekontaminacyjnych dla pojedynczego pacjenta w stanie bezpośredniego zagrożenia życia.
12. Istnieje potrzeba przeprowadzania symulacji oraz ćwiczenia z użyciem środków ochrony indywidualnej oraz udziałem innych służb minimum 1 raz w roku.
13. Istnieje potrzeba realizacji przedmiotu medycyna katastrof w szerszym zakresie podczas studiów, w celu podniesienia efektywności i bezpieczeństwa funkcjonowania systemu przedszpitalnego PRM.
14. Respondenci zgadzają się z pomysłem utworzenia w ramach zespołów ratownictwa medycznego systemu PRM (systemu przedszpitalnego) specjalnie wyszkolonych i wyposażonych zespołów ratownictwa medycznego, przygotowanych do działania w zdarzeniach CBRNE.

Prowadzone przez autorów badania wykazały niepokojące braki systemu ratownictwa medycznego i systemu ochrony zdrowia w obszarach planowania, przygotowania i reagowania na zagrożenia CBRNE w obszarach przedszpitalnym i szpitalnym. Poziom przygotowania systemu ratownictwa medycznego w Polsce na zagrożenia CBRNE jest obecnie niewystarczający.

W dalszej części publikacji omówione zostaną główne założenia projektu wzmocnienia gotowości ratownictwa medycznego i systemu ochrony zdrowia do reagowania na zagrożenia CBRNE, które znalazły swoje odzwierciedlenie w przedstawionych wcześniej procedurach medycznych.

Koncepcja zespołów CBRNEmed

Jednym z elementów efektywnego reagowania systemu ochrony państwa na zagrożenia CBRNE jest właściwe działanie systemu ratowniczo-medycznego. Wykazane w badaniu luki w systemie PRM i systemie ochrony zdrowia dotyczące możliwości odpowiedzi na zagrożenia CBRNE, skutkowały wypracowaniem

to bridge the mentioned gaps in the CBRNE incident victim care process [1–3]. The scope of operation of CBRNEmed teams is broad and includes pre-hospital and hospital operations. The task of the teams is the independent solving of medical problems or supporting the sub-units of medical armed forces and the KSRG system during rescue and evacuation, transport and treatment operations in the field of CBRNE hazards. The organisational structure and proper assembly of the logistics resources of the teams enable the achievement of operational independence for autonomous operation for the period of at least 72 hours. The task extent includes all steps necessary for proper performance of the rescue and treatment process [4] (see Figure 2).

koncepcji specjalistycznych zespołów medycznych CBRNEmed., których zadaniem jest wypełnienie wspomnianych luk w procesie udzielania pomocy ofiarom zdarzenia CBRNE [1–3]. Obszar działania zespołów CBRNEmed jest szeroki i obejmuje działania przedszpitalne i szpitalne. Zadaniem zespołów jest samodzielne rozwiązywanie problemów medycznych lub wsparcie pododdziałów medycznych sił zbrojnych i systemu KSRG podczas działań ratowniczo-ewakuacyjnych, transportowych i leczniczych w obszarze zagrożeń CBRNE. Struktura organizacyjna oraz odpowiednio skompletowane zasoby logistyczne zespołów pozwalają osiągnąć samodzielność operacyjną, umożliwiającą działanie autonomiczne przez okres przynajmniej 72 godzin. Zakres zadań obejmuje wszystkie kroki niezbędne do poprawnego przeprowadzenia procesu ratowniczo-leczniczego [4] (zob. ryc. 2).

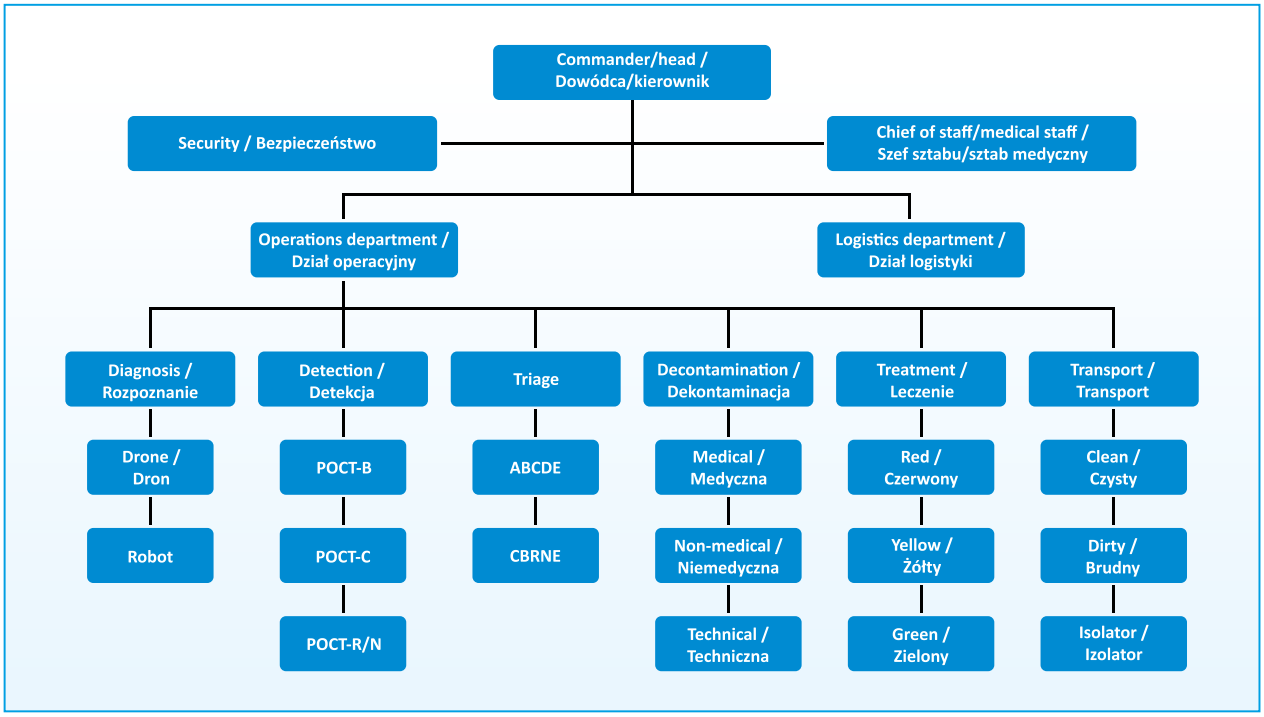

Figure 2. Organisational structure of CBRNEmed teams
Rycina 2. Struktura organizacyjna zespołów CBRNEmed

Source: Own elaboration.
Źródło: Opracowanie własne.

The intended characteristic feature of CBRNEmed teams is the capability of direct operation in "hot zone" and "warm zone", that is in areas previously unavailable for traditionally equipped and trained medical rescue teams of the PRM system and medical personnel of hospitals, responsible for the admission of and provision for the potential CBRNE incident victims. The modular organisational structure and flexible management structure, the container logistics (equipment) resource storage system enables the activation and involvement of only the assets required by the given CBRNE incident type. The authors of the concept assume that the CBRNEmed teams will be formed based on academic centres, selected entities of the PRM system, specialised chemical and environmental rescue units and the medical rescue

Cechą charakterystyczną zespołów CBRNEmed ma być możliwość bezpośredniego działania w strefie gorącej i w strefie ciepłej, a więc w obszarach dotychczas niedostępnych dla tradycyjnie wyposażonych i przeszkolonych zespołów ratownictwa medycznego systemu PRM i personelu medycznego szpitali, odpowiedzialnych za przyjęcie i zaopatrzenie potencjalnych ofiar zdarzenia CBRNE. Modułowa struktura organizacyjna oraz elastyczna struktura zarządzania, kontenerowy system przechowywania zasobów logistycznych (sprzętowych) pozwalają na aktywację i włączenie do działań ratowniczo-medycznych tylko tych elementów, które są niezbędne w danym typie zdarzenia CBRNE. Autorzy koncepcji przewidują, że zespoły CBRNEmed utworzone zostaną na bazie ośrodków akademickich, wybranych podmiotów

sub-units of armed forces responsible for CBRNE security. The educational programme developed in the Department of Disaster and Emergency Medicine in the Jagiellonian University Medical College (using new medical simulation methods) enables proper preparation of medics intended to work in CBRNEmed teams in providing medical assistance in the areas of danger from hazardous agents of military and civilian origin.

According to the developed concept, the component supporting CBRNEmed team operations are the medical support teams organised based on medical teams operating in the PRM system. The task of support teams is to assist professional teams in areas that do not require specialised equipment and advanced rescue skills. The CBRNEmed team operation concept also includes the locations of teams, resulting from existing and potential hazards in future. The team stationing map corresponds to the location of KSRG specialised units and weapons of mass destruction defence sub-units of armed forces.

Detailed information on the organisation, management systems and operating principles of CBRNEmed teams are included the specialised study (report) prepared under the CBRNE Project, submitted to the lead beneficiary of the CBRNE Project, the Internal Security Agency.

systemu PRM, specjalistycznych jednostek ratownictwa chemiczno-ekologicznego oraz pododdziałów medycznych jednostek sił zbrojnych odpowiedzialnych za bezpieczeństwo CBRNE. Opracowany w Zakładzie Medycyny Katastrof i Pomocy Doraźnej UJCM program edukacyjny (wykorzystujący nowoczesne metody symulacji medycznej) pozwala na właściwe przygotowanie medyków przewidzianych do pracy w zespołach CBRNEmed pod kątem udzielania pomocy medycznej w obszarze zagrożenia ze strony materiałów niebezpiecznych pochodzenia militarnego i cywilnego.

Według opracowanej koncepcji elementem wspierającym działania zespołów CBRNEmed są zespoły wsparcia medycznego organizowane na bazie zespołów medycznych funkcjonujących w systemie PRM. Zadaniem zespołów wsparcia jest pomoc profesjonalnym zespołom w obszarach niewymagających specjalistycznego wyposażenia i zaawansowanych umiejętności ratowniczych. Koncepcja funkcjonowania zespołów CBRNEmed uwzględnia również ich rozmieszczenie na terenie kraju, wynikające z istniejących i potencjalnych zagrożeń w przyszłości. Mapa stacjonowania zespołów odpowiada rozmieszczeniu jednostek specjalistycznych KSRG i pododdziałów obrony przed bronią masowego rażenia sił zbrojnych.

Szczegółowe informacje o organizacji, systemach zarządzania i zasadach funkcjonowania zespołów CBRNEmed znajdują się w specjalistycznym opracowaniu (raporcie) przygotowanym w ramach Projektu CBRNE, przekazanego jego głównemu beneficjentowi – Agencji Bezpieczeństwa Wewnętrznego.

Tactics of CBRNEmed teams and medical support teams

In case of a CBRNE incident, hazardous agents are used intentionally. The human factor influencing the course of a CBRNE incident obstructs effective security control and prediction of the development of medical situation. This requires a flexible response to changing hazards [5–7]. Thus, medical operations in case of a CBRNE incident require medical personnel to have specialised knowledge and skills to handle dynamically changing situations, as well as proper equipment, and use of innovative and flexible tactics enabling safe operation under the pressure of dynamically changing hazards. CBRNE incidents may occur suddenly and unexpectedly, in any place and at any time [8]. They may be signalled (overt attack) or identified accidentally (covert attack) at the hospital emergency department, trauma centre or hospital department (clinical toxicology department, communicable diseases department).

In addition, the use of explosive agents, as spatial carrier of hazardous agents, extends the CBRNE incident to trauma issues. This situation complicates rescue and medical operations at further stages, which requires an interdisciplinary approach to the rescue process. In rescue and medical operations, it is necessary to run two process lines, the traditional traumatology line and the CBRNE line. The rescue and medical tactics developed for CBRNEmed teams considers the need for parallel operation on both medical rescue process lines. Specialised medical rescue

Taktyka zespołów CBRNEmed i zespołów wsparcia medycznego

W zdarzeniu CBRNE materiały niebezpieczne wykorzystywane są w sposób intencjonalny. Czynnik ludzki wpływający na przebieg zdarzenia CBRNE utrudnia skuteczną kontrolę bezpieczeństwa i przewidywania rozwoju sytuacji medycznej oraz sprawia, że konieczne staje się elastyczne reagowanie na zmieniające się zagrożenia [5–7]. Dlatego działania medyczne w zdarzeniu CBRNE wymagają od personelu medycznego specjalistycznej wiedzy i umiejętności radzenia sobie w dynamicznie zmieniającej się sytuacji, a także odpowiedniego wyposażenia, stosowania nowatorskiej i elastycznej taktyki, pozwalającej na bezpieczne działanie pod presją dynamicznie zmieniających się zagrożeń. Zdarzenia CBRNE mogą wystąpić nagle i niespodziewanie, w dowolnym miejscu i czasie [8]. Mogą być sygnalizowane (atak jawny) lub mogą zostać rozpoznane przypadkowo (atak skryty), w szpitalnym oddziale ratunkowym (SOR), centrum urazowym (CU), czy oddziale szpitalnym (oddziale toksykologii klinicznej, oddziale chorób zakaźnych).

Dodatkowo użycie materiałów wybuchowych, jako nośnika materiałów niebezpiecznych w przestrzeni, poszerza zdarzenia CBRNE o problematykę urazową. Sytuacja ta komplikuje działania ratunkowo-medyczne na kolejnych etapach udzielania pomocy, powodując konieczność interdyscyplinarnego podejścia do postępowania ratowniczego. W działaniach ratowniczo-medycznych niezbędne jest prowadzenie dwóch linii postępowania – klasycznej

services will receive new tasks and new competencies, which may be described as:

- remote and direct identification of hazards (drones, robots),
- initial detection and identification of a CBRNE hazard at the patient,
- evacuation from the hot zone with CBRNE protection of victims,
- CBRNE triage, critical interventions, administration of antidotes and medicines,
- preparation for medical, non-medical and technical decontamination,
- initial decontamination of victims, with ongoing patient supervision and its efficiency control with capability of critical interventions (e.g.: mechanical ventilation, pneumothorax decompression, bleeding protection, fluid therapy etc.),
- patient protection in the medical point as per the A(T) LS) standard and preparation for short- and long-term transport,
- undertaking and operation of "dirty transport" and transport in CBRNE isolator,
- operation of further diagnostics and treatment process in hospital conditions (in mobile or stationary CBRNE isolator),
- operation of the CBRNE agent detection and identification process at every stage of pre-hospital and hospital operation.

The multitude of potential CBRNE incident scenarios led the authors to attempt to create a universal medical tactics model, enabling flexible adjustment to specific incident. A traditional classification of hazard zones, considering the extent change dynamics, into:

- hot zone,
- warm zone,
- cold zone.

The division of the place of incident into zones facilitates risk management, which results in proper organisation of medical operation, medical personnel management and use of logistics resources, including personal protection equipment.

The medical rescue tactics was tested during exercises and simulations with medical sub-units of Polish Armed Forces in 2021–2024. Organisation of the place of event, in which the new tactics is implemented, is illustrated in Figure 3.

urazowej (traumatologia) i linii CBRNE. Wypracowana dla zespołów CBRNEmed taktyka ratowniczo-medyczna uwzględnia konieczność równoległego działania na obu liniach postępowania ratowniczo-medycznego. Specjalistyczne ratownictwo medyczne otrzyma nowe zadania, a jednocześnie nowe kompetencje, które można określić jako:

- zdalne i bezpośrednie rozpoznanie zagrożeń (drony, roboty),
- wstępną detekcję i identyfikację zagrożenia CBRNE przy pacjencie,
- ewakuację w zabezpieczeniu przeciw CBRNE poszkodowanych ze strefy gorącej,
- triage CBRNE, wykonanie interwencji krytycznych, stosowanie antidotów i leków,
- przygotowanie do dekontaminacji medycznej, niemedycznej i technicznej ,
- wykonanie wstępnej dekontaminacji ofiar, wraz z nadzorem nad pacjentem w jej trakcie i kontrolę skuteczności jej wykonania wraz z zapewnieniem możliwości wykonania interwencji krytycznych (np.: prowadzenie wentylacji zastępczej, odbarczenie odmy, zabezpieczenie krwawień, stosowanie płynoterapii itp.),
- zabezpieczenie pacjentów w punkcie medycznym w standardzie A(T)LS) i przygotowanie do transportu krótko i długoterminowego ,
- podjęcie i prowadzenie „brudnego transportu" i transportu w izolatorze CBRNE,
- prowadzenie dalszego procesu diagnostyczno-leczniczego w warunkach szpitalnych (w izolatorze mobilnym lub stacjonarnym CBRNE),
- prowadzenie procesu detekcji i identyfikacji czynników CBRNE na każdym etapie postępowanie przedszpitalnego i szpitalnego.

Mnogość możliwych scenariuszy incydentów CBRNE skłoniła autorów do próby stworzenia uniwersalnego modelu taktyki medycznej, pozwalającej na jej elastyczne dostosowanie do konkretnego zdarzenia. Przyjęto klasyczny podział stref zagrożenia, z uwzględnieniem dynamiki zmiany ich zasięgu, na:

- strefę gorącą (ang. *hot zone*),
- strefę ciepłą (ang. *warm zone*),
- strefą zimną (ang. *cold zone*).

Podzielenie miejsca zdarzenia na strefy ułatwia zarządzanie ryzykiem, w konsekwencji odpowiednie: organizację działań medycznych, zarządzanie personelem medycznym i wykorzystanie zasobów logistycznych, w tym środków ochrony indywidualnej.

Taktyka ratowniczo-medyczna została przetestowana podczas licznych ćwiczeń i symulacji realizowanych z pododdziałami medycznymi sił zbrojnych RP w latach 2021–2024. Organizacja miejsca zdarzenia, w której wdrażana jest nowa taktyka, została zilustrowana na rycinie 3.

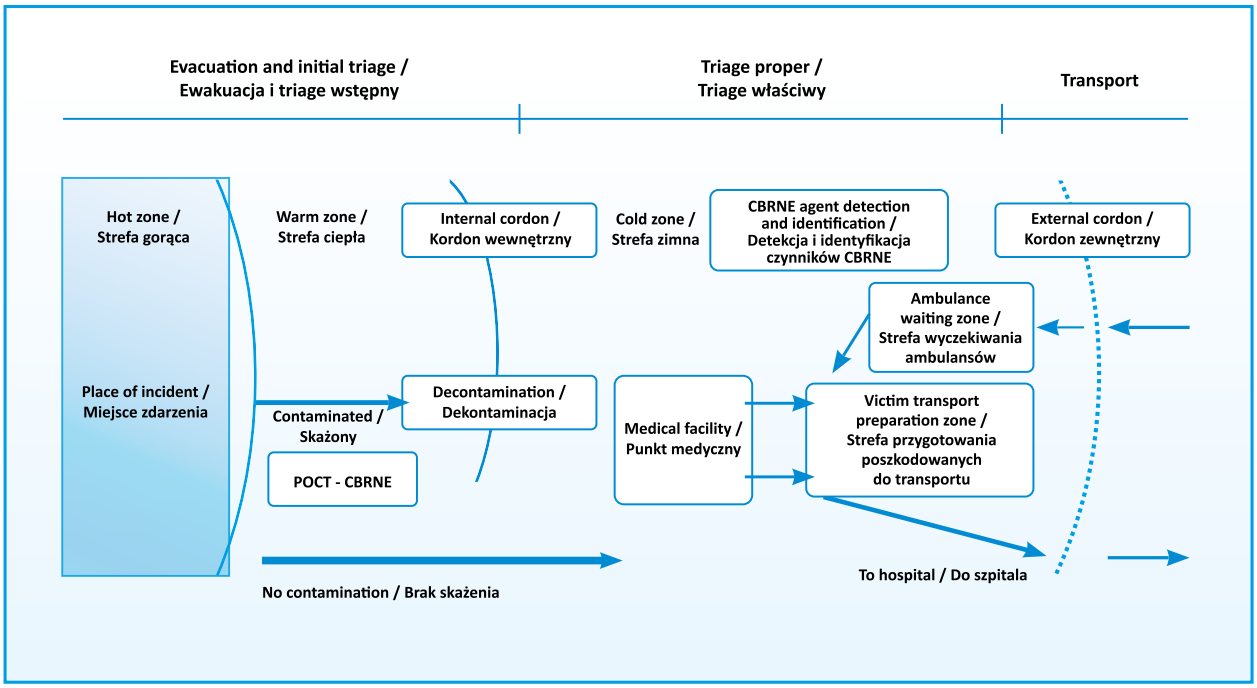

Figure 3. Organisation of rescue and medical operations at the place of CBRNE incident
Rycina 3. Organizacja działań ratowniczo-medycznych na miejscu zdarzenia CBRNE

Source: Own elaboration.
Źródło: Opracowanie własne.

The diagram includes new components of the organisational structure of the evacuation and treatment line, which enables complete fulfilment of the new tactics independently or in cooperation with KSRG system units or medical sub-units of armed forces.

During the simulation of CBRNE incidents of different characteristics, dynamics and magnitude, the medical operation tactics was tested at the place of incident (hot zone), during the evacuation and decontamination (medical, non-medical, technical — warm zone), during patient stabilisation at the medical facility and during transport to hospital (cold zone). The new tactics includes the necessity of instrument-based identification of hazards, environmental monitoring, detection and identification of hazardous agents for the purposes of medical personnel and victim protection, ABCDE and CBRNE triage and initial treatment (symptomatic and targeted). The above-illustrated tactics draws from military medicine experiences and strategies of medical care under fire, tactical field care, tactical evacuation and forward surgical teams. Flexible medical tactics and operational organisation enable changing the shape and extent of individual hazard zones and adjustment to their changing tactical (use of firearms, explosives) and medical situation.

Na schemacie uwzględniono nowe elementy w strukturze organizacyjnej ciągu ewakuacyjno-leczniczego, umożliwiające kompletną realizację nowej taktyki samodzielnie lub we współdziałaniu z jednostkami systemu KSRG lub pododdziałami medycznymi sił zbrojnych.

Podczas symulacji zdarzeń CBRNE o różnym charakterze, dynamice i wielkości przetestowano taktykę postępowania medycznego na miejscu zdarzenia (strefa gorąca), podczas ewakuacji i dekontaminacji (medycznej, niemedycznej, technicznej – strefa ciepła), podczas stabilizacji pacjentów w punkcie medycznym i podczas transportu do szpitala (strefa zimna). Nowa taktyka uwzględnia potrzebę wykonania przyrządowego rozpoznania zagrożeń, monitorowania środowiska, detekcji i identyfikacji czynników niebezpiecznych na potrzeby ochrony personelu medycznego i ofiar, kontroli efektywności dekontaminacji ofiar i personelu medycznego, triage'u ABCDE i CBRNE oraz wstępnego leczenia (objawowego i celowanego). Zobrazowana powyżej taktyka czerpie z doświadczeń medycyny wojskowej oraz strategii udzielania pomocy medycznej „pod ostrzałem" (ang. *care under fire*), taktyczno-polowej opieki nad poszkodowanym (ang. *tactical field care*), taktycznej ewakuacji (ang. *tactical evacuation*), wysuniętych zespołów chirurgicznych (ang. *forward surgical team*). Elastyczna taktyka medyczna i organizacja działań pozwalają na zmianę kształtu i zasięgu poszczególnych stref zagrożenia i dostosowania ich do zmiennej sytuacji taktycznej (użycia broni palnej, materiałów wybuchowych) i medycznej.

Personal protection equipment for medical personnel

The medical personnel of CBRNEmed teams providing care to CBRNE incident victims use personal protection equipment (PPE) to protect from contamination. PPE is individual (personal) protection of medical personnel from contact with hazardous agent. PPE protects medical personnel in the contaminated zone to enable providing care to highly infective patients and patients contaminated with biological, chemical or radiological agent. At present, different PPE for rescue and medical services is available, which differ in the design and intended purpose. Regardless of the design, it consists of two primary components: protective suit with accessories (e.g. protective gloves, protective shoes) and respiratory protection equipment (e.g. face masks, gas filters, ventilation systems). Based on the hazard level caused by the given agent, the CBRNEmed team decides to use different protection levels. The PPE intended for medical personnel is divided into filtering and isolating. This division is applicable both to body surface personal protection equipment (protective suits) and respiratory protection equipment (ventilation systems). Prepared to use by CBRNEmed teams, the classification of personal protection equipment is based on European standards, assumed and used in Poland (PN-EN 943-1+A1:2019-05, PN-EN 14605+A1:2010), and military standards as per STANAG (e.g. STANAG 4155) [9–10]. Thus, for effective security management of the medical personnel of CBRNEmed teams and medical support teams, it became necessary for streamline the marking and practical use of four basic groups of personal protection equipment. For the purposes of the project, the classification proposed by the American Occupational Safety and Health Administration (OSHA) was assumed [11–12]. In addition, the OSHA classification includes the division of respiratory protection equipment.

Środki ochrony indywidualnej dla personelu medycznego

Personel medyczny zespołów CBRNEmed udzielający pomocy ofiarom zdarzeń CBRNE stosuje środki ochrony indywidualnej (ŚOI) chroniące przed skażeniem. ŚOI to indywidualne (osobiste) zabezpieczenie personelu medycznego przed kontaktem organizmu z czynnikiem niebezpiecznym. Zapewniają one personelowi personelowi medycznemu bezpieczeństwo w strefie skażonej, umożliwiając opiekę nad pacjentami wysoce zakaźnymi i skażonymi czynnikiem biologicznym, chemicznym czy radiacyjnym. Obecnie dostępne są różnorodne ŚOI dla służb ratowniczych i medycznych, różniące się między sobą budową i przeznaczeniem. Niezależnie od konstrukcji składają się one z dwóch głównych elementów: kombinezonu ochronnego z dodatkami (np. rękawice, obuwie ochronne) oraz środków ochrony dróg oddechowych (np. maski, filtropochłaniacze, systemy wentylacyjne). Bazując na poziomie zagrożenia powodowanego przez dany czynnik, zespół CBRNEmed decyduje o użyciu różnych poziomów ochrony. ŚOI przeznaczone dla personelu medycznego podzielono na filtracyjne i izolacyjne. Podział ten dotyczy zarówno środków ochrony powierzchni ciała (kombinezony ochronne), jak i środków ochrony dróg oddechowych (systemy wentylacji). Przygotowany do wykorzystania przez zespoły CBRNEmed podział środków ochrony indywidualnej opiera się na normach europejskich, przyjętych i wykorzystywanych w Polsce (PN-EN 943-1+A1:2019-05, PN-EN 14605+A1:2010) i normach wojskowych według standardów STANAG (np. STANAG 4155) [9–10]. Stąd, w celu sprawnego zarządzania bezpieczeństwem personelu medycznego zespołów CBRNEmed i zespołów wsparcia medycznego, konieczne stało się uproszczenie oznakowania i zastosowanie w praktyce czterech podstawowych grup środków ochrony indywidualnej. Na potrzeby realizacji projektu przyjęto podział zaproponowany przez amerykańską agencję The Occupational Safety and Health Administration (OSHA) [11–12]. Klasyfikacja OSHA uwzględnia dodatkowo podział środków ochrony dróg oddechowych.

Table 1. OSHA classification of personal protection equipment
Tabela 1. Podział środków ochrony indywidualnej wg OSHA

Special clothing type / Typ odzieży specjalnej	Protective clothing / Odzież ochronna	Respiratory protection equipment / Środki ochrony dróg oddechowych	European standard / Norma europejska
Level A / Poziom A	Gas-tight suit / Kombinezon gazoszczelny	Breathing apparatus carried within suit/air line / Aparat powietrzny noszony wewnątrz kombinezonu/linia powietrzna	EN 943-1+A1:2019-05, PN-EN 943-2:2019-05
Level B / Poziom B	Non-gas-tight suit type 2 or 3 / Kombinezon niegazoszczelny typu 2 lub 3	Breathing apparatus carried outside suit, suit with air line / Aparat powietrzny noszony na zewnątrz kombinezonu, kombinezon z linią powietrzną	EN 943-1+A1:2019-05, PN-EN 943-2:2019-05
Level C / Poziom C	Non-gas-tight suit / Kombinezon niegazoszczelny	Suit with air line; full-face mask with gas filter, extraction and filter unit / Kombinezon z linią powietrzną, maska pełnotwarzowa z filtropochłaniaczem, urządzenie filtrowentylacyjne	PN-EN 14605+A1:2010
Level D / Poziom D	Standard medical clothing / Standardowa odzież medyczna	Half-mask P3/P2, extraction and filter unit / Półmaska P3/P2, urządzenie filtrowentylacyjne	PN-EN 13795+A1:2013-06

Source: Own elaboration based on OSHA materials.
Źródło: Opracowanie własne na podstawie materiałów OSHA.

For the purposes of CBRNEmed team operation, the best technical solutions were selected, available for individual groups of protection equipment. They provide proper security level, work comfort and capability to perform medical procedures with high precision and accuracy. For example, suits ProChem® I CLF, ProChem® II CLF, ProChem® III CLF, Avec MS-1, Tychem 6000 F, Polycombi®, Maskpol KOM-1, full-face masks CM-06 Avec, Promask 3M FM-3 and other PPE types were tested in simulations. Detailed solutions related to the selection and use of PPE are described in the final report of the CBRNE project and operational procedures.

Na potrzeby funkcjonowania zespołów CBRNEmed wyselekcjonowano najlepsze rozwiązania techniczne, dostępne w poszczególnych grupach środków ochrony. Zapewniają one odpowiedni poziom bezpieczeństwa, komfort pracy i możliwość wykonywania procedur medycznych o wysokim poziomie precyzji i dokładności. Przykładowo w symulacjach przetestowano kombinezony ProChem® I CLF , ProChem® II CLF, ProChem® III CLF, Avec MS -1, Tychem 6000 F, Polycombi® , Maskpol KOM-1 oraz maski pełnotwarzowe CM-06 Avec, Promask 3M FM-3 oraz inne typy ŚOI. Szczegółowe rozwiązania dotyczące doboru i wykorzystania ŚOI opisane zostały w raporcie końcowym projektu CBRNE i procedurach postępowania.

Quick detection and identification of CBRNE agents for medical purpoes

Poland, as front-adjacent country, is exposed to the side effects of the use of weapons of mass destruction by the sides of the conflict in Ukraine [12–13]. The risk of inflow of injured soldiers or exodus of civilians from areas, where weapons of mass destruction are used, requires proper preparation of both medical rescue services and healthcare entities [8], [14]. Medical evacuation teams, medical transit centres, medical rescue teams, hospital emergency departments and trauma centres in eastern and central areas of the country are particularly exposed.

With the development of point-of-care testing (POCT) over the recent years, at present it is possible to perform quick imaging and assessment of critical parameters with a proper analyser in direct vicinity of the patient [15–17]. Similar progress was achieved in CBRNE diagnostics. The identification of the reason for the sudden deterioration of health is crucial for proper CBRNE triage, proper diagnosis and initiation of proper medical intervention.

Not all tests can be performed in a regular hospital laboratory. Specialised CBRNE diagnostics occurs in mobile and stationary laboratories with proper reference level and testing and laboratory hardware. However, for the purposes of initial patient care in a field hospital, hospital rescue department or hospital CBRNE isolator, quick identification of hazardous agents is sufficient. Immediate detection enables determining the type and magnitude of hazard and by consequence activating the proper operating procedure, using proper personal protection equipment, medical segregation methods (biological, chemical and radiological, as appropriate) and proper treatment [18–20]. Without the capability for independent identification of the hazardous agent by the medical personnel of CBRNEmed teams, it is necessary to acquire essential information (confirmation or verification of results) from external sources. However, this will not always be possible in the short time, necessary to activate safety procedures and use proper treatment. For the purposes of operation of CBRNEmed teams, the methodology of quick detection and identification of hazardous agents using portable tests and measurement equipment was developed under the CBRNE Project [18–19] (e.g. AP4C, LCD 3.3, MX908, Griffin G510, RAID 10, T-COR 8, Biodetektor pBDi, IdentiFINDER R440, IdentiFINDER R200 and RadEye

Szybka detekcja i identyfikacja czynników CBRNE do celów medycznych

Polska jako kraj przyfrontowy zagrożona jest skutkami ubocznymi wykorzystania broni masowego rażenia przez uczestników konfliktu na Ukrainie [12–13]. Ryzyko napływu poszkodowanych żołnierzy czy exodusu ludności cywilnej z obszarów, gdzie została użyta broń masowego rażenia, niesie za sobą konieczność właściwego przygotowania zarówno służb ratownictwa medycznego, jak i podmiotów ochrony zdrowia [8], [14]. Szczególnie narażone na kontakt ze skażonym pacjentem są zespoły ewakuacyjne medycznej, medyczne centra tranzytowe oraz zespoły ratownictwa medycznego, szpitalne oddziały ratunkowe i centra urazowe na terenie wschodnich i centralnych obszarów kraju.

Dzięki obserwowanemu w ostatnich latach rozwojowi diagnostyki przyłóżkowej (ang. *point-of-care testing*, POCT) obecnie możliwe jest szybkie wykonanie badań obrazowych i dokonanie oceny parametrów krytycznych przy wykorzystaniu odpowiedniego analizatora w bezpośrednim otoczeniu pacjenta [15–17]. Podobny postęp nastąpił w obszarze diagnostyki CBRNE. Identyfikacja przyczyny nagłego pogorszenia stanu zdrowia ma kluczowe znaczenie dla poprawnego przeprowadzenia triage'u CBRNE, postawienia właściwej diagnozy i rozpoczęcia odpowiedniej interwencji medycznej.

Nie wszystkie badania są możliwe do wykonania w zwykłym szpitalnym laboratorium. Specjalistyczna diagnostyka CBRNE odbywa się w laboratoriach mobilnych i stacjonarnych, mających odpowiedni poziom referencyjności i dysponujących odpowiednim sprzętem diagnostycznym i laboratoryjnym. Jednak na potrzeby wstępnego zaopatrzenia pacjenta w szpitalu polowym, szpitalnym oddziale ratunkowym czy izolatorze CBRNE szpitala wystarczy szybka identyfikacja czynników niebezpiecznych. Natychmiastowe wykrycie pozwala na określenie rodzaju i wielkości zagrożenia, a w konsekwencji uruchomienie odpowiedniej procedury postępowania, zastosowania właściwych środków ochrony indywidualnej, metod segregacji medycznej (odpowiednio biologicznej, chemicznej i radiacyjnej) i właściwego leczenia [18–20]. Przy braku możliwości samodzielnej identyfikacji czynnika niebezpiecznego przez personel medyczny zespołów CBRNEmed konieczne jest pozyskiwanie niezbędnych informacji (potwierdzenia lub weryfikacji wyników) ze źródeł zewnętrznych. Nie zawsze będzie to jednak możliwe w krótkim czasie,

B20-ER). These devices use measurement methods based on surface scanning and sampling (sampling and identification of biological, chemical, and radiological agents). The equipment of the team for the testing and identification of hazardous agents is shown in Figure 4.

niezbędnym do uruchomienia procedur bezpieczeństwa i zastosowania właściwego leczenia. Na potrzeby funkcjonowania zespołów CBRNEmed opracowano, w ramach realizacji Projektu CBRNE, metodykę szybkiej detekcji i identyfikacji materiałów niebezpiecznych przy wykorzystaniu przenośnych testów i urządzeń pomiarowych[18–19] (np. AP4C, LCD 3.3, MX908, Griffin G510, RAID 10, T-COR 8, Biodetektor pBDi, IdentiFINDER R440, IdentiFINDER R200 oraz RadEye B20-ER). Urządzenia te wykorzystują metody pomiarowe oparte na technice skanowania powierzchni i badania próbek (ang. *sampling and identification of biological, chemical, and radiological agents*). Wyposażenie zespołu ds. detekcji i identyfikacji czynników niebezpiecznych ilustruje rycina 4.

Figure 4. CBRNE agents point-of-care testing and identification station
Rycina 4. Stanowisko przyłóżkowej detekcji i identyfikacji czynników CBRNE
Source: Own archives.
Źródło: Archiwum własne.

The quick development of portable CBRNE diagnostics requires an on-going update of diagnostic methods, measurement technics and skills of results interpretation for medical purposes.

Szybki rozwój przenośnej diagnostyki CBRNE wymusza ciągłą aktualizację metod diagnostycznych, doskonalenie technik pomiarowych i umiejętności interpretacji wyników na potrzeby medyczne.

Medical and non-medical decontamination

The decontamination of victims is a process of eliminating hazardous substances from the surface (outside decontamination) or inside (inside decontamination) of the body. The purpose of this procedure is to interrupt the exposure of the body to contact with hazardous substance and to eliminate its negative impact [21–23]. For the purposes of operation of CBRNEmed teams, procedures were developed for local outside decontamination and general decontamination using wet and dry technics (e.g.: Decpol ABS/RAD, FastAct, FiberTec) and hybrid technic, including variable environmental conditions that have a negative impact on the victims and the decontamination team. Also, the rules of cooperation with medical entities were developed, which enable inside decontamination, e.g. by dialysis. The procedures describe the rules of organisation of singe, multiple and mass decontamination considering the diversity of the population intended for the procedure. An integral part of the contemporary decontamination procedure is efficiency control using the

Dekontaminacja medyczna i niemedyczna

Dekontaminacja ofiar to proces usunięcia substancji niebezpiecznej z powierzchni ciała (dekontaminacja zewnętrzna) lub jego wnętrza (dekontaminacja wewnętrzna). Procedura ta ma na celu przerwanie narażenia organizmu na bezpośredni kontakt z substancją niebezpieczną i eliminację jej negatywnego oddziaływania [21–23]. Na potrzeby funkcjonowania zespołów CBRNEmed opracowane zostały procedury dekontaminacji zewnętrznej miejscowej i ogólnej przy zastosowaniu technik mokrej i suchej (np.: Decpol ABS/RAD, FastAct, FiberTec) oraz techniki hybrydowej, z uwzględnieniem zmiennych warunków środowiskowych mających negatywny wpływ na ofiary i zespół dekontaminacyjny. Opracowano również zasady współdziałania z podmiotami leczniczymi, pozwalające na przeprowadzenie dekontaminacji wewnętrznej, np. przy wykorzystaniu dializy. W procedurach opisano zasady organizacji dekontaminacji jednostkowej, mnogiej i masowej z uwzględnieniem różnorodności populacji przewidzianej do wykonania tego zabiegu. Współcześnie integralną częścią procedury dekontaminacyjnej jest

technics described in the chapter describing the POCT-CBRNE. The medical security of the decontamination process by the medical team is another innovation, which increases the survivability of the contaminated victims in severe clinical condition that require life support during its course.

A particular challenge before the CBRNEmed teams is multiple/mass decontamination. The capability of proper organisation of the decontamination line to enable the initial decontamination of a large number of victims in a short time requires, in addition to proper equipment, particular resource management skills (human, equipment, information) and security condition control skills.

kontrola skuteczności jej wykonania przy wykorzystaniu technik opisanych w rozdziale omawiającym POCT-CBRNE. Zabezpieczenie medyczne procesu dekontaminacji przez zespół medyczny, to też nowość, pozwala na zwiększenie szans na przeżycie skażonych ofiar będących w ciężkim stanie klinicznym, wymagających podtrzymania funkcji życiowych w trakcie jej trwania.

Szczególnym wyzwaniem dla zespołów CBRNEmed jest dekontaminacja mnoga/masowa. Umiejętność właściwego zorganizowania ciągu dekontaminacyjnego pozwalającego na wstępne odkażenie dużej liczby poszkodowanych w krótkim czasie wymaga, obok odpowiedniego wyposażenia, szczególnych umiejętności zarządzania zasobami (ludzkimi, sprzętowymi, informacyjnymi) oraz kontroli warunków bezpieczeństwa.

Figure 5. Mass decontamination with medical security of the victim
Rycina 5. Dekontaminacja masowa z zabezpieczeniem medycznym ofiary
Source: Own archives.
Źródło: Archiwum własne.

The use of CBRNEmed teams in the initial and proper decontamination process, on-going and final efficiency control capability, intensive healthcare during the process, use of novelty technics and measurement equipment for contamination control, transform the decontamination process from simple washing into an advanced medical procedure. The detailed procedures with different decontamination types are described in the above-mentioned set of CBRNEmed procedures.

Wykorzystanie zespołów CBRNEmed w procesie wstępnej i właściwej dekontaminacji, możliwości bieżącej i końcowej kontroli jej efektywności, intensywna opieka medyczna w trakcie jej trwania, wykorzystanie nowatorskich technik i sprzętu pomiarowego do kontroli skażeń, zmieniają proces dekontaminacji z prostego mycia na zaawansowaną procedurę medyczną. Szczegółowe procedury postępowania przy różnych rodzajach dekontaminacji opisane zostały we wspomnianym powyżej zbiorze procedur CBRNEmed.

Isolation and transport of contaminated and highly infective patients

CBRNEmed teams and support teams will play a very important role during the patient transport from the place of CBRNE incident to the hospital. This type of transport will always have the character of contaminated or so-called “dirty” transport. If the transport to the designated medical facility applies to the patient contaminated with a particularly hazardous agent or suspected of contracting a highly infective and hazardous disease, it can only be completed by specially trained medical personnel. In addition to the medical knowledge necessary for proper patient care, the skill of using personal protection equipment and operate the isolation and transport chamber (e.g.: BioBag30-40 EBV) or

Izolacja i transport pacjentów skażonych i wysoce zakaźnych

Zespoły CBRNEmed i zespoły wsparcia będą odgrywać bardzo ważną rolę podczas transportu pacjenta z miejsca zdarzenia CBRNE do szpitala. Ten rodzaj transportu zawsze będzie miał charakter transportu skażonego, czyli tzw. „brudnego”. W przypadku gdy transport do wskazanej placówki medycznej dotyczy pacjenta skażonego czynnikiem szczególnie niebezpiecznym lub podejrzanego o zachorowanie na chorobę wysoce zakaźną i niebezpieczną, zrealizować go może wyłącznie specjalnie przeszkolony personel medyczny. Oprócz wiedzy medycznej niezbędnej do prowadzenia prawidłowej opieki nad pacjentem, potrzebna jest umiejętność stosowania środków ochrony indywidualnej i obsługi komory

special CBRNE ambulance and their equipment is required. The lack of proper equipment and training of the medical personnel involved in "dirty" transport prevents its proper process or significantly increases the risk of contamination of the medical personnel and environment, which creates a risk to public security and health. The hospital isolation of contaminated patients and patients exposed to CBRNE agent requires using appropriate stationary or mobile infrastructure.

izolacyjno-transportowej (np.: BioBag30-40 EBV) lub specjalistycznego ambulansu CBRNE oraz elementów ich wyposażenia. Brak właściwego sprzętu i przeszkolenia personelu medycznego wykonującego „brudny" transport uniemożliwia jego właściwe przeprowadzenie lub znacząco zwiększa ryzyko kontaminacji personelu medycznego i środowiska, stwarzając zagrożenie dla bezpieczeństwa i zdrowia publicznego. Izolacja szpitalna pacjentów skażonych i poddanych działaniu czynnika CBRNE wymaga wykorzystania odpowiedniej infrastruktury stacjonarnej lub mobilnej.

Figure 6. Mobile infection CBRNE isolator
Rycina 6. Mobilny izolator zakaźny CBRNE

Source: Own archives.
Źródło: Archiwum własne.

In turn, the operation of the above-mentioned infrastructure requires proper training and preparation of the medical and technical personnel. This is another task for the CBRNEmed teams operating in the field or stationary hospital area. At present, in Poland there are no fully operational infection isolators with BSL-3/BSL-4 biological protection level. The gap in this area may be bridged by mobile and transport isolators that enable temporary isolation and transport of patients for centres beyond the country borders. The possibility and method of using transport and stationary isolation in the above-mentioned sets of CBRNE medical procedures.

Obsługa wspomnianej wyżej infrastruktury wymaga z kolei odpowiedniego wyszkolenia i przygotowania personelu medycznego i technicznego. Jest to kolejne zadanie dla zespołów CBRNEmed działających w obszarze szpitala polowego lub stacjonarnego. W Polsce nie ma obecnie w pełni funkcjonujących izolatorów zakaźnych poziomu ochrony biologicznej BSL-3/BSL-4. Lukę w tym obszarze mogą zapełnić izolatory mobilne i transportowe pozwalające na czasową izolację i transport pacjentów do ośrodków poza granicami kraju. Możliwości i sposób wykorzystania izolacji transportowej i stacjonarnej opisano w wspomnianych powyżej zbiorach procedur medycznych CBRNE.

CBRNE triage

The objective of medical segregation is to determine the patient life hazard degree. The analysis of gaps in the medical rescue system and healthcare personnel competences also showed gaps in CBRNE triage operation skills. The method of assessment of the patients condition in CBRNE incidents differs from the triage used in incidents with injuries of purely mechanical origin. Initial segregation systems (e.g.: START,SALT, Careflight) and extended (proper) triage systems may prove inadequate during the initial patient assessment for delayed or different mechanism of harmful impact of the hazardous substance [24–25]. Thus, for the purposes of proper response to a CBRNE incident, properly developed detailed segregation protocols are used according to the nature of the incident (biological, chemical, radiological/nuclear) [24–26].

Triage CBRNE

Celem segregacji medycznej jest ustalenie, stopnia zagrożenia życia pacjenta. Analiza luk w systemie ratownictwa medycznego i kompetencji personelu ochrony zdrowia wykazała również braki w umiejętności prowadzenia triage'u CBRNE. Sposób oceny stanu pacjenta w zdarzeniach CBRNE jest odmienny w stosunku do triage'u wykorzystywanego w zdarzeniach z obrażeniami pochodzenia czysto mechanicznego. Systemy segregacji wstępnej (np.: *START, SALT, Careflight*) i systemy triage'u rozszerzonego (właściwego) mogą okazać się niewystarczające podczas wstępnej oceny pacjenta przy opóźnionym lub odmiennym mechanizmie szkodliwego działania substancji niebezpiecznej [24–25]. Stąd na potrzeby właściwego reagowania na zdarzenie CBRNE wykorzystywane są odpowiednio opracowane i przypisane do

An impediment to CBRNE triage will be the lack of identification of the substance affecting the organism. Thus, the detection and identification of hazardous agents will be particularly important for supporting the triage and medical procedure. If the hazardous agent is not identified, medical personnel will only be able to try and identify the agent based on the assessment of the nature of the incident and clinical assessment of the patient. The above-described components of the new response system in the form of aggressive medical tactics, use of personal protection equipment, decontamination technics and methods of detection and identification of hazardous agents will have an impact on the capability to conduct CBRNE triage at the subsequent stages of providing care for the victims.

Conclusions

The contemporary CBRNE hazards indicate that an important component of proper preparation and response of the medical rescue and healthcare systems is the cooperation between the Ministry of Health, Ministry of National Defence and Ministry of Internal Affairs, conducted at every stage of crisis management: prevention, planning, monitoring, response and reconstruction. In the era of real military danger arising from the escalation of the armed conflict in Ukraine, the cooperation with the medical services of armed forces seems to be the most important. CBRNEmed teams are a new concept of highly specialised medical teams, with specific organisational structure and control (command) rules, intended to provide for CBRNE incident victims in pre-hospital and hospital conditions. Worldwide, this type of solutions have been operated in civilian rescue systems for many years, e.g. British HART teams (The Hazardous Area Response Team) [27–28]. In practice, these are "special purpose" teams, of which the task is to provide medical care to patients in hazardous environments or undertake medical procedures in difficult environmental conditions. There are many models, which may be based on in the implementation of new solutions. With the development of personal protection equipment, in particular in the field of the use of suits and respiratory protection, medical rescue operations tactics and the scope of operations of the medical rescue and healthcare systems may change. The traditional strict division into safe and dangerous zone is not fully valid in relation to contemporary hazards (challenges). Thus, the new tactics considering aggressive and flexible response to hazards, considering the analysis of risks and expected benefits, restrictions, opportunities and cost, is fully justified. The equipment of medical personnel (properly trained) with personal protection equipment enables safe processing of the patient, both in pre-hospital rescue and in the hospital rescue department and further, in the clinical toxicology department, intensive care unit or communicable diseases department. The wide range of personal protection equipment enables using them in most incidents of biological, chemical and radiological/nuclear origin and safe fulfilment of the above-described tasks.

charakteru zdarzenia (biologicznego, chemicznego, radiacyjnego/nuklearnego) szczegółowe protokoły segregacji [24–26].

Utrudnieniem w prowadzeniu triage'u CBRNE będzie brak identyfikacji substancji, która oddziałuje na organizm. Detekcja i ustalenie czynników niebezpiecznych będzie zatem niezwykle istotnym działaniem wspierającym triage i postępowanie medyczne. Przy braku rozpoznania czynnika niebezpiecznego personelowi medycznemu pozostawać będzie jedynie próba rozpoznania czynnika na podstawie oceny charakteru zdarzenia i oceny klinicznej pacjenta. Opisane powyżej elementy nowego systemu reagowania w postaci agresywnej taktyki medycznej, wykorzystania środków ochrony indywidualnej, technik dekontaminacji oraz metod detekcji i identyfikacji czynników niebezpiecznych będą miały wpływ na możliwość prowadzenia triage'u CBRNE na kolejnych etapach udzielania pomocy poszkodowanym.

Podsumowanie

Współczesne zagrożenia CBRNE pokazują, że istotnym elementem poprawnego przygotowania i reagowania ratownictwa medycznego i systemu ochrony zdrowia jest współpraca pomiędzy Ministerstwem Zdrowia, Ministerstwem Obrony Narodowej i Ministerstwem Spraw Wewnętrznych, realizowana na wszystkich etapach zarządzania kryzysowego: prewencji, planowania, monitorowania, reagowania oraz odbudowy. W dobie realnego zagrożenia militarnego wynikającego z eskalacji konfliktu zbrojnego na Ukrainie najbardziej istotna wydaje się współpraca ze służbami medycznymi sił zbrojnych. Zespoły CBRNEmed stanowią nową koncepcję wysokospecjalistycznych zespołów medycznych, o określonej strukturze organizacyjnej i zasadach kierowania (dowodzenia), przeznaczonych do zaopatrzenia ofiar zdarzenia CBRNE w warunkach przedszpitalnych i szpitalnych. Na świecie od wielu lat funkcjonują tego typu rozwiązania w systemach cywilnych ratownictwa, np. brytyjskie zespoły HART (*The Hazardous Area Response Team*) [27–28]. W praktyce są to zespoły „specjalnego przeznaczenia", których zadaniem jest udzielanie pomocy medycznej pacjentom w środowiskach niebezpiecznych lub podejmujących medyczne czynności ratunkowe w warunkach środowiskowo trudnych. Istnieje wiele wzorców, na których można opierać się przy wprowadzaniu nowych rozwiązań. Dzięki rozwojowi środków ochrony indywidualnej – zwłaszcza w obszarze wykorzystania kombinezonów i ochrony dróg oddechowych – zmianie może ulec taktyka działań ratownictwa medycznego i zakres możliwości pracy systemu ratownictwa medycznego i systemu ochrony zdrowia. Tradycyjny, sztywny podział na strefy bezpieczną i niebezpieczną wobec współczesnych zagrożeń (wyzwań) nie jest już do końca aktualny. Dlatego nową taktyka uwzględniającą agresywne i elastyczne reagowanie na zagrożenia z uwzględnieniem analizy ryzyka i spodziewanych korzyści, ograniczeń i możliwości, efektów oraz kosztów jest w pełni zasadna. Wyposażenie personelu medycznego (odpowiednio przeszkolonego) w środki ochrony indywidualnej pozwala na bezpieczne postępowanie z pacjentem zarówno w ratownictwie przedszpitalnym, jak i na poziomie szpitalnego oddziału ratunkowego i dalej – na poziomie oddziału toksykologii klinicznej, oddziału intensywnej terapii czy oddziału chorób

The development of common tactics of rescue and treatment operations, based on the same principles and priorities, opens the opportunities of cooperation with the military health service in the elimination of the health effects of weapons of mass destruction. The changes in the CBRNE incident response system developed under the CBRNE Project and presented in this publication increase the response potential of the civilian healthcare and approximate its capabilities to the capabilities of NATO armed forces medical services.

zakaźnych. Szeroki wybór środków ochrony indywidualnej pozwala na zastosowanie ich w większości zdarzeń pochodzenia biologicznego, chemicznego i radiacyjnego/nuklearnego i umożliwia bezpieczne wykonanie szczegółowo opisanych powyżej zadań.

Wypracowanie wspólnej taktyki działań ratunkowych i leczniczych, opartych na tych samych zasadach i priorytetach, otwiera możliwości współdziałania z wojskową służbą zdrowia w likwidacji skutków zdrowotnych użycia broni masowego rażenia. Opracowane w ramach Projektu CBRNE zmiany systemu reagowania na zagrożenia CBRNE, przedstawione w niniejszej publikacji, zwiększają potencjał reagowania cywilnej służby zdrowia, zbliżając jej możliwości do możliwości reagowania służb medycznych sił zbrojnych NATO.

Literature / Literatura

[1] Trzos A., Łyziński K., Długosz K., *Specjalistyczne Zespoły Ratownictwa Medycznego CBRNEmed. Koncepcja, możliwości, spodziewane korzyści*, „Na Ratunek" 2021, 4, 22–28.

[2] Trzos A., Łyziński K., *Ratownictwo Medyczne w incydentach CBRNE/HAZMAT w obliczu współczesnych szans i zagrożeń*, w: *Bezpieczeństwo Zdrowotne: postępy monitorowania, obrazowania stanu zdrowia i środowiska*, Wydawnictwo Naukowe Uniwersytetu im. Adama Mickiewicza, Poznań 2019, s. 183–202.

[3] Trzos A., Łyziński K., Jurowski K., *Ratownictwo medyczne w zdarzeniach CBRNE/HAZMAT*, SFT Vol. 54 Issue 2, 2019, pp. 142–159, https://doi.org/10.12845/sft.54.2.2019.11.

[4] Nazari S., Sharififar S., Ahmadi Marzaleh M., Zargar S., Azarmi S., Akbari Shahrestanaki Y., *Structural Elements and Requirements in Forming Prehospital Health Response Teams in Response to Chemical, Biological, Radiation, and Nuclear Incidents (CBRN), a Comparative Review Study*, "Disaster Medicine and Public Health Preparedness", February 2023, https://doi.org/10.1017/dmp.2022.259.

[5] Schmeitz C.T.J., Barten D.G., van Barneveld K.W.Y., De Cauwer H., Mortelmans L., van Osch F., Wijnands J., Tan E.C., Boin A., *Terrorist Attacks Against Emergency Medical Services: Secondary Attacks are an Emerging Risk*, "Prehospital and Disaster Medicine" 2022, 37, 2, 185–191, https://doi.org/10.1017/S1049023X22000140.

[6] Jasani G.N., Alfalasi R., Cavaliere G.A., Ciottone G.R., Lawner B.J., *Terrorists Use of Ambulances for Terror Attacks: A Review*, "Disaster Medicine and Public Health Preparedness" 2021, 36,1, 14–17, https://doi.org/10.1017/S1049023X20001260.

[7] EMS Terrorism Response – PubMed, https://pubmed-1ncbi-1nlm-1nih-1gov-1nb5yeivu0010.hanproxy.cm-uj.krakow.pl/30725674/ [dostęp: 11.12.2024].

[8] Smith M., Weir A., *CBRNE3 medicine in the austere environment: the challenges*, "BMJ Military Health" 2022,168, 423–425, https://doi.org/10.1136/military-2022-002259.

[9] PN-EN 943-1+A1:2019-05 (wersja angielska), https://sklep.pkn.pl/pn-en-943-1-a1-2019-05e.html [dostęp: 26.06.2023].

[10] PN-EN 14605+A1:2010 (wersja polska), https://sklep.pkn.pl/pn-en-14605-a1-2010p.html [dostęp: 26.06.2023].

[11] *Best Practices for Hospital-Based First Receivers of Victims from Mass Casualty Incidents Involving the Release of Hazardous Substances*, OSHA 3249-08N 2005.

[12] *Could it Happen? The Use of Weapons of Mass Destruction in Response to the Russo-Ukrainian War*, Towson University Journal of International Affairs, https://wp.towson.edu/iajournal/2022/05/09/could-it-happen-the-use-of-weapons-of-mass-destruction-in-response-to-the-russo-ukrainian-war/ [dostęp: 28.06.2023].

[13] *Wojna w Ukrainie – implikacje dla bezpieczeństwa Polski. Czy Polacy powinni się bać?*, Instytut Nowej Europy, https://ine.org.pl/wojna-w-ukrainie-implikacje-dla-bezpieczenstwa-polski-czy-polacy-powinni-sie-bac/ [dostęp: 28.06.2023].

[14] Goodwin Veenema T., *Disaster Nursing and Emergency Preparedness*, 2018, https://doi.org/10.1891/9780826144225.

[15] Ferreira C.E.S., Guerra J.C.C., Slhessarenko N., et al, Point-of-Care Testing: General Aspects, "Clinical Laboratory" 2018, 64, 1–9, https://doi.org/10.7754/Clin.Lab.2017.170730.

[16] Díaz-Gómez J.L., Mayo P.H., Koenig S.J., *Point-of-Care Ultrasonography*, "The New England Journal of Medicine" 2021, 385, 1593–1602, https://doi.org/10.1056/NEJMra1916062.

[17] Sumita N.M., Ferreira C.E.S., Martino M.D.V., et al, *Clinical Applications of Point-of-Care Testing in Different Conditions*, "Clinical Laboratory" 64, 1105–1112, https://doi.org/10.7754/Clin.Lab.2018.171021.

[18] Trzos A., Łyziński K., Krzowski Ł., Biały K., Korbiel E., *Szybka diagnostyka czynników CBRNE w szpitalnym oddziale ratunkowym*, „Na Ratunek" 2023, 5, 24–34.

[19] Trzos A., Łyziński K., Biały K., Korbiel E., *Szybka detekcja i identyfikacja czynników CBRNE w szpitalnym oddziale ratunkowym*, „Na Ratunek" 2023, 4, 56–62.

[20] Kuligowska M., Neffe S., *Collection and Identification of Biological Samples Based on Military On-Site Detection Devices*, "Bulletin of the Military University of Technology" 2021, 70, 4, 85–125, https://doi.org/10.5604/01.3001.0016.0545.

[21] Biały K., Trzos A., Łyziński K., Wydra A., *Dekontaminacja wstępna z wykorzystaniem techniki suchej dekontaminacji*, „Na Ratunek"2022,6, 27–33.

[22] Kumar V., Goel R., Chawla R., Silambarasan M., Sharma R.K., *Chemical, biological, radiological, and nuclear decontamination: Recent trends and future perspective*, "Journal of Pharmacy and Bioallied Sciences" 2010, 2, 220–238, https://doi.org/10.4103/0975-7406.68505.

[23] Zhu H., Maibach I.H., *Skin Decontamination. A Comprehensive Clinical Research Guide*, Springer 2020, https://doi.org/10.1007/978-3-030-24009-7.

[24] Bazyar J., Farrokhi M., Khankeh H., *Triage Systems in Mass Casualty Incidents and Disasters: A Review Study with A Worldwide Approach*, "Open Access Macedonian Journal of Medical Sciences" 2019, 7, 482–494, https://doi.org/10.3889/oamjms.2019.119 .

[25] Lansdowne K., Scully C.G., Galeotti L., Schwartz S., Marcozzi D., Strauss D.G., *Recent advances in medical device triage technologies for chemical, biological, radiological, and nuclear events*, "Prehospital and Disaster Medicine" 2015, 30, 320–323, https://doi.org/10.1017/S1049023X15004641.

[26] Ramesh A., Kumar S., *Triage, monitoring, and treatment of mass casualty events involving chemical, biological, radiological, or nuclear agents*, "Journal of Pharmacy and Bioallied Sciences" 2010, 2, 239–247, https://doi.org/10.4103/0975-7406.68506.

[27] *Specialist resources within the Ambulance Service – HART and SORT*, Ambulance CPD, https://ambulancecpd.com/lessons/specialist-resources-within-the-ambulance-service-hart-and-sort/ [dostęp: 11.04.2023].

[28] Huabbangyang T., Nomrabporn T., Chiraratchawarich W., Rojsaengroeng R., *Effects of the Hazardous Area Response Team Training Program on the Knowledge and Confidence in Operational Skills of Prehospital Emergency Medical Personnel in Thailand: A Quasi-Experimental Study*, „Open Access Emergency Medicine" 2023, 15, 447–456, https://doi.org/10.2147/OAEM.S436054.

ARKADIUSZ TRZOS, M.D., PH.D. – specialising in disaster medicine, emergency medicine, extreme medicine; acting Head of the Department of Disaster Medicine and Emergency Care at the Jagiellonian University Medical College.

KAROL ŁYZIŃSKI PH.D. – medical rescue worker at the Kraków Emergency Medical Services; Assistant at the Department of Disaster Medicine and Emergency Care, the Jagiellonian University Medical College.

DR N. MED. ARKADIUSZ TRZOS – specjalności: medycyna katastrof, medycyna ratunkowa, medycyna ekstremalna, p.o. Kierownik Zakładu Medycyny Katastrof i Pomocy Doraźnej Uniwersytetu Jagiellońskiego Collegium Medicum.

DR N. O ZDR. KAROL ŁYZIŃSKI – ratownik medyczny w Krakowskim Pogotowiu Ratunkowym, asystent w Zakładzie Medycyny Katastrof i Pomocy Doraźnej Uniwersytetu Jagiellońskiego Collegium Medicum.